



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ, ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΦΥΛΛΩΔΩΝ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ**

Πετμεζάς Δημήτριος

Επιβλέπων: Χαράλαμπος Καριπίδης Γεωπόνος MSc, Καθηγητής
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Τμήμα Γεωπονίας

Άρτα, Φεβρουάριος, 2021

**Assessment of the effects of organic and conventional farming
method, on quality and yield of some vegetables**

Εγκρίθηκε από τριμελή επιτροπή

Άρτα, 22/02/2021

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Επιβλέπων καθηγητής

Χαράλαμπος Καριπίδης
Γεωπόνος MSc, Καθηγητής ΤΕΙ Ηπείρου

2. Μέλος επιτροπής
Μπέζα Παρασκευή

3. Μέλος επιτροπής
Υφαντή Παρασκευή

©Δημήτριος Πετμεζάς, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι έξω ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν(κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Πετμεζάς Δημήτριος

Υπογραφή

Ευχαριστίες

Ξεκινώντας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους εκείνους που συνέβαλαν στη δημιουργία, ολοκλήρωση και τελειοποίηση της πτυχιακής μου εργασίας. Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μου κ.Χαράλαμπο Καριπίδη για τις κατευθυντήριες συμβουλές του ώστε να βρεθούν όσο γίνεται εφικτό περισσότερες πηγές άντλησης πληροφοριών, τις απαραίτητες διορθώσεις όσον αφορά τα στοιχεία και το κείμενο της εργασίας και για όλη την υποστήριξη από το ξεκίνημα έως και την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές μου, που με τις γνώσεις τους ολοκληρώνω έναν πλήρη κύκλο σπουδών.

Με εκτίμηση

Πετμεζάς Δημήτριος

Αφιερωμένη

Στην οικογένεια μου που με στήριξε όλα αυτά τα έτη της φοίτησης μου, για την πίστη που μου έδειξαν καθώς και για την απεριόριστη πνευματική υποστήριξη που μου έδωσαν καθ' όλη τη διάρκεια της προετοιμασίας και ολοκλήρωσης της παρούσας εργασίας.

Περίληψη

Η ρόκα, το μαρούλι, το σέσκουλο, το ραπανάκι, το παντζάρι και το αντίδι είναι δημοφιλή λαχανικά. Καταναλώνονται κυρίως νωπά σε σαλάτες ή μαγειρευτά σε πίτες. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση της συμβατικής και βιολογικής μεθόδου λίπανσης, στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των παραπάνω φυτών σε συνδυασμό με την συσσώρευση νιτρικών και τη μεταβολή του βάρους των φυτών. Τα φυτά καλλιεργήθηκαν κατά την ανοιξιάτικη περίοδο, αρχικά σε σπορεία σε μείγμα τύρφης - χώματος και μεταφυτεύθηκαν στο έδαφος θερμοκηπίου. Η βιολογική μέθοδος λίπανσης αφορούσε την χορήγηση αυξημένης ποσότητας οργανικού λιπάσματος και η συμβατική την χορήγηση 12 μονάδων N ανόργανου λιπάσματος. Ο προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας έγινε με την μέθοδο DPPH και των νιτρικών με την μέθοδο του χρωμοτροπικού οξέος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε όλα τα είδη λαχανικών, δεν διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά στην ολική αντιοξειδωτική τους ικανότητα ανεξάρτητα από το είδος λίπανσης που δέχθηκαν. Αντίθετα τα φυτά που δέχθηκαν την αυξημένη οργανική λίπανση παρουσίασαν σημαντική αύξηση στην ποσότητα των νιτρικών που συσσωρεύουν στους ιστούς τους.

Λέξεις κλειδιά: Νιτρικά, ολικά αντιοξειδωτικά, Μέθοδος DPPH

Abstract

Arugula, lettuce, white beet, radish, beetroot and endive are popular vegetables. They are consumed either fresh or cooked in salad and pies. The intent of this project was to study the effects of conventional and organic fertilizing method on the total antioxidant capacity of the above plants in combination with the accumulation of nitrates and the variation of plants weight. The plants were cultivated during the spring period, initially in seedbeds with peat-soil mixture, and transplanted in greenhouse soil. In the organic cultivated plants was added increased quantities of organic fertilizer, while in the conventional cultivated plants 12 units of inorganic Nitrogen. The DPPH method was used for the determination of the total antioxidant capacity of plants, while the nitrate accumulation was estimated by chromotropic acid method. The results showed that no significant difference was found in all species of vegetables, with regard to their total antioxidant capacity, regardless of the type of fertilization. On the other hand, the plants that received the increased organic fertilization showed a significant increase in the amount of nitrates that accumulate in their tissues.

Key words: Nitrates, antioxidants, DPPH

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	1
Περίληψη	2
Abstract	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ-ΠΙΝΑΚΩΝ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°	8
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ	8
1.1.1: ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	9
1.1.2: ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	9
1.2: ΛΙΠΑΝΣΗ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°	12
2.1 ΡΑΠΑΝΑΚΙ.....	12
2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ	12
2.1.2 ΣΠΟΡΑ	12
2.1.3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	13
2.1.4 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	13
2.1.5 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	13
2.1.6 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	13
2.1.7 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	13
2.2 ΠΑΝΤΖΑΡΙ	14
2.2.1 ΓΕΝΙΚΑ	14
2.2.2 ΣΠΟΡΑ	14
2.2.3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	15
2.2.4 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	15
2.2.5 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	16
2.2.6 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	16
2.2.7 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	16
2.3 ΣΕΣΚΟΥΛΟ.....	17
2.3.1 ΓΕΝΙΚΑ	17
2.3.2 ΣΠΟΡΑ	17
2.3.3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	18
2.3.4 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	18
2.3.5 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	18
2.3.6 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	18
2.3.7 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	18

2.4 ΑΝΤΙΔΙ.....	19
2.4.1 ΓΕΝΙΚΑ	19
2.4.2 ΣΠΟΡΑ-ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ.....	19
2.4.3 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	20
2.4.4 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	20
2.4.5 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	21
2.5 ΡΟΚΑ.....	21
2.5.1 ΓΕΝΙΚΑ	21
2.5.2 ΣΠΟΡΑ	21
2.5.3 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	22
2.5.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	22
2.6 ΜΑΡΟΥΛΙ	22
2.6.1 ΓΕΝΙΚΑ	22
2.6.2 ΣΠΟΡΑ-ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ.....	22
2.6.3 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	23
2.6.4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	23
2.6.5 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	23
2.6.6 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	24
2.6.7 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	26
3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ.....	26
3.2 Η ΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	28
4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΝΙΤΡΙΚΑ	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	33
5.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	33
5.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο	51
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	51
ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	60
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	63

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Προετοιμασία συμβατικής καλλιέργειας στο θερμοκήπιο

Εικόνα 2: Προετοιμασία βιολογικής καλλιέργειας στο θερμοκήπιο

Εικόνα 3: Σπορείο

Εικόνα 4: Σπορείο

Εικόνα 5: Βιολογική καλλιέργεια σε πανί εδαφοκάλυψης

Εικόνα 6: Συμβατική καλλιέργεια

Εικόνα 7: Φυτό ρόκας συγκομισμένο

Εικόνα 8: Φυτό μαρουλιού συγκομισμένο

Εικόνα 9: Φυτό ρεπανιού συγκομισμένο

Εικόνα 10: Φυτό σέσκουλο συγκομισμένο

Εικόνα 11: Ζύγισμα δείγματος σε ηλεκτρονικό ζυγό

Εικόνα 12: Ζύγισμα δείγματος σε ηλεκτρονικό ζυγό

Εικόνα 13: Χαρτοσακούλα

Εικόνα 14: Ξηραντήριο

Εικόνα 15: Ζύγιση ξηρού βάρους σε ηλεκτρονικό ζυγό

Εικόνα 16: Κονιορτοποιημένο δείγμα σε γουδί πορσελάνης

Εικόνα 17: Αποθήκευση κονιορτοποιημένου ξηρού δείγματος των φυτών σε αεροστεγή φιαλίδια

Εικόνα 18: Μηχανισμός δράσης του DPPH

Εικόνα 19: Ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας

Εικόνα 20: Σταντ 12 δειγμάτων

Εικόνα 21: Μηχάνημα δονήσεων (vortex)

Εικόνα 22: Θάλαμος σκίασης

Εικόνα 23: Εκχύλιση νιτρικών σε δοκιμαστικούς σωλήνες

Εικόνα 24: Ζύγιση ξηρού δείγματος

Εικόνα 25: Μαγνητικός αναδευτήρας-θερμανήρας

Εικόνα 26: Συντακτικός τύπος του χρωμοτροπικού οξέος (4,5-dihydroxynaphthalene-2,7-disulfonic acid).

Εικόνα 27: Σταντ εκχυλισμένων δειγμάτων σε δοκιμαστικούς σωλήνες

Εικόνα 28: Κυψελίδες με δείγματα προς μέτρηση

Εικόνα 29: Φασματοφωτόμετρο

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ-ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Αντιστοίχιση τιμών απορρόφησης του φασματοφωτόμετρου.

Πίνακας 2: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα του βάρους (σε g) του υπέργειου μέρους των έξι ειδών λαχανικών.

Πίνακας 3: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του μεθανολικού εκχυλίσματος των έξι ειδών λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.

Πίνακας 4: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα της περιεκτικότητας σε νιτρικά των έξι ειδών λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.

Διάγραμμα 1: Καμπύλη αναφοράς νιτρικού αζώτου στα 410 nm.

Διάγραμμα 2: Μέσοι και τυπικά σφάλματα του βάρους των φυτών του Αντιδιού και της Ρόκας που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο.

Διάγραμμα 3: Μέσοι και τυπικά σφάλματα του βάρους των φυτών του Σέσκουλου και του Μαρουλιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο.

Διάγραμμα 4: Μέσοι και τυπικά σφάλματα του βάρους των φυτών του Παντζαριού και του Ραπανιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο.

Διάγραμμα 5: Μέσες τιμές και τυπικά σφάλματα της TAC που παρουσίασαν τα φυτά του αντιδιού και της ρόκας που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο

Διάγραμμα 6: Μέσες τιμές και τυπικά σφάλματα της TAC που παρουσίασαν τα φυτά του σέσκουλου και του μαρουλιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο

Διάγραμμα 7: Μέσες τιμές και τυπικά σφάλματα της TAC των φύλλων και των ριζών των φυτών του παντζαριού και των ριζών του ραπανιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο

Διάγραμμα 8: Μέσοι και τυπικά σφάλματα της περιεκτικότητας σε νιτρικά των φυτών του Αντιδιού και της Ρόκας που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο

Διάγραμμα 9: Μέσοι και τυπικά σφάλματα της περιεκτικότητας σε νιτρικά των φυτών του Σέσκουλου και του Μαρουλιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο.

Διάγραμμα 10: Μέσοι και τυπικά σφάλματα της περιεκτικότητας σε νιτρικά των φυτών του Παντζαριού και Ραπανιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Η ιστορία της γεωργίας πάει πίσω αρκετές χιλιάδες χρόνια και η ανάπτυξη της οδηγήθηκε και καθορίστηκε σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές διαφορές τις κουλτούρες και τις υφιστάμενη σε αυτή τεχνολογία. Ωστόσο, όλη η γεωργία βασίζεται σε τεχνικές επέκτασης και διαχείρισης εδαφών κατάλληλων για την ανάπτυξη των εξημερωμένων φυτικών ειδών. Αυτό πολλές φορές απαιτεί διάφορες τεχνικές άρδευσης, αποστράγγισης, οριοθέτησης και προστασίας των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Στον ανεπτυγμένο κόσμο, η βιομηχανική γεωργία που βασίστηκε σε μεγάλης κλίμακας μονοκαλλιέργειες, έγινε το κυρίαρχο σύστημα σύγχρονης γεωργίας, παρόλο που υπάρχει μια ανοδική πορεία για εναλλακτικές μορφές γεωργίας όπως είναι λόγω χάρη η βιολογική γεωργία.

Εν ολίγοις η γεωργία είναι το σύνολο των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την καλλιέργεια του εδάφους με σκοπό την παραγωγή φυτικών προϊόντων και σε πολλές περιπτώσεις την επεξεργασία αυτών πριν διατεθεί στον καταναλωτή. Ορισμένοι παράγοντες που επηρεάζουν την γεωργία είναι το κλίμα, η μορφολογία του εδάφους κ.ά. Η γεωργία είναι αντικείμενων πολλών παραγόντων που αποτελούν την επιστήμη της γεωπονίας μαζί με την κτηνοτροφία και την αλιεία.

1.1.1 ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Η συμβατική γεωργία έχει ως σκοπό την παραγωγή γεωργικών προϊόντων με την εφαρμογή γεωργικών φαρμάκων και λιπασμάτων. Η διάδοση και η ευρεία χρησιμοποίηση και εφαρμογή γενικότερα, των χημικών συνθετικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στη γεωργία, είχε ως αποτέλεσμα την θεαματική αύξηση της παραγωγής και τη βελτίωση των γεωργικών προϊόντων (ειδικά σε ότι αφορά την εμφάνιση αυτών). Παρόλα αυτά παρουσιάζει όμως και σημαντικά μειονεκτήματα όπως:

- Η μόλυνση του εδάφους προκαλώντας προβλήματα στη δομή και γονιμότητας(υποβάθμιση) του
- Η ρύπανση των υπόγειων και επιφανειακών νερών
- Η ρύπανση του αέρα
- Της χλωρίδας και πανίδας(ωφέλιμων εντόμων, μικροοργανισμών κ.ά).
- Επιπτώσεις στον άνθρωπο είτε άμεσα (έκθεση σ' αυτά π.χ. κατά την εκτέλεση εργασιών) είτε έμμεσα (με την κατανάλωση γεωργικών προϊόντων που περιέχουν υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων).

Προέκυψαν πολλά προβλήματα από αυτές τις εφαρμογές λόγω των δυσμενών επιπτώσεων και των συνεχών κινδύνων που εμφανίζονται καθημερινά από την αλόγιστη χρήση αυτών, καθώς επίσης και από την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, η οποία άρχισε να δημιουργεί προβλήματα ισορροπίας στα αγροοικοσυστήματα.

1.1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Στον κοινωνικό τομέα αναγνωρίζεται ο διττός ρόλος της βιολογικής γεωργίας ως ασφαλής μέθοδος παραγωγής τροφίμων που ανταποκρίνεται στις ανησυχίες του καταναλωτή και ως υπεύθυνη για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης και για την προστασία του περιβάλλοντος τόσο σε τοπικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο. Στα είδη, στις περιοχές και στις δραστηριότητες όπου είναι εφικτή η παραγωγή βιολογικών προϊόντων, η βιοκαλλιέργεια είναι ο στόχος που πρέπει να πετύχουμε στο άμεσο μέλλον.

Οι στόχοι της Βιολογικής Γεωργίας είναι:

- Παραγωγή προϊόντων και τροφίμων υψηλής διατροφικής αξίας, ασφαλή για τον καταναλωτή χωρίς υπολείμματα φυτοφαρμάκων και χημικών λιπασμάτων.
- Προστασία του περιβάλλοντος (προστασία του εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα, αειφορική διαχείριση φυσικών πόρων, εξασφάλιση της βιοποικιλότητας)
- Μη χρήση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών (ΓΤΟ) ή/και προϊόντων που παράγονται από αυτούς.
- Προστασία της υγείας των αγροτών από την έκθεσή τους σε βλαβερές χημικές ουσίες.

1.2 ΛΙΠΑΝΣΗ

Λίπανση είναι ο συμπληρωματικός εφοδιασμός των φυτών με ανόργανα θρεπτικά συστατικά πέραν αυτών που προϋπάρχουν στο έδαφος. Η λίπανση πραγματοποιείται με χορήγηση των πρόσθετων Α.Θ.Σ. υπό τη μορφή λιπασμάτων στο έδαφος ή με εφαρμογή των Α.Θ.Σ υπό μορφή διαλύματος στο υπέργειο τμήμα των φυτών (διαφυλλική λίπανση).

Στόχος της λίπανσης είναι η εξασφάλιση των απαραίτητων ποσοτήτων όλων των Α.Θ.Σ. που είναι απαραίτητες για την σωστή ανάπτυξη των φυτών, ώστε να επιτευχθούν οι κατά το δυνατότερο μεγαλύτερες αποδόσεις και τα υψηλότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Εάν όμως έστω και ένα Α.Θ.Σ. βρίσκεται σε επίπεδα κάτω του επαρκούς, είναι δυνατόν να προκληθούν διατροφικές ανωμαλίες στο φυτό με αποτέλεσμα η απόδοση να υπολείπεται της άριστης.

Ανάλογα με την προέλευση του λιπάσματος, η λίπανση διακρίνεται σε ανόργανη και οργανική.

Ανόργανα λιπάσματα ή χημικά λιπάσματα είναι αυτά που παράγονται βιομηχανικά με φυσικοχημικές διεργασίες και περιέχουν ένα ή περισσότερα από τα κύρια θρεπτικά στοιχεία συμβάλλοντας στην ανάπτυξη και παραγωγικότητα των φυτών στην συμβατική γεωργία.

Τα οργανικά λιπάσματα προέρχονται από φυσικές πρώτες ύλες, συνήθως πρώην ζώντες οργανισμούς όπως ζώα, φυτά. Αφού τα επεξεργαστούμε σωστά (κομποστοποίηση), τα θρεπτικά στοιχεία γίνονται διαθέσιμα για τα φυτά μας.

Πλεονέκτημα των οργανικών λιπασμάτων είναι ότι περιέχουν οργανική ουσία η οποία θρέφει τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς του εδάφους χαρίζοντας καλύτερη συγκράτηση του νερού και καλύτερο αερισμό. Τέλος οι μικροοργανισμοί αυτοί σπάνε τα άλατα του εδάφους και αποτελούν σύμμαχο έναντι σε ασθένειες του εδάφους για τα φυτά μας.

Οι πρώτες ύλες που αποτελούνται καθορίζουν και το κόστος του λιπάσματος, την ταχύτητα δράσης του αλλά και την διάρκεια που δίνει θρεπτικά στοιχεία στα φυτά. Υπάρχουν λιπάσματα που προέρχονται από πρώτη ύλη (όπως κοπριά, κουτσουλιά, κομπόστ από φύκια κλπ) αλλά και λιπάσματα 3-4 πρώτων υλών. Την τελευταία δεκαετία κυκλοφορούν στην Ελληνική αγορά οργανικά λιπάσματα νέας γενιάς που περιέχουν 15 οργανικές πρώτες ύλες και δρουν από την 5η ημέρα και για 130 ημέρες δίνουν στα φυτά θρεπτικά στοιχεία. Τα περισσότερα από αυτά πιστοποιούνται ως κατάλληλα για βιολογική καλλιέργεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 ΡΑΠΑΝΑΚΙ

2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η επιστημονική ονομασία του είναι ραπανάκι (*Raphanus sativus*) που ανήκει στην οικογένεια Κραμβοειδών (*Brassicaceae*). Το ραπανάκι είναι φυτό χαμηλής και σχετικά γρήγορης ανάπτυξης με πλούσιο φύλλωμα. Τα φύλλα είναι παχιά, δερματώδη και οδοντωτά στην περιφέρεια. Η γογγυλόριζα είναι συνήθως σφαιρική και κόκκινη, αν και σε ορισμένες ποικιλίες εμφανίζεται επιμήκης με χρώμα ερυθρό ή λευκό. Το ραπανάκι, το γνωστό κομμάτι της σαλάτας μας, είναι μια καλλιέργεια ρίζας που ονομάζεται γογγυλόριζα με πικάντικη ή γλυκιά γεύση με πολύ χυμό. Μπορεί να είναι λευκό, κόκκινο, μωβ ή μαύρο, μακρύ κυλινδρικό ή στρογγυλό σχήμα.

2.1.2 ΣΠΟΡΑ

Το ραπανάκι σπέρνεται κατευθείαν στο χωράφι όλες τις εποχές, κυρίως όμως σπέρνεται στο τέλος του χειμώνα (Φλεβάρη - Μάρτιο) και στο τέλος του καλοκαιριού μέχρι όλο το φθινόπωρο (τέλος Αυγούστου - Νοέμβριο). Η σπορά γίνεται σε γραμμές. Οι αποστάσεις σποράς εξαρτώνται από τον τύπο και το μέγεθος της γογγυλόριζας. Όσο πιο μεγάλη είναι η γογγυλόριζα, τόσο πιο αραιή θα πρέπει να είναι η σπορά. Τα ραπανάκια που έχουν σφαιρική και μικρή γογγυλόριζα σπέρνονται σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 15-30 cm και τα φυτά της κάθε γραμμής απέχουν μεταξύ τους 5-10cm. Για τα ραπανάκια με μακρόστενη και μεγάλη γογγυλόριζα οι γραμμές απέχουν μεταξύ τους 40 – 60 cm και οι σπόροι κάθε σειράς σπέρνονται ανά 15-30 cm. Το βάθος σποράς είναι περίπου 1 cm και σε έδαφος με αρκετή υγρασία. Για έκταση 1 στρέμματος απαιτούνται 2-4 kg σπόρου. Συνήθως η σπορά γίνεται κάθε 10 ημέρες για συνεχή συγκομιδή. Το έδαφος πρέπει να είναι καλά ισοπεδωμένο, ενώ οι ποικιλίες που δημιουργούν μακρόστενη γογγυλόριζα μπορούν να σπαρούν και σε αναχώματα, για να είναι πιο εύκολη η εξαγωγή της γογγυλόριζας κατά την συγκομιδή.

2.1.3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Ιδανικές θερμοκρασίες για τη βλάστηση των σπόρων είναι μεταξύ 15-30 °C. Σε περιοχές, όπου το φθινόπωρο και η άνοιξη είναι ζεστές εποχές, η σπορά περιορίζεται στους δροσερούς μήνες, καθώς η ζέστη οδηγεί τη γογγυλόριζα σε σπογγοποίηση.

2.1.4 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Το έδαφος πρέπει να είναι βαθύ, μέσης σύστασης, γόνιμο και να έχει καλή στράγγιση. Το pH του εδάφους θα πρέπει να βρίσκεται στο εύρος 5-6,8. Σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία οι γογγυλόριζες δεν αναπτύσσονται ποιοτικά καλά και έχουν πικρή γεύση.

2.1.5 ΛΙΠΑΝΣΗ

Πριν από την εγκατάσταση της καλλιέργειας προσθέτουμε κοπριά σε ποσότητα 3-4 τόνους/στρέμμα ή κάποιο οργανικό λίπασμα σε ποσότητα 100 kg/στρέμμα. Ακόμη προσθέτουμε κάποια μορφή αζωτούχα λίπανσης 15-20 ημέρες μετά τη σπορά. Για να καλύψει τις ανάγκες της καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχεία προσθέτουμε:

10-15 kg αζώτου (N), 8-10 kg P₂O₅ και 10-12 kg K₂O (ή αλλιώς 10-15 kg αζώτου, 3,5-4,4 kg φωσφόρου και 8,4-10 kg καλίου).

2.1.6 ΑΡΔΕΥΣΗ

Όταν οι αρδεύσεις δεν γίνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και η υγρασία στο έδαφος βρίσκεται σε ακραία επίπεδα (πολύ χαμηλή ή πολύ υψηλή) το ραπανάκι αποκτά πιο έντονη γεύση και πιο σκληρή, σπογγώδη υφή. Το ραπανάκι καταστρέφεται πολύ γρήγορα όταν το νερό λιμνάζει στο χώμα. Είναι αναγκαία τα συχνά ποτίσματα της καλλιέργειας, έτσι ώστε το έδαφος να έχει πάντοτε την απαιτούμενη υγρασία (κυρίως στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών κατά τους καλοκαιρινούς μήνες).

2.1.7 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Τα ραπανάκια συγκομίζονται μόλις αποκτήσουν εμπορεύσιμο μέγεθος ενώ, αν παραμείνουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στο έδαφος τότε υποβαθμίζονται ποιοτικά και η υφή τους γίνεται σπογγώδη. Η συγκομιδή ξεκινάει 2 μήνες μετά τη σπορά. Τα φυτά εκριζώνονται, στη συνέχεια πλένονται και οδηγούνται στην αγορά

σε δεσμίδες. Η συγκομιδή των χονδρών ραπανιών αρχίζει 3-4 μήνες μετά τη σπορά και διαρκεί καθ' όλο το χειμώνα.

2.2 ΠΑΝΤΖΑΡΙ

2.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το παντζάρι είναι διετές φυτό που καλλιεργείται ως μονοετές για την παραγωγή των γογγυλόριζων του και του φυλλώματος του. Είναι φυτό συγγενικό με το σέσκουλο, το ζαχαρότευτλο και το κτηνοτροφικό τεύτλο και ανήκει πια στην οικογένεια Amaranthaceae. Τα τεύτλα (μαζί και το παντζάρι) κατάγονται από την λεκάνη της Μεσογείου και την Εγγύς Ανατολή. Το παντζάρι έχει αρκετές ιδιότητες και προτιμάται για την διαιτητική του αξία καθώς είναι τροφή με χαμηλές θερμίδες και έχει αξιοσημείωτη περιεκτικότητα σε βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία. Αν και παραδοσιακά τα παντζάρια είναι λαχανικά ψυχρής εποχής, στην χώρα μας η εποχή σποράς εκτείνεται από το τέλος του χειμώνα μέχρι τα μέσα του φθινοπώρου, ανάλογα την περιοχή και την καλλιεργούμενη ποικιλία.

2.2.2 ΣΠΟΡΑ

Η σπορά στα παντζάρια συνήθως γίνεται γραμμικά αλλά μπορεί να γίνει και στα πεταχτά. Ως επί το πλείστο σπέρνεται απευθείας στο έδαφος ωστόσο υπάρχουν και περιπτώσεις μεταφύτευσης στον αγρό. Συνήθως ο σπόρος του παντζαριού είναι συγκάρπιο δηλαδή πάνω από έναν σπόρο ενωμένοι μαζί.

Σε περίπτωση φύτευσης τέτοιου σπόρου θα πρέπει να ακολουθήσει αραίωμα για την επίτευξη ομοιόμορφου μεγέθους παντζαριών. Στο εμπόριο κυκλοφορούν και ποικιλίες μονόσπερμες που δεν χρειάζονται αραίωμα όταν φυτρώσουν.

Σε ποικιλίες πολύσπερμες (οι πιο συνηθισμένες) τα μικρότερα συγκάρπια δίνουν και λιγότερα φυτάρια. Ανάλογα με το μέγεθος της γογγυλόριζας που θέλουμε να πετύχουμε αλλάζουν και οι αποστάσεις φύτευσης. Όσο αυξάνεται η ποσότητα του σπόρου που θα σπείρουμε σε ένα στρέμμα τόσο μικρότερο μέγεθος γογγυλόριζας θα επιτύχουμε και το αντίστροφο. Η ποσότητες σπόρου ανά στρέμμα για σπόρους σύγχρονων υβριδίων κυμαίνονται από 1-1,5 κιλά (για γογγυλόριζες διαμέτρου 6-8 εκατοστών) ενώ για σπόρους ποικιλιών θα χρειαστεί λίγο παραπάνω. Οι αποστάσεις διαμορφώνονται σε 30-50 cm. ανάμεσα στις γραμμές ενώ μετά το αραίωμα οι

αποστάσεις μεταξύ των φυτών κυμαίνονται στα 5-7,5 εκατοστά ενώ σε κάποιες περιπτώσεις φτάνουν και τα 20 εκατοστά. Το βάθος σποράς κυμαίνεται από 1-2,5 εκατοστά. Η σπορά μπορεί να γίνει κλιμακωτά για να καλυφθούν πιο ομοιόμορφα οι ανάγκες της αγοράς.

2.2.3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Το παντζάρι μπορεί να καλλιεργηθεί σε όλες τις κλιματολογικές συνθήκες και είναι αρκετά ανθεκτικό στο ψύχος, τόσο το υπέργειο τμήμα του φυτού όσο και η γογγυλόριζα. Το χρώμα της γογγυλόριζας είναι πιο έντονο κόκκινο σε περιοχές με χαμηλή θερμοκρασία σε σύγκριση με περιοχές με υψηλότερη θερμοκρασία.

Η καλύτερη ποιότητα (έντονα κόκκινη γογγυλόριζα) επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες αέρα 10-18 °C. Για την βλάστηση του σπόρου η ελάχιστη απαιτούμενη θερμοκρασία εδάφους είναι 5 °C, ενώ οι ευνοϊκές θερμοκρασίες έχουν εύρος από 10-30 °C, με μέγιστο όριο τους 35 °C. Αν υπάρξει μια ψυχρή περίοδος (4-10 °C) για 2 εβδομάδες ή περισσότερο το φυτό θα σχηματίσει υπέργεια ανθοφόρα στελέχη κάτι που είναι επιθυμητό μόνο για καλλιέργειες που στόχο έχουν την σποροπαραγωγή.

2.2.4 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Το παντζάρι προτιμά τα μέσης σύστασης εδάφη (αμμοπηλώδη- ιλοπηλώδη) βαθεία, αφράτα που στραγγίζουν καλά. Καλό θα ήταν να υπάρχει οργανική ουσία στο χώμα διότι βελτιώνει τις ιδιότητες του εδάφους και βοηθάει στην ομοιόμορφη τροφοδοσία με νερό κάτι που είναι σημαντικό για την καλλιέργεια του παντζαριού. Σε πιο βαριά εδάφη όπως τα αργιλώδη πολύ πιθανό να παρουσιαστούν προβλήματα, τα οποία αρχίζουν νωρίς με την δημιουργία κρούστας στο έδαφος και την πιθανή αποτυχία του φυτρώματος. Την περίοδο που τα φυτά είναι στα πρώτα τους στάδια στα βαριά εδάφη παρουσιάζονται προβλήματα με τήξεις φυταρίων λόγω της κακής στράγγισης και της έλλειψης αερισμού. Κατά τα μεταγενέστερα στάδια προβλήματα μπορεί να εμφανιστούν στις γογγυλόριζες οι οποίες πιθανόν να εμφανιστούν παραμορφωμένες, μικρότερες σε μέγεθος και συγκομίζονται και πιο δύσκολα. Τα παντζάρια έχουν την δυνατότητα να καλλιεργηθούν σε εδάφη με pH από 5,8 έως και περίπου 8. Αν και προτιμούν εδάφη με pH 6-7.

2.2.5 ΛΙΠΑΝΣΗ

Καλό θα ήταν να γίνει εδαφική ανάλυση για την ορθολογική χρήση των λιπασμάτων. Αρκετοί καλλιεργητές προσθέτουν 3-5 τόνους κοπριά ανά στρέμμα. Η προσθήκη του αζώτου γίνεται με βάση το ποσοστό της οργανικής ουσίας του εδάφους. Σε ποσοστά οργανικής ουσίας κάτω από 2% γίνεται προσθήκη έως και 22 κιλών άζωτο ανά στρέμμα. Κατά την βασική λίπανση προστίθενται περίπου 10 κιλά αζώτου ανά στρέμμα και μετά γίνεται άλλη μια ή και δυο επιφανειακές λιπάνσεις 1-1,5 μηνά μετά την σπορά. Κάποιοι έμπειροι καλλιεργητές προσθέτουν συνολικά περίπου 20 κιλά άζωτο ανά στρέμμα. Σε περίπτωση που δεν γίνει ανάλυση εδάφους είναι δυνατή η προσθήκη κατά την βασική λίπανση 6-8 κιλών P₂O₅ ανά στρέμμα. Η προσθήκη καλίου μπορεί να φτάσει και τα 17 κιλά / στρέμμα σε περίπτωση έλλειψης του στο έδαφος αλλά υπάρχει περίπτωση να μην χρειάζεται καθόλου προσθήκη σε κάποια εδάφη. Προσοχή χρειάζεται και το βόριο. Σε περίπτωση ιστορικού ενός χωραφιού με τροφopenία βορίου μπορεί να γίνει προσθήκη 300-500 γραμμαρίων ανά στρέμμα με την βασική λίπανση, ή σε περίπτωση εμφάνισης τροφopenίας στην μέση της σεζόν μπορεί να γίνει διαφυλλική λίπανση με περίπου 2 κιλά βόρακα ανά στρέμμα.

2.2.6 ΑΡΔΕΥΣΗ

Η άρδευση στα παντζάρια πρέπει να γίνεται με προσοχή. Ενώ είναι φυτά που χρειάζονται συνεχή παροχή υγρασίας στην περιοχή του ριζικού τους συστήματος, είναι ευαίσθητα στην κατάκλιση του εδάφους. Μετά την σπορά η επιφάνεια του χώματος θα πρέπει να διατηρείται υγρή για την ικανοποιητική ανάδυση των φυταρίων. Αν και κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών είναι από τα πιο σημαντικά για την άρδευση, κατάκλιση του εδάφους κατά τα στάδια αυτά ενθαρρύνει τήξεις φυταρίων. Πολύ σημαντικό στάδιο όσον αφορά την άρδευση είναι κατά την ανάπτυξη των ριζών. Όταν το φύλλωμα έχει κλείσει τις γραμμές φύτευσης, η άρδευση καλό θα ήταν να γίνεται νωρίς το πρωί για να προλαβαίνει να στεγνώσει και να μην αναπτυχθούν μυκητολογικές ασθένειες. Η άρδευση μπορεί να γίνει με αυλάκια ή με τεχνητή βροχή.

2.2.7 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή του παντζαριού μπορεί να γίνει είτε με το χέρι (τράβηγμα φυτού από το φύλλωμα του) είτε με ειδικά μηχανήματα. Για την φρέσκια αγορά τα παντζάρια

συγκομίζονται με το φύλλωμα τους ενώ σε βιομηχανικές καλλιέργειες το φύλλωμα μπορεί να αφαιρείται. Καλό θα ήταν η συγκομιδή να γίνεται όταν η γογγυλόριζα φτάσει το επιθυμητό μέγεθος. Η συγκομιδή συνήθως γίνεται 1,5-2,5 μήνες μετά την σπορά αναλόγως την πρωιμότητα της ποικιλίας και τις καιρικές συνθήκες κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Οι αποδόσεις σε καλλιέργειες για νωπή χρήση κυμαίνονται περίπου στους 2 τόνους ανά στρέμμα ενώ σε βιομηχανικές καλλιέργειες μπορεί να φτάνουν και τους 4 τόνους ανά στρέμμα.

2.3 ΣΕΣΚΟΥΛΟ

2.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το σέσκουλο (*Beta vulgaris var. cicla*) είναι λαχανικό που ανήκει στην οικογένεια των Χηνοποδιίδων (Chenopodiaceae). Αλλιώς ονομάζεται σέσκλο. Τα φύλλα στο σέσκουλο είναι μεγάλα και γυαλιστερά, με σκούρο έως ανοιχτό πράσινο ή και κοκκινοπράσινο χρώμα, ανάλογα με την ποικιλία. Έχουν πλάτος μεγαλύτερο από 15 cm και το μήκος τους μπορεί να ξεπεράσει τα 45 cm. Οι μίσχοι είναι παχιοί, με λευκό, κίτρινο και κόκκινο χρώμα, ανάλογα με την ποικιλία. Αν και είναι συγγενές φυτό με το παντζάρι (*Beta vulgaris var. esculenta* ή *vulgaris*) δε σχηματίζει γογγυλόριζα. Η καλλιέργεια του σέσκουλου ήταν γνωστή στην αρχαία Ελλάδα και ο Θεόφραστος το αναφέρει ως «λευκόν τεύτλιον». Είναι πώδες μονοετές ή διετές λαχανικό, καλλιεργείται κυρίως για τα φύλλα και τους μίσχους του που καταναλώνονται φρέσκα σε σαλάτες, όπως το σπανάκι, ή μαγειρεμένα.

2.3.2 ΣΠΟΡΑ

Ο πολλαπλασιασμός του σέσκουλου γίνεται με σπόρο. Μπορούμε να σπείρουμε τους σπόρους του σέσκουλου στις αρχές Σεπτεμβρίου, σε βάθος 2-3 εκατοστών και σε αποστάσεις 20-25 εκατοστών μεταξύ των θέσεων σποράς και 40-50 εκατοστών μεταξύ των γραμμών φύτευσης. Στη συνέχεια όταν φυτρώσουν τα σέσκουλα τα αραιώνουμε αφήνοντας ένα σέσκουλο σε κάθε θέση φύτευσης.

Ανάλογες αποστάσεις φύτευσης τηρούμε και αν μεταφυτέψουμε έτοιμα φυτά σέσκουλου που μπορούμε να προμηθευτούμε από φυτώρια. Κι όσο για τις παρέες

που θα έχει, το σέσκουλο μπορεί να συγκαλλιεργηθεί με λάχανο, κουνουπίδι, μπρόκολο, κρεμμύδι, καθώς επίσης με όψιμη καλλιέργεια ντομάτας και φασολιού.

2.3.3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Αναπτύσσεται καλά σε ηλιόλουστες θέσεις, δεν αντέχει τη ζέστη, είναι όμως περισσότερο ανθεκτικό στο σχηματισμό ανθικού στελέχους στις υψηλές θερμοκρασίες σε σχέση με το σπανάκι. Αντέχει τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, ενώ ιδανική θερμοκρασία καλλιέργειας θεωρούνται οι 16-18 °C

2.3.4 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Το σέσκουλο καλλιεργείται σε μεγάλη ποικιλία εδαφών με προτίμηση τα ελαφρά ουδέτερα προς αλκαλικά, βαθιά, γόνιμα εδάφη με καλή αποστράγγιση. Αναπτύσσεται καλά σε ηλιόλουστες θέσεις, δεν αντέχει τη ζέστη, είναι όμως περισσότερο ανθεκτικό στο σχηματισμό ανθικού στελέχους στις υψηλές θερμοκρασίες σε σχέση με το σπανάκι. Αντέχει τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, ενώ ιδανική θερμοκρασία καλλιέργειας θεωρούνται οι 16-18 °C.

2.3.5 ΛΙΠΑΝΣΗ

Για λίπασμα δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις, αρκεί η ενσωμάτωση κοπριάς και κομπόστ στο χώμα κατά τη φύτευση και η προσθήκη βιολογικού λιπάσματος πλούσιο σε άζωτο, μία φορά, ένα μήνα μετά τη φύτευση.

2.3.6 ΑΡΔΕΥΣΗ

Τα σέσκουλα θέλουν πολύ συχνό πότισμα για να μην στεγνώνει σχεδόν καθόλου η ρίζα. Μόνο όταν έχουν επαρκή εδαφική υγρασία μόνο τότε έχουν καλή ανάπτυξη και αποκτούν δροσερό τραγανό φύλλωμα.

2.3.7 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή στο σέσκουλο ξεκινά 60 περίπου ημέρες μετά τη σπορά, ανάλογα με την ποικιλία και γίνεται με μαχαίρι, κόβοντας πρώτα τα εξωτερικά φύλλα. Ακόμη μπορούν να συγκομιστούν ολόκληρα τα φυτά, κόβοντας τα φύλλα 2,5 cm πάνω από το έδαφος. Από τη βάση του φυτού θα αναπτυχθούν νέα φύλλα που με τη σειρά τους μπορούν να συγκομιστούν όταν φτάσουν το επιθυμητό μέγεθος, ανάλογα με την

προτίμηση του καταναλωτή. Τα σέσκουλα χάνουν γρήγορα τη φρεσκάδα τους, γι' αυτό θα πρέπει να καταναλώνονται αμέσως μετά τη συγκομιδή ή εναλλακτικά μπορούν να ζεματιστούν και να καταψυχθούν, όπως το σπανάκι.

2.4 ΑΝΤΙΔΙ

2.4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το αντίδι είναι ποώδες φυτό της οικογένειας των συνθετωδών (Compositae), όπως και το μαρούλι, το ραδίκι, η αγκινάρα, και ο ηλίανθος. Καλλιεργείται ως μονοετές αν και στην φύση το συναντάμε και ως διετές. Το αντίδι καλλιεργείται για τα φύλλα του τα οποία σχηματίζουν πυκνές ροζέτες. Στην χώρα μας το αντίδι καλλιεργείται όλο τον χρόνο αφού υπάρχουν ποικιλίες με διαφορετικές απαιτήσεις σε θερμοκρασίες αλλά και διαφορετικές στάδια ανθεκτικότητάς.

2.4.2 ΣΠΟΡΑ-ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ

Η εγκατάσταση της φυτείας αντιδίου γίνεται σε γραμμές που απέχουν 40-50 εκατοστά ενώ μέσα στην γραμμή η απόσταση μεταξύ των φυτών είναι 25-30 εκατοστά. Σε εδάφη με προβλήματα στράγγισης (συνήθως για την φθινοπωρινή-χειμωνιάτικη περίοδο), η σπορά μπορεί να γίνει σε αναχώματα που το καθένα μπορεί να φέρει 2-4 γραμμές φύτευσης. Τα κέντρα των αναχωμάτων με διπλές γραμμές μπορούν να απέχουν περίπου 100 εκατοστά ενώ στην περίπτωση των αναχωμάτων με 3 και 4 γραμμές τα κέντρα μπορούν να απέχουν από 165-185 εκατοστά. Υπάρχουν ποικιλίες ορθόφυλλες που έχουν την δυνατότητα να σπαρθούν χύδην (στα πεταχτά). Η σπορά πρέπει να είναι επιφανειακή περίπου 0,5 εκατοστά διότι οι σπόροι έχουν μικρό μέγεθος και έχουν την ανάγκη φωτός για να βλαστήσουν. Για την εγκατάσταση της φυτείας μπορούν να εφαρμοστούν οι παρακάτω τρόποι:

1. Απευθείας σπορά στο έδαφος. Με αυτόν τον τρόπο η σπορά γίνεται αρκετά πυκνά και μετά ακολουθεί αραίωμα κρατώντας τα πιο εύρωστα φυτά.
2. Σπορά σε σπορείο (υπαίθριο, υπό κάλυψη, θερμαινόμενο ή μη ανάλογα την εποχή), μεταφύτευση σε ατομικά κυπελάκια και τέλος μεταφύτευση των φυταρίων στις τελικές τους θέσεις
3. Αγορά φυταρίων και μεταφύτευση στις τελικές τους θέσεις στο χωράφι.

Στους δύο τελευταίους τρόπους τα κέρδη από την καλλιέργεια θα πρέπει να δικαιολογούν το αυξημένο κόστος αγοράς φυταρίων και εγκατάστασης. Ανάλογα με τον τρόπο σποράς, μπορεί να χρειαστούν από 150-500 γραμμάρια σπόρου/στρέμμα. Για την καλύτερη συγκομιδή και για να μην δημιουργηθεί δυσκολία στην διάθεση του προϊόντος καλό θα ήταν ανάλογα με την πρωιμότητα της κάθε ποικιλίας και τις συνθήκες που επικρατούν να γίνονται συμπληρωματικές σπορές/φυτεύσεις κάθε 7-20 μέρες.

2.4.3 ΛΙΠΑΝΣΗ

Πριν τον σχεδιασμό του προγράμματος λίπανσης καλό θα ήταν να προηγηθεί εδαφική ανάλυση. Αρκετοί παραγωγοί προσθέτουν συνολικά 10-15 κιλά άζωτο ανά στρέμμα. Συνήθως ενσωματώνουν κατά την σπορά στην βασική λίπανση 5-9 κιλά άζωτό και το υπόλοιπο το εφαρμόζουν με 2-3 επιφανειακές λιπάνσεις. Σε περίπτωση χρήσης κοπριάς τότε εφαρμόζουν μειωμένες ποσότητες αζωτούχων λιπασμάτων. Η χορήγηση του φώσφορου και του καλίου χορηγούνται με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης, και μπορεί να κυμαίνονται από 0 κιλά μέχρι και κοντά 20 κιλά (P_2O_5 , K_2O) ανά στρέμμα. Κάποιοι παραγωγοί χορηγούν όλο το κάλιο με την βασική λίπανση ενώ κάποιοι άλλοι χορηγούν το μισό περίπου με την βασική λίπανση και το άλλο μισό με δύο επιφανειακές εφαρμογές σε συνδυασμό με το άζωτο. Ο φώσφορος χορηγείται ολόκληρος στην βασική λίπανση.

2.4.4 ΑΡΔΕΥΣΗ

Το αντίδι είναι απαιτητικό σε άρδευση και χρειάζεται συνεχή αλλά και ομοιόμορφη παροχή υγρασίας. Οι αρδεύσεις καθορίζονται σύμφωνα με την εποχή της καλλιέργειας λόγω της διαφοράς στο ύψος βροχής και της εξατμισοδιαπνοής. Τους καλοκαιρινούς μήνες οι αρδεύσεις χρειάζεται να είναι πιο συχνές από τους ψυχρούς μήνες του έτους. Γενικά τα αντίδια λόγω του επιφανειακού ριζικού τους συστήματος χρειάζονται εφαρμογές άρδευσης με μικρότερες ποσότητες αλλά μεγαλύτερη συχνότητα. Η συχνότητα της άρδευσης επηρεάζεται και από την σύσταση του εδάφους που γίνεται η καλλιέργεια. Συνήθως η άρδευση γίνεται με αυλάκια και τεχνητή βροχή.

2.4.5 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή στο αντίδι μπορεί να γίνει μετά από 2- 4 μήνες ανάλογα την πρωιμότητα της ποικιλίας αλλά και τις θερμοκρασίες που θα επικρατήσουν την κάθε καλλιεργητική περίοδο. Κάποιοι έμπειροι παραγωγοί λίγες ημέρες πριν την συγκομιδή συγκεκριμένων ποικιλιών (συνήθως λείων αντιδίων) δένουν τα εξωτερικά φύλλα μεταξύ τους για να ασπρίσουν καλύτερα τα εσωτερικά φύλλα (καρδιά). Οι κεφαλές των αντιδίων δεν θα πρέπει να ξεριζώνονται αλλά να κόβονται με κοφτερό μαχαίρι. Έτσι λόγω αναβλάστησης μπορεί να γίνουν παραπάνω συγκομιδές. Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στις καλλιεργούμενες ποικιλίες για την ικανότητα αναβλάστησης τους. Κατά την κοπή των κεφαλών αφαιρούνται με το μαχαίρι τα εξωτερικά φύλλα που είναι πιο σκληρά και μπορεί να φέρουν χώματα. Σε περίπτωση καθυστέρησης της συγκομιδής παρουσιάζεται ποιοτική υποβάθμιση (τα αντίδια αποκτούν μια δυσάρεστη πικρή γεύση) και παύουν να είναι εμπορεύσιμα. Μια μέση απόδοση για το αντίδι είναι 1500-2000 κιλά στρέμμα ενώ αρκετοί έμπειροι παραγωγοί ξεπερνούν τα 2500 κιλά ανά στρέμμα.

2.5 ΡΟΚΑ

2.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η ρόκα είναι χειμωνιάτικο φυτό ενώ ανθίζει από το Μάρτιο έως τον Ιούνιο. Το ύψος του φυτού φτάνει τα 80 χιλιοστά με βλαστούς που διακλαδίζονται. Τα άνθη της, που έχουν διάμετρο 2-4 εκατοστά, είναι λευκά με πορφυρές φλέβες ή κιτρινωπά διατεταγμένα και σχηματίζουν ταξιανθίες. Τα φύλλα της είναι πτερωτά και ο καρπός είναι μικρός και κωνικός, ραμφοειδής και φέρει σπόρια ωσειδή, κίτρινου χρώματος.

2.5.2 ΣΠΟΡΑ

Η σπορά γίνεται κατευθείαν στο λαχανόκηπο στα πεταχτά. Στο χώρο που είναι καθορισμένος για σπορά ρόκας, ρίχνονται οι σπόροι που βλαστάνουν σε μία εβδομάδα περίπου. Όταν τα νεαρά φυτά μεγαλώσουν λίγο, αραιώνονται (με αφαίρεση των λιγότερο ανεπτυγμένων) ώστε το κάθε φυτό να απέχει από το άλλο 10-15 cm. Η σπορά στη βόρεια Ελλάδα μπορεί να γίνει από τον Μάιο μέχρι τον Αύγουστο, ενώ στη νότια Ελλάδα από το Μάρτιο, αφού έχει περάσει ο κίνδυνος για παγετό, μέχρι και το Νοέμβριο.

2.5.3 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Η ρόκα δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε έδαφος αλλά η οργανική ουσία οπωσδήποτε ευνοεί την ανάπτυξή της. Ευδοκίμει σε ημισκιερές θέσεις.

2.5.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή ξεκινάει 1,5-2 μήνες μετά τη σπορά και κόβονται τα ώριμα φύλλα που πρόκειται να καταναλωθούν άμεσα. Η περίοδος της συγκομιδής είναι μεγάλη αφού το φυτό δημιουργεί συνεχώς νέα φύλλα.

2.6 ΜΑΡΟΥΛΙ

2.6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το καλλιεργούμενο μαρούλι είναι φυτό ποώδες και μονοετές με ρίζα πασσαλώδη, η οποία κατά τη μεταφύτευση καταστρέφεται για να αναπτυχθεί αργότερα ένα επιπόλαιο θυссανώδες ριζικό σύστημα. Το καλλιεργούμενο μαρούλι (*Lactuca sativa* L.) θεωρείται ότι κατά πάσα πιθανότητα προήλθε είτε από το άγριο μαρούλι (*Lactuca serriola* L. ή *L. scariola* L.), το οποίο συναντάται ως ζιζάνιο στην Κρήτη και σε πολλές περιοχές της Ευρώπης, είτε από διασταυρώσεις με τα άγρια είδη *L. saligna* L. και *L. virosa* L. Υπάρχουν πάνω από 100 είδη στο γένος *Lactuca*. Το μαρούλι τύπου *Cos* πιστεύεται ότι έχει διαδοθεί από την Ελλάδα (το όνομα του προέρχεται από την νήσο Κω της Δωδεκανήσου). Επίσης χώροι προέλευσης του μαρουλιού θεωρούνται οι περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου.

2.6.2 ΣΠΟΡΑ-ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ

Η φύτευση των φυτών (γυμνόριζα ή με μπάλα χώματος) γίνεται είτε με το χέρι είτε με ειδικές μηχανές. Οι αποστάσεις φύτευσης εξαρτώνται κυρίως από τον τύπο μαρουλιού που πρόκειται να καλλιεργηθεί και οι τύποι που σχηματίζουν κεφαλή φυτεύονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Οι αποστάσεις φύτευσης στην Ελλάδα κυμαίνονται σε 30-40 cm και προς τις δύο κατευθύνσεις ή σε αποστάσεις 30-50 cm μεταξύ των γραμμών και 25-35 cm επί της γραμμής.

2.6.3 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Το μαρούλι είναι πολύ ευαίσθητο φυτό όσον αφορά τις εδαφικές συνθήκες και απαιτεί έδαφος πολύ πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία, γόνιμο, με υψηλό βαθμό υδατοϊκανότητας και το οποίο διαθέτει καλή στράγγιση. Τα αμμοπηλώδη εδάφη, πλούσια σε οργανική ουσία, είναι από τα πιο κατάλληλα. Τα ελαφρά αμμώδη εδάφη προτιμώνται για πρώιμη παραγωγή. Το άριστο pH κυμαίνεται από 6,0-7,0. Για να διατηρείται το έδαφος αφράτο και να στραγγίζει ικανοποιητικά, πρέπει να προστίθεται οργανική ουσία μία φορά το χρόνο.

2.6.4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Η άριστη θερμοκρασία για την βλάστηση των σπόρων του μαρουλιού κυμαίνεται μεταξύ 15-21 °C αλλά καλά αποτελέσματα εξασφαλίζονται και με επίπεδα θερμοκρασίας 18 °C ή και 15 °C. Οι απαιτήσεις βέβαια των διαφόρων ποικιλιών ποικίλλουν και κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των νεαρών φυταρίων στο φυτώριο. Όταν κατά την σπορά επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες τότε στο μαρούλι εμφανίζεται λήθαργος υψηλής θερμοκρασίας, δηλαδή ο σπόρος παρουσιάζει προβλήματα στη βλάστηση ή δεν βλαστάνει καθόλου.

2.6.5 ΛΙΠΑΝΣΗ

Η λίπανση που εφαρμόζεται πριν τη μεταφύτευση (βασική λίπανση) περιλαμβάνει την ενσωμάτωση (σε βάθος περίπου 30 cm) 10 τόνων χωνεμένης κοπριάς/στρέμμα. Αν δεν πραγματοποιηθεί χημική ανάλυση εδάφους για τον ακριβή υπολογισμό των απαιτούμενων ποσοτήτων λιπασμάτων, τότε συνήθως ενσωματώνονται 50-75 kg τριπλού υπερφωσφορικού/στρέμμα, 30-40 kg θειϊκού καλίου/στρέμμα ή σύνθετα λιπάσματα (11-15-15, 14-22-9) σε ποσότητα 50-100 kg/στρέμμα.

Η επιφανειακή λίπανση γίνεται με αζωτούχα λιπάσματα (ασβεστούχο νιτρική αμμωνία ή νιτρική αμμωνία) που προστίθενται σε περιόδους περίπου 20 ημερών. Η προσθήκη των αζωτούχων λιπασμάτων πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και όχι σε υψηλές ποσότητες γιατί αυξάνεται η συσσώρευση νιτρικών στα φύλλα και δημιουργούνται προβλήματα στον ανθρώπινο οργανισμό. Αν δεν πραγματοποιηθεί βασική λίπανση και τα κύρια θρεπτικά στοιχεία (άζωτο, φώσφορος, κάλι) δίνονται μαζί με το νερό ποτίσματος (μέχρι 1 εβδομάδα πριν τη συγκομιδή) τότε οι

συγκεντρώσεις τους είναι 100 ppm αζώτου, 30-50 ppm φωσφόρου και 150-200 ppm καλίου.

2.6.6 ΑΡΔΕΥΣΗ

Πριν τη μεταφύτευση το έδαφος πρέπει να αρδευτεί και να φτάσει στο σημείο υδατοϊκανότητάς του. Στη συνέχεια, σε αμμώδη εδάφη η φύτευση μπορεί να γίνεται την επόμενη μέρα, ενώ σε πιο βαριά εδάφη πιθανόν να χρειαστεί να παρέλθουν 3-4 ημέρες ώστε η υγρασία του επιφανειακού στρώματός τους να μειωθεί. Μετά τη μεταφύτευση ακολουθεί ελαφρό πότισμα (μερικών λεπτών της ώρας) κατά προτίμηση με καταιονισμό, ώστε το επιφανειακό στρώμα του εδάφους να φτάσει και πάλι στο σημείο υδατοϊκανότητάς του. Μετά τη μεταφύτευση το φυτό απορροφά νερό μόνο από τα επιφανειακά 3-4 εκ. εδάφους γι' αυτό είναι σημαντικό το επιφανειακό στρώμα να διατηρείται υγρό. Εάν, για οποιοδήποτε λόγο, το επιφανειακό γόνιμο έδαφος ή ο κύβος εδάφους ή η μπάλα υποστρώματος ξεραθούν λόγω έλλειψης υγρασίας τότε η ανάπτυξη του φυτού καθίσταται προβληματική. Το μαρούλι αναπτύσσει θυσσανώδες επιφανειακό ριζικό σύστημα. Για το λόγο αυτό είναι προτιμότερο να ποτίζεται ελαφρά πολλές φορές παρά βαριά μία φορά. Οι ανάγκες σε νερό μίας καλλιέργειας μαρουλιού ανέρχονται συνήθως σε 336 m³/στρ. Όταν το φυτό πλησιάζει την περίοδο συγκομιδής, το ριζικό του σύστημα θα έχει αναπτυχθεί σε όλο τον επιφανειακό όγκο του εδάφους, σε βάθος 20-30 εκ. Το πότισμα στο μαρούλι καλό είναι να γίνεται με καταιονισμό για να γίνεται ομοιόμορφη κατανομή του νερού στον αγρό ή το θερμοκήπιο. Σε περίπτωση που εφαρμόζεται εδαφοκάλυψη με πλαστικό σε όλη την έκταση του εδάφους, τότε το πότισμα γίνεται ή με τη μέθοδο στάγδην από σωλήνες που βρίσκονται κάτω από το πλαστικό κάλυψης (1 σωλήνας για κάθε 2 γραμμές φυτών) ή με καταιονισμό, αλλά θα πρέπει το πλαστικό εδαφοκάλυψης να είναι διάτρητο.

2.6.7 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή γίνεται 2-4 μήνες μετά τη σπορά όταν τα φυτά αποκτήσουν εμπορεύσιμο μέγεθος, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αγοράς και ανάλογα με την ποικιλία του μαρουλιού και εξαρτάται σημαντικά από τις συνθήκες, την εποχή καλλιέργειας, την καλλιεργητική τεχνική (υπαίθριες ή θερμοκηπιακές καλλιέργειες, καλλιέργεια εκτός εδάφους) και την ποικιλία. Επίσης η τιμή του προϊόντος στην

αγορά καθορίζει και το στάδιο της συγκομιδής(κανονική ή όψιμη). Τα φυτά κόβονται από τη βάση τους, λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και στη συνέχεια αφαιρούνται τα κατεστραμμένα εξωτερικά φύλλα. Τα φύλλα πρέπει να έχουν καλή εξωτερική εμφάνιση, να είναι τρυφερά και τραγανά και να μην έχουν πικρή γεύση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

Τα αντιοξειδωτικά είναι ουσίες που εμποδίζουν ή επιβραδύνουν την οξείδωση των συστατικών των τροφίμων η οποία προκαλείται από το ατμοσφαιρικό οξυγόνο. Τα αντιοξειδωτικά χρησιμοποιούνται κυρίως σε συνδυασμό με τους λεγόμενους συνεργούς σταθεροποιητές και συμπλοκοποιητές. Τα μίγματα αυτά συντελούν στην ενεργοποίηση και την βελτίωση της αντιοξειδωτικής δράσης, στη διεύρυνση της εφαρμογής των αντιοξειδωτικών σε περισσότερες κατηγορίες τροφίμων, καθώς και στην εύκολη χρησιμοποίησή του.

3.2 Η ΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ

Ο οξειδωτικός μεταβολισμός είναι απαραίτητος για την επιβίωση των κυττάρων μέσω του μεταβολισμού των λιπών, των πρωτεϊνών και των υδατανθράκων με σκοπό την παραγωγή ενέργειας. Παρ' όλα αυτά, το οξυγόνο το οποίο θεωρείται πηγή ζωής για τον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να μετατραπεί σε αμείλικτο εχθρό σε κυτταρικό επίπεδο, οξειδώνοντας και καταστρέφοντας πολύτιμα στοιχεία του.

Στα κύτταρα κατά την διάρκεια αναερόβιας αναπνοής είναι δυνατό να δημιουργηθούν ελεύθερες ρίζες και άλλες οξυγονούχες δραστικές ουσίες (Reactive Oxygen Species, ROS) που περιλαμβάνουν ιόντα οξυγόνου και υπεροξειδία τόσο ανόργανα όσο και οργανικά, όπως υπεροξειδικό ανιόν (O_2^-), η υδροϋπεροξειδική ρίζα (HO_2^*), η ρίζα υδροξυλίου (OH^*), το οξείδιο του αζώτου (NO), και άλλες όπως υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2) υποχλωριώδες ανιόν (ClO^-). Επιπλέον είναι δυνατό από την αντίδραση του NO με O_2^- να σχηματιστούν ελεύθερες ρίζες αζώτου (Reactive Nitrogen Species, RNS), όπως $ONOO^-$. Ενώ αντιδράσεις των ROS με θειόλες δημιουργούν ελεύθερες ρίζες θείου (Reactive Sulfur Species).

Ουσιαστικά οι ελεύθερες ρίζες είναι χημικές ενώσεις τους λείπει ένα ηλεκτρόνιο και το αναζητούν όπου μπορούν προκαλώντας έτσι σοβαρές βλάβες. Οι ROS μπορεί να προκαλέσουν καταστροφή του DNA και των λιπιδίων, προβλήματα στη λειτουργία της μεμβράνης και της πρωτεϊνοσύνθεσης.

Η δράση των αντιοξειδωτικών στηρίζεται στην απομάκρυνση ή την εξουδετέρωση των ROO^* και R^* ελεύθερων ριζών και σε ορισμένες περιπτώσεις στην πλήρη αναστολή της οξείδωσης (στα σουλφονικά, στη διάσπαση από τα υπεροξειδία). Επειδή τα περισσότερα αντιοξειδωτικά δημιουργούν αλυσιδωτές αντιδράσεις, επιταχύνουν την παραγωγή ελεύθερων ριζών ROO^* και R^* , με τη δημιουργία μιας ανενεργού και αντιοξειδωτικής ελεύθερης ρίζας. Οι αναστολείς της οξείδωσης πρέπει αφ' ενός να είναι ενεργοί, ώστε να αντιδρούν με τις ελεύθερες ρίζες και να διασπάσουν την αλυσίδα και αφετέρου μεταφορικά ενεργά, για να αποφευχθεί η άμεση αντίδραση του οξυγόνου με την ανταλλασσόμενη ελεύθερη ρίζα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΝΙΤΡΙΚΑ

Είναι μια ανόργανη μορφή του στοιχείου αζώτου (N). Στο διάλυμα που περιβάλλει τα σωματίδια του εδάφους συναντώνται ως νιτρικά ιόντα (NO_3^-). Έχουν μεγάλη σπουδαιότητα αφού αποτελούν μέρος του κύκλου του αζώτου και είναι απαραίτητα για τη ζωή. Τα νιτρικά είναι μια μορφή αζώτου που μπορεί εύκολα να προσληφθεί από το φυτό, αποτελώντας την κύρια μορφή του αζώτου που απορροφάται από τα φυτά. Μολονότι στο έδαφος υπάρχουν μεγάλα αποθέματα νιτρικών ιόντων δεν μπορούν να συγκρατηθούν από τα φυλλίδια της αργίλου και των συμπλοκών της στο έδαφος και απομακρύνονται στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Μπορεί να γίνει οργανικό άζωτο στα αποθέματα του εδάφους. Το άζωτο ενώνεται με το χούμο και τον άνθρακα και έτσι προστατεύεται έως ότου απελευθερωθεί από τους οργανισμούς ως 'διαθέσιμο' νιτρικό. Οι απαιτήσεις για διαθέσιμο άζωτο είναι πολλές και δεν μπορούν να καλυφτούν από το έδαφος για αυτό χρειάζεται να συμπληρώσουμε άζωτο για τη σωστή ανάπτυξη του φυτού μέσω της λίπανσης (συμβατική ή οργανική).

3.4. Το πρόβλημα συγκέντρωσης νιτρικών στα φυτά και στον άνθρωπο

Η συγκέντρωση NO_3^- στους φυτικούς ιστούς αποτελεί φυσιολογικό φαινόμενο, που συνδέεται άμεσα με το μεταβολισμό του αζώτου στα φυτά και προκύπτει από την απορρόφηση των νιτρικών ιόντων σε μεγαλύτερη ποσότητα από αυτή που ανάγεται.

Η συγκέντρωση NO_3^- εξαρτάται από :

- την περιεκτικότητα του εδάφους σε NO_3^-
- τον γονότυπο
- και τις κλιματικές συνθήκες κάτω από τις οποίες αναπτύσσονται τα φυτά

3.5 Κίνδυνοι στην υγεία από νιτρικά (NO_3^-)

Τα νιτρικά από μόνα τους δεν είναι τοξικά και όταν εισέλθουν στον οργανισμό δεν παίρνουν μέρος στις κανονικές βιολογικές διεργασίες. Αντίθετα αποβάλλονται σχετικά γρήγορα με τα ούρα κατά 80% περίπου ή με τα περιττώματα (σε ποσοστό 1-2%) και ανακυκλώνονται με το σάλιο.(18%).

Τα NO_3^- σε μικρές συγκεντρώσεις είναι ακίνδυνα για τον άνθρωπο, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις ή κάτω από ειδικές συνθήκες μπορούν να γίνουν πολύ επικίνδυνα, που σε κάποιες περιπτώσεις μπορούν να επιφέρουν ακόμη και το θάνατο.

Η τοξικότητα NO_3^- είναι σχετικά χαμηλή και ποικίλλει ευρέως. Η μοιραία δόση για ενήλικες είναι 15-70 mg NO_3^- -N/kg ζώντος βάρους.

Κατά τη διάρκεια της πέψης των τροφών είναι πιθανόν τα νιτρικά να αναχθούν εν μέρει με τη βοήθεια των μικροοργανισμών σε νιτρώδη στο στόμα και στο γαστρεντερικό σύστημα. Υπάρχουν δυο πιθανές επιδράσεις των νιτρικών στην υγεία του ανθρώπου:

1. Μεθαιμογλοβιναιμία (σύνδρομο κυάνωσης των βρεφών).

Από τη φύση τους η δράση των νιτρικών δεν είναι τοξική, όταν όμως εισέλθουν στο αίμα, το δισθενές ιόν σιδήρου (Fe^{+2}) της αιμογλοβίνης μπορεί να οξειδωθεί στην τρισθενή μορφή (Fe^{+3}), με αποτέλεσμα τη δημιουργία μεθαιμογλοβίνης, η οποία σε υψηλά ποσοστά στο αίμα, μπορεί να οδηγήσει σε συμπτώματα ασφυξίας τον άνθρωπο, λόγω της αδυναμίας μεταφοράς οξυγόνου στους περιφερειακούς ιστούς.

Η μεθαιμογλοβίνη απαρτίζει το 1% της αιμογλοβίνης σε υγιή άτομα, το 4% στα νεογέννητα παιδιά και το 6% ή και περισσότερο σε μωρά με αναπνευστικά προβλήματα ή διάρροια. Η μικρή ποσότητα μεθαιμογλοβίνης, που κανονικά παράγεται, μπορεί να μετατραπεί ενθυματικά ξανά σε αιμογλοβίνη. Αν η ταχύτητα μετατροπής της μεθαιμογλοβίνης είναι μικρότερη από την ταχύτητα συγκέντρωσης, τότε έχουμε μεγάλη συγκέντρωση μεθαιμογλοβίνης στο αίμα με επιζήμιες συνέπειες για την υγεία.

Η αιμογλοβίνη των νεογέννητων παιδιών μετατρέπεται πολύ πιο εύκολα σε μεθαιμογλοβίνη, σε σύγκριση με την αιμογλοβίνη των μεγαλύτερων παιδιών. Η συγκέντρωση μεθαιμογλοβίνης μπορεί να προκληθεί και από πολλές ενώσεις όπως: μονοξείδιο του άνθρακα (CO), phenacetin, χρώματα ανιλίνης, και το λούστρο των επίπλων.

2. Εμφάνιση καρκίνου του στομάχου και της ουροδόχου κύστης

Τα νιτρικά στο όξινο περιβάλλον του στομάχου ανάγονται σε νιτρώδη, τα οποία μπορούν να αντιδράσουν με αμίνες και να παράγουν νιτροζαμίνες. Οι νιτροζαμίνες θεωρούνται ύποπτες για καρκινογενέσεις στον άνθρωπο, αλλά δεν έχει αποδειχθεί ακόμα η σχέση μεταξύ νιτρικών και κρουσμάτων καρκίνου.

Στις προηγμένες χώρες οι πληθυσμοί είναι εκτεθειμένοι σε μεγαλύτερες ποσότητες νιτρικών σύμφωνα με την τάση για κατανάλωση φυλλωδών λαχανικών σε συνδυασμό με νερό αρκετά ρυπασμένο. Κλινικές έρευνες, όμως, αποδεικνύουν μικρότερη συχνότητα γαστρεντερικού καρκίνου, ενώ παρατηρείται σαφής τάση μείωσης των κρουσμάτων γαστρικού καρκίνου.

Σε έρευνα του πανεπιστημίου της Iowa σε 22.000 γυναίκες ηλικίας 55-69 ετών που άρχισε το 1986 (Epidemiology, 2001) η αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης καρκίνου της ουροδόχου κύστης σχετίζεται με αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρικών στο πόσιμο νερό, ενώ και η χρόνια κατανάλωση νερού με χαμηλή περιεκτικότητα μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα. Οι ερευνητές προτείνουν να συνεχιστούν οι έρευνες, αλλά και συνιστούν τη μείωση του ορίου παρουσίας νιτρικών στο πόσιμο νερό. Σύμφωνα με τον WHO, η μέγιστη ασφαλής ποσότητα νιτρικών που πρέπει να λαμβάνει ένας ενήλικας ανέρχεται στα 220 mg/L NO_3^- την ημέρα κατανεμημένα κατά 70% από λαχανικά, 15% από άλλα τρόφιμα και 15% από το νερό.

3.3. Λίπανση και συσσώρευση νιτρικών

Η αποφυγή της συσσώρευσης των NO_3^- , σύμφωνα με τα όρια που έχουν θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και τους διεθνείς οργανισμούς αποτελεί πλέον υποχρέωση των παραγωγών λαχανικών. Είναι προφανές ότι ο παράγοντας πάνω στον οποίο χρειάζεται να παρέμβουμε καταρχήν είναι το άζωτο. Τα αζωτούχα λιπάσματα (νιτρική αμμωνία, νιτρικό ασβέστιο, κ.λ.π.) ευνοούν τη συσσώρευση των νιτρικών μολονότι, διεγείροντας τη δράση της ρεδουκτάσης των νιτρικών, επιταχύνουν τους ρυθμιστές ανάπτυξης των φυτών (γνωρίζουμε ότι τα καλύτερα λαχανικά είναι εκείνα που παράγονται σε μικρό χρονικό διάστημα), με βάση το μέσο όρο του καλλιεργητικού κύκλου του κάθε είδους και της κάθε ποικιλίας.

Από έρευνες που έγιναν, βρέθηκε ότι η χρήση οργανικών ή αμμωνιακών λιπασμάτων ευνοούν τη συσσώρευση νιτρικών στα φυτά. Τα αμμωνιακά λιπάσματα (ουρία, θειικό αμμώνιο, κ.λ.π.) περιορίζουν τον κίνδυνο της συσσώρευσης των νιτρικών, τουλάχιστον μέχρις ότου δε μετατρέπονται με τη σειρά τους σε νιτρικό άζωτο στο έδαφος.

Συνεπώς και στις δύο περιπτώσεις είναι βασικό να προσέξουμε τη δόση και την εποχή χορήγησης των αζωτούχων λιπασμάτων. Οι μειωμένες δόσεις και η εποχή χορήγησης της τελευταίας δόσης (να απέχει πολύ από τη συλλογή) μπορούν να

αποτελέσουν μεθόδους μείωσης των ποσοστών συσσώρευσης του νιτρικού αζώτου στους ιστούς των πιο επικίνδυνων ειδών.

Δεν θα πρέπει να υποβαθμίζεται, ωστόσο, το νιτρικό άζωτο που περιέχει το έδαφος (το φυσικό) και που μπορεί να σχηματιστεί κατά τρόπο ανεξέλεγκτο μετά την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας (λόγου χάριν μετά από αμειψισπορά ψυχανθών ή χλωρής λίπανσης). Γι' αυτό το λόγο αυτοί οι τύποι εδαφών θα πρέπει να αποκλείονται από την καλλιέργεια εκείνων των λαχανικών, που είναι ικανά να συγκεντρώσουν μεγάλες ποσότητες νιτρικών.

Ο ανταγωνισμός μεταξύ νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου στο υπόστρωμα καλλιέργειας, παρέχει μια περαιτέρω ευκαιρία ελέγχου της συσσώρευσης των νιτρικών. Αλλά αυτό είναι δυνατόν μόνο στα φτωχά σε οργανική ουσία εδάφη (αμμώδη εδάφη, κοκκινοχώματα) όπου, με μια σωστή διαχείριση της ανόργανης λίπανσης, μπορούμε να ικανοποιήσουμε τις απαιτήσεις της καλλιέργειας.

Ορισμένες έρευνες απέδειξαν ότι τα αμμωνιακά λιπάσματα που χορηγούνται στα λαχανικά, τα οποία καλλιεργούνται σε φτωχά σε οργανική ουσία εδάφη, παρέχουν τη δυνατότητα παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων προϊόντων με χαμηλά ποσοστά NO_3^- , ενώ στα πλούσια σε οργανική ουσία εδάφη το αμμωνιακό άζωτο δεν διακόπτει τη συσσώρευση των νιτρικών, λόγω υπερβολικής παρουσίας νιτρικού αζώτου στο έδαφος. Αυτό συμβαίνει γιατί τα φυτά απορροφούν αμμωνιακό άζωτο, χωρίς όμως να πειράζει, εάν στο μέσο καλλιέργειας υπάρχει και μια μέτρια ποσότητα νιτρικού αζώτου, που μπορεί να καλύψει τις ποσότητες εκείνες, που συνδέονται με το μεταβολισμό του αζώτου. Σύμφωνα με τα είδη, για να πραγματοποιηθεί αυτός ο μηχανισμός, η σχέση μεταξύ NO_3^- και NH_4 αζώτου, μπορεί να κυμαίνεται από 1 μέχρι 10.

Ο ανταγωνισμός μεταξύ του νιτρικού και του αμμωνιακού αζώτου μπορεί πιο εύκολα να ρυθμιστεί στις καλλιέργειες σε θρεπτικά υποστρώματα, όπου επίσης μπορούμε να μειώσουμε δραστικά τη συγκέντρωση των νιτρικών στους φυτικούς ιστούς, καταργώντας το άζωτο του θρεπτικού διαλύματος στα τελευταία στάδια της καλλιέργειας, υποχρεώνοντας έτσι τα φυτά να χρησιμοποιήσουν τα μεγάλα ποσοστά νιτρικού αζώτου που ήδη έχουν συσσωρεύσει. Πιο δύσκολη είναι αντίθετα η ρύθμιση στο χωράφι.

Τέλος ο παράγοντας που φέρει την κύρια ευθύνη της εμφανίσεως του προβλήματος στον ανησυχητικό βαθμό που υπάρχει σήμερα είναι η εφαρμοζόμενη αζωτούχος

λίπανση. Κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες (συνθήκες εργαστηρίου) η συσσώρευση NO_3 είναι συνάρτηση της ποσότητας και του τύπου της παρεχόμενης λίπανσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Η περιεκτικότητα των λαχανικών σε αντιοξειδωτικές ουσίες και η ποσότητα των νιτρικών ανιόντων που συσσωρεύονται σε αυτά, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες της ποιότητας τους. Η περιεκτικότητά σε αντιοξειδωτικά σχετίζεται με την διατροφική τους αξία, ενώ η περιεκτικότητα σε νιτρικά σχετίζεται με την ασφάλεια από την κατανάλωσή τους, όπως εκτέθηκε στα προηγούμενα.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του τρόπου καλλιέργειας (βιολογική ή συμβατική) στην απόδοση και την ποιότητα έξι φυλλωδών λαχανικών. Σκοπός ήταν η αξιολόγηση και η σύγκριση της επίδρασης της αυξημένης οργανικής λίπανσης σε σχέση με την τυπική ανόργανη λίπανση, στο νωπό βάρος των φυτών, στην ολική αντιοξειδωτική τους ικανότητα και την συσσώρευση των νιτρικών ανιόντων στους ιστούς τους.

5.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

A. Καλλιέργεια των φυτών

Η καλλιέργεια των λαχανικών πραγματοποιήθηκε σε ένα θερμοκήπιο αμφικλινούς σχήματος με υαλοπίνακες ως υλικό κάλυψης που βρίσκεται στο χώρο του τμήματος γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στην περιοχή Κωστακιοί, Άρτα..

Αρχικά έγινε οριοθέτηση δύο πειραματικών τεμαχίων στο έδαφος τους θερμοκηπίου με διαστάσεις 20×1,5 m, όπου θα γινόταν η καλλιέργεια των φυτών. Στο ένα τεμάχιο εφαρμόστηκαν συμβατικές μέθοδοι καλλιέργειας και στο άλλο μέσα και μέθοδοι που επιτρέπονται στην βιολογική Γεωργία.

Κατά την προετοιμασία του εδάφους, για τη λίπανση των φυτών στο τεμάχιο της βιολογικής μεθόδου, έγινε προσθήκη 25 kg οργανικού λιπάσματος με την εμπορική ονομασία «agrobiosol», η σύνθεση του οποίου παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Agrobiosol - Σύνθεση

Υγρασία	4%
Οργανική ουσία	80%
Άζωτο (οργανικό)	≈ 6%
Νιτρικό Άζωτο (NO ₃)	< 0,5%
Φώσφορος (P ₂ O ₅)	1 - 2%
Κάλιο (K ₂ O)	3 - 4%
C:N	6 : 1

Στο τεμάχιο της συμβατικής μεθόδου έγινε προσθήκη 3 kg ανόργανου λιπάσματος με τύπο 12-12-17+2Mg.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στο τεμάχιο της συμβατικής μεθόδου το άζωτο που προστέθηκε ήταν κατά αναλογία 12 μονάδες το στρ., ενώ στο τεμάχιο της βιολογικής μεθόδου προστέθηκαν κατ' αναλογία περίπου 48 μονάδες το στρ. (τετραπλάσια περίπου ποσότητα). Πάρα την αυξημένη ποσότητα χορηγούμενων θρεπτικών στο τεμάχιο της βιολογικής μεθόδου, δεν παρουσιάστηκε πρόβλημα στα φυτά. Αυτό οφειλόταν στο ότι τα θρεπτικά στοιχεία που περιέχει το agrobiosol είναι βραδείας αποδέσμευσης και δεν παρουσιάζονται φαινόμενα τοξικότητας στα φυτά. Παρόλα αυτά όμως η αυξημένη ποσοτικά χορήγηση αζώτου στο τεμάχιο της βιολογικής μεθόδου, είχε σημαντική επίδραση στα αποτελέσματα, όπως θα αναλυθεί παρακάτω (Αποτελέσματα και Συζήτηση).

Η μεταφύτευση των σποροφύτων στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε στις 6 Μαΐου.



Εικόνες(5.1,5.2): Προετοιμασία συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας αντίστοιχα.

Η σπορά των λαχανικών πραγματοποιήθηκε στις 20 Απριλίου. Χρησιμοποιήθηκαν σπόροι από έξι είδη φυλλωδών λαχανικών (Αντίδι, Μαρούλι, Παντζάρι, Ραπανάκι, Ρόκα, και Σέσκουλο). Για το σπορείο χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά φυτοδοχεία γεμάτα με χώμα και φυτόχωμα σε αναλογία 1:1. Σε κάθε ένα φυτοδοχείο έγινε σπορά ενός σπόρου από τα επιλεγμένα λαχανικά και ακολούθησαν επανειλημμένα ποτίσματα μέχρι το στάδιο της μεταφύτευσης των φυταρίων στα πειραματικά τεμάχια.



Εικόνες (5.3,5.4): Σπορείο

Η μεταφύτευση των σποροφύτων στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε στις 6 Μαΐου. Προτού γίνει η μεταφύτευση έγινε σκάλισμα των πειραματικών τεμαχίων, ώστε τα φυτά να μπορέσουν να αναπτύξουν πιο εύκολα και χωρίς μεγάλη δυσκολία το ριζικό τους σύστημα στο έδαφος του θερμοκηπίου. Μετά την φύτευση τοποθετήθηκαν τα λάστιχα για την άρδευση των φυτών. Στο τεμάχιο με την βιολογική καλλιέργεια τοποθετήθηκε και γεωύφασμα για την αντιμετώπιση των ζιζανίων που πιθανόν θα αναπτυσσόταν με την πάροδο του χρόνου. Η αποστάσεις φύτευσης των φυτών ήταν 20-30 cm κατά μήκος μιας διπλής σειράς φύτευσης και στα δύο πειραματικά τεμάχια.

Το κόστος για τα υλικά του σπορείου ανέρχονται στα 30 € στα οποία περιλαμβάνονται: Το φυτόχωμα, η τύρφη, τα πλαστικά δοχεία και οι σπόροι ενώ, οι εργατοώρες που χρειάστηκαν από την δημιουργία του σπορείου μέχρι και τη μεταφύτευση ήταν 32.



Εικόνες (5.5,5.6): Βιολογική και συμβατική καλλιέργεια αντίστοιχα.

Η συγκομιδή των λαχανικών ξεκίνησε στις 5/6 και τελείωσε στις 11/6. Η διάρκεια της καλλιέργειας κυμάνθηκε από 46 έως 52 μέρες ανάλογα με το εκάστοτε είδος λαχανικού. Στο τέλος της καλλιέργειας έγινε καταμέτρηση του νωπού βάρους των φυτών και προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των. Επίσης από κάθε φυτό – επανάληψη ελήφθη ποσότητα νωπών ιστών και αφού ζυγίσθηκε για να προσδιορισθεί το βάρος της (νωπό βάρος), τοποθετήθηκε σε χάρτινη σακούλα. Στην συνέχεια οι χαρτοσακούλες με τα νωπά δείγματα τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο και αφέθηκαν για ξήρανση σε θερμοκρασία 70° C για 48 ώρες.



Εικόνες (5.7, 5.8, 5.9): Συγκομιδή φυτών ρόκας, μαρουλιού, ρεπανιού.



Εικόνα (5.10, 5.11, 5.12): Στάδιο συγκομιδή και στην συνέχεια ζύγιση του νωπού βάρους σε ηλεκτρονικό ζυγό 2 δεκαδικών ψηφίων.



Εικόνα (5.13,5.14): Τοποθέτηση των νωπών δειγμάτων των φυτών σε χαρτοσακούλες και απόθεση της σε ξηραντήριο για 48 ώρες στους 70°C.

Μετά την ξήρανση των δειγμάτων, μετρήθηκε το βάρος τους (ξηρό βάρος) και τα ξηρά δείγματα κονιοροτοποιήθηκαν σε γουδί στο χέρι, σφραγίστηκαν σε αεροστεγή φιαλίδια και αποθηκευτήκαν μέχρι να γίνει ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε νιτρικά ανιόντα. Η επιλογή της ξήρανσης των δειγμάτων- φυτικών ιστών πριν την διαδικασία εκχύλισης και όχι η άμεση εκχύλιση των νιτρικών από νωπούς ιστούς, έγινε καθώς οι ξηροί ιστοί μπορούν να αποθηκεύουν χωρίς να υπάρξει αλλοίωση της σύστασης των ανόργανων συστατικών τους, διευκολύνοντας έτσι την εκτέλεση όλου του πειράματος.



Εικόνα (5.15,5.16) : Μέτρηση ξηρού βάρους των δειγμάτων και κονιοροποίηση τους σε γουδί πορσελάνης.

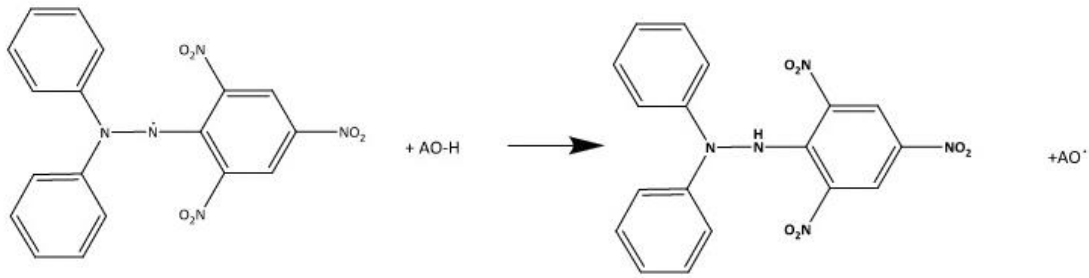


Εικόνα 5.17 : Αποθήκευση κονιοροποιημένου ξηρού δείγματος των φυτών σε αεροστεγή φιαλίδια.

Οι ξηροί ιστοί χρησιμοποιήθηκαν για να προσδιορισθεί η περιεκτικότητα των φυτών του πειράματος σε νιτρικά ανιόντα.

B. Προσδιορισμός της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των δειγμάτων

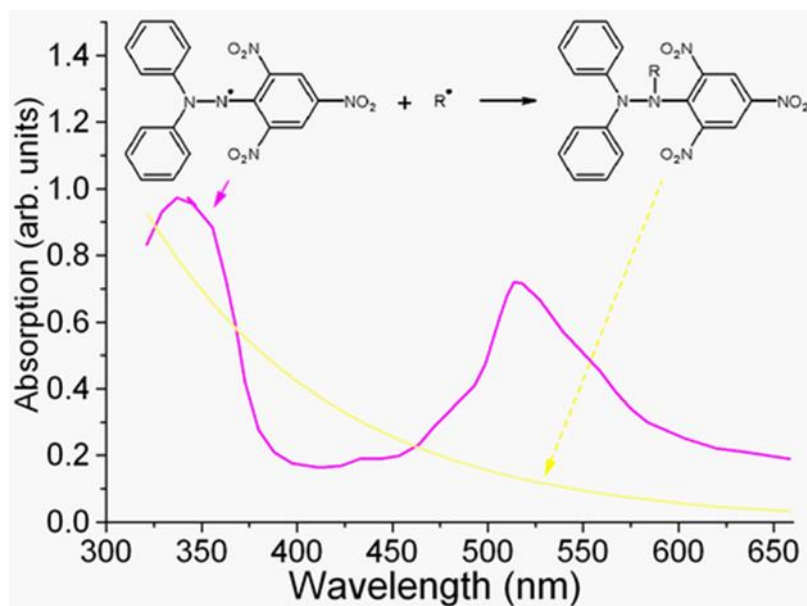
Στην παρούσα εργασία για τον προσδιορισμό της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας εφαρμόστηκε η μέθοδος του Διφαινυλο-πικρυλ-υδραζυλίου (DPPH). Η μέθοδος αυτή είναι η πιο χρησιμοποιούμενη μέθοδος προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής δράσης μιας ουσίας. Το DPPH είναι μια σταθερή ρίζα, το οργανικό διάλυμα της οποίας παρουσιάζει έντονο ιώδες (μοβ) χρώμα.



Εικόνα 5.18: Μηχανισμός δράσης του DPPH

Η μέθοδος βασίζεται στη βαθμιαία εξαφάνιση της ιώδους απόχρωσης της σταθερής DPPH ρίζας στα 515 nm λόγω της δέσμευσής της από αντιοξειδωτικές ουσίες με ισχυρή ικανότητα αδρανοποίησης ελευθέρων ριζών.

Η μέθοδος στηρίζεται στην αντίδραση του αντιοξειδωτικού με μεθανολικό (MeOH) ή αιθανολικό (EtOH) διάλυμα της σταθερής 1,1-διφαινυλ-2-πικριλυδραζυλικής ρίζας (DPPH), η οποία απορροφά έντονα στα 515 nm. Με την προσφορά υδρογόνου/ηλεκτρονίου ανάγεται σε υδραζίνη με αποτέλεσμα τον αποχρωματισμό του διαλύματος. Λόγω της παρουσίας του μονήρους ηλεκτρονίου, το DPPH έχει υψηλή απορρόφηση σε αιθανολικό ή μεθανολικό διάλυμα στα 515 nm. Όσο το ηλεκτρόνιο αυτό δεσμεύεται, η απορρόφηση μειώνεται και ο βαθμός αποχρωματισμού είναι στοιχειομετρικά ο αριθμός των ηλεκτρονίων που έχουν δεσμευτεί. Η κατανάλωση του DPPH από τα αντιοξειδωτικά, έχει ως αποτέλεσμα την εξασθένηση του πορφυρού χρώματος του διαλύματός του, η οποία παρακολουθείται στα 515 nm, όπου παρατηρείται το μέγιστο του φάσματος της ρίζας.



Καμπύλη απορρόφησης διαλύματος DPPH στα διάφορα μήκη κύματος του ορατού φάσματος. Η ιώδης καμπύλη αφορά την μη δεσμευμένη ρίζα του DPPH από τα αντιοξειδωτικά Η κίτρινη καμπύλη αφορά την δεσμευμένη ρίζα του DPPH. Σε μήκος κύματος 515 nm η απορρόφηση του φωτός από την δεσμευμένη ρίζα του DPPH είναι ελάχιστη, ενώ η μη δεσμευμένη παρουσιάζει μέγιστο απορρόφησης.

Η διαδικασία προσδιορισμού των ολικών αντιοξειδωτικών των φυτών της ρόκας, του παντζαριού, του ραπανιού, του μαρουλιού, του αντιδιού και του σέσκουλου στην παρούσα εργασία ήταν η εξής:

1. Εκχύλιση αντιοξειδωτικών ουσιών: Αρχικά γινόταν η εκχύλιση των αντιοξειδωτικών ουσιών από τους φυτικούς ιστούς. Χρησιμοποιήθηκαν τμήματα φυτικών ιστών (φύλλων ή ρίζας ανάλογα το λαχανοκομικό είδος), τα οποία είχαν βάρος 100 mg και τα οποία τεμαχίζονταν σε όσο το δυνατό μικρά τεμαχίδια. Στην συνέχεια και μέσα σε δοκιμαστικό σωλήνα γινόταν προσθήκη 1 ml καθαρής μεθανόλης. Ακολούθως το μείγμα ιστών και μεθανόλης υφίστατο δόνηση (vortex) για 1 λεπτό. Έπειτα οι δοκιμαστικοί σωλήνες σφραγίζονταν με ελαστική ταινία (para-film) για την αποτροπή της εξάτμισης της μεθανόλης και αφήνονταν σε ηρεμία για 30 λεπτά. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της μεθανόλης η αιθανόλη (αλλά λόγω κόστους χρησιμοποιείται κυρίως μεθανόλη).

2. Παρασκευή διαλύματος DPPH: Για την παρασκευή του διαλύματος DPPH συγκέντρωσης 60 μM διαλύονται 2,36 mg σε 100 ml καθαρής μεθανόλης (ή αιθανόλης). Η απορρόφηση του διαλύματος αυτού είναι τυπικά $0,680 \pm 0,005$ στα 515 nm.

3. Προσδιορισμός ποσοστού αντιοξειδωτική ικανότητας: Σε κυψελίδα του φασματοφωτόμετρου προστίθενται 50 μl εκχυλίσματος από το εκάστοτε δείγμα. Προστίθενται 1950 μl από το διάλυμα των 60 μM του DPPH και σφραγίζεται με πλαστικό φιλμ η κυψελίδα για αποτροπή της εξάτμισης της μεθανόλης. Η κυψελίδα τοποθετείται σε σκοτεινό μέρος για 30 λεπτά και σε θερμοκρασία περίπου 25 $^{\circ}\text{C}$. Μετά την παρέλευση των 30 λεπτά μετράται η απορρόφηση του δείγματος σε φασματοφωτόμετρο στα 515 nm. Επιπλέον μετράται και η απορρόφηση του «τυφλού» δείγματος στο ίδιο μήκος κύματος. Το τυφλό δείγμα ήταν διάλυμα 50 μl αιθανόλης και 1950 μl διαλύματος DPPH. Ο μηδενισμός του οργάνου έγινε με καθαρή αιθανόλη.

Οι μετρήσεις εκφράζονταν σε ποσοστό (%) μείωσης της απορρόφησης του αρχικού διαλύματος του DPPH (λόγω της παρουσίας των αντιοξειδωτικών που περιέχονταν στο εκχύλισμα των ιστών των φυτών) και μπορεί να θεωρηθεί ως ποσοστό αντιοξειδωτικής ικανότητας ($\Delta A\%$). Οι τιμές αυτές προσδιορίζονται από την σχέση:

$$\Delta A\% = \left(\frac{A_0 - A_{30}}{A_0} \right) \times 100$$

Όπου :

$\Delta A\%$: Ποσοστό μείωση της απορρόφησης του αρχικού διαλύματος του DPPH.

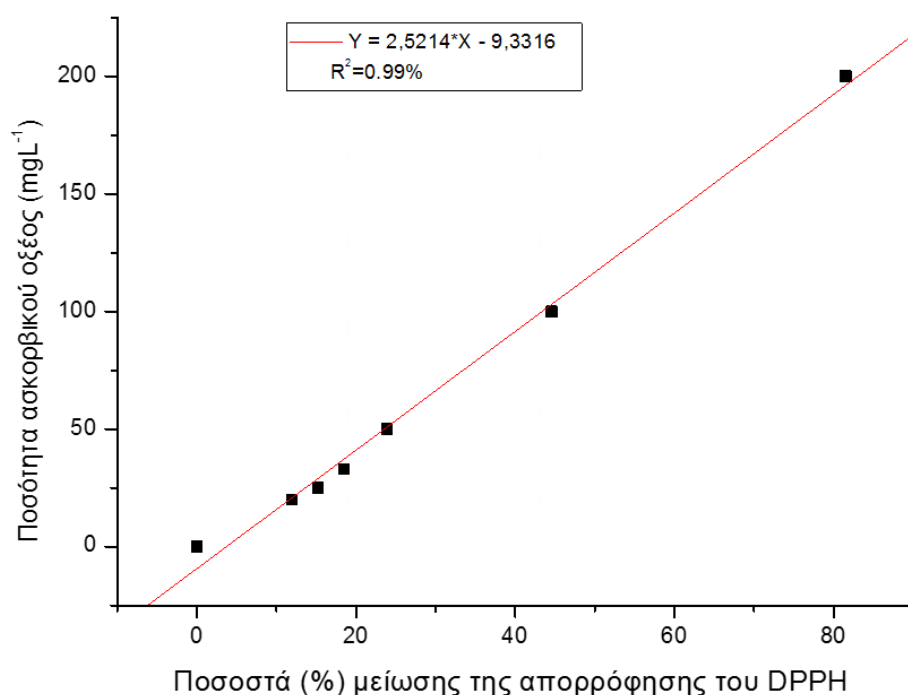
A_0 : Αρχική τιμή απορρόφησης του διαλύματος DPPH (μάρτυρας) ή αλλιώς απορρόφηση σε χρόνο 0.

A_{30} : Τιμή απορρόφησης του DPPH μετά από την προσθήκη ποσότητας εκχυλίσματος των νωπών ιστών των λαχανικών, μετά από 30 min.

Οι τιμές αυτές, αν και μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την στατιστική ανάλυση και σύγκριση των διαφόρων πειραματικών μεταχειρίσεων, συνήθως εκφράζονται σε «ισοδύναμες ποσότητες» κάποιων ισχυρών αντιοξειδωτικών ουσιών αναφοράς, όπως είναι το trolox (ανάλογο της βιταμίνης E) ή το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), ή το Γαλλικό Οξύ. Οι ποσότητες αυτές αφορούν την ποσότητα του αντιοξειδωτικού αναφοράς, η οποία έχει το ίδιο αποτέλεσμα (ως ποσοστό %) αποχρωματισμού στο βασικό διάλυμα DPPH (μάρτυρα).

Στην παρούσα εργασία ως αντιοξειδωτικό αναφοράς χρησιμοποιήθηκε το ασκορβικό οξύ μέσω του οποίου καταρτίστηκε καμπύλη αναφοράς που σχετίζει τα ποσοστά μείωσης της απορρόφησης του DPPH με τις συγκεντρώσεις του ασκορβικού οξέος.

Για την κατάρτιση της καμπύλης αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος της τάξεως των 0, 20, 25, 35, 50, 100 και 200 mgL⁻¹ (χιλιοστογραμμάρια ανά λίτρο ή ppm). Από τα ανωτέρω διαλύματα ασκορβικού οξέος ελήφθησαν ποσότητες των 50 μl, οι οποίες αντέδρασαν με 1950 μl από το βασικό διάλυμα των 60 μMol του DPPH. Η καμπύλη αναφοράς που προέκυψε από τις μετρήσεις αυτές παρουσιάζεται στο γράφημα της παρακάτω εικόνας.



Σχέση μεταξύ ποσότητας ασκορβικού οξέος και μείωσης του ποσοστού απορρόφησης του διαλύματος των 60 μMol του DPPH.

Η εξίσωση παλινδρόμησης:

$$Y = 2,5214 \cdot X - 9,3316 \quad (R^2=0,99)$$

αποδίδει την μαθηματική σχέση μεταξύ των ποσοστών μείωσης της απορρόφησης του διαλύματος των 60 μMol του DPPH και των τιμών της ποσότητας του ασκορβικού οξέος που αντιστοιχούν σε αυτές.

Δεδομένου για την παραγωγή 1 L μεθανολικού εκχυλίσματος δυνητικά θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν 100 g νωπών ιστών, η παραπάνω γραμμική σχέση αποδίδει την ισοδύναμη ποσότητα σε ασκορβικό οξύ που περιέχεται σε 1 λίτρο εκχυλίσματος, που δυνητικά προκύπτει από 100 g νωπών φυτικών ιστών (φύλλων ή ρίζας).



Εικόνα 5.19,5.20: Ηλεκτρονικός ζυγός και στάντ με δοκιμαστικούς σωλήνες εκχυλισμένων δειγμάτων και



Εικόνα 5.21,5.22: Μηχάνημα δονήσεων (vortex) και θάλαμος σκίασης.

Γ. Προσδιορισμός νιτρικών

Ο προσδιορισμός των νιτρικών στους ιστούς των έξι λαχανοκομικών ειδών που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, έγινε με την φωτομετρική μέθοδο του χρωμοτροπικού οξέος (Kowalenko, C.G. and. Lowe, L.E., 1973) επί εκχυλίσματος νιτρικών ιόντων από δείγματα ξηρών ιστών. Η διαδικασία των πειραματικών μετρήσεων ολοκληρωνόταν σε δύο στάδια:

1. Εκχύλιση των νιτρικών από τα ξηρά δείγματα

I. Αντιδραστήρια:

- Εκχυλιστικό διάλυμα. Παρασκευάζεται διαλύοντας 25 gr θειϊκού χαλκού ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) και 3,3 gr θειϊκού αργύρου (Ag_2SO_4) σε 5lt. Καλύτερα ο θειϊκός άργυρος να διαλύεται σε ζεστό νερό.
- Μίγμα υδροξειδίου του ασβεστίου ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) και ανθρακικού μαγνησίου-υδροξειδίου μαγνησίου ($\text{MgCO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2$). Παρασκευάζεται με ένα μέρος ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) και δύο μέρη $\text{MgCO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2$ μέσα σε γουδί με πάρα πολύ καλό ανακάτεμα.
- Ενεργός άνθρακας (Carcoal activated). Χρησιμοποιείται για τον αποχρωματισμό των εκχυλισμάτων.

II. Εκτέλεση της διαδικασίας εκχύλισης:

- Ποσότητα 100 mg ξηρών ιστών από το κάθε δείγμα προστίθεται σε ποτήρι ζέσεως των 50 ml.
- Στη συνέχεια προσθέτουμε 10 ml εκχυλιστικού διαλύματος [$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$] + (Ag_2SO_4)] και μια μικρή ποσότητα ενεργού άνθρακα (περίπου 20 mg).
- Ακολούθως γίνεται προσθήκη 100 mg μίγματος [$\text{Ca}(\text{OH})_2 - \text{MgCO}_3$],
- Ακολουθεί ανάδευση για 1 λεπτό με μηχανικό αναδευτήρα και το αφήνουμε στη συνέχεια σε ηρεμία για 20 min.
- Το διάλυμα διηθείται με ηθμό *Whatman No 2* ή κάποιο αντίστοιχο.



Εικ.5.23



Εικ.5.24

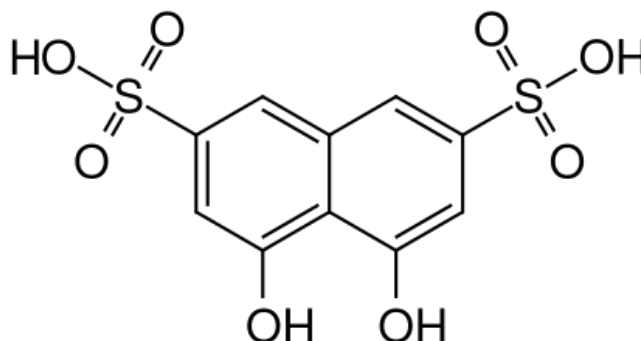


Εικ.5.25

Εικόνες(5.22,5.23,5.24): Στάντ δοκιμαστικών σωλήνων με το εκχυλισμένων φυτών, ηλεκτρονικός ζυγός, μαγνητικός αναδευτήρας & θερμαντήρας.

2. Ανάπτυξη χρώματος-Μέθοδος χρωμοτροπικού οξέος

Το χρωμοτροπικό οξύ (4,5-διυδροξυναφθαλίνο-2,7-δισουλφονικό οξύ) (εικ.3.19), είναι μια χημική ένωση, η οποία σε έντονα όξινο περιβάλλον αντιδρά εκλεκτικά με τα νιτρικά ανιόντα προς παραγωγή κίτρινου προϊόντος, το οποίο απορροφά το φως στα 410 nm. Η αντίδραση είναι ποσοτική και σε συγκεντρώσεις νιτρικού αζώτου από 1 έως 30-35 mgL⁻¹ έχει γραμμική σχέση με την απορρόφηση στο παραπάνω μήκος κύματος.



Εικόνα 5.26: Συντακτικός τύπος του χρωμοτροπικού οξέος (4,5-dihydroxynaphthalene-2,7-disulfonic acid).

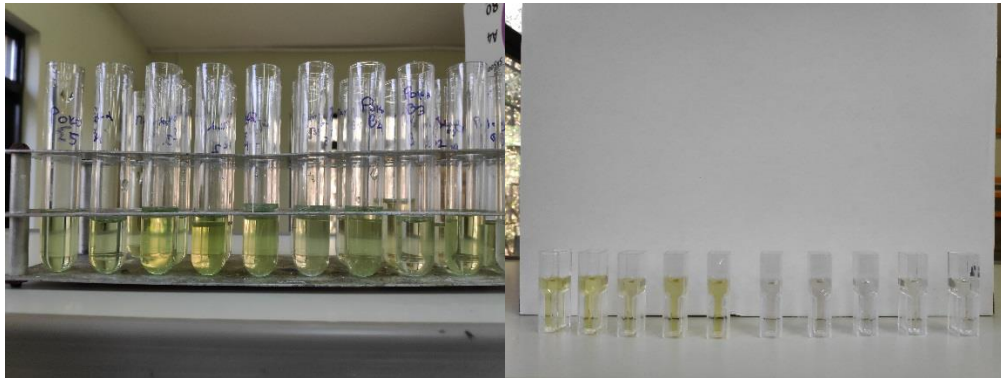
I. Αντιδραστήρια

- Διάλυμα Θειϊκής ουρίας: Παρασκευάζεται διαλύοντας 5 gr ουρίας και 4 gr Na_2SO_3 σε 100 ml απεσταγμένο νερό. Προστίθεται για την οξείδωση τυχών νιτρωδών (NO_2) ανιόντων στο εκάστοτε δείγμα, σε νιτρικά.
- Αντιδραστήριο χρωμοτροπικού οξέος: Παρασκευάζεται διαλύοντας 0,1 gr χρωμοτροπικού οξέος σε 100 ml θειϊκού οξέος (H_2SO_4). Διατήρηση για 2 εβδομάδες σε σκούρα φιάλη.
- Standard Νιτρικών (με μορφή N στα νιτρικά): Παρασκευάζεται διάλυμα 1.000 ppm με την προσθήκη 0,720 gr νιτρικού καλίου (KNO_3) σε 100 ml νερό. Στη συνέχεια το διάλυμα αυτό αραιώνεται δέκα φορές ώστε να προκύψει διάλυμα των 100 mgL^{-1} . Με κατάλληλη αραιώση γίνεται η παρασκευή των *standards* διαλυμάτων. Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της καμπύλης αναφοράς.
- Πυκνό-θερμό Θειϊκό οξύ (H_2SO_4)

II. Εκτέλεση της διαδικασίας ανάπτυξης χρώματος:

- Το εκάστοτε δείγμα εκχυλίσματος φυτικών ιστών αραιώνεται κατάλληλα έτσι ώστε η απορρόφηση του φασματοφωτόμετρου να βρίσκεται κάτω από την τιμή 1,5 που αντιστοιχεί σε συγκεντρώσεις αζώτου που βρίσκονται μέσα στο γραμμικό μέρος της καμπύλης αναφοράς (κάτω από $30 \text{ mgL}^{-1} \text{ N}$), όπως φαίνεται παρακάτω στο γράφημα της εικόνας .
- Παίρνουμε 400 μl από το εκχύλισμα κάθε δείγματος (μετά από την αραιώση) και τα τοποθετούμε σε δοκιμαστικό σωλήνα.
- Προσθέτουμε μία σταγόνα από το αντιδραστήριο της θειϊκής ουρίας με συνεχή ανάδευση.
- Αφήνουμε το δείγμα σε ηρεμία για 4 λεπτά.
- Τοποθετούμε τον δοκιμαστικό σωλήνα μέσα σε υδατόλουτρο με παγωμένο νερό για την απορρόφηση της εκλυόμενης θερμότητας κατά την προσθήκη των οξέων που ακολουθεί.
- Προσθέτουμε 200 μl από το αντιδραστήριο του χρωμοτροπικού οξέος με συνεχή ανάδευση.

- Στη συνέχεια προσθέτουμε προσεκτικά (drop by drop) 1400 μl πυκνού θειικού οξέος (H_2SO_4).
- Αναδεύουμε για λίγο.
- Τοποθετούμε το δείγμα σε υδατόλουτρο με θερμοκρασία 10-20° C για 45 λεπτά.
- Το δείγμα τοποθετείται στο φασματοφωτόμετρο για την μέτρηση της απορρόφησης του, σε μήκος κύματος 410 nm. (εικ, 5.29).



Εικόνα 5.27,5.28: Σταντ δοκιμαστικών σωλήνων με εκχυλισμένο δείγμα, κυψελίδες με εκχυλισμένο δείγμα έτοιμο προς μέτρηση.



Εικόνα 5.29: Φασματοφωτόμετρο για την μέτρηση της απορρόφησης των δειγμάτων, σε μήκος κύματος 410 nm.

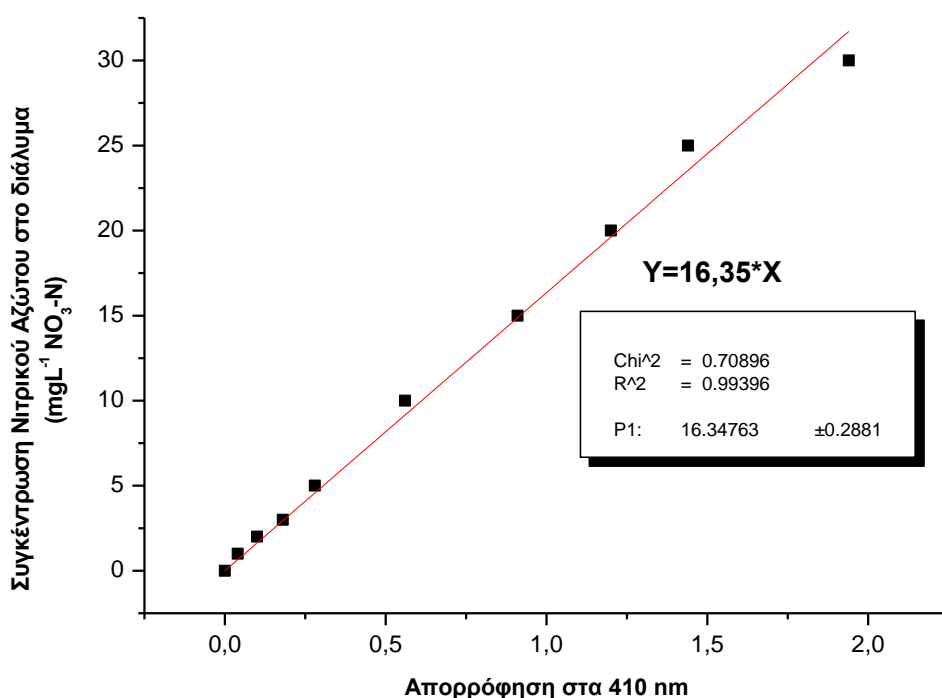
III. Κατασκευή καμπύλης αναφοράς

Αυτή αφορά την γραμμική σχέση μεταξύ της απορρόφησης του φασματοφωτόμετρου στα 410 nm και της συγκέντρωσης του νιτρικού αζώτου στα διαλύματα από 0 έως 30 mgL⁻¹. Σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις δεν ισχύει η γραμμική σχέση. Για την κατασκευή της χρησιμοποιούνται διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων NO₃-N (παρασκευασμένο από νιτρικό κάλιο – KNO₃) με διαβάθμιση από 0 έως 30 mgL⁻¹ και προσδιορίζεται η απορρόφησή τους από το όργανο.

Πίνακας 5.1: Αντιστοίχιση τιμών απορρόφησης του φασματοφωτόμετρου σε μήκος κύματος 410 nm, με τις πρότυπες συγκεντρώσεις νιτρικού (NO₃-N) αζώτου από 1 έως 30 mgL⁻¹.

Συγκέντρωση NO ₃ -N (mgL ⁻¹)	Απορρόφηση οργάνου	Συγκέντρωση NO ₃ -N (mgL ⁻¹)	Απορρόφηση οργάνου
0	0	10	0,56
1	0,04	15	0,91
2	0,1	20	1,2
3	0,18	25	1,44
5	0,28	30	1,94

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η καμπύλη αναφοράς που προσδιορίστηκε με βάση τα *standard* διαλύματα του πειράματός μας



Διάγραμμα 5.1 : Καμπύλη αναφοράς νιτρικού αζώτου στα 410 nm.

Η παραπάνω καμπύλη αναφοράς αφορά την γραμμική σχέση, η οποία προκύπτει από την στατιστική επεξεργασία της γραμμικής παλινδρόμησης της συγκέντρωσης του νιτρικού αζώτου, πάνω στις ενδείξεις του φασματοφωτόμετρου και η οποία είναι :

$$Y = 16,35 \times X \quad (R^2=99,4\%)$$

όπου Y είναι η συγκέντρωση του νιτρικού αζώτου σε mgL⁻¹ (ποσότητα νιτρικού αζώτου που περιέχεται στο λίτρο εκχυλίσματος ξηρών ιστών) και αντιστοιχεί στην τιμή X της ένδειξης του φασματοφωτόμετρου

Επειδή για την παραγωγή 10 mL εκχυλίσματος χρησιμοποιήθηκαν 100 mg ξηρών ιστών, στο 1 λίτρο εκχυλίσματος αντιστοιχούν 10 g ξηρών ιστών. Με δεδομένο όμως ότι πριν τον προσδιορισμό των νιτρικών, έγινε αραιώση των εκχυλισμάτων κατά 10 φορές (αραιώση 1:10), στο λίτρο του αραιωμένου εκχυλίσματος, όπου έγινε ο προσδιορισμός του σε νιτρικά, αντιστοιχεί 1 g ξηρών ιστών.

Συνεπώς αν πολλαπλασιαστεί η τιμή της απορρόφησης του φασματοφωτόμετρου στα 410 nm, με την κλίση της παραπάνω ευθείας παλινδρόμησης (b=16,35) και με τον συντελεστή 4,4, οποίος αποτελεί τον συντελεστή αντιστοίχισης του βάρους του

νιτρικού αζώτου με το βάρος των νιτρικών ανιόντων, προσδιορίζεται η περιεκτικότητα σε νιτρικά του κάθε δείγματος ($\text{mg NO}_3/\text{g ΞΟ}$)

Δηλαδή $Y=16,35 \times X \times 4,4$

Όπου:

Y: Νιτρικά ($\text{mg NO}_3 / \text{g ξηρών ιστών}$) στο κάθε φυτό

X: απορρόφηση του δείγματος στα 410 nm

4,4: συντελεστής αντιστοίχισης του βάρους του νιτρικού αζώτου με το βάρος των νιτρικών ανιόντων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

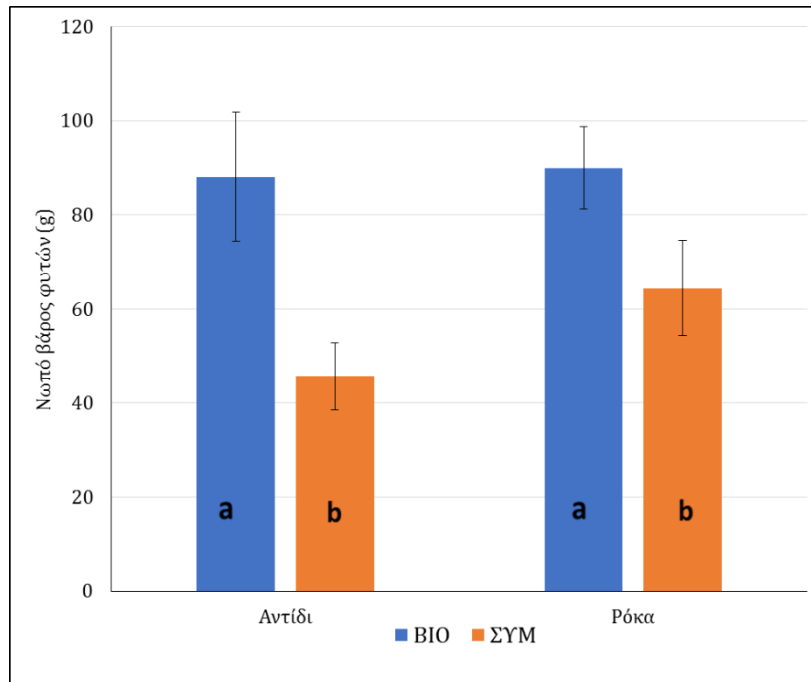
1. Βάρος φυτών

Το βάρος και των έξι λαχανικών παρουσίασε μεγάλες διαφορές στις τιμές μέσα σε κάθε μεταχείριση, ανεξάρτητα από την μέθοδο καλλιέργειας. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα οι συντελεστές παραλλακτικότητας κάθε μεταχείρισης να είναι πολύ μεγάλοι. Για τον λόγο αυτό οι συγκρίσεις των τιμών του βάρους των φυτών, μεταξύ συμβατικής μεθόδου καλλιέργειας και βιολογικής, να γίνουν μετά από λογαριθμική μετατροπή. Στο πίνακα 1 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές του βάρους των φυτών, τα τυπικά σφάλματα και οι συντελεστές παραλλακτικότητας των 12 μεταχειρίσεων του πειράματος.

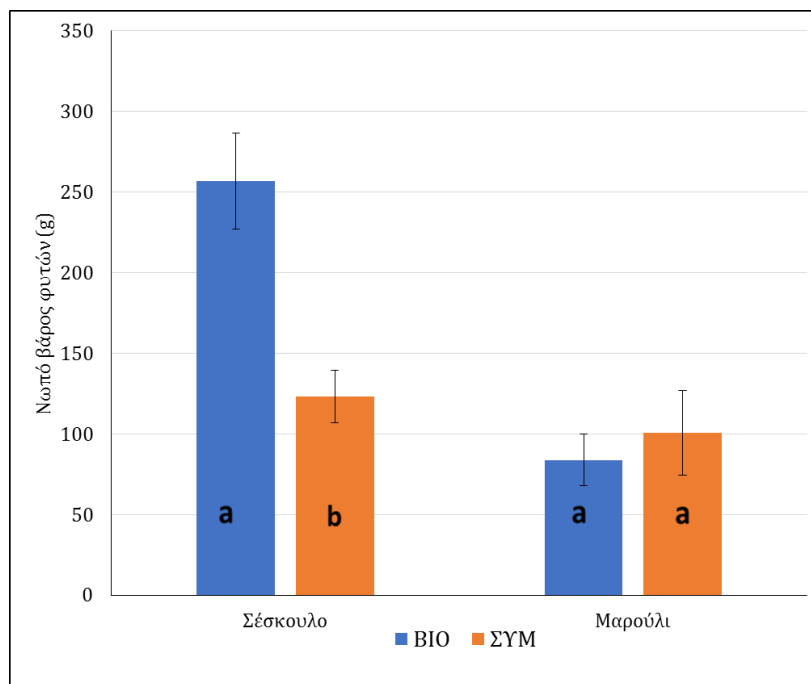
Πίνακας 6.2: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα του βάρους (σε g) του υπέργειου μέρους των έξι ειδών λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.

Είδος φυτού	Μέθοδος καλλιέργειας	Βάρος φυτών (g)	Συντελεστής Παραλλακτικότητας CV%
Αντίδι	Βιολογική	88,05 ± 13,7	46,68
	Συμβατική	45,69 ± 7,14	46,86
Ρόκα	Βιολογική	89,96 ± 8,77	30,82
	Συμβατική	64,43 ± 10,07	49,42
Σέσκουλο	Βιολογική	256,82 ± 29,7	36,56
	Συμβατική	123,22 ± 16,38	42,04
Μαρούλι	Βιολογική	83,86 ± 16,2	51,11
	Συμβατική	100,67 ± 26,13	77,86
Παντζάρι	Βιολογική	36,01 ± 6,23	54,73
	Συμβατική	111,86 ± 29,64	29,64
Ραπανάκι	Βιολογική	58,15 ± 6,49	35,28
	Συμβατική	67,74 ± 9,22	43,04

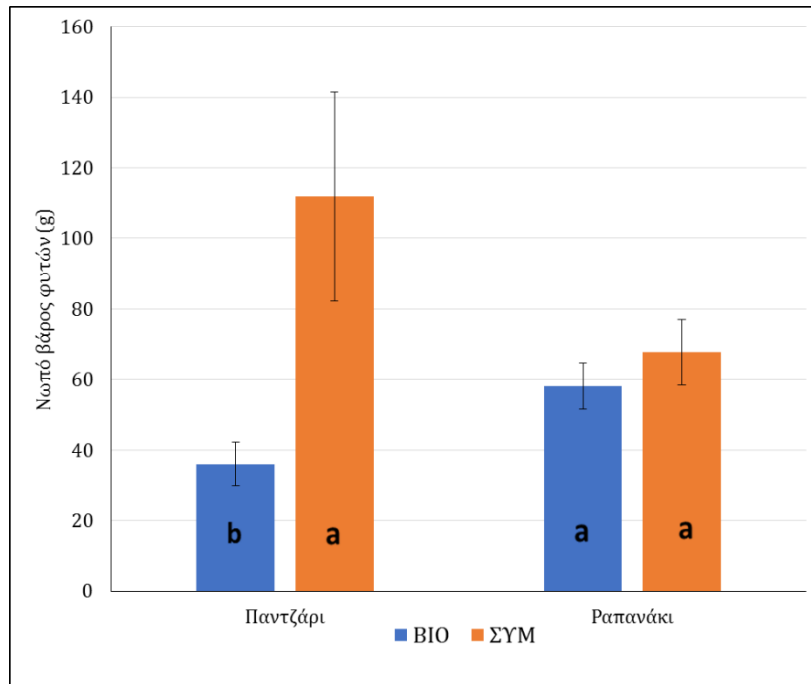
Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται στις εικόνες 1, 2 και 3. Οι συγκρίσεις των μέσων τιμών του βάρους των φυτών μεταξύ των δύο μεθόδων καλλιέργειας (συμβατική και βιολογική) έγιναν με το κριτήριο του t (Student's t test) με επίπεδο σημαντικότητας 5%, μετά από λογαριθμική μετατροπή των παρατηρήσεων.



Διάγραμμα 6.2: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα του βάρους των φυτών του Αντιδιού και της Ρόκας που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο. Οι μέσοι σε κάθε είδος λαχανικού που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.



Διάγραμμα 6.3: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα του βάρους των φυτών του Σέσκουλου και του Μαρουλιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο. Οι μέσοι σε κάθε είδος λαχανικού που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.



Διάγραμμα 6.4: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα του βάρους των φυτών του Παντζαριού και του Ραπανιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο. Οι μέσοι σε κάθε είδος λαχανικού που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

2. Ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα

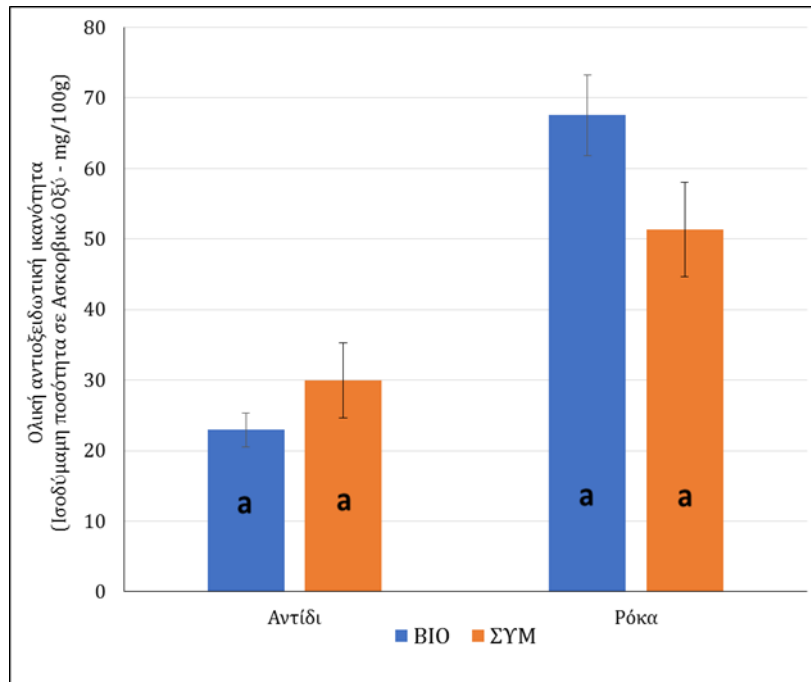
Η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) των έξι ειδών λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία δεν παρουσίασε μεγάλες διακυμάνσεις μέσα σε κάθε μεταχείριση (είδος λαχανικού-μέθοδος καλλιέργειας). Για τον λόγο αυτό οι συντελεστές παραλλακτικότητας σε κάθε μεταχείριση είχαν ικανοποιητικό εύρος ($CV < 30\%$) για πειράματα αγρού και η στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έγινε με βάση τις πραγματικές τιμές της TAC, όπως αυτή αποδίδεται σε ισοδύναμη ποσότητα ασκορβικού οξέος ($\text{mg}/100\text{g}$ ν.β.). Σε κάποιες περιπτώσεις έγινε εξαίρεση ορισμένων ακραίων τιμών (outliers), σύμφωνα με την διατεταρτιμοριακή (interquartile) μέθοδο του Tukey.

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και τα τυπικά σφάλματα της TAC των λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία και καλλιεργήθηκαν με συμβατική και βιολογική μέθοδο, εκπεφρασμένες σε ισοδύναμη ποσότητα ασκορβικού οξέος (σε mg) ανά 100 g νωπών ιστών, όπως επίσης και οι συντελεστές παραλλακτικότητας των δειγμάτων των πληθυσμών των μεταχειρίσεων.

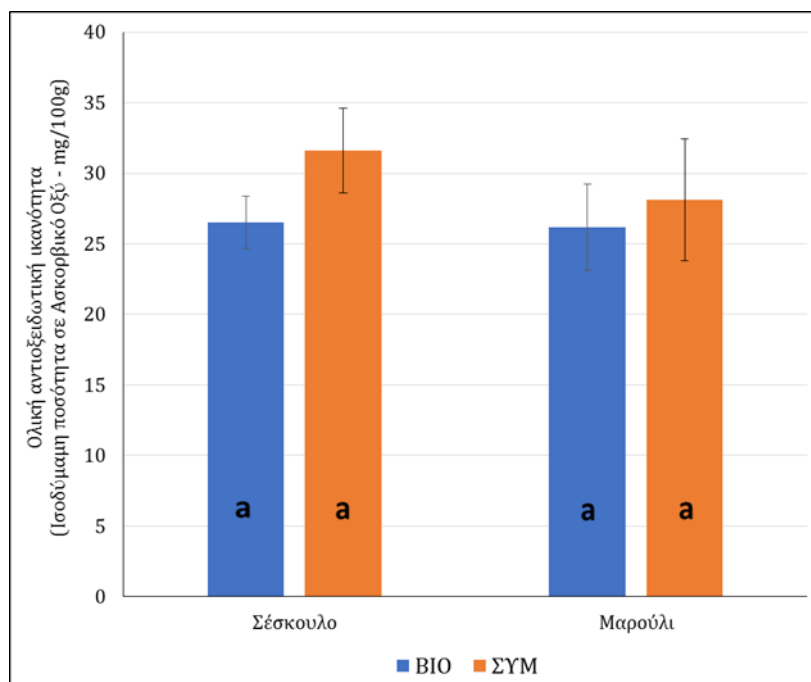
Πίνακας 6.3: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του μεθανολικού εκχυλίσματος των έξι ειδών λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Οι τιμές αφορούν ισοδύναμη ποσότητα σε ασκορβικό οξύ που περιέχεται σε 100 g νωπών ιστών.

Είδος φυτού	Μέθοδος καλλιέργειας	Ισοδύναμη ποσότητα σε ασκορβικό οξύ (mg/100 gr νβ)	Συντελεστής Παραλλακτικότητας CV%
Αντίδι	Βιολογική	22,92 ± 2,38	23,26
	Συμβατική	29,97 ± 5,34	39,86
Ρόκα	Βιολογική	67,54 ± 5,74	19,00
	Συμβατική	51,32 ± 6,67	29,06
Σέσκουλο	Βιολογική	26,52 ± 1,86	15,73
	Συμβατική	31,61 ± 3,00	21,26
Μαρούλι	Βιολογική	26,18 ± 3,05	23,29
	Συμβατική	28,13 ± 4,31	34,29
Παντζάρι (Φύλλα)	Βιολογική	48,82 ± 4,72	19,35
	Συμβατική	66,22 ± 4,81	14,53
Παντζάρι (Ρίζα)	Βιολογική	97,97 ± 14,38	32,83
	Συμβατική	76,62 ± 9,09	26,53
Ραπανάκι	Βιολογική	52,71 ± 5,7	24,19
	Συμβατική	65,02 ± 6,63	22,82

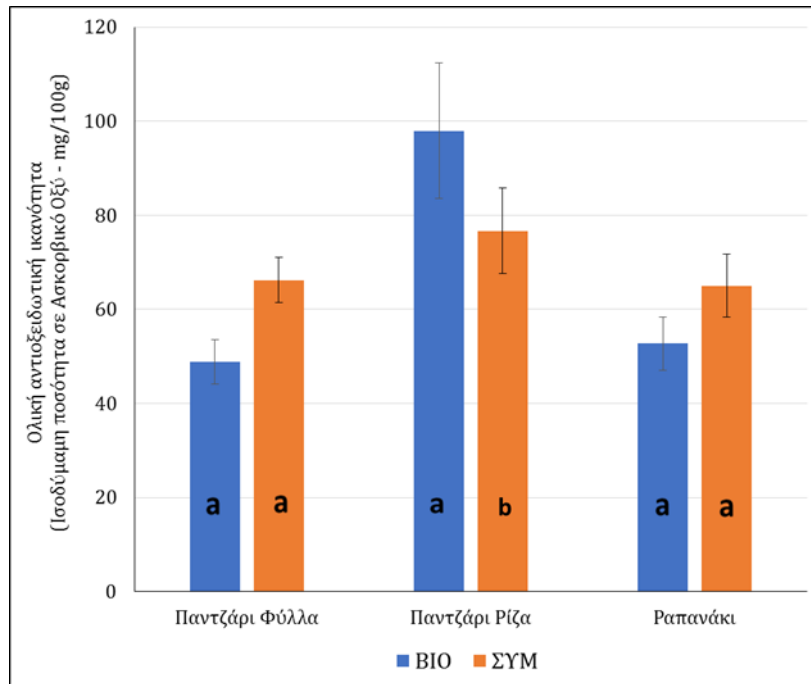
Στα διαγράμματα 5, 6 και 7 παρουσιάζονται τα παραπάνω αποτελέσματα μαζί με τις συγκρίσεις μεταξύ των μέσων τιμών για κάθε είδος λαχανικού και μεθόδου καλλιέργειας (συμβατική και βιολογική). Οι συγκρίσεις έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο του t με επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 6.5: Μέσες τιμές και τυπικά σφάλματα της TAC που παρουσίασαν τα φυτά του αντιδιού και της ρόκας που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο. Οι μέσοι σε κάθε είδος λαχανικού που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.



Διάγραμμα 6.6: Μέσες τιμές και τυπικά σφάλματα της TAC που παρουσίασαν τα φυτά του σέσκουλου και του μαρουλιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο. Οι μέσοι σε κάθε είδος λαχανικού που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.



Διάγραμμα 6.7: Μέσες τιμές και τυπικά σφάλματα της TAC των φύλλων και των ριζών των φυτών του παντζαριού και των ριζών του ραπανιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο. Οι μέσοι σε κάθε είδος λαχανικού που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

3. Περιεκτικότητα σε νιτρικά

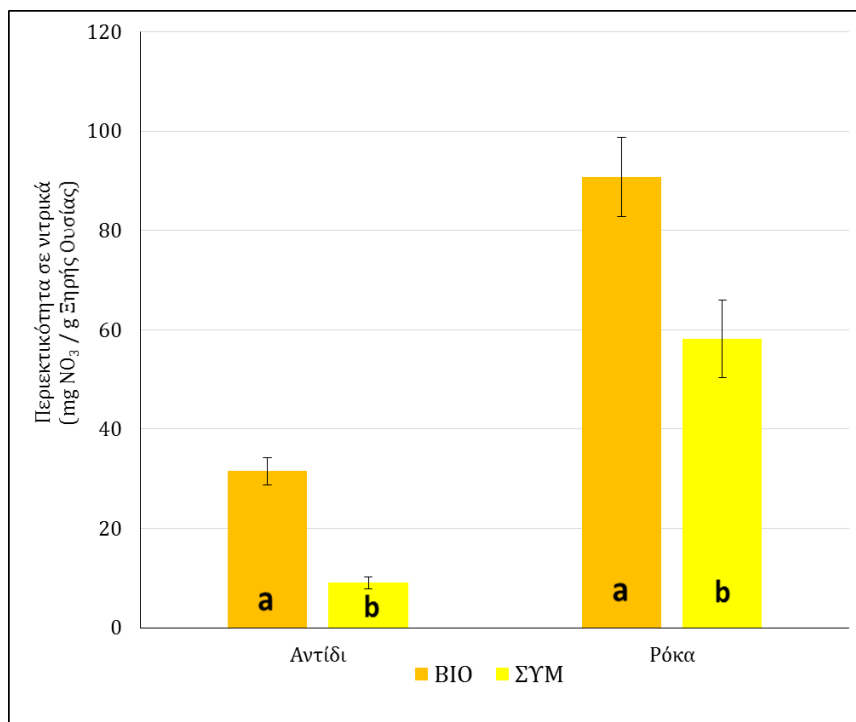
Και η περιεκτικότητα σε νιτρικά ανιόντα των έξι ειδών λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία δεν παρουσίασε μεγάλες διακυμάνσεις μέσα σε κάθε μεταχείριση (είδος λαχανικού-μέθοδος καλλιέργειας). Οι συντελεστές παραλλακτικότητας σε κάθε μεταχείριση είχαν εύρος μικρότερο από 30% και η στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έγινε με βάση τις πραγματικές τιμές της περιεκτικότητας της ξηρής ουσίας σε νιτρικά.

Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και τα τυπικά σφάλματα της περιεκτικότητας σε νιτρικά ($\text{mg NO}_3 / 10 \text{ g Ξηρής Ουσίας}$) των λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία και καλλιεργήθηκαν με συμβατική και βιολογική μέθοδο, όπως επίσης και οι συντελεστές παραλλακτικότητας των δειγμάτων των πληθυσμών των μεταχειρίσεων.

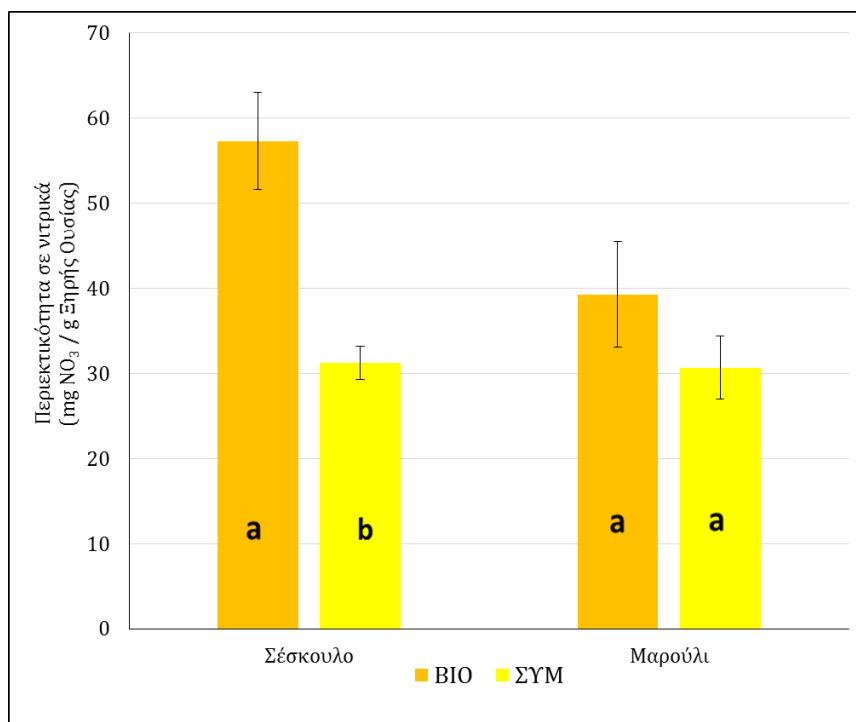
Πίνακας 6.4: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα της περιεκτικότητας σε νιτρικά των έξι ειδών λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. (mg NO₃/ g Ξηρής Ουσίας)

Είδος φυτού	Μέθοδος καλλιέργειας	Περιεκτικότητα σε νιτρικά (mg NO ₃ / g Ξ. Ο.)	Συντελεστής Παραλλακτικότητας CV%
Αντίδι	Βιολογική	31,51 ± 2,8	19,86
	Συμβατική	9,06 ± 1,15	28,39
Ρόκα	Βιολογική	90,79 ± 7,98	19,66
	Συμβατική	58,13 ± 7,84	30,16
Σέσκουλο	Βιολογική	57,26 ± 5,71	22,29
	Συμβατική	31,22 ± 1,94	13,88
Μαρούλι	Βιολογική	39,28 ± 6,23	35,5
	Συμβατική	30,64 ± 3,7	27,05
Παντζάρι	Βιολογική	27,19 ± 2,2	18,08
	Συμβατική	5,61 ± 0,7	29,23
Ραπανάκι	Βιολογική	55,54 ± 3,84	15,47
	Συμβατική	43,45 ± 6,42	33,04

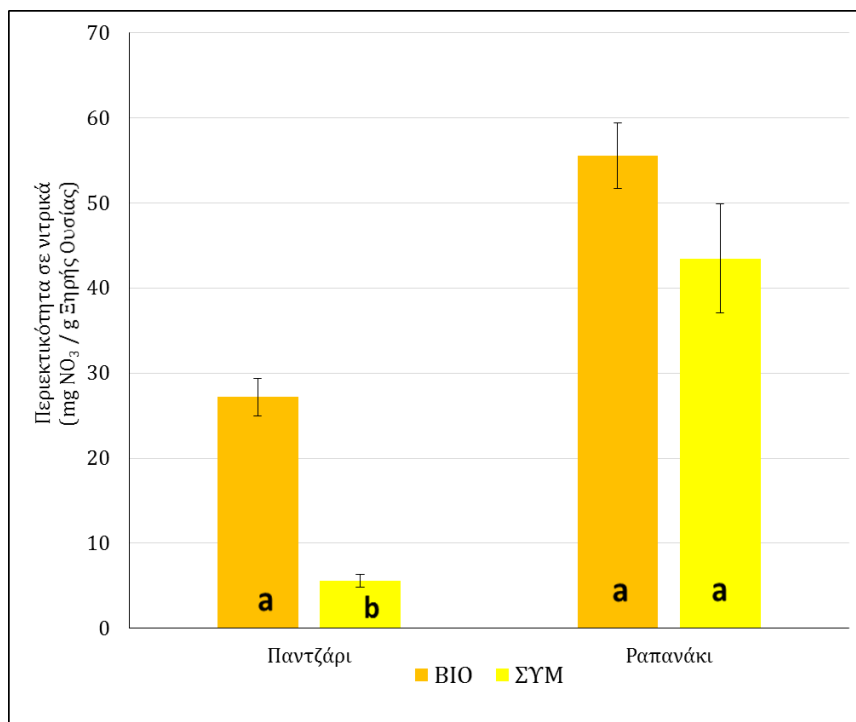
Στα διαγράμματα 8, 9 και 10 παρουσιάζονται οι συγκρίσεις των μέσων τιμών της περιεκτικότητας σε νιτρικά ανιόντα των φυτών του πειράματος, μεταξύ των δύο μεθόδων καλλιέργειας (συμβατική και βιολογική) για κάθε είδος λαχανικού που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία. Οι συγκρίσεις έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο του t με επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 6.8: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα της περιεκτικότητας σε νιτρικά των φυτών του Αντιδιού και της Ρόκας που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο. Οι μέσοι σε κάθε είδος λαχανικού που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.



Διάγραμμα 6.9: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα της περιεκτικότητας σε νιτρικά των φυτών του Σέσκουλου και του Μαρουλιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο. Οι μέσοι σε κάθε είδος λαχανικού που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.



Διάγραμμα 6.10: Μέσοι όροι και τυπικά σφάλματα της περιεκτικότητας σε νιτρικά των φυτών του Παντζαριού και Ραπανιού που καλλιεργήθηκαν με βιολογική και συμβατική μέθοδο. Οι μέσοι σε κάθε είδος λαχανικού που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1. Βάρος φυτών.

Τα αποτελέσματα του πειράματος, που αφορούν το νωπό βάρος των λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία (πίνακας 1, εικόνες 1, 2 και 3), φανερώνουν ότι η μέθοδος καλλιέργειας, σε ορισμένα λαχανικά όπως το μαρούλι και το ραπανάκι, δεν είχε σημαντική επίδραση, ενώ στα υπόλοιπα (αντίδι, ρόκα, σέσκουλο και παντζάρι) είχε σημαντική επίδραση.

Όσον αφορά το αντίδι, το σέσκουλο και την ρόκα, φαίνεται ότι το νωπό βάρος των φυτών που καλλιεργήθηκαν με βιολογική μέθοδο, ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από εκείνα που καλλιεργήθηκαν με την συμβατική μέθοδο. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι στην βιολογική μέθοδο καλλιέργειας το οργανικό λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε, εφαρμόστηκε σε μεγαλύτερη ποσότητα από την προτεινόμενη και παρά το γεγονός ότι το άζωτο που αυτό περιείχε είναι βραδείας αποδέσμευσης, τα φυτά αυτά βρέθηκαν σε συνθήκες μεγαλύτερης αζωτούχου λίπανσης (σε σχέση με τα φυτά που καλλιεργήθηκαν με την συμβατική μέθοδο), με τελικό αποτέλεσμα την συγκριτικά μεγαλύτερη αύξηση του νωπού τους βάρους.

Αντίθετα τα φυτά του παντζαριού φαίνεται πως αντέδρασαν αρνητικά στις συνθήκες της αυξημένης οργανικής λίπανσης στην βιολογική μέθοδο καλλιέργειας, με τελικό αποτέλεσμα τον σημαντικό περιορισμό του νωπού τους βάρους σε σχέση με τα φυτά που καλλιεργήθηκαν με την συμβατική μέθοδο.

2. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC)

Η μέθοδος καλλιέργειας δεν φαίνεται να επηρεάζει την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) των λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία. Τα πειραματικά αποτελέσματα της παρούσας μελέτης (πίνακας 2, εικόνες 4, 5 και 6), φανερώνουν ότι σε καμία περίπτωση δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην TAC μεταξύ των φυτών που καλλιεργήθηκαν με βιολογική μέθοδο σε σχέση με την συμβατική μέθοδο και για τα έξι είδη λαχανικών που χρησιμοποιήθηκαν.

Μόνη εξαίρεση αποτέλεσαν τα αποτελέσματα της TAC που προσδιορίστηκαν από τις γογγυλόριζες του παντζαριού. Αντίθετα από την TAC των φύλλων των παντζαριών, όπου δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυτών συμβατικής και

βιολογικής καλλιέργειας, οι γογγυλόριζες των παντζαριών που καλλιεργήθηκαν με βιολογική μέθοδο είχαν σημαντικά υψηλότερη TAC σε σχέση με τις γογγυλόριζες των φυτών που καλλιεργήθηκαν με την συμβατική μέθοδο.

3. Περιεκτικότητα σε νιτρικά ανιόντα

Η μέθοδος καλλιέργειας είχε μεγάλη επίδραση στην περιεκτικότητα των λαχανικών σε νιτρικά. Όπως εύκολα διαπιστώνεται από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης (πίνακας 3, εικόνες 7, 8 και 9), σε όλα τα είδη λαχανικών μεγαλύτερη ποσότητα νιτρικών συσσωρεύσαν τα φυτά που καλλιεργήθηκαν με την βιολογική μέθοδο σε σχέση με τα φυτά που καλλιεργήθηκαν με την συμβατική μέθοδο. Οι διαφορές αυτές ήταν και στατιστικά σημαντικές στο αντίδι, την ρόκα, το σέσκουλο και το παντζάρι.

Το αποτέλεσμα αυτό ήταν επακόλουθο της αυξημένης λίπανσης με το βιολογικό λίπασμα «agrobiosol» που εφαρμόστηκε στα εδαφοτεμάχια που καλλιεργήθηκαν τα φυτά με την βιολογική μέθοδο, η οποία ήταν εμφανώς υψηλότερη από τα εδαφοτεμάχια που έγινε η καλλιέργεια των φυτών με την συμβατική μέθοδο.

Όλα τα φυτά απορροφούν μέσω του ριζικού τους συστήματος τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία (μακροστοιχεία και ιχνοστοιχεία) για την ανάπτυξή τους, σε ανόργανη μορφή. Πιο συγκεκριμένα τα φυτά απορροφούν το απαραίτητο άζωτο για την διατροφή τους υπό μορφή νιτρικών ανιόντων (NO_3) και δευτερευόντως ως αμμωνιακό κατιόν (NH_4), ανεξάρτητα από την μορφή της πηγής που αυτά προέρχονται. Με άλλα λόγια ακόμα και αν η πηγή του αζώτου είναι οργανικής μορφής, το άζωτο που αυτή περιέχει πρέπει να μετατραπεί σε νιτρικά ή αμμωνιακά ιόντα για να αφομοιωθεί από τα φυτά.

Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση αποτελεί την κυριότερη αιτία συσώρευσης νιτρικών στα λαχανικά (Blom-Zandstra, 1989). Συνεπώς αν η χορήγηση αζωτούχου λίπανσης σε ποσότητες μεγαλύτερες από αυτές τις οποίες σε δεδομένες συνθήκες μπορεί να αφομοιώσουν τα φυτά μέσω του συστήματος της ρεδουκτάσης των νιτρικών, επιφέρει την συσώρευση νιτρικών στους ιστούς τους (ιδιαίτερα στα φύλλα), ανεξάρτητα από την μορφή της πηγής τους αζώτου (οργανική ή ανόργανη λίπανση).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και η περιεκτικότητα σε νιτρικά αποτελούν δύο σημαντικές παραμέτρους που σχετίζονται με την ποιότητα των λαχανικών. Όσον αφορά την περιεκτικότητα των λαχανικών σε αντιοξειδωτικά τα αποτελέσματα από την παρούσα εργασία έδειξαν ότι η TAC είναι ανεξάρτητη από την μέθοδο καλλιέργειας (βιολογική ή συμβατική). Σε όλα τα λαχανικά που μελετήθηκαν, η TAC δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ φυτών που καλλιεργήθηκαν με συμβατική ή βιολογική μέθοδο.

Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε νιτρικά, είναι φανερό ότι αυτή η παράμετρος ποιότητας των λαχανικών δεν σχετίζεται με την μέθοδο καλλιέργειας, αλλά με την ποσότητα του αζώτου που παρέχεται για την λίπανση των φυτών. Αν η χορηγούμενη ποσότητα αζώτου είναι μεγαλύτερη από τις διατροφικές ανάγκες του κάθε φυτού, τότε αυτό προκαλεί αύξηση της συσσώρευσης νιτρικών στους ιστούς τους, ανεξάρτητα αν η πηγή αζώτου είναι οργανικής μορφής (που επιτρέπεται στην Βιολογική Γεωργία) ή ανόργανης μορφής.

Ένας από τους βασικούς στόχους της Βιολογικής Γεωργίας είναι ο περιορισμός των «εισροών» στα αγροοικοσυστήματα για την παραγωγή των γεωργικών προϊόντων. Ο στόχος αυτός αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της Βιολογικής Γεωργίας και σκοπό έχει την διατήρηση της αειφορίας των αγροοικοσυστημάτων. Αντιπροσωπεύει την πραγματική έννοια της Βιολογικής Γεωργίας, σύμφωνα με την οποία η διακοπή της εφαρμογής ανόργανων λιπασμάτων (όσον αφορά την διατροφή των καλλιεργειών), ή η αντικατάστασή της με την αλόγιστη χρήση οργανικών υποκατάστατων για την λίπανση των φυτών, δεν θεωρείται ως μορφή άσκησης της βιολογικής γεωργίας.

Τα αποτελέσματα από την παρούσα μελέτη επιβεβαιώνουν την άποψη αυτή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Antolovich , M., Prenzler , P.D. , Patsalides , E. ,Mcdonald , S.,K Robards , K., 2001. Methods for testing antioxidant activity. *Analyst*, 127, 183-198.
- Blom-Zandstra., M., 1989. Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. *Ann. Apl. Biol.* 115: 553-561.
- Chun, S-S., Vatter D.A., Lin. Y.-T., Shety, K., 2005. Phenolic antioxidants from clonal oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori*. *Process Biochemistry* 40, 809-816.
- Gianquinto, G., Borin M., 1992. Nitrate content in vegetable crops as affected by soil characteristics, rate and type of fertilization. In: Scaife A. (Ed.) *Proc. Second Congress of the European society of Agronomy, Warwick, 23-28/8/92*, 256-257.
- Kowalenko, C.G. and. Lowe, L.E., 1973. Determination of nitrates in soil extracts. *Soil Sci. S C. Am. Pr C.37*:660.
- Lü, J., Lin, P.H., Yao, Q., Chen, C., 2010. Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: experimental approaches and model systems. *J. Cell Mod Med.*, 14,840-860.
- Moure, A., Cruz, J.M., Franco, D., Manuel Dominguez J., Sineiro J., Dominguez H., Núñez, M.J., Carlos Parajó, J., 2001. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry* , 72,145-171.
- Pizzale, L, Bortolomeazzi, R., Vichi, S., Uberegger, E., Conte, L.S., 2002. Antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* and *S. fruticosa*) and oregano (*Origanum onites* and *O. indercedents*) extracts related to their phenolic compound content. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 82, 1645-1651.
- Rice-Evens, C.A., Millew, N.J., Paganga, G., 1996. Structure- antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20,993-956.
- Steingrover, E.G., Steenhuizen, J.W. and Vander Boon, J. 1993. Effects of low light Intensities at night on nitrate accumulation in lettuce grown on a recirculating nutrient solution. *Netherlands J. Agric. Sci.* 41(1): 13-21.
- Tsimogiannis, D.I and Orepoulou, V., 2006. The constitution of flavonoid C-ring on the DPPH free radical scavenging efficiency. A kinetic approach for the 3', 4'- hydroxy substituted members. *Innovative Food Science and Emerging Technology*, 7,140-146.
- Καλλιέργεια ρόκας/Καλλιεργητικές τεχνικές. 2015. Διαθέσιμο στο : <
<http://agrosimvoulos.gr/kalliergeia-rokas-kalliergitikes-texnikes>
- Ολύμπιος Χρίστος, 2001. Η τεχνική καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια: Εκδόσεις Σταμούλη.
- Σάββας Δημήτριος, 2016. Γενική Λαχανοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο
- X. Καριπίδης, Δ. Δούμα, Β. Πανταζή, 2013. Επίδραση της αζωτούχου και θειικής λίπανσης στη συσσώρευση νιτρικών σε φυτά ρόκας (*Eruca sativa* Mill.) που καλλιεργήθηκαν σε μείγμα τύρφης-περλίτη. 26ο Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών. Καλαμάτα 15-18 Οκτωβρίου 2013.