

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ : ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ : ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ



ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ
ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΝΙΤΡΙΚΩΝ
ΣΕ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : κ. ΖΑΚΥΝΘΙΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ ΠΟΛΥΤΙΜΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2004

*Αφιερωμένη στους γονείς μου
και στα αδέρφια μου*

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή είναι μια εργασία του τμήματος Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων και αναφέρεται στην εποχιακή διακύμανση της συγκέντρωσης του αζώτου και των νιτρικών σε αεροπονική καλλιέργεια μαρουλιού.

Για την εκπόνηση της εργασίας, χρειάστηκε πειραματική διαδικασία και στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Επίσης, έγινε αξιοποίηση πολλών πηγών πληροφοριών.

Επειδή, τα τελευταία χρόνια, στη γεωργία, έχουν γίνει ραγδαία βήματα ανάπτυξης με νέους τρόπους καλλιέργειας και μεθόδους παραγωγής, πιστεύω ότι η προσπάθεια που έγινε και το αποτέλεσμα που παρουσιάζεται μπορεί να φανεί χρήσιμο σε όσους θελήσουν να ασχοληθούν με την αεροπονική καλλιέργεια και ιδιαίτερα με τη περαιτέρω αξιοποίηση των προϊόντων παραγωγής της.

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όσους με βοήθησαν στη προσπάθεια μου, να δημιουργήσω την παρακάτω εργασία και ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ζακυνθινό Γεώργιο καθώς και τον κ. Καββαδία Βίκτωρ, για τη συνεργασία τους και τις πολύτιμες πληροφορίες που μου παρείχαν.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	1
1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ	1
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ - ΚΑΤΑΓΩΓΗ-ΕΞΑΠΛΩΣΗ.....	1
1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	2
1.4 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ.....	3
1.5 ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	5
1.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	6
1.7 ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	9
1.8 ΣΠΟΡΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	10
1.9 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	11
1.10 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	14
1.11 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	17
2.1 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	17
2.1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	17
2.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	17
2.2 ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	20
2.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	20
2.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	20
2.2.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΤΟΥ.....	21
2.2.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	24
2.2.5 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.....	29
2.2.6 ΣΤΑΔΙΟ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ.....	30
2.2.7 ΤΡΟΠΟΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ.....	30
2.2.8 ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	31
2.2.9 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	35
3 ΤΑ ΝΙΤΡΙΚΑ ΣΤΑ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΑ.....	35
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	35
3.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΙΟΝΤΩΝ.....	36
3.3 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ Ε.Ε.....	36
3.4 ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΝΙΤΡΙΚΩΝ.....	39
3.4.1 ΟΙ ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ.....	39
3.4.2 ΟΙ ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	42
3.5 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑ ΦΥΤΑ.....	43
3.5.1 ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ.....	43
3.5.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΩΝΤΕΣ.....	43
3.5.3 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	44
3.5.4 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	45

3.5.5	ΑΛΛΟΙ ΠΑΡΑΓΩΝΤΕΣ	46
3.6	Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΑ ΦΥΤΑ	47
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	48
4	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	48
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	48
4.2	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ	48
4.3	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΣΕ ΚΑΘΕ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ	51
4.4	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΟΥΣ ΦΥΤΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ (ΣΤΗ ΞΗΡΗ ΟΥΣΙΑ)	51
4.4.1	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΥΣ ΦΥΤΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ	51
4.4.2	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ	53
4.5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	55
4.5.1	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ	55
4.5.2	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ	56
4.5.3	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΡΙΖΩΝ	58
4.5.4	ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΡΙΖΩΝ	59
4.5.5	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (ΚΕΦΑΛΗ + ΡΙΖΑ)	61
4.5.6	ΛΟΓΟΣ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ	62
4.5.7	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (% , Ξ.Ο.) ΣΤΙΣ ΚΕΦΑΛΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	64
4.5.8	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (MG/ ΦΥΤΟ) ΣΤΙΣ ΚΕΦΑΛΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	66
4.5.9	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΚΕΦΑΛΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	68
4.5.9.1	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ (PPM, Ξ.Ο.)	68
4.5.9.2	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ (PPM, Ν.Β.)	68
4.5.10	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	70
4.5.10.1	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ (PPM, Ξ.Ο.)	70
4.5.10.2	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ (PPM, Ν.Β.)	70
4.5.11	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΤΑ	71
4.5.11.1	ΚΕΦΑΛΕΣ	71
4.5.11.2	ΡΙΖΕΣ	72
4.5.11.3	ΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΗ ΚΕΦΑΛΗ ΠΡΟΣ ΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗ ΡΙΖΑ	72
4.6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	74
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, αλλά και διεθνώς, έχει παρατηρηθεί μια σημαντική αλλαγή στις διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων που ανάμεσα στα άλλα, περιλαμβάνει και μια πολύ πιο ενεργή συμμετοχή των λαχανικών στο καθημερινό διαιτολόγιο. Έχει γίνει πιο γνωστή και έχει εκτιμηθεί περισσότερο όχι μόνο η θρεπτική τους αξία και η υψηλή περιεκτικότητά τους σε βιταμίνες αλλά και ο θετικός ρόλος τους ως χονδροειδείς τροφές. Ανάμεσα στα λαχανικά το μαρούλι, με την λεπτή του γεύση καταλαμβάνει κυρίαρχη θέση στην προτίμηση του καταναλωτικού κοινού και ίσως είναι το πιο διαδεδομένο σαλατικό. Εκτός από νωπό χρησιμοποιείται και στην κατασκευή διαφόρων μαγειρεμένων φαγητών, αλλά και με την δροσερή του εμφάνιση έχει γίνει ένα εύγευστο στολίδι για κάθε προσεγμένο τραπέζι.

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ - ΚΑΤΑΓΩΓΗ-ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Το καλλιεργούμενο μαρούλι πιστεύεται ότι προήλθε από το άγριο μαρούλι *Lactuca, scariola* ή *saligna* L: και *L. virosa* L. ή ύστερα από διασταυρώσεις μεταξύ των άγριων ειδών *L. saligna* L. και *L. virosa* L.

Το μαρούλι τόπος *Cos* πιστεύεται ότι έχει διαδοθεί από την Ελλάδα και το όνομα του τύπου προέρχεται από την νήσο Κω του Αιγαίου Πελάγους. Επίσης χώροι προέλευσης θεωρούνται οι περιοχές Ανατολικής Μεσογείου, Μικράς Ασίας, Καυκάσου Περσίας και Τουρκιστάν. Την πρώτη του εμφάνιση σαν καλλιεργούμενο φυτό, την κάνει στην Αίγυπτο στο 4.500 π.Χ. περίπου. Αναφέρεται ότι, το καλλιεργούσαν οι Πέρσες τον 6° π. Χ. αιώνα, ενώ ήταν γνωστό στους Αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους. Στη συνέχεια μεταφέρθηκε στην Κίνα γύρω στα 900 μ.Χ. και στην Αμερική τον 15° αιώνα από τους Ισπανούς.

Σήμερα το μαρούλι έχει διαδοθεί και καλλιεργείται σ' όλα τα γεωγραφικά πλάτη και μήκη της υφελίου σαν ετήσιο φυτό. Είναι το σημαντικότερο φυλλώδες λαχανικό που χρησιμοποιείται νωπό σε σαλάτα στην Ελλάδά και αλλού.

Μεγάλη σημασία έχει επίσης στις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης, Αμερική, Αυστραλία, Ν. Ζηλανδία και Ιαπωνία.

Κατά κανόνα η καλλιέργειά του είναι υπαίθρια, αλλά υπάρχουν και θερμοκηπιακές καλλιέργειες σε χώρες με βαρύ χειμώνα π.χ. Καναδάς, Αγγλία, Δανία.

1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Το καλλιεργούμενο μαρούλι ή μαρούλι το εδώδιμο ή ήμερο είναι διπλοειδές και έχει εννέα ζεύγη χρωματοσωμάτων ($2n = 18$). Τα περισσότερα από τα άλλα είδη του γένους *Lactuca* έχουν είτε οκτώ είτε εννέα ζεύγη χρωμοσωμάτων.

Υπό κανονικές συνθήκες είναι φυτό «μακράς ημέρας» που σημαίνει ότι αν η διάρκεια έκθεσης του φυτού στο φως (φυσικό + τεχνητό) δεν ξεπεράσει κατά πολύ τις 12 ώρες, δεν θα παράγει ανθικό στέλεχος και άνθη.

• ΦΥΤΟ

Το μαρούλι είναι φυτό μονοετές, ποώδες.

•ΒΛΑΣΤΟΣ

Κατά τη διάρκεια της βλαστικής φάσης είναι πολύ κοντός και φέρει πυκνά φύλλα, ενώ και κατά την αναπαραγωγική φάση αναπτύσσεται σημαντικά φτάνοντας 1-1,5 m σε ύψος.

•ΦΥΛΛΑ

Τα φύλλα αναπτύσσονται σπειροειδώς επί του κοντού βλαστού και είναι λεία, πλατειά διαφόρου μεγέθους και σχήματος, ωοειδή, καρδιοειδή, επιμήκη, είναι ακέραια ή κυματοειδή ή ακανόνιστα οδοντωτά.

Τα πρώτα φύλλα είναι σχεδόν επίπεδα, ενώ τα επόμενα φύλλα εμφανίζουν, ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία, διαφόρου βαθμού κύρτωση και καλύπτει το ένα το άλλο σχηματίζοντας κεφαλή.

Το χρώμα ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία κυμαίνεται από βαθύ πράσινο ή πρασινοκίτρινο ή με απόχρωση κοκκινωπή (περιέχουν την χρωστική ουσία ανθοκυανίνη).

• ΑΝΘΙΚΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ

Το ανθικό στέλεχος (ανθοφόρος βλαστός) έχει ύψος 60 - 120 cm είναι όρθιο, χωρίς άκανθες διακλαδιζόμενο και πολύφυλλο.

Ο βλαστός φέρει γύρω του ταξιανθίες - κεφαλές υπό μορφή κορυμβόμορφου βότρυ ή φόβη. Κάθε άνθος (κεφαλή) είναι σύνθετο και φέρει 15 - 24 ανθίδια που έχουν κίτρινο χρώμα με στεφάνη που αποτελείται από 5 πέταλα, 5 στήμονες και μια ωοθήκη το καθένα.

Το μαρούλι αυτογονιμοποιείται. Όλα τα ανθίδια σ' ένα άνθος ανοίγουν ταυτόχρονα σχεδόν και τα στίγματα είναι επιδεικτικά επικονίασης μόνο για μερικές ώρες το πρωί. Ο στύλος μεγαλώνει και ταυτόχρονα οι ανθήρες ανοίγουν αφήνοντας τη γύρη να πέσει μέσα στο κώνο των ανθέρων και επάνω στο στίγμα το οποίο επίσης ανοίγει, επιτρέποντας έτσι τη γονιμοποίηση .

Η σταυρεπικονοίαση είναι δύσκολο να γίνει και αφενός τα έντομα δεν ελκύονται από τα άνθη τον μαρουλιού αφετέρου λόγω της ιδιάζουσας κατασκευής και λειτουργίας του άνθους

Η παραγωγή υβριδισμένου σπόρου στο μαρούλι δεν είναι εύκολη κυρίως λόγω αυτογονιμοποίησης γι' αυτό και δεν κυκλοφορούν πολλά υβρίδια στην αγορά.

• ΚΑΡΠΟΣ

Ο καρπός είναι αχάινιο, μικρός (μήκους 3 - 4 mm) επιμήκης, χρώματος πρασινωπού ή λευκωπού ή γκριζωπού, λείος με 5 - 6 ραβδώσεις σε κάθε επιφάνεια και φέρει πάππο από λεπτές λευκές τρίχες (χαρακτηριστικό των Σύνθετων) .

• ΡΙΖΑ

Το μαρούλι σχηματίζει ρίζα πασσαλώδη. Η κεντρική ρίζα λόγω της μιας ή περισσότερων μεταφυτεύσεων καταστρέφεται και αναπτύσσει θυοσανώδεις επιφανειακό ριζικό σύστημα.

1.4 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Γενικά το μαρούλι πολλαπλασιάζεται με σπόρο και είτε γίνεται απευθείας σπορά στο χωράφι, μέθοδος που σπάνια ακολουθείται ή συνηθέστερα αναπτύσσονται φυτάρια σε σπορεία και ακολουθεί μεταφύτευση. Για καλλιέργειες στα θερμοκήπια εφαρμόζεται αποκλειστικά η μέθοδος της μεταφύτευσης.

Υποστηρίζεται από πολλούς ότι η επιτυχία ή αποτυχία μιας καλλιέργειας μαρουλιού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επιτυχία στην παραγωγή των φυταρίων στο φυτώριο, γεγονός που επισημαίνει τη μεγάλη σημασία που έχει η εξασφάλιση δυνατών και υγιών φυταρίων.

Οι μοντέρνες μέθοδοι παραγωγής φυταρίων στηρίζονται στην αρχή της επιτάχυνσης της ανάπτυξης των φυτών ώστε να συντομευτεί στο ελάχιστο ο χρόνος μέχρι τη συγκομιδή. Πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στη προετοιμασία των φυτών και το πρόσθετο κόστος που απαιτείται δικαιολογείται από τα καλύτερα αποτελέσματα που εξασφαλίζονται, πάντοτε βέβαια έχοντας υπόψη ότι η μείωση της χρονικής διάρκειας που παραμένει η καλλιέργεια στο χωράφι του θερμοκηπίου θα χρησιμοποιηθεί επωφελώς από τη καλλιέργεια που θα ακολουθήσει. Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η εφαρμογή μεθόδων που έχουν ως αποτέλεσμα τη συντόμευση του χρόνου παραμονής της καλλιέργειας στο χωράφι δε σημαίνει απαραίτητα και την εξασφάλιση καλής ποιότητας προϊόντος. Ανεξάρτητα από τη μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή των φυταρίων μαρουλιού, θα πρέπει κατά την μεταφύτευση να γίνεται η διαλογή των φυταρίων ώστε να εξασφαλίζεται ομοιομορφία στο μέγεθος και να χρησιμοποιούνται μόνο τα δυνατά και υγιή φυτά.

Τέλος, ανάλογα με τη μέθοδο παραγωγής φυταρίων που χρησιμοποιείται, ο χώρος φυταρίου που απαιτείται για την προετοιμασία τους κυμαίνεται από 1 / 10 μέχρι 1 / 100 της έκτασης που θα καλλιεργηθεί.

Μέθοδοι πολλαπλασιασμού

Όπως έχει αναφερθεί και στα προηγούμενα, εφαρμόζονται διάφοροι μέθοδοι παραγωγής φυταρίων μαρουλιού, οι οποίες παρουσιάζουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους που έχουν σχέση με το κόστος εφαρμογής τους και την εποχή εφαρμογής τους, μια και ο πολλαπλασιασμός γίνεται σε περιόδους από τον Αύγουστο μέχρι και το Μάρτιο, που διαφέρουν σημαντικά όσο αφορά τις κλιματολογικές συνθήκες.

Οι κυριότερες μέθοδοι που εφαρμόζονται είναι οι παρακάτω :

- *Αυτόματη σπορά καλυμμένων (palleted) σπόρων σε κύβους εδάφους.*

- *Με το χέρι σπορά κανονικού σπόρου σε κύβους εδάφους*
- *Σπορά καλυμμένων σπόρων με πλαστικούς δίσκους ή δίσκους από φελιζόλ.*
- *Σπορά σε κιβώτια και μεταφύτευση σε κύβους εδάφους ή δίσκους*
- *Σπορά σε κιβώτια. Σε κιβώτια, αλίες ή θερμοσπορεία και μεταφύτευση απευθείας στο έδαφος του θερμοκηπίου*

1.5 ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Σχετικά με τη θρεπτική του αξία, το μαρούλι μοιάζει με λαχανικά όπως η αγκινάρα, το σπαράγγι, το σέλινο και το κουνουπίδι. Γενικά η περιεκτικότητα του μαρουλιού σε θερμίδες και θρεπτικές ουσίες είναι χαμηλή.

Το μαρούλι τύπου Cos ή Romaine είναι πιο θρεπτικό από τους κεφαλωτούς τύπους μαρουλιού γιατί έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνες A και C. Το μαρούλι επίσης είναι μια καλή πηγή Ca και P.

Η περιεκτικότερη των διαφόρων τύπων μαρουλιού σε διάφορα στοιχεία παρουσιάζεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1

ΤΥΠΟΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ			
ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΚΕΦΑΛΩΤΟ (BUTTER HEAD)	ΡΟΜΑΝΑ (COS OR ROMAINE)	ΚΑΤΣΑΡΟ ΚΕΦΑΛΩΤΟ (CRISP HEAD)
<i>ΕΝΕΡΓΕΙΑ</i>	11	16	11
<i>ΘΕΡΜΙΔΕΣ</i>			
<i>ΝΕΡΟ(γρ.)</i>	99	94	95
<i>ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ(γρ.)</i>	1,2	1,6	0,8
<i>ΛΙΠΗ(γρ.)</i>	0,2	0,2	0,1
<i>ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ(γρ.)</i>	1,2	2,1	2,3
<i>ΒΙΤΑΜΙΝΗ Α</i>	1200	2600	300
<i>ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β1</i>	0,07	0,1	0,07
<i>ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β2</i>	0,07	0,1	0,03
<i>ΒΙΤΑΜΙΝΗ C</i>	9	24	5
<i>ΝΙΑΣΙΝΗ</i>	0,4	0,5	0,3
<i>ΑΛΑΤΑ CA</i>	40	36	13
<i>ΑΛΑΤΑ FE</i>	1,1	1,1	1,5
<i>ΑΛΑΤΑ Mg</i>	16	6	7
<i>ΑΛΑΤΑ P</i>	31	45	25

1.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το μαρούλι είναι το σημαντικότερο φυλλώδες λαχανικό που χρησιμοποιείται νωπό, σε σαλάτα στην Ελλάδα, κυρίως από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη.

Στην Ελλάδα το μαρούλι καλλιεργείται κυρίως σαν υπαίθρια καλλιέργεια, σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου αλλά κυρίως από νωρίς το φθινόπωρο μέχρι αργά την άνοιξη.

Το καλοκαίρι η παραγωγή περιορίζεται σημαντικά λόγω των προβλημάτων που δημιουργούνται εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών και του μεγάλου μήκους ημέρας (σχηματισμός ανθικών στελεχών και λήθαργος σπόρων). Τα τελευταία χρόνια το μαρούλι καλλιεργείται σε θερμοκήπια κατά την διάρκεια του χειμώνα. Καλλιεργείται σε όλες τις περιοχές τις Ελλάδας, αλλά ειδικά σε εκτάσεις γύρω από μεγάλα αστικά

κέντρα, όπου υπάρχει και μεγαλύτερη κατανάλωση. Εξαγωγές δεν γίνονται, θα μπορούσε όμως να καλλιεργηθεί και για εξαγωγές στις χώρες της Β. Ευρώπης κατά των χειμώνα λόγω πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει η χώρα (κλίμα κ.λ.π).

Πίνακας 2: Έκταση και παραγωγή καλλιέργειας μαρουλιού στην Ελλάδα, στη χρονική περίοδο 1990 – 2003.

ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόνοι)
1990	29.704	73.646
1991	28.867	74.572
1992	31.678	62.131
1993	32.732	63.774
1994	34.690	70.212
1995	34.460	69.215
1996	36.460	75.443
1997	33.670	65.580
1998	36.080	69.450
1999	37.700	69.300
2000	37.300	69.340
2001	37.550	69.390
2002	38.600	70.215
2003	38.950	70.455

ΠΗΓΗ : Υπουργείο Γεωργίας, Διεύθυνση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας, στον πίνακα φαίνεται η κατανομή παραγωγής και έκτασης υπαίθριας καλλιέργειας μαρουλιού κατά γεωγραφικό διαμέρισμα.

Πίνακας 3: Έκταση και παραγωγή υπαίθριας καλλιέργειας μαρουλιού κατά γεωγραφικό διαμέρισμα στην Ελλάδα, στη χρονική περίοδο 2000.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τον/στρ)
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	8.020	12.640
Δυτική και Κεντρική Μακεδονία	1.210	1.675
Ηπείρου	3.010	5.580
Θεσσαλίας	14.840	33.490
Πελοποννήσου και Δυτικής Στερεάς	13.860	14.990
Αττικής και Νήσων	1.420	1.840
Σύνολο χώρας	42.360	70.215

ΠΗΓΗ: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας

Η ζήτηση και κατανάλωση μαρουλιού έχει σχέση με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Για παράδειγμα καλός καιρός προτρέπει τους καταναλωτές να φτιάχνουν σαλάτες με αποτέλεσμα η ζήτηση να ανέρχεται, και αντίθετα. Οι εκτάσεις και η παραγωγή υπαίθριας και θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού την περίοδο 1980 – 2000 στην Ελλάδα παρουσιάζεται στο πίνακα 4.

Πίνακας 4: Έκταση και παραγωγή υπαίθριας και θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού στην Ελλάδα, στη χρονική περίοδο 1980 – 2000.

ΜΑΡΟΥΛΙΑ						
ΕΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ		ΥΠΑΙΘΡΙΑ		ΣΥΝΟΛΟ	
	ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΤΟΝ.)	ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΤΟΝ.)	ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΤΟΝ.)
1980	100	210	27.200	54.910	27.300	55.020
1990	450	1.110	30.960	60.770	31.410	61.880
2000	1.894	3.791	42.360	7.215	44.254	74.000

ΠΗΓΗ: Υπουργείο Γεωργίας

1.7 ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Υπάρχουν πέντε βασικές κατηγορίες ή τύποι μαρουλιού ανάλογα με τη μορφή και τη διάταξη των φύλλών τους στο κοντό βλαστό και το σχηματισμό ή απουσία κεφαλής:

α) *Lactuca sativa var romana* P.C. (I: *sativa var longiofolia* Lam) Κως ή Ρομάνα,

Ο πιο γνωστός τύπος μαρουλιού που καλλιεργείται στην Ελλάδα είναι η *Lactuca sativa var romana* φυτό όρθιο, υψηλό με λεπτή μικρή επιμήκη κεφαλή στο εσωτερικό και λεπτά μακριά φύλλα στο εξωτερικό με χρώμα σκούρο πράσινο.

Πιο σπουδαίες ποικιλίες είναι οι : Parris island, Parris Cos Volmaine, Marvel κ.α.

β). *Lactuca sativa var Capitata* P.C. (*Butter head*) Λείο, Κεφαλωτό.

Ο κύριος τύπος μαρουλιού στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη είναι η *Lactuca sativa var Capitata*. Σχηματίζει σφαιρική κεφαλή, φύλλα μαλακά. Το χρώμα ποικίλει, από ελαφρύ μέχρι βαρύ πράσινο Σπουδαίες ποικιλίες είναι: White Boston, Artemis, Bibb, Citation κ. α.

γ) *Lactuca sativa. var Capitata* P.C. { *Crisp head* , *Iceberg* ή *Curly*) κατσαρό . κεφαλωτό.

Κύριος τύπος μαρουλιού της Β. Αμερικής αλλά καλλιεργείται και στην Ευρώπη είναι *Lactuca sativa var Capitata*. Σχηματίζει σφαιρική κεφαλή, τα φύλλα είναι κυματοειδή τραγανά και εύθραυστα. Χρώμα από ελαφρύ μέχρι βαθύ πράσινο.

Γνωστές ποικιλίες είναι : Great Lakes, Salinas, New York, Empire, Italica κ.α.

δ) *Lactuca sativa var crispa* (*Loose-leaf*) Σαλάτα.

Ο τύπος αυτός *Lactuca sativa var crispa* μαρουλιού αναπτύσσει ελεύθερα φύλλα χωρίς να σχηματίζει κεφαλή. Γνωστές ποικιλίες είναι: Salad Bowl, Grand Rapids, Prize head κ: α.

Τα φύλλα είναι κυρίως κατσαρά πράσινου χρώματος (διάφορες αποχρώσεις και εξωτερικά πολλές φορές κοκκινωπή απόχρωση).

ε) *Lactuca sativa var angustana* (Stem Lettuce) Κινέζικο .

Lactuca sativa, var angustana (Stem Lettuce) Κινέζικο. Καλλιεργείται κυρίως στην Ασία. Ποικιλία γνωστή στην Ευρώπη είναι η ποικιλία Celtuce. Καλλιεργείται τόσο για το σαρκώδες στέλεχος του (νωπό ή μαγειρεμένο) όσο και για τα φύλλα του.

Υπάρχουν και μερικοί άλλοι τύποι μαρουλιού όπως το Ινδικό (*L. indica*) που καλλιεργείται στην Κίνα και είναι πολυετές.

1.8 ΣΠΟΡΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Η σπορά γίνεται συνήθως από τον Αύγουστο ή Σεπτέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο για συγκομιδή κατά την περίοδο Οκτωβρίου μέχρι Μαΐου ή Ιουνίου όταν φυσικά οι κλιματολογικές συνθήκες το επιτρέπουν. Εννοείται ότι είναι να γίνονται σπορές καθ' όλο το έτος, εφόσον χρησιμοποιούνται κατάλληλες ποικιλίες για τις διάφορες εποχές περνούν 3 - 5 μήνες από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή, αναλόγως της χρησιμοποιούμενης ποικιλίας και της εποχής καλλιέργειας.

Η σπορά γίνεται συνήθως σε ψυχρά σπορεία ή και σε θερμαινόμενα κατά τη χειμερινή περίοδο στις ψυχρές περιοχές Δεν συνηθίζεται να σπέρνουν απευθείας στον αγρό, όπως σε άλλες χώρες που χρησιμοποιούν πολύ μεγάλες, εκτάσεις για την καλλιέργεια αυτή.

Υποστηρίζεται ότι η επιτυχία μιας καλλιέργειας μαρουλιού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό, από την επιτυχία στην παραγωγή φυταρίων στο φυτώριο γεγονός που αποδεικνύει τη μεγάλη σημασία που έχει η εξασφάλιση δυνατών και υγιών φυταρίων. Οι μοντέρνες μέθοδοι παραγωγής φυταρίων σκοπεύουν στην αρχή την επιτάχυνση της ανάπτυξης των φυτών, ώστε να συντομευτεί στο ελάχιστο ο χρόνος μέχρι τη συγκομιδή. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στην προετοιμασία των φυτών και το πρόσθετο κόστος που απαιτείται δικαιολογείται από τα καλύτερα αποτελέσματα που εξασφαλίζονται. Αυτό έχει ως όφελος τη μείωση της χρονικής διάρκειας που παραμένει η καλλιέργεια στο θερμοκήπιο. Ανεξάρτητα από τη μέθοδο παραγωγής των, κατά τη μεταφύτευση πρέπει να γίνεται διαλογή, ώστε να εξασφαλίζεται ομοιομορφία μεγέθους και να διαλέγονται φυτά δυνατά και υγιή.

Ως σπορείο χρησιμοποιείται έδαφος καλής φυσικής σύστασης, προφυλαγμένο από τους ψυχρούς ανέμους, εμπλουτισμένο με κοπριά και χημικά λιπάσματα καλά απολυμασμένα, όπως απολυμαίνονται τα σπορεία των σολανωδών. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και διάφορα έτοιμα υποστρώματα τον εμπορίου, η σύνθεση των οποίων μπορεί να ποικίλει όσον αφορά τα κύρια χαρακτηριστικά (φυτόχωμα, τύρφη, περλίτης άμμος έδαφος κ.α). Απολυμασμένα ακόμα πρέπει να είναι τα εργαλεία και ο εξοπλισμός του σπορείου που χρησιμοποιείται.

Οι άριστες θερμοκρασίες για τη βλάστηση και ανάπτυξη των φυτών στα σπορεία διαφέρουν για κάθε λαχανικό. Όταν η θερμοκρασία στο σπορείο υπερβεί την άριστη, ιδίως όταν επικρατεί φτωχός φωτισμός τότε τα φυτά επιμηκύνονται και γίνονται αδύνατα. Εάν επικρατούν θερμοκρασίες πιο χαμηλές από την άριστη, τότε μειώνεται η βλάστηση, με αποτέλεσμα την καθυστέρηση της ανάπτυξης των φυτών. Οι θερμοκρασίες στο σπορείο κατά τη διάρκεια της ημέρας ρυθμίζονται με κατάλληλο εξαερισμό.

Η υγρασία του αέρα μέσα στο σπορείο πρέπει να βρίσκεται και αυτή σε ορισμένα επίπεδα που κυμαίνεται ανάλογα με το είδος του λαχανικού. Μια μέση τιμή μπορεί να θεωρηθεί το επίπεδο των 60-75% σχετική εργασία. Ακραίες τιμές υγρασίας πρέπει να αποφεύγονται για να περιορίζονται οι δυσάρεστες επιδράσεις στο ελάχιστο. Υψηλές τιμές υγρασίας αποφεύγονται με τον κατάλληλο εξαερισμό.

1.9 ΛΙΠΑΝΣΗ

Η λίπανση των καλλιεργειών για την αύξηση της παραγωγής είναι μια τεχνική που υπήρχε από την αρχαιότητα. Μέχρι το 18 αι. τα οργανικά λιπάσματα(φυτικά και ζωικά υπολείμματα) ήταν η μοναδική πηγή για τη λίπανση των καλλιεργειών. Βασίζόμενος στο γεγονός αυτό ο Albrecht Thaer, ένας ιατρός που από χόμπι ερευνούσε τον τρόπο θρέψης των φυτών, διατύπωσε τη γνωστή θεωρία του « χούμους» (εδώ εννοείτε η οργανική ουσία του εδάφους) που λέει ότι ο «χούμος» είναι αυτός που δίνει στα φυτά τα πιο απαραίτητα τρόφιμα.

Η θεωρία αυτή, σε μια εποχή που η επιστήμη της γεωργίας και ιδιαίτερα της θρέψης των φυτών δεν είχε εξελιχθεί ήταν η μοναδική βάση για την εξήγηση της θρέψης των φυτών.

Αργότερα όμως τα αποτελέσματα των ερευνών Liebig (1803 - 73) απόδειξαν ότι δεν ήταν ο χούμος που θρέφει τα φυτά, αλλά τα ανόργανα χημικά στοιχεία τα οποία απορροφούν τα φυτά με τις ρίζες τους από το έδαφος, τα μεταφέρουν στα φύλλα τους και

εκεί με τη παρουσία του διοξειδίου του άνθρακα και του νερού σχηματίζουν τις πιο απαραίτητες για την ανάπτυξή τους ουσίες. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό όταν σκεφθεί κανείς ότι στην αρχή της εμφάνισης των φυτών στην επιφάνεια της γης υπήρχε νερό και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, αλλά δεν υπήρχε χούμος ή με άλλα λόγια οργανική ουσία.

Η ουσία αυτή σχηματίσθηκε με την πάροδο του χρόνου από τα υπολείμματα των φυτών που παρέμεναν στο έδαφος, γι αυτό ο χούμος είναι συνέπεια και όχι αιτία για την ανάπτυξη των φυτών. Εξάλλου όπως είναι πλέον γνωστό, μπορούμε να αναπτύσσουμε φυτά μέσα στο νερό στο οποίο προσθέτουμε τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, χωρίς να είναι αναγκαία η παρουσία του χούμου. Με τον τρόπο αυτό, που ονομάζεται υδροκαλλιέργεια, παράγονται πλέον ανεξάρτητα από το έδαφος (soilless culture =καλλιέργειες χωρίς έδαφος) λαχανικά, λουλούδια κ.λ.π.

Ο Liebig με βάση αυτά τα αποτελέσματα διατύπωσε στα 1840 τη θεωρία της ανόργανης θρέψης των φυτών, η οποία λέει ότι τα φυτά χρειάζονται για την ανάπτυξή τους ανόργανα στοιχεία όπου με την προσθήκη των αλάτων τους στο έδαφος, όταν αυτό έχει βέβαια έλλειψη από αυτά, έχουμε σημαντική αύξηση της παραγωγής. Τα σαφή αποτελέσματα της έρευνας του Liebig οδήγησαν στη συστηματική βιομηχανική παραγωγή των αλάτων αυτών των στοιχείων, κυρίως αζώτου, φωσφόρου, καλίου (N, P, K) γιατί αυτά είναι σε γενικές γραμμές εκείνα τα θρεπτικά στοιχεία που περισσότερο από όλα καθορίζουν την απόδοση των καλλιεργειών.

Η αλματώδης αύξηση της γεωργικής παραγωγής με την αυξημένη χρήση των βιομηχανικών λιπασμάτων υποστηρίζει την ορθότητα των απόψεων του Liebig. Αλλά και τα οργανικά λιπάσματα (κοπριάς, κομπόστες, χλωρή λίπανση) δεν έχασαν την αξία τους, γιατί αυτά είναι πολύτιμες ουσίες που καλυτερεύουν τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των εδαφών γιατί χωρίς αυτές τις ουσίες, η παραγωγικότητα του εδάφους δε θα φθάνει σε επιθυμητά επίπεδα, ακόμη και όταν σ' αυτό προσθέσουμε όλα τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που με την πάροδο του χρόνου με την αποικοδόμηση της ελευθερώνονται και γίνονται προσιτά στα φυτά. (Cooke, Marschner 1985).

Πίνακας 5: Ορισμένα θρεπτικά στοιχεία που περιέχονται στο μέσο όρο παραγωγής μερικών καλλιεργειών

Καλλ/γεια	Παραγωγή Τόνο/ Εκτάριο	Θρεπτικά στοιχεία που αφαιρούνται με τη σοδειά / Kgr / Εκτάριο					
		Αζωτο	Κάλιο	Ασβέστιο	Μαγνήσιο	Φώσφορος	Θειάφι
Σιτάρι	4	80	40	10	5	12	20
Τεύτλα	40	230	220	70	25	20	30
Φασόλια	2,5	110	50	20	5	15	25
Πατάτες	50	180	200	10	15	25	20
Τριφύλλι	10	280	180	250	20	30	30

Υποσημείωση:* Τα θρεπτικά στοιχεία του πίνακα αναφέρονται για το σιτάρι στον καρπό και το άχυρο, για τα τεύτλα στους κονδύλους και τα φύλλα, για τα φασόλια μόνο στο καρπό, για τις πατάτες μόνο στους κονδύλους και για το τριφύλλι σ' αυτό που θερίζεται. Επιπλέον οι καινούργιες ποικιλίες καλλιεργούμενων φυτών που έχουν μεγάλη παραγωγή, έχουν αντίστοιχα και μεγαλύτερες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία.

Πίνακας 6: Πρόγραμμα λίπανσης μαρουλιού με βάση τη χημική ανάλυση του εδάφους (Συνιστώμενο από το ADAS Αγγλίας).

ΛΙΠΑΣΜΑ	0	1	2	3	4	5	>5
Περιεκτικότητα εδάφους σε N προσθήκη αζώτου σε gr/m ² νιτρικής αμμωνίας	0 - 25	26 - 50	50 + 35	50 + 15	50 + 0	50 + 0	50 + 0
Περιεκτικότητα εδάφους σε P (mg/l) προσθήκη φωσφόρου σε gr/m ² τριπλού υπερφωσφορικού 0-48-0	0 - 9 100	10 - 15 70	16 - 25 70	26 - 45 35	46 - 70 35	71 - 100 15	>101 0
Περιεκτικότητα εδάφους σε K (mg/l) προσθήκη καλίου σε gr/m θειικού καλίου 0 - 0 - 48	0 - 60 70	61-120 70	121-240 70	245-400 35	405-600 35	605-900	>905
Περιεκτικότητα εδάφους σε Mg (mg/l) προσθήκη μαγνησίου σε gr/m ² Kiesieride	0-25 110	26-50 80	51-100 30	101-175	176 - 250	255-350	>355 -

1.10 ΑΡΔΕΥΣΗ

Η απόφαση πότε θα εφαρμοστεί άρδευση και πόσο νερό θα δοθεί αποτελεί ένα από τα διαρκή προβλήματα της καλλιέργειας του μαρουλιού. Το έδαφος θα πρέπει να θεωρηθεί σαν μια αποθήκη νερού από την οποία το φυτό απορροφά νερό, το οποίο αναπληρώνεται κατά καιρούς με την άρδευση.

Πριν τη μεταφύτευση το έδαφος πρέπει να ποτιστεί και να φτάσει στο σημείο της υδατοικανότητάς του. Στη συνέχεια, σε αμμώδη εδάφη η φύτευση μπορεί να γίνεται την επόμενη μέρα, ενώ σε πιο βαρεία εδάφη πιθανόν να χρειαστεί να περάσουν 3-4 ημέρες, ώστε το επιφανειακό στρώμα να χάσει υγρασία. Μετά τη μεταφύτευση ακολουθεί πότισμα, κατά προτίμηση με καταιονισμό, ώστε το επιφανειακό στρώμα του εδάφους να φθάσει και πάλι στο σημείο υδατοικανότητας του. Αυτό θα σημαίνει περιορισμένη άρδευση μερικών μόνο λεπτών. Μετά τη μεταφύτευση το φυτό απορροφά νερό μόνο από τα επιφανειακά 3 - 4 εκ. Έτσι είναι σημαντικό το επιφανειακό στρώμα να διατηρείται υγρό. Εάν για οποιοδήποτε λόγο ξηραθεί το επιφανειακό γόνιμο έδαφος, ή ο κύβος εδάφους ή η "μπάλα" υποστρώματος, τότε η ανάπτυξη του φυτού είναι προβληματική.

Το μαρούλι αναπτύσσει θυσσανώδες επιφανειακό ριζικό σύστημα. Για το λόγο αυτό είναι προτιμότερο να ποτίζεται πολλές φορές με μικρή ποσότητα νερού. 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 από ψηλά, για να γίνεται, ομοιόμορφη κατανομή του νερού. Η ύπαρξη του συστήματος καταιονισμού στο θερμοκήπιο μπορεί να εξυπηρετήσει και στην αύξηση της υγρασίας (μείωση διαπνοής) καθώς και στη μείωση της θερμοκρασίας στο χώρο του θερμοκηπίου. Αύξηση της υγρασίας στην ατμόσφαιρα, όταν πλησιάζει η συγκομιδή, μπορεί να βοηθήσει και στη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης στα φύλλα και αποφυγής του φυσιολογικού καψίματος (tip burn) και του περιφερειακού εγκαύματος που προκαλούνται από υπερβολική ένταση της ακτινοβολίας και με χαμηλά επίπεδα, ατμοσφαιρικής υγρασίας.

Πρέπει να γίνει κατανοητό, ότι υπερβολική υγρασία δεν είναι επιθυμητή και μάλιστα κατά την εποχή που σχηματίζεται η κεφαλή, γιατί μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό χαλαρών κεφαλών, αντίθετα, μεγάλες διακυμάνσεις της υγρασίας του εδάφους από ακανόνιστα ποτίσματα μπορεί να προκαλέσουν πίκραση των φύλλων.

Στην περίπτωση που εφαρμόζεται εδαφοκάλυψη με πλαστικό σε όλη την έκταση του θερμοκηπίου τότε το πότισμα ή γίνεται με τη μέθοδο στάγδην από σωλήνες που

βρίσκονται κάτω από το πλαστικό κάλυψης (1 σωλήνα για κάθε 2 γραμμές φυτών) ή γίνεται με καταιονισμό αλλά θα πρέπει το πλαστικό της εδαφοκάλυψης να είναι διάτρητο.

1.11 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή γίνεται, όταν τα φυτά αποκτήσουν εμπορεύσιμο μέγεθος, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αγοράς και ανάλογα με τον τύπο του μαρουλιού και της ποικιλίας.

Στο μαρούλι τύπου Ρομάνο, η συγκομιδή γίνεται όταν εμφανιστεί η μικρή κεφαλή στο κέντρο του φυτού. Ο εργάτης κόβει το φυτό κοντά ή λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους με μαχαίρι ή με ειδικό εργαλείο και στη συνέχεια αφαιρούνται τα εξωτερικά κατεστραμμένα φύλλα. Τοποθετούνται σε πλαστικά ή ξύλινα κιβώτια, όταν προορίζονται για την ντόπια αγορά ή σε χάρτινα κιβώτια, για τη ντόπια αγορά και για εξαγωγή.

Στα κεφαλωτά μαρούλια η συγκομιδή αρχίζει όταν η κεφαλή αποκτήσει το χαρακτηριστικό μέγεθος της ποικιλίας και ταυτόχρονα αποκτήσει καλή συνεκτικότητα. Σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες όταν ακολουθείται η διαδικασία της μεταφύτευσης σε κύβους εδάφους ή σε υποστρώματα σε δίσκους, η ανάπτυξη του φυτού είναι ομοιόμορφη και η συγκομιδή γίνεται ταυτόχρονα σε όλα τα φυτά. Μάλιστα, στην Ολλανδία και άλλες χώρες, εφαρμόζεται και μηχανική συγκομιδή.

Ο χρόνος που παραμένουν τα φυτά στο έδαφος του θερμοκηπίου (μεταφύτευση - συγκομιδή) και η εποχή συγκομιδής εξαρτάται από την εποχή μεταφύτευσης, την ποικιλία, την εποχή (τον χειμώνα παραμένουν περισσότερο στο έδαφος). Γενικά, μπορεί να λεχθεί ότι στην Ελλάδα απαιτούνται 1,5 - 3 μήνες. Καθυστέρηση στην συγκομιδή προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας.

Η συγκομιδή πρέπει να γίνεται όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και τα φυτά στεγνά. Αμέσως μετά τα φυτά θα πρέπει να τοποθετούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες (ψυγεία) μέχρι να μεταφερθούν στην αγορά.

Εάν πρόκειται να συσκευαστούν για εξαγωγή τότε θα πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα οι θερμοκρασίες κατά τη μεταφορά στο συσκευαστήριο (αυτοκίνητο - ψυγείο), η αποφυγή ζημιών στα φυτά κατά την μεταφορά και τη συσκευασία. Η διαλογή και συσκευασία γίνεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στην Αμερική το προϊόν αμέσως μετά τη συγκομιδή και συσκευασία ψύχεται σε μεγάλα ψυγεία κενού (Vacuum coolers), ώστε να ψύχεται το προϊόν όσο το δυνατόν πιο σύντομα στη θερμοκρασία 1° C και να εξασφαλίζεται ή διατήρηση της ποιότητας τον προϊόντος. Η

μεταφορά δε στους τόπους κατανάλωσης γίνεται πάλι με αυτοκίνητα - ψυγεία ή τραίνα - ψυγεία. Το μαρούλι είναι πολύ ευπαθές λαχανικό, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε νερό. Δεν διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά τη συγκομιδή. Η υποβάθμιση της ποιότητας αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας αποθήκευσης. Διατηρεί την ποιότητά του καλή για 10 -14 ώρες σε θερμοκρασία αποθήκευσης 1° C και 95- 97 % υγρασία.

Η ποιότητα στο μαρούλι καθορίζεται από την εμφάνιση, απουσία συμπτωμάτων από εχθρούς , ασθένειες και φυσιολογικές ανωμαλίες, απουσία ξένων ουσιών (χώμα, υπολείμματα φυτοφαρμάκων κ.α.) την γεύση (γλυκιά όχι πικρή) και τα φύλλα πρέπει να είναι τρυφερά και τραγανά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

2.1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Με τον όρο υδροπονική καλλιέργεια, εννοούμε την εκτός εδάφους καλλιέργεια, που πραγματοποιείται σε ένα υγρό μεσο, το οποίο παρέχει στο φυτό όλα τα απαραίτητα για την ανάπτυξή του θρεπτικά στοιχεία (Gericke' s καλλιέργεια).

Κατ' επέκταση, ο όρος αυτός όπως προτείνει και ο Davtayn, χρησιμοποιείται για όλες τις κατηγορίες των εκτός εδάφους ή χωρίς έδαφος καλλιεργειών, που βασικό γνώρισμά τους, είναι η διοχέτευση κάποιου θρεπτικού διαλύματος στο τεχνητό υπόστρωμα που χρησιμοποιείται, ανεξαρτητα από τη μορφή και τη σύσταση του τελευταίου.

2.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Υπάρχουν διάφοροι τύποι υδροπονικών συστημάτων. Σε γενικές γραμμές διαχωρίζονται σε ανοιχτά και κλειστά (ανακυκλούμενα) συστήματα.

Ένα υδροπονικό σύστημα ονομάζεται ανοιχτό, όταν το μέρος του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει ως πλεονάζον από το χώρο των ριζών δεν συλλέγεται αλλά αφήνεται να χαθεί στο περιβάλλον και συνήθως απορροφάται από το έδαφος του θερμοκηπίου. Κλειστό, αντίθετα, καλείται ένα υδροπονικό σύστημα όταν το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα που απομακρύνεται από τον χώρο των ριζών συλλέγεται, ανανεώνεται, συμπληρώνεται με θρεπτικά στοιχεία και με τη βοήθεια μιας αντλίας οδηγείται ξανά στα φυτά προς επαναχρησιμοποίηση. Στα κλειστά συστήματα έχουμε δηλαδή ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει.

Ένας τρόπος επαναχρησιμοποίησης του διαλύματος απορροής είναι η συνεχής τροφοδοσία και επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος, όπως π.χ. γίνεται στο σύστημα N.F.T. Ο δεύτερος τρόπος ανακύκλωσης αφορά υδροπονικά συστήματα στα οποία η παροχή θρεπτικού διαλύματος (πότισμα) είναι συχνή αλλά διακοπτόμενη και μικρής διάρκειας. Σε αυτού του είδους τα κλειστά υδροπονικά συστήματα το διάλυμα απορροής που συλλέγεται μετά από κάθε πότισμα συμπληρώνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία και χρησιμοποιείται ξανά. Οι ποσότητες θρεπτικού διαλύματος που απορρέουν από το ριζόστρωμα και επαναχρησιμοποιούνται αφού πρώτα συμπληρωθούν με νερό και

Λιπάσματα είναι τελείως διαφορετικές σε κάθε μία από τις προαναφερόμενες τεχνικές ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος.

Η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει και απορρέει από το ριζόστρωμα μετά από κάθε εφαρμογή ύδρευσης συμβάλλει τόσο στην εξοικονόμηση νερού και λιπασμάτων όσο και στον περιορισμό της μόλυνσης του περιβάλλοντος με νιτρικά και άλλα λιπάσματα. Πρόκειται δηλαδή για μία κατ' εξοχήν φιλική προς το περιβάλλον μέθοδο καλλιέργειας φυτών. Η εφαρμογή ανακύκλωσης όμως εμπεριέχει κινδύνους γρήγορης εξάπλωσης μολύνσεων στην καλλιέργεια όταν το διάλυμα απορροής δεν απολυμαίνεται πριν επαναχρησιμοποιηθεί. Οι κυριότερες μέθοδοι απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος είναι η παστερίωση με θέρμανση, η έκθεσή του σε υπεριώδη ακτινοβολία και η αργή διήθηση μέσω άμμου. Η χρήση χημικών απολυμαντικών όπως O_3 , H_2O_2 και I_2 περικλείει κινδύνους φυτοτοξικότητας ενώ η διήθηση μέσω μικροφίλτρων παρουσιάζει προβλήματα απόφραξης.

Τα περισσότερα συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών μπορούν να λειτουργούν τόσο ως κλειστά όσο και ως ανοιχτά. Για να λειτουργήσει όμως ως κλειστό ένα υδροπονικό σύστημα θα πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες εγκαταστάσεις, ώστε να είναι δυνατή η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος. Εκτός από τον επιπλέον εξοπλισμό, η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος απαιτεί και διαφορετικούς χειρισμούς όσον αφορά την τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικό διάλυμα και γενικά τη θρέψη της καλλιέργειας. Το πρόβλημα της συμπλήρωσης του διαλύματος απορροής συνίσταται στον καθορισμό των απαραίτητων ποσοτήτων νερού και πυκνών διαλυμάτων που πρέπει να προστεθούν σε αυτό ώστε το διάλυμα που θα προκύψει από αυτή τη διαδικασία να έχει την επιθυμητή σύνθεση. Όπως είναι γνωστό, ο ρυθμός απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά δεν είναι σταθερός αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος και στάδιο ανάπτυξης του φυτού, δηλαδή της έκτασης φιλικής επιφάνειας, τα κλιματικά δεδομένα που επικρατούν σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, κ.τ.λ. Επομένως, ο όγκος του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει και απομακρύνεται από το ριζόστρωμα, μετά από την χορήγηση του στα φυτά καθώς και οι συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται σε αυτό διαφέρουν κάθε φορά. Κατά συνέπεια οι ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων που πρέπει να προστεθούν στα διάλυμα απορροής δεν είναι σταθερές και για αυτό δεν μπορούν να καθοριστούν εκ των προτέρων. Σε κάθε περίπτωση όμως, για να είναι εφικτή από τεχνική και οικονομική άποψη η ανακύκλωση του διαλύματος απορροής, η συμπλήρωσή του με τις κατάλληλες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων θα πρέπει να γίνεται αυτόματα με την βοήθεια

κατάλληλου εξοπλισμού. Οι στρατηγικές που μπορούν να εφαρμοστούν για την συμπλήρωση του διαλύματος απορροής με τις αναγκαίες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων εξαρτώνται από τον διατιθέμενο εξοπλισμό και μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

- Συμπλήρωση με προεπιλεγμένη αναλογία μείξης διαλύματος απορροής – νερού
- Συμπλήρωση με αυτόματα ρυθμιζόμενη αναλογία ανάμειξης απορροής - νερού.
- Συμπλήρωση με αυτόματα μεταβαλλόμενη αναλογία έγχυσης λιπασμάτων.

2.2 ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

2.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

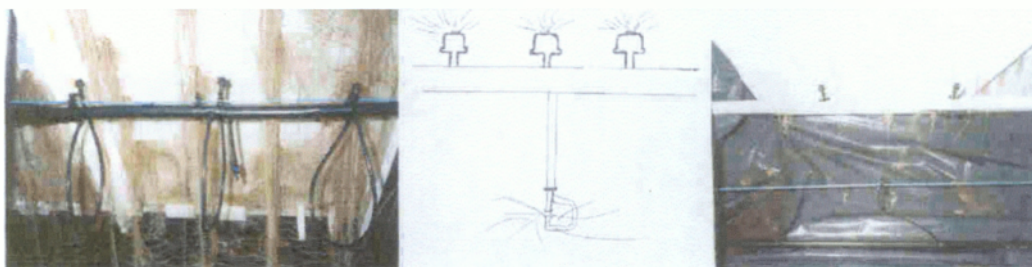
Όπως και στην υδροπονία, έτσι και στην αεροπονία η καλλιέργεια πραγματοποιείται εκτός εδάφους, με τη διαφορά ότι στη δεύτερη, η ρίζα των φυτών βρίσκεται στον αέρα και αφού της παρέχεται θρεπτικό διάλυμα, μέσω ειδικά εγκατεστημένων μπέκ ψεκασμού, αναπτύσσεται και κατά συνέπεια αναπτύσσεται και το φυτό.

Παρακάτω, περιγράφονται αναλυτικά οι μέθοδοι και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, για την εγκατάσταση και την λειτουργία ενός συστήματος αεροπονικής καλλιέργειας.

2.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Η εγκατάσταση που χρησιμοποιείται είναι «κλειστού τύπου», δηλαδή με ανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος. Στα συστήματα κλειστού κυκλώματος, η διανομή προς τα παρτέρια καλλιέργειας, γίνεται από μία κεντρική δεξαμενή. Η κεντρική αυτή δεξαμενή γεμίζει με θρεπτικό διάλυμα συγκεκριμένης σύστασης το οποίο διανέμεται στις πυραμίδες με τη βοήθεια ενός ζεύγους αντλιών.

Ο ψεκασμός των ριζών διαρκεί 30 sec έτσι ώστε ένα στρώμα θρεπτικού διαλύματος να καλύψει την επιφάνεια των ριζών. Οι ρίζες απορροφούν νερό και θρεπτικά στοιχεία από το στρώμα που τις καλύπτει προκαλώντας την εξάντλησή του. Πριν την εξάντληση του στρώματος, ο ψεκασμός επαναλαμβάνεται εμπλουτίζοντας και ανανεώνοντας το θρεπτικό στρώμα πάνω στις ρίζες.



Σύστημα άρδευσης (υδρονέφωσης) με μπέκ

Το πλεονάζον διάλυμα που απορρέει μετά από κάθε ψεκασμό των ριζών οδηγείται μέσω ενός αποχετευτικού δικτύου, που λειτουργεί με την κλίση του εδάφους χωρίς μηχανική υποστήριξη, σε δεξαμενές συλλογής και αφού φιλτραρισθεί από φίλτρο το οποίο

πλένεται κάθε μέρα, επιστρέφει στην κεντρική δεξαμενή διανομής με ένα ζεύγος αντλιών και μία βοηθητική αντλία που ενεργοποιούνται από ειδικούς «επιτηρητές στάθμης».

Όταν ο όγκος του διαλύματος στην κεντρική δεξαμενή μειώνεται κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο, περίπου «65cm) τότε το διάλυμα αναπληρώνεται με προσθήκη νέου διαλύματος της ίδιας σύστασης που ετοιμάζεται αυτόματα από ένα αυτόνομο σύστημα του Η/Υ (έλεγχος pH και EC μέσω Η/Υ).

Το παραπάνω σύστημα ετοιμασίας διαλύματος λειτουργεί αυτόματα και αυτόνομα και οι διαδικασίες που εκτελεί είναι οι εξής:

- Γέμισμα με συγκεκριμένο όγκο νερού (2000 Lit).
- Ρύθμιση pH που κυμαίνεται στο 5,6 (με βάση βιβλιογραφία για διάλυμα υδροπονίας) με δοσομέτρηση ενός μείγματος αραιού φωσφορικού και νιτρικού οξέος αναλογίας 1:10.
- Δοσομέτρηση συγκεκριμένης και προκαθορισμένης ποσότητας από τρία διαφορετικά μητρικά διαλύματα (δεξαμενή Α που περιέχει N, Ca, K, δεξαμενή Β που περιέχει P, K, δεξαμενή Γ που περιέχει μακροστοιχεία και δεξαμενή Δ που περιέχει ιχνοστοιχεία).
- Μεταφορά στην κεντρική δεξαμενή διανομής όταν η στάθμη της τελευταίας πέσει κάτω από συγκεκριμένο επίπεδο.



Κεντρική δεξαμενή θρεπτικού διαλύματος και δεξαμενές ιχνοστοιχείων και οξέων

2.2.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΤΟΥ

Το μαρούλι αντέχει σε θερμοκρασίες κάτω των -5°C ενώ υπό συνθήκες θερμές έχει την τάση να αναπτύσσει πρώιμα ανθοφόρο βλαστό, ιδιαίτερως όταν οι υψηλές

θερμοκρασίες συνδυάζονται και με μεγάλη φωτοπερίοδο.

Το καλλιεργούμενο μαρούλι είναι φυτό ποώδες με ρίζα πασσαλώδη, η οποία κατά τη μεταφύτευση συνήθως καταστρέφεται για να αναπτυχθεί αργότερα ένα επιπόλαιο θυσσανώδες ριζικό σύστημα. Τα φύλλα σχηματίζονται από ένα βραχύ στέλεχος και είναι πλατιά, ποικίλουν σε μέγεθος και σχήμα, με επιφάνεια λεία ή κυματοειδή, χρώματος πράσινου η πρασινοκίτρινου και σε μερικές ποικιλίες με απόχρωση κόκκινη. Είναι πολύ κοντά το ένα με το άλλο, κατά τρόπο που να σχηματίζουν κατά την ανάπτυξη του φυτού σφαιροειδή ή προμήκη κεφαλή. Κατά την εποχή της αναπαραγωγής το στέλεχος του φυτού επιμηκύνεται φτάνοντας συνήθως το ύψος των 0,80m έως 1,20m και σχηματίζει διακλαδώσεις, οι οποίες καταλήγουν σε ταξιανθίες με 15 έως 25 η κάθε μία ερμαφρόδιτα άνθη. Αυτά είναι μικρά και κίτρινα με στεφάνη από πέντε ενωμένα πέταλα και πέντε στήμονες που σχηματίζουν σωλήνα γύρω από το στύλο. Ο τελευταίος είναι εφοδιασμένος με λεπτές τρίχες και φέρει δίλοβο στίγμα, το οποίο είναι επιδεκτικό επικονίασης μόνο για μερικές ώρες, το πρωί. Η αυτογονιμοποίηση είναι ο κανόνας, σπάνια δε συμβαίνει να σταυρογονιμοποιηθούν μερικά άνθη.

Ο σπόρος - για καρπό (αχινιό) πρόκειται - είναι μικρός, επιμήκης, χρώματος ποικιλόχρους αναλόγως της ποικιλίας και εφοδιασμένος με πάππο (φούντα) από λεπτές και λευκές τρίχες.



Ρίζα μαρουλιού

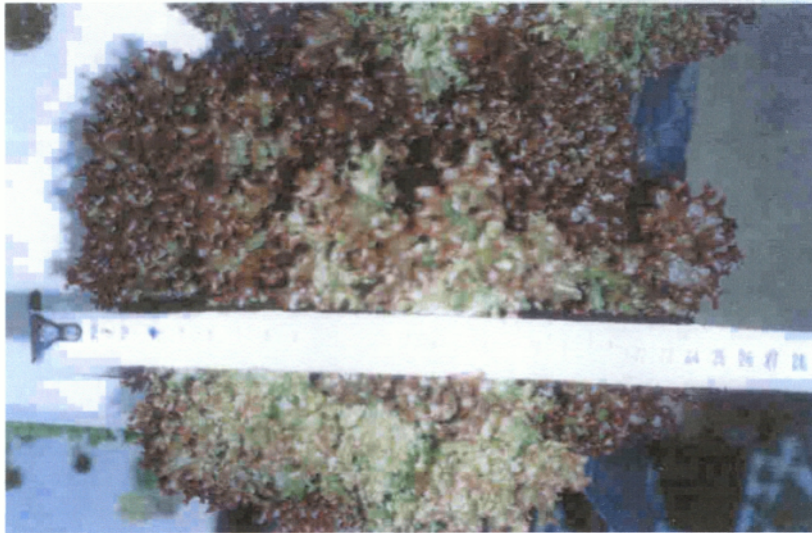
Κατά τη χειμερινή περίοδο και για την καλλιέργεια του κεφαλωτού μαρουλιού στο θερμοκήπιο, ευνοϊκές θερμοκρασίες είναι αυτές των 15°C έως 20°C κατά τη διάρκεια της ημέρας και 10°C έως 15°C κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το θερμοκήπιο διαθέτει σύστημα θέρμανσης με σωλήνες που βρίσκονται γύρω και στη βάση των πυραμίδων και όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω των 10°C αρχίζει να λειτουργεί.



Λείο κεφαλωτό (butterhead)



Κατσαρό πράσινο (Lolo Green)



Κατσαρό κόκκινο (Lolo Rosa)

Γενικώς τα μαρούλια και ιδιαίτέρως τα κεφαλωτά απαιτούν κατά την περίοδο σχηματισμού της κεφαλής τους χαμηλές θερμοκρασίες. Στην αντίθετη περίπτωση που έχουν σχηματίσει κεφαλή αυτή μπορεί να είναι χαλαρή και η γεύση των φύλλων υπόπικρη, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει πως και πολύ χαμηλές θερμοκρασίες είναι ευνοϊκές για την καλή αναπτυξη του φυτού.

Η υγρασία μαζί με μέτριες θερμοκρασίες ευνοεί την αναπτυξη περονόσπορου και καλό είναι να αποφεύγεται κάτι τέτοιο.

2.2.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Μετά τη μεταφύτευση σε πλάκες από φενιζόλ διαστάσεων (74,5cm x 99,5cm) και χωρητικότητας 20 φυτών ανά πλάκα, οι δίσκοι σποράς, που είναι κι αυτοί από φενιζόλ διαστάσεων (48,5cm x 32,5 cm) και χωρητικότητας 77 φυτών ανά δίσκο, πλένονται πολύ καλά, σε λεκάνη με καθαρό νερό που ανανεώνεται κάθε 300 δίσκους, για να απομακρυνθούν όλες οι ξένες ύλες από πάνω τους. Στη συνέχεια εμβαπτίζονται σε διάλυμα χλωρίου (2Lit σε 500Lit νερό) για 24 ώρες και τοποθετούνται πάνω σε πλαστικά τελάρα. Παραμένουν έτσι για 2 τουλάχιστον ώρες και μετά ξεπλένονται με νερό. Έτσι ολοκληρώνεται ο καθαρισμός και η απολύμανση των υλικών σποράς (ποτήρια, δίσκοι) και είναι έτοιμα για να εφαρμοστεί η διαδικασία σποράς.

Τα ποτήρια σποράς τοποθετούνται ένα ένα στην κάθε θέση των δίσκων και αφού τοποθετηθούν όλα τα ποτήρια στη θέση τους για τη σπορά που θα επακολουθήσει, οι δίσκοι σποράς με τα ποτήρια τοποθετημένα στις θέσεις τους γεμίζονται με βρεγμένο

περλίτη τον οποίο έχουμε βρέξει σε αναλογία 100Lit περλίτη με 15 Lit νερό μέσα σε μπετονιέρα.

Τότε ρυθμίζεται η μηχανή σποράς και αρχίζει η διαδικασία. Κάθε θέση καλύπτεται με ένα λεπτό στρώμα βερμικουλίτη και στο τέλος γίνεται η διάβροχη. Κατά τη διάρκεια της σποράς καλό είναι να έχουν τηρηθεί τα παραπάνω και να ελέγχονται οι σπόροι για ξένες ύλες.



Πνευματική σπαρτική μηχανή

Οι έτοιμοι σπαρμένοι δίσκοι τοποθετούνται σε παλέτα, 7 σε κάθε επίπεδο έως 22 το πολύ σειρές. Η παλέτα όταν ολοκληρωθεί η τοποθέτηση των δίσκων τυλίγεται, το χειμώνα, με διάφανο πλαστικό για να διατηρηθεί η υγρασία των δίσκων. Ενώ αντίθετα, από την πρώτη περίπου Απριλίου έως και τις 30 Σεπτεμβρίου η παλέτα καλύπτεται με άσπρο πλαστικό έτσι ώστε να μην δέχεται υψηλές θερμοκρασίες και να διατηρείται η υγρασία μέσα σε αυτή. Καλό είναι να γράφεται και η ημερομηνία σποράς.

Μετά από 2 ημέρες το αργότερο, το καλοκαίρι (από 1/4 έως 30/9), ή σε 4 ημέρες το χειμώνα (1/10 έως 30/3) οι δίσκοι μεταφέρονται και τοποθετούνται στη λίμνη του φυτωρίου ένας ένας μέχρι να γεμίσει ο κάθε διάδρομος της λίμνης.



Παλέτα με δίσκους



Άποψη λίμνης φυτωρίου

Οι δίσκοι παραμένουν στη θέση αυτή για 15 έως 20 ημέρες το καλοκαίρι, και 27 έως 30

ημέρες το χειμώνα, και αφού αποκτήσουν μήκος ρίζας μεγαλύτερο των 6 cm είναι έτοιμα για μεταφύτευση.

Όταν τα φυτά στο σπορείο αποκτήσουν μήκος ρίζας μεγαλύτερο ή ίσο των 6 cm τότε τα βγάζουμε από τη λίμνη και ολόκληρος ο δίσκος σποράς με τα φυτά και τις γυμνές ρίζες τους τοποθετούνται στις λεκάνες μεταφοράς γεμάτες με καθαρό νερό.

Δεν πρέπει να φυτεύουμε φυτά με ρίζα μικρότερη των 6 cm όπως και φυτά που φαίνονται προβληματικά με μικρά φύλλα ή κίτρινα. Ο δίσκος δεν πρέπει να ακουμπήσει πουθενά παρά μόνο στις ειδικές λεκάνες που θα περιέχουν πάντοτε καθαρό νερό (νερό γεώτρησης). Οι δε λεκάνες μπαίνουν στο καρότσι μεταφοράς.

Στη συνέχεια οδηγούνται στο διάδρομο των πυραμίδων, που η απόσταση μεταξύ των πυραμίδων είναι 60cm, το ύψος της πυραμίδας 96cm και το ύψος στο οποίο βρίσκεται ο σωλήνας ποτίσματος, που συνήθως είναι ή από υλικό PVC ή από πολυαιθυλαίνο, είναι 65cm από το έδαφος. Εκεί γίνεται η τοποθέτηση των φυτών με το κύπελλό τους στις οριστικές θέσεις μεταφύτευσης. Τοποθετούμε φυτά σε όλες τις θέσεις φύτευσης της πλάκας με την ειδική λαβίδα συγκράτησης των ποτηριών και τα πιέζουμε ελαφρά για να στερεωθούν στη θέση φύτευσης. Δεν πρέπει να πιέζονται οι ρίζες των φυτών καθώς περνούν την οπή της πλάκας του φενιζόλ.



Λαβίδα συγκράτησης ποτηριών

Μετά την εγκατάσταση των φυτών στις πλάκες ξεκινάει η άρδευση της καλλιέργειας. Οι

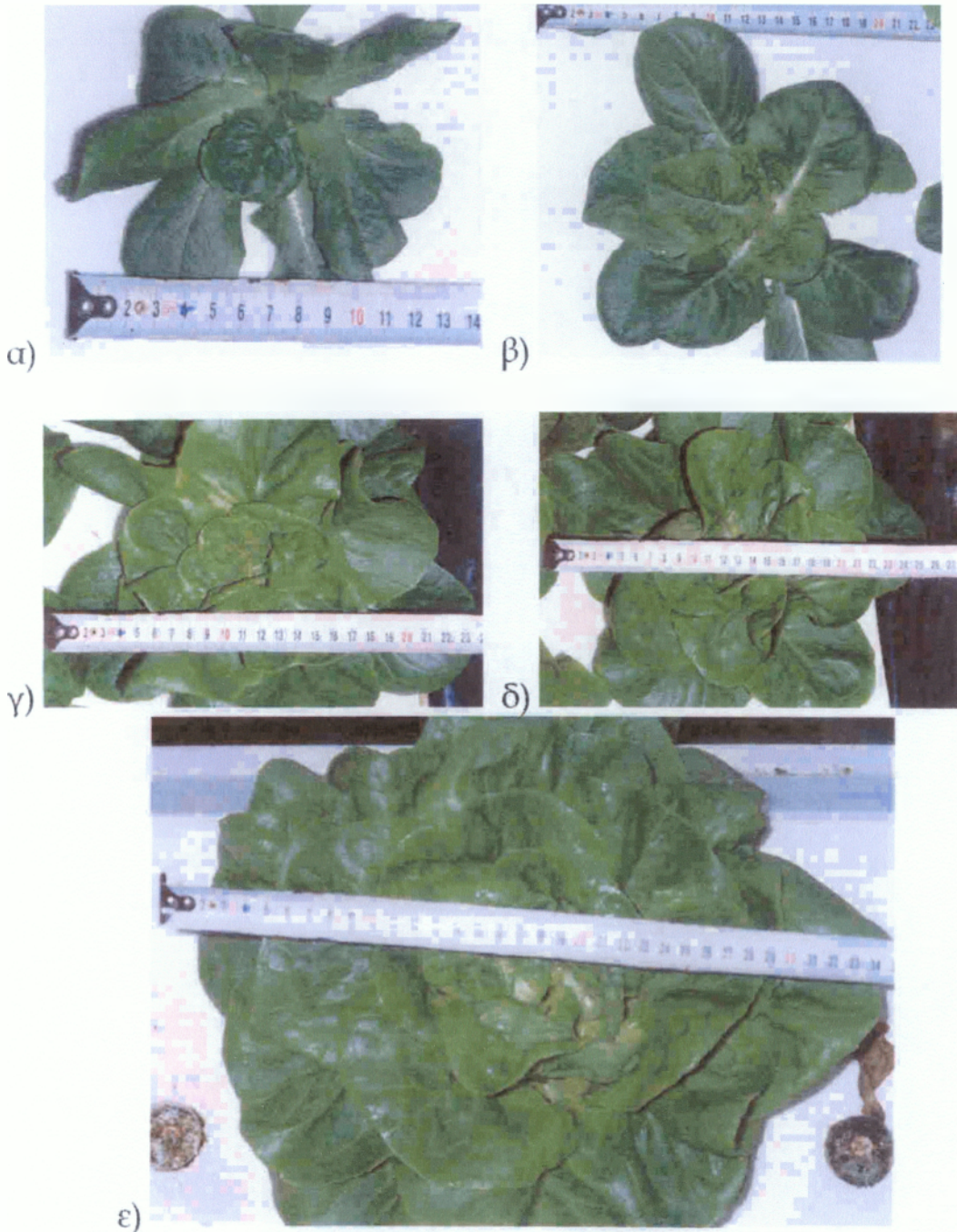
ποσότητες του νερού και των θρεπτικών στοιχείων (θρεπτικού διαλύματος) δεν είναι ακριβείς γιατί το μαρούλι λόγω της μεγάλης φιλικής επιφάνειάς του και λόγω ακανόνιστης εξατμισοδιαπνοής κατά τις θερμές μέρες επιβάλλεται να έχουμε μεγαλύτερη συχνότητα αρδεύσεων από αυτή των κρύων ημερών. Για την άρδευση η ύπαρξη αυτοματισμών επιτρέπει τη ρύθμιση των χρόνων έναρξης και διάρκειας ποτίσματος σε σχέση με τις κλιματικές συνθήκες. Έτσι επιτρέπεται μια ορθολογική χρήση του θρεπτικού διαλύματος με ικανοποιητικά αποτελέσματα για την καλλιέργεια.



Άποψη πυραμίδων θερμοκηπίου

2.2.5 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Μερικά από τα στάδια ανάπτυξης του μαρουλιού με σφικτή κεφαλή (butter head) φαίνονται παρακάτω





Δέκα ημερών

Είκοσι ημερών

2.2.6 ΣΤΑΔΙΟ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Ο κατάλληλος χρόνος για τη συλλογή του μαρουλιού, που συμβαδίζει και με την ποιότητα η οποία ζητείται από τον καταναλωτή, είναι:

- όταν το βάρος των μαρουλιών ξεπερνά τα 180gr
- όταν έχει καλοσχηματιστεί η κεφαλή του μαρουλιού και αυτό είναι δυνατό να αναγνωρισθεί εάν δούμε από την κάτω μεριά του
- όταν έχει ομοιόμορφο χρώμα χωρίς κηλίδες και στίγματα από πιθανές μολύνσεις - ασθένειες
- όταν υπάρχει απουσία προσβολών, π.χ. ιώσεις, σήψεις κ.τ.λ.
- όταν το μαρούλι δεν έχει ξένες ύλες, όπως χώμα, περλίτη κ.τ.λ.

Μετά τη συλλογή το μαρούλι πρέπει να αποθηκευτεί όσο το δυνατό γρηγορότερα στο ψυγείο, όπου μπορεί να παραμείνει για 15 περίπου ημέρες.

2.2.7 ΤΡΟΠΟΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ

Αφού το μαρούλι πληρεί τις παραπάνω προϋποθέσεις βγαίνει από τη θέση που βρίσκεται πάνω στην πλάκα μαζί με τη ρίζα. Η ρίζα κόβεται και πετιέται. Στη συνέχεια το ποτηράκι που κρατάει το υπόστρωμα (περλίτης, βερμικουλίτης) βγαίνει και τοποθετείται σε τελάρο. Το μέρος κάτω από το λαιμό του φυτού κόβεται και αφαιρούνται τα φύλα που

πιθανώς να έχουν αλλοιώσεις η ξένες ύλες και τοποθετούνται σε τελάρα χάρτινα μιας χρήσεως που μέσα τους υπάρχει πλαστική σακούλα για να κρατάει την υγρασία στα φύλα κατά τη διάρκεια της μεταφοράς.

Κατά τη διάρκεια της συγκομιδής πρέπει τα χέρια να είναι καθαρά η αν είναι δυνατό να χρησιμοποιούνται απολυμασμένα γάντια μιας χρήσεως.

2.2.8 ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Στη σπορά:

- Στη ρύθμιση σπαρτικής μηχανής:
 - ένα σπόρο ανά θέση φύτευσης
 - να σκεπάζεται ο σπόρος 2 ως 3 mm με βερμικουλίτη
 - ψεκασμός όλου του δίσκου σποράς με νερό σε μορφή υδρατμών
- Τοποθέτηση των δίσκων σποράς στην παλέτα για δυο μέρες το καλοκαίρι και τέσσερις τον χειμώνα.
- Τοποθέτηση στις λίμνες ώστε η ρίζα να αποκτήσει 6 cm μήκος.

Στο αραιώμα: 10 έως 15 μέρες μετά τη σπορά γίνεται αραιώμα ώστε να υπάρχει ένα φυτό ανά θέση φύτευσης.

Στη μεταφύτευση: μόλις οι ρίζες φτάσουν τα 6 cm μήκος γίνετε μεταφύτευση στις πλάκες των πυραμίδων. Φυτά που δεν έχουν ανεπτυγμένο το ριζικό τους σύστημα η είναι μικρότερα των 6 cm δεν μεταφυτεύονται.

2.2.9 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα για τα οποία η υδροπονική καλλιέργεια των φυτών θα ήταν ο ιδανικότερος τρόπος καλλιέργειας φυτών είναι τα εξής:

➤ Η καταπολέμηση των προβλημάτων που προκαλούν οι ασθένειες του εδάφους, όπως το φουζάριο, το πύθιο, τα έντομα του εδάφους, νηματώδεις ή κάποια βακτήρια. Αυτό είναι βέβαια εφικτό, αλλά υπάρχουν περιπτώσεις που εάν το φυτό έρθει σε επαφή με το έδαφος ή εάν το θρεπτικό διάλυμα ή το νερό έχουν μολύνει μπορούν να μεταδώσουν τις παραπάνω ασθένειες.

➤ Λόγω του ότι η καλλιέργεια γίνεται σε υποστρώματα ή ακόμα και στον αέρα (αεροπονία) δεν είναι αναγκαία η απολύμανση του εδάφους με διάφορα φυτοφάρμακα, όπως το βρωμιούχο αιθύλιο που εγκυμονεί κινδύνους τόσο για την υγεία των παραγωγών και των καταναλωτών όσο και για το κόστος του προϊόντος.

➤ Με την υδροπονία λύνεται το πρόβλημα που αντιμετωπίζουν πολλά εδάφη λόγω υπερενταντικής εμετόπλευσης και μονοκαλλιέργειας χωρίς χρόνο για αγρανάπαυση .

➤ Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η υδροπονία όταν το παρεχόμενο για άρδευση έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα (EC πάνω από 1 έως 1,5 ads / ω). Παρόλα αυτά όμως, όταν η αλατότητα του νερού είναι υψηλή προτιμούνται ανοιχτά υδροπονικά συστήματα, προς αποφυγή υψηλής αλατότητας. Η υδροπονική καλλιέργεια, τόσο σε υπόστρωμα όσο και σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, επιφέρει σημαντική μείωση του χρόνου καλλιέργειας, λόγω του ότι οι υψηλές θερμοκρασίες που διαμορφώνονται στο χώρο του ριζώματος, όταν τα φυτά καλλιεργούνται εκτός εδάφους, είναι ιδανικές.

➤ Η θρέψη των φυτών είναι πολύ πιο ακριβής, ελέγχεται και εποπτεύεται καλύτερα, διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα λόγω του ότι τα θρεπτικά στοιχεία παρέχονται σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις και αναλογίες μεταξύ τους και κατά συνέπεια μια σειρά από μεταβλητές του εδάφους (όπως μηχανική σύσταση, δομή) δεν ασκούν καμία πλέον επίδραση στην καλλιέργεια με τελικά αποτελέσματα ενός κατάλληλου σχεδίου θρέψης των φυτών.

➤ Μια τέτοια καλλιέργεια απαλλάσσει τον καλλιεργητή από εργασίες προετοιμασίας του εδάφους και του δίνει το χρόνο να αξιοποιήσει το θερμοκήπιο για περισσότερες καλλιέργειες ανά τον χρόνο.

➤ Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων, σε σύγκριση με το έδαφος, η καταλληλότερη θρέψη και διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζικό

σύστημα κατά τις ψυχρές μέρες του έτους, έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων.

- Λόγω δυνατότητας πυκνής φύτευσης αξιοποιούμε το χώρο του θερμοκηπίου πολύ καλύτερα απ' ό τι αν η καλλιέργεια γινόταν υπαίθρια.
- Ύπαρξη καλύτερων συνθηκών εργασίας για τον καλλιεργητή μακριά από βρωμιές και σκόνες.
- Η καταλληλότητα της θρέψης δίνει στο φυτό καλύτερη ποιότητα, εφόσον αποφεύγονται τοξικότητες ή τροφοπενίες και το διάλυμα θρέψης είναι σε άριστες τιμές.
- Τέλος, η αποτελεσματικότερη προστασία του περιβάλλοντος, όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε κλειστό υδροπονικό αεροπονικό σύστημα, δίνει τη δυνατότητα ελέγχου των λιπασμάτων ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση νιτρικών αλάτων στο έδαφος, όπου υπάρχουν επιφανειακά νερά, και κατά συνέπεια ελαττώνονται οι κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία. Σε μια τέτοια περίπτωση προτιμούνται κλειστά υδροπονικά συστήματα.

Μειονεκτήματα

- Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μιας υδροπονικής - αεροπονικής καλλιέργειας είναι και το βασικότερο. Το ποσό αυτό συνίσταται κυρίως στη δαπάνη αγοράς και κατασκευής των πάγιων εγκαταστάσεων παρασκευής, τροφοδοσίας και ανακύκλωσης (προαιρετικά) του θρεπτικού διαλύματος, όπως και του υποστρώματος, εάν αυτό υπάρχει. Το καθαρό, βέβαια, κόστος που απαιτείται για την εγκατάσταση μιας τέτοιας μονάδας είναι βέβαια χαμηλότερο, δεδομένου ότι εξοικονομούνται τα έξοδα προετοιμασίας του εδάφους.
- Η εμφάνιση δυσμενών καταστάσεων από πιθανά λανθασμένο χειρισμό είναι σαφώς πιο γρήγορη και πιο έντονη στις υδροπονίες καλλιέργειες, για αυτό και είναι μια καλλιέργεια που απαιτεί προσοχή και λεπτούς χειρισμούς προς αποφυγή τέτοιων λαθών.
- Η εφαρμογή της υδροπονίας προϋποθέτει ότι ο παραγωγός θα πρέπει να διαθέτει μερικές γνώσεις που είναι βασικές για την υποστήριξη μιας τέτοιας εφαρμογής. Βέβαια αυτό υποστηρίζεται πάντα από έναν ειδικευμένο γεωπόνο με την βασική τεχνική υποστήριξη.
- Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υπάρχει πάντα ο κίνδυνος εξάπλωσης μολύνσεων μέσω του ανακυκλωμένου θρεπτικού διαλύματος. Η πείρα έχει δείξει ότι ακόμη κι αν κάποια φυτά υποστούν μια μόλυνση η υπόλοιπη καλλιέργεια δεν μολύνεται, εφόσον προλάβουν κι απομακρυνθούν αμέσως από την υδροπονική καλλιέργεια τα μολυσμένα φυτά. Θεμιτό είναι να απολυμαίνεται το ανακυκλωμένο νερό πριν την εφαρμογή της άρδευσης.
- Στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση των λιπασμάτων είναι αυξημένη σε

σύγκριση με το έδαφος. Οι ποσότητες των ιχνοστοιχείων που χορηγούνται στα φυτα στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι πολύ μικρές, ενώ η χορήγηση Mg συνηθίζεται και στις καλλιέργειες εδάφους. Επίσης στην υδροπονία οι ποσότητες αζωτούχων, φωσφορούχων και καλιούχων λιπασμάτων δεν ξεπερνούν τις αντίστοιχες στο έδαφος. Στην πραγματικότητα οι μόνες ποσότητες λιπασμάτων οι οποίες είναι άξιες λόγου, είναι αυτές του Ca αν και σε μερικές περιπτώσεις το νερό της άρδευσης καλύπτει τις ανάγκες του ασβεστίου στα φυτα από μόνο του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3 ΤΑ ΝΙΤΡΙΚΑ ΣΤΑ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Λίγο πριν την λήξη της 2^{ης} χιλιετηρίδας, στις περισσότερες περιοχές του πλανήτη μας και κυρίως στις αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες περιοχές, τα βασικότερα αγαθά της επιβίωσης του ανθρώπου, το πόσιμο νερό και η τροφή, θεωρούνται δεδομένα.

Με τη σταδιακή αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού λίγα χρόνια μετά το Β Παγκόσμιο Πόλεμο και τη σταδιακή εξέλιξη όλων των τομέων, η γεωργία με τη σειρά της εξελίχθηκε προς το καλύτερο. Από τις αρχές της δεκαετίας του '50, η εφαρμογή των λιπασμάτων εμφανίζεται δειλά δειλά, για μια μεγαλύτερη και καλύτερης ποιότητας παραγωγή γεωργικών προϊόντων, λόγω της διαρκούς πληθυσμιακής αύξησης σε παγκόσμιο επίπεδο. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '60 περίπου, οι εντατικές εφαρμογές λίπανσης σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, δεν προκάλεσαν κανένα ανησυχητικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. (Vaclav Smil, 1996)

Τα τελευταία, όμως, 20 χρόνια, οι συνεχόμενες εντατικές λιπάνσεις των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, αύξησαν τις ανησυχίες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, για τις αρνητικές τους επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και κατ' επέκταση στην υγεία του ανθρώπου.

Ο κυριότερος παράγοντας των αρνητικών επιδράσεων της εντατικοποίησης των λιπασμάτων και ιδιαίτερα των αζωτούχων στο περιβάλλον, είναι η αύξηση των νιτρικών, η οποία προκαλείται κυρίως από τη σχεδόν, ολική μετατροπή των αζωτούχων λιπασμάτων σε NO_3^- , τα οποία με τη σειρά τους μπορούν να διοχετευθούν και να αποθηκευθούν στα υπεδάφια (ποτάμια, λίμνες, θάλασσες) και υπόγεια νερά σε αρκετά μεγάλες ποσότητες, με την βοήθεια πολλών παραγόντων όπως η βροχόπτωση, η άρδευση και έκπλυσή τους σε περιοχές αυξημένης λίπανσης.

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα, τη τελευταία δεκαετία έχει δείξει έντονο ενδιαφέρον για το πρόβλημα των νιτρικών, το οποίο παίρνει σιγά σιγά τεράστιες διαστάσεις και γίνονται προσπάθειες για τη λήψη κατάλληλων μέτρων για την επίλυση του.

Το πρώτο από αυτά τα μέτρα, είναι η θέσπιση του ανώτατου επιτρεπτού ορίου νιτρικών στο πόσιμο νερό, τα $50\text{mg NO}_3^- / \text{lit}$ με την οδηγία 80/778/ΕΟΚ του Συμβουλίου της ΕΟΚ της 15^{ης} Ιουλίου 1980 (Σιμώνης, Γεωργ. Τεχν. 1995).

Επειδή, το πρόβλημα των νιτρικών είναι υψηλής σπουδαιότητας και δύσκολο ως προς την επίλυση του, πολλές έρευνες πραγματοποιούνται στις περισσότερες χώρες – μέλη της Ε.Ε. για τη καλύτερη και εγκυρότερη προσέγγιση του προβλήματος και τη προσπάθεια για την επίλυση του.

3.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΙΟΝΤΩΝ

Τα νιτρικά είναι μια από τις δυο ανόργανες μορφές του στοιχείου αζώτου, ενώ η άλλη ανόργανη μορφή του αζώτου είναι το αμμωνιακό ιόν, αλλά τα νιτρικά είναι η μορφή αυτή που χρησιμοποιείται περισσότερο από τα φυτά και κατ' επέκταση και από τους υπόλοιπους οργανισμούς που βρίσκονται πάνω στο πλανήτη γη.

Τα νιτρικά ιόντα, έχουν αρνητικό φορτίο και γι' αυτό απωθούνται από τα αρνητικά φορτισμένα κolloειδή σωματίδια του εδάφους. Έτσι κινούνται εύκολα, μέσα στο έδαφος, με το νερό της έκπλυσης και της απορροής. Διαλύονται εύκολα στο νερό, είτε με τη βοήθεια των βροχοπτώσεων, είτε στις υπεδάφειες πηγές νερού, ενώ μπορούν να συσσωρευτούν στα υπόγεια νερά με τη βοήθεια της απορρόφησης της αζωτούχο λίπανσης (οργανική ουσία και ανόργανα λιπάσματα) στο έδαφος (Σιμώνης, Γεωργ. Τεχν. 1995).

Οι κυριότερες πηγές των νιτρικών, στη διατροφή του ανθρώπου, είναι τα λαχανικά και φρούτα (λιγότερο), το πόσιμο νερό, αλλά και τα συντηρούμενα κρεατικά (αλλαντικά) όπου η χρήση των νιτρικών είναι σημαντική για την αναστολή της δράσης των μικροβίων της αλλαντίασης, αλλά και για τη διατήρηση του χρώματος των κρεάτων.

Έτσι η ποσότητα των νιτρικών που προσλαμβάνεται από τον άνθρωπο, εξαρτάται περισσότερο από τις διατροφικές προτιμήσεις του ανθρώπου και από το πόσιμο νερό.

3.3 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ Ε.Ε.

Διάφορες μεμονωμένες χώρες, πριν από την επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, είχαν προχωρήσει στο καθορισμό ορίων συγκέντρωσης νιτρικών. Τα όρια αυτά ήταν τιμές αναφοράς (χωρίς την δίωξη σε περίπτωση υπέρβασης) ή τιμές περιορισμού (με δίωξη σε περίπτωση υπέρβασης). Οι χώρες που πρωτοπόρησαν στο καθορισμό ορίων, ήταν οι εξής: Ελβετία, Γερμανία, Ολλανδία, Αυστρία κ.α. (Πίνακας 7)

Ο πίνακας αυτός, δείχνει ότι τα όρια νιτρικών διαφέρουν :

- για κάθε χώρα,

• ανάλογα με την εποχή του έτους και την εποχή της συγκομιδής τους (Γεωργ. Τεχνολογία Μάρτ. – Απρίλ. '95)

Επίσης σε ορισμένες χώρες έχουν καθοριστεί ανώτατα όρια ημερήσιας κατανάλωσης νιτρικών στη διατροφή με λαχανικά και διαφέρει από χώρα σε χώρα. Μπορεί να ξεκινάει από 43 mg/ημέρα στη Νορβηγία μέχρι 367 mg/ημέρα στις Η.Π.Α, ενώ το όριο που έχει ορίσει ο FAO είναι 262 mg/ 70 kg σωματικού βάρους (Forlani, 1997)

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει σαφής καθορισμός ορίων νιτρικών στα λαχανικά, αν και έχουν γίνει και γίνονται έρευνες για τη μελέτη της περιεκτικότητας νιτρικών σε διάφορα λαχανικά.

Η Ε.Ε. έχοντας υπόψη το κανονισμό (ΕΟΚ) αριθμ. 315/ 93 του Συμβουλίου, της 8^{ης} Φεβρουαρίου 1993, για την θέσπιση κοινοτικών διαδικασιών για τις προσμίξεις στα τρόφιμα, προχώρησε στη θέσπιση ορίων για τα νιτρικά για τη σύνταξη του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 194 / 97 της Επιτροπής, της 31^{ης} Ιανουαρίου 1997 « για το καθορισμό μεγίστων τιμών ανοχής για ορισμένες προσμίξεις στα τρόφιμα».

Ο κανονισμός είναι δεσμευτικός ως προς όλα τα μέλη του και ισχύει άμεσα σε κάθε κράτος μέλος.

Κατά τη σύνταξη του κανονισμού λήφθηκαν υπόψη, η ουσιαστική λειτουργία που διαδραματίζουν τα λαχανικά στη διατροφή του ανθρώπου και οι τοξολογικές επιπτώσεις που μπορεί να έχουν, στον άνθρωπο οι αυξημένες περιεκτικότητες νιτρικών, σε προσμίξεις. Λόγω της προστασίας της Δημόσιας Υγείας και λόγω ότι ορισμένα κράτη μέλη είχαν καθορίσει ανώτατες τιμές ανοχής νιτρικών για ορισμένα λαχανικά, ο καθορισμός μεγίστων τιμών ήταν αναγκαίος από την Ε.Ε. για να διασφαλιστεί η ενότητα της αγοράς. Ο έλεγχος των πηγών της γεωργικής μόλυνσης, η κλιματολογικές συνθήκες, οι μέθοδοι παραγωγής και οι διατροφικές συνήθειες, είναι μερικοί ακόμη λόγοι που εξετάστηκαν για να γίνει ο καθορισμός των ορίων.

Στο πίνακα του παραρτήματος του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 194 / 97, τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια συγκέντρωσης νιτρικών για το μαρούλι, κυμαίνονται ανάλογα με την εποχή συγκομιδής ως εξής :

4500 mg NO₃⁻ / Kgr νωπού προϊόντος, από 1^{ης} Οκτωβρίου μέχρι 31 Μαρτίου περιόδου συγκομιδής.

3500 mg NO₃⁻ / Kgr νωπού προϊόντος, από 1^{ης} Απριλίου μέχρι 30 Σεπτεμβρίου περιόδου συγκομιδής.

☑ 2500 mg NO₃⁻ / Kgr νωπού προϊόντος, από 1^{ης} Μαΐου μέχρι 31 Αυγούστου περιόδου συγκομιδής, εκτός από τα μαρούλια που καλλιεργούνται στη ύπαιθρο.

Επίσης, καθορίζεται ο ελάχιστος αριθμός δειγμάτων που εξετάζεται στο εργαστήριο, για τη λήψη αντιπροσωπευτικών τιμών συγκέντρωσης των νιτρικών, και θα πρέπει να είναι 10 δείγματα τουλάχιστον.

Πίνακας 7: Όρια NO₃ στα διάφορα λαχανικά για μερικές χώρες (mg NO₃⁻ / Kgr νωπής ύλης, 1991).

Προϊόν	Ρωσία (όρια)		Γερμανία		Ολλανδία		Αυστρία	Ελβετία
	Α	Θ	Τ.Α	Ο	Όριο	Όριο	Τ.Α	Ο
Μαρούλι	2000	3000	3000	-	3000 (1) έως 4500 (1)	3000 (1) έως 4500 (2)	3500	4000
Μαρούλι (καρδιά)	-	-	-	-	3000 (1) έως 4500 (1)	3000 (1) έως 4000 (2)	-	-
Καλαμπόκι (σαλάτα)	-	-	2500	-	-	-	3500	-
Σπανάκι	2000	3000	2000	-	3500 (1) έως 4500 (1)	2000 (3) 3000 (4)	3500	-
Παντζάρι	1400	-	3000	-	3500 (5) έως 4000 (6)	3500 (1) έως 4500 (2)	3000	-
Ραδίκι	-	-	3000	-	-	3500 (1) έως 4500 (2)	-	-
Αντίδι	-	-	-	-	3000 (1)	2500 (1)	-	-
Λάχανο	900 (1)	-	-	-	-	1500	875	-
	500 (2)	-	-	-	-	-	-	-
Καρότο	400	-	-	-	-	1500	-	-

(1)	-	-	-	-	-	-	-
250							
(2)							

Σημείωση: A = αγρός, Θ = θερμοκήπιο, T.A = τιμή αναφοράς, O = όριο

(1) = καλοκαίρι, (2) = χειμώνας, (3) = συγκομιδή μέχρι Ιούνιο,

(4) = συγκομιδή από Ιούλιο, (5) = Ιούλιος έως Μάρτιος,

(6) = Απρίλιος έως Ιούνιος.

Πηγή : « Γεωργική Τεχνολογία » - Τεύχος Μάρτιος – Απρίλιος '95

3.4 ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΝΙΤΡΙΚΩΝ

Στην εποχή μας, η τροφή και το πόσιμο νερό που είναι τα βασικότερα αγαθά για την επιβίωση του ανθρώπου, βρίσκονται σε επάρκεια, κυρίως όμως στις ανεπτυγμένες βιομηχανικά κοινωνίες.

Η ζήτηση αυτή των τροφών, είχε σαν αποτέλεσμα την εντατικοποίηση των καλλιεργειών που πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή των συνθετικών λιπασμάτων, για μια καλύτερη σε ποιότητα και μεγαλύτερη παραγωγή των καλλιεργειών.

Με την εντατική χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων, άρχισαν σιγά σιγά να εμφανίζονται οι δυσμενείς επιπτώσεις των νιτρικών, τόσο στην υγεία του ανθρώπου όσο και στο περιβάλλον, κυρίως μετά από τα μέσα της δεκαετίας του '60.

Αυτό συνέβηκε εξαιτίας της παγκοσμιακής πληθυσμιακής αύξησης των μεγάλων αστικών πόλεων.

3.4.1 Οι δυσμενείς επιπτώσεις των νιτρικών στον άνθρωπο.

Οι κυριότερες δυσμενείς επιπτώσεις των νιτρικών στην υγεία του ανθρώπου είναι οι μεθαιμογλοβιναιμία (ή σύνδρομο κυάνωσης βρεφών) και ο καρκίνος στομάχου. Επίσης, έχουν καταγραφεί και περιπτώσεις καρκίνου του οισοφάγου, της ουροδόχου κύστεως και των εντέρων, που οφείλονται στα υψηλά επίπεδα των νιτρικών, αλλά είναι μικρής έκτασης.

Μεθαιμογλοβιναιμία

Η μεθαιμογλοβιναιμία, συνδέεται με την πρόσληψη υψηλών επιπέδων νιτρικών, μόνο σε βρέφη κάτω των τριών μηνών επειδή τα βρέφη έχουν λίγα οξεία στα γαστρικά υγρά τους

και έτσι, θεωρητικά, επιτρέπουν την ανάπτυξη περισσότερων νιτρικό – αναγωγικών μικροοργανισμών, στον εντερικό τους σωλήνα. Αυτοί οι μικροοργανισμοί έχουν την ικανότητα να αναγάγουν τα εισερχόμενα νιτρικά ιόντα (NO_3^-) σε νιτρώδη (NO_2^-), τα οποία είναι υπεύθυνα για τη μετατροπή της αιμογλοβίνης σε μεθαιμογλοβίνη.

Η αιμογλοβίνη, είναι το μέσο μεταφοράς του οξυγόνου, από τους πνεύμονες στα υπόλοιπα σημεία του σώματος, μέσω των ερυθρών αιμοσφαιρίων του κυκλοφοριακού συστήματος. Το οξυγόνο είναι απαραίτητο για τη καύση της τροφής.

Όμως για να ενωθεί η αιμογλοβίνη με το οξυγόνο και να το μεταφέρει, θα πρέπει ο σίδηρος που περιέχει, να είναι δισθενής (Fe^{+2}).

Με την ύπαρξη, όμως, των νιτρωδών από την αναγωγή των νιτρικών, ο σίδηρος οξειδώνεται σε τρισθενή (Fe^{+3}) και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατροπή της αιμογλοβίνης σε μεθαιμογλοβίνη. Η μεθαιμογλοβίνη, όμως, δεν μπορεί να μεταφέρει το οξυγόνο σε όλο το σώμα.

Η αντικατάσταση αυτή, ονομάζεται μεθαιμογλοβιναιμία και τα πρώτα της συμπτώματα είναι κυάνωση (μελάνιασμα) των χειλιών και δέρματος, ύστερα η ελάττωση της αναπνοής και τελικά ασφυξία, αφού το αίμα μεταχρωματίζεται σε καφέ σοκολατί και δεν κυκλοφορεί.

Η αντιμετώπιση της, γίνεται κυρίως με ασκορβικό οξύ και μια επαρκής ποσότητα της βιταμίνης C, είναι μια καλή πρόληψη.

Τα περιστατικά της μεθαιμογλοβιναιμίας, που έχουν καταγραφεί είναι αρκετά και ειδικά από το 1976 έως το 1982 στην Ουγγαρία, με 1300 περιστατικά περίπου.

Η μεθαιμογλοβιναιμία οφείλεται σε πολλούς παράγοντες και οι πιθανότητες αυξάνονται όταν τα βρέφη έχουν γαστρεντερικά προβλήματα.

Παρόλα αυτά, έρευνες έχουν δείξει ο η μεθαιμογλοβιναιμία δεν προκαλείται εξ ' ολοκλήρου από το πόσιμο νερό με υψηλά επίπεδα νιτρικών, αλλά σε συνδυασμό και με τη διατροφή των βρεφών.

Καρκίνος στομάχου

Ο καρκίνος του στομάχου που συσχετίζεται με τα νιτρικά δεν έχει ακόμα αποσαφηνιστεί.

Υπάρχει μια υπόθεση ότι ένα μέρος της συγκέντρωσης νιτρικών που εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό από το πόσιμο νερό και τις τροφές που τα περιέχουν (λαχανικά, αλλαντικά, ζωικά λίπη κ.α), ανάγονται σε νιτρώδη, με τη βοήθεια κάποιων βακτηριδίων που

βρίσκονται στο σάλιο. Τα νιτρώδη με τη σειρά τους, αντιδρούν με τις αμίνες, με αποτέλεσμα να σχηματίζονται οι νιτροζαμίνες, οι οποίες έχουν αποδειχθεί ότι είναι καρκινογενετικές ενώσεις.

Παρόλο που φαίνεται να υπάρχει συνδετικός κρίκος μεταξύ υψηλών επιπέδων νιτρικών με τον καρκίνο, υπάρχουν πολλές αμφισβητήσεις πάνω σ' αυτό το θέμα.

Υπάρχουν, πάρα πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του καρκίνου στομάχου, αφού είναι γνωστό ότι χρειάζεται να λάβουν χώρα πολύπλοκες βιοχημικές μεταβολές, πριν οι νιτροζαμίνες προκαλέσουν καρκινογόνες αντιδράσεις στο DNA και σίγουρα εξαρτώνται από τον κάθε οργανισμό.

Εξάλλου, σε διάφορες έρευνες, βρέθηκε ότι παρά την αυξανόμενη χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων και συνεπώς τα υψηλά επίπεδα των νιτρικών στα λαχανικά και φρούτα, η θνησιμότητα, σ' αυτές τις περιοχές, από καρκίνο στομάχου είναι σχετικά μικρή.

Η Ολλανδία, για παράδειγμα, με τη μεγαλύτερη χρήση λιπασμάτων στην Ευρώπη, έχει μικρότερη εμφάνιση καρκίνου του στομάχου, σε αντίθεση με την Αυστρία και Ελβετία, όπου οι εφαρμογές λιπασμάτων, είναι μικρότερης έκτασης.

Επίσης, μια βρετανική έρευνα, έδειξε ότι στις περιοχές που έγιναν μετρήσεις νιτρικών και νιτρωδών σε κατοίκους με υψηλά επίπεδα των συγκεντρώσεών τους, στο σάλιο, η πιθανότητα για καρκίνο στομάχου ήταν μικρή.

Γενικά, το αποτέλεσμα διαφόρων ερευνών στις αναπτυγμένες χώρες είναι αντιφατικά ως προς τη σχέση μεταξύ του πόσιμου νερού και του καρκίνου του στομάχου, όπως επίσης και στη σχέση μεταξύ των αζωτούχων λιπασμάτων με το καρκίνο.

Επίσης, άλλες καταγραφόμενες περιπτώσεις που οφείλονται στα υψηλά επίπεδα των νιτρικών, είναι καρκίνος του οισοφάγου (σημειώθηκε σαν επιδημία στη Χιλή το 1970), ενώ άλλες, μικρότερης έκτασης, περιπτώσεις είναι καρκίνος της ουροδόχου κύστεως και του εντέρου.

Πίνακας 8: Θνησιμότητα από καρκίνο του στομάχου και άλλες αιτίες μεταξύ εργατών, σε ένα εργοστάσιο νιτρικών λιπασμάτων (1946 - 1981).

Ασθένεια	Αριθμός θανάτων αυτών που					
	Εκτέθηκαν βαριά		Εκτέθηκαν λιγότερο βαριά		Οι δύο ομάδες μαζί	
	Παρατ.	Αναμ.	Παρατ.	Αναμ.	Παρατ.	Αναμ.
Καρκίνος στομάχου	7	7.22	5	4.84	12	12.06
Όλοι οι καρκίνοι	59	51.36	32	35.47	91	86.83
Αναπνευστικές ασθένειες	21	30.97	15	20.07	36	51.04

Ισχαιμία καρδιάς	56	67.64	36	45.98	92	113.72
Όλες οι αιτίες	193	219.7	111	148.33	304	368.11

Ο αριθμός των θανάτων που παρατηρήθηκαν (παρατ.) μεταξύ εκείνων που, βαριά και λιγότερο βαριά, εκτέθηκαν στη σκόνη νιτρικών, σε σύγκριση με τον αριθμό θανάτων που αναμένονταν(αναμ.) από τα στοιχεία της τοπικής στατιστικής πληθυσμών. (Σιμώνης Α.Δ. , 2000).

3.4.2 Οι δυσμενείς επιπτώσεις των νιτρικών στο περιβάλλον

Εξαιτίας της διαρκώς αυξανόμενης χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων, στα τελευταία 30 χρόνια, οι αρνητικές επιπτώσεις των νιτρικών έχουν σιγά – σιγά εμφανιστεί, τόσο στα επιφανειακά νερά (λίμνες, ποτάμια, θάλασσα), όσο και στην ατμόσφαιρα.

Ευτροφισμός

Η υψηλή περιεκτικότητα των νιτρικών από την αυξημένη εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων, σε συνδυασμό με την αυξημένη συγκέντρωση νιτρικών που προέρχονται από τις διάφορες αστικές αποχετεύσεις και από βιομηχανικά απόβλητα, έχει σαν αποτέλεσμα τον κορεσμό των νιτρικών στα επιφανειακά νερά. Το φαινόμενο αυτό, ο εμπλουτισμός, δηλαδή, των επιφανειακών νερών, με υπερβολικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων, ονομάζεται **ευτροφισμός**.

Η επιβλαβής επίδραση του ευτροφισμού, προκαλεί στην ανάπτυξη των άλγεων και κυανοβακτηρίων, τα οποία με τη γρήγορη ανάπτυξη και πολλαπλασιασμό τους σε όλο το βάθος του νερού, όπου μπορεί να περάσει το ηλιακό φως, προκαλούν αναερόβιες συνθήκες για την επιβίωση των υδρόβιων οργανισμών.

Επίσης, όταν αυτοί οι οργανισμοί (τα άλγη και κυανοβακτήρια) πεθάνουν, με την αποσύνθεση τους, καταναλώνουν το οξυγόνο του νερού, με αποτέλεσμα την δημιουργία αναερόβιων συνθηκών και τελικά την εξαφάνιση ψαριών και οστρακοειδών.

Όμως το φαινόμενο του ευτροφισμού, δεν περιορίζεται μόνο στην ύπαρξη των νιτρικών στα νερά, αλλά, επηρεάζεται σε αρκετά μεγάλο βαθμό και στην ύπαρξη του φωσφόρου (P), όπου προέρχεται από τα απορρυπαντικά, των αστικών λυμάτων.

Το φαινόμενο του ευτροφισμού, έχει παρατηρηθεί σε αρκετές περιοχές σε όλη τη γη, και ιδιαίτερα σε «κλειστές» θάλασσες, όπως η Μαύρη θάλασσα, η Μεσόγειος και η Βαλτική

θάλασσα. Η Βαλτική είναι μια αξιοπρόσεκτη περίπτωση ευτροφισμού, διότι από τη γεωργική απορρόφηση και την ατμοσφαιρική εναπόθεση αζώτου, προσλαμβάνει 1,5 μεγατόνους ετησίως και έχει δημιουργηθεί ένα από τα πιο αξιοσημείωτα ευτροφικά θαλάσσια οικοσυστήματα. Λόγω της απουσίας του οξυγόνου, τα ιζήματα του βυθού μαρτυρούν την ύπαρξη του βακτηρίου *Beggiatoa* το οποίο μετατρέπει το CO_2 και παράγει θειικά οξείδια, στην απουσία του οξυγόνου.

3.5 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

Όταν το φυτό βρίσκεται κάτω από ευνοϊκές συνθήκες, τα NO_3^- ανάγονται με τη βοήθεια του ενζύμου «νιτρική αναγωγή» (NR) σε αμμωνιακό άζωτο που χρησιμοποιείται από το φυτό για τις διάφορες μεταβολικές διαδικασίες.

Η συγκέντρωση NO_3^- στους ιστούς βρίσκεται πάντα σε μια δυναμική ισορροπία διότι αντιπροσωπεύει τη διαφορά μεταξύ απορρόφησης και αναγωγής μέσα στο φυτό. Με τροποποίηση μιας εκ των δυο αυτών διαδικασιών, η ισορροπία μπορεί να μεταβληθεί.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα στη συγκέντρωση NO_3^- στο φυτό είναι:

3.5.1 Γενετικοί

Έχει παρατηρηθεί ότι εμφανίζονται μεγαλύτερες συγκεντρώσεις νιτρικών σε ορισμένα φυτά του ίδιου είδους, αλλά διαφορετικής ποικιλίας. Για παράδειγμα, οι ποικιλίες σπανακιού με λεπτά φύλλα περιέχουν λιγότερο NO_3^- σε σχέση με αυτές με σγουρά φύλλα, ενώ στο μαρούλι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν στις κεφαλόμορφες ποικιλίες.

Οι διαφορές αυτές οφείλονται στην δράση του ενζύμου (NR) που μεταβάλλεται ανάλογα του γενότυπου. Η δραστηριότητα του ενζύμου είναι χαρακτηριστικό που κληρονομείται. Κατά συνέπεια, η επιλογή γενοτύπων με υψηλή δραστηριότητα ενζύμων (NR) εξασφαλίζει την αναγωγή NO_3^- .

3.5.2 Κλιματικοί και ειδικοί παράγοντες

Βροχοπτώσεις : τα νιτρικά ιόντα φέρουν αρνητικό φορτίο και, κατά συνέπεια, απωθούνται από τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια του εδάφους. Για το λόγο αυτό, τα νιτρικά ιόντα μπορούν να κινούνται ελεύθερα στο έδαφος με το νερό έκπλυσης και απορροής.

Το καλοκαίρι οι μεγάλες βροχοπτώσεις ευνοούν την πρόσληψη νιτρικών από τα φυτά. Αντίθετα, το χειμώνα έχουν ως αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες με έκπλυση. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στη μεγάλη κινητικότητα του νερού λόγω εξατμισμού – διαπνοής το καλοκαίρι και στη μικρή κινητικότητα του νερού προς το φυτό το χειμώνα.

Φως : Η μείωση της έντασης του φωτός ακολουθείται από αυξημένες συγκεντρώσεις NO_3^- . Το πρώτο στάδιο στην αναγωγή των νιτρικών ιόντων είναι η μετατροπή τους σε νιτρώδη με τη βοήθεια του ενζύμου NR. Το στάδιο αυτό είναι που καθορίζει τη ταχύτητα της αναγωγής, η οποία, σε περίπτωση έλλειψης φωτός, μειώνεται λόγω της μειωμένης δραστηριότητας του ενζύμου. Για την ίδια ένταση φωτός, η βράχυνση της φωτοπεριόδου αυξάνει τη συγκέντρωση NO_3^- για τον ίδιο λόγο. Όσον αφορά στην ποιότητα του φωτός, η δραστηριότητα του ενζύμου (NR) είναι μεγαλύτερη σε κυανό φως (380 – 470nm) από ότι σε ερυθρό (680 - 740 nm).

Θερμοκρασία : Η θερμοκρασία επηρεάζει την απορρόφηση, μεταφορά και αναγωγή των νιτρικών. Η πτώση της θερμοκρασίας οδηγεί στη συγκέντρωση νιτρικών. Αν και κατά τη διάρκεια της νύχτας, οι χαμηλές θερμοκρασίες δεν επιδρούν σημαντικά στην απορρόφηση των νιτρικών, επηρεάζουν τη διαδικασία της αναγωγής συμβάλλοντας έτσι στην συγκέντρωσή τους. Η επίδραση της θερμοκρασίας ποικίλει ανάλογα με το φυτικό είδος. Στις περισσότερες περιπτώσεις, θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 30°C μειώνουν τη δραστηριότητα της νιτρικής αναγωγής (NR).

3.5.3 Λίπανση

Η συγκέντρωση NO_3^- στα φυτά προκύπτει κυρίως από τα ποσά που προστίθενται ή σχηματίζονται στο θρεπτικό υπόστρωμα. Η ποσότητα, το είδος του χορηγούμενου λιπάσματος, καθώς και ο χρόνος και η μέθοδος εφαρμογής του, καθορίζουν τη δράση των λιπασμάτων στην συγκέντρωση των NO_3^- στα φυτά. Σε γενικές γραμμές, η χορήγηση αζωτούχων λιπασμάτων συμβάλλει στην αύξηση των νιτρικών. Λόγω της ανοργανοποίησης και νιτροποίησης, το NO_3^- ιόν είναι η κύρια πηγή αζώτου ανεξάρτητα από τη μορφή που χορηγείται.

Από παρατηρήσεις που έγιναν στην καλλιέργεια σπανακιού, συμπεραίνουμε πως από τα λιπάσματα ουρία, NH_4NO_3 και KNO_3 , τη μικρότερη αύξηση νιτρικών έδειξε η ουρία και τη μέγιστη το KNO_3 . Το αμμωνιακό ιόν έχει τη τάση να μειώνει την απορρόφηση νιτρικών, σε σχέση με τη δράση των Ca, K, Na και Mg, ενώ, παράλληλα, αναστέλλει τη δράση του ενζύμου (NR). Γενικά, ο εφοδιασμός φωσφόρου δεν φαίνεται να επιδρά

σημαντικά στη συγκέντρωση νιτρικών, ενώ η παρουσία Κ οδηγεί σε αυξανόμενες συγκεντρώσεις αυξάνοντας την απορρόφηση.

Η έλλειψη S οδηγεί στην αύξηση των νιτρικών. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην ευεργετική επιρροή που ασκεί το S στην δραστικότητα του ενζύμου (NR).

Το Ca, γενικά, δεν παρουσιάζει άμεση επίδραση στη συγκέντρωση NO_3^- . Ωστόσο, η έλλειψη Ca ελαττώνει το ρυθμό αύξησης των ριζών και, κατά συνέπεια, μειώνει την απορρόφηση νιτρικών.

Από τα ιχνοστοιχεία το Μολυβδαίνιο θεωρείται το πιο σημαντικό επειδή αποτελεί τμήμα του ενζύμου της νιτρικής αναγωγάσης. Σε φυτά με έλλειψη Mo, τα NO_3^- φτάνουν το 3% του ξηρού βάρους, ενώ σε φυτά που λιπαίνονται με NH_4^+ δεν παρουσιάζεται τέτοια εξάρτηση από το Mo.

Όσον αφορά στα μη θεμελιώδη στοιχεία, η αύξηση του εναλλακτικού Na στο έδαφος αυξάνει την απορρόφηση NO_3^- . Τέλος, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η χρήση αμμωνιακών λιπασμάτων και αναστολών νιτροποίησης μπορεί να ελέγξει την συγκέντρωση NO_3^- . Γενικά, η απορρόφηση νιτρικών αναστέλλεται με 2.4 δινί τριφαινόλη, CN^- και αντιμυκίνη A, καθώς και από αναστολείς της σύνθεσης πρωτεΐνης και RNA.

3.5.4 Αρδευση

Η αρδευτική τακτική που ακολουθείται σε κάθε καλλιέργεια επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την περιεκτικότητα των νιτρικών στα φυτά. Η επίδραση αυτή οφείλεται αφενός στην ποσότητα NO_3^- που εκπλύνεται από το έδαφος στα βαθύτερα στρώματα και αφετέρου στη σωστή ανάπτυξη του φυτού και, κατά συνέπεια, στην ισόρροπη λειτουργία όλων των μεταβολικών του διεργασιών.

Από πειράματα που έγιναν συμπεραίνουμε ότι οι συγκεντρώσεις νιτρικών είναι οι επιθυμητές όταν η ποσότητα του αρδευτικού νερού είναι η κατάλληλη.

Φυτά πατάτας που δέχθηκαν τις ίδιες ποσότητες λιπάσματος παρουσίασαν 78 – 80 ppm NO_3^- (McDole and McMaster) όταν ακολουθήθηκε η κατάλληλη αρδευτική τακτική, ενώ η περιεκτικότητα των κονδύλων σε νιτρικά έφτασε τα 130 ppm όταν η ποσότητα του αρδευτικού νερού ήταν ανεπαρκής.

Παρόμοια αποτελέσματα πάρθηκαν και από άλλους ερευνητές όπως οι Augustin et al. Στην περίπτωση αυτή πειραματική καλλιέργεια της πατάτας δέχθηκε εξαιρετικά υψηλές δόσεις αζωτούχων λιπασμάτων (890 kg/ ha). Κάτω από συνθήκες ιδανικής άρδευσης, η

περιεκτικότητα των κονδύλων σε νιτρικά δεν ξεπέρασε τα 300 ppm, σε αντίθεση με τα 1000 ppm που βρέθηκαν όταν τα φυτά υποβλήθηκαν σε αυστηρή έλλειψη υγρασίας.

3.5.5 Άλλοι παράγοντες

Υδατάνθρακες : Η απαιτούμενη ενέργεια για την αναγωγή των NO_3^- προέρχεται από τους υδατάνθρακες. Το ένζυμο (NR) μεταφέρει υδρογόνα από τους υδατάνθρακες στο νιτρικό άζωτο, προκαλώντας την αναγωγή του.

pH : Το όξινο pH του εδάφους ευνοεί τη συσσώρευση NO_3^- στο φυτό. Σε όξινο περιβάλλον, εξαιτίας της αυξημένης παρουσίας τους τα H^+ , παρουσιάζουν μεγάλη κινητικότητα και καθώς μπαίνουν στο φυτό παρασύρουν μαζί τους NO_3^- . Αντίθετα, σε αλκαλικό περιβάλλον ευνοείται η απορρόφηση NH_4^+ .

Μηχανική σύσταση του εδάφους : Η μηχανική σύσταση του εδάφους επηρεάζει τη συγκέντρωση νιτρικών στα φυτά, επηρεάζοντας την έκπλυση τους από το έδαφος. Γενικά, παρατηρούνται μικρότερες απώλειες σε βαριά εδάφη και μεγαλύτερες σε αμμώδη.

Χρήση ζιζανιοκτόνων : Σε ορισμένες περιπτώσεις η χρήση κάποιων σκευασμάτων, όπως για παράδειγμα του cycloate, μπορεί να επιβραδύνει τη δράση της νιτρικής αναγωγάσης (NR).

3.6 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

Είναι το τέταρτο πιο συχνά απατώμενο στοιχείο από τα μακροστοιχεία. Οι πρωτεΐνες περιέχουν 18 % N. Το N απορροφάται σαν NO_3 (ή NH_4), ανάγεται και ενσωματώνεται σε διάφορα συστατικά του φυτού. Το N είναι επίσης συστατικό των αμινοξέων, συνενζύμων, νουκλεοτιδίων, πύρινων, πυριμιδίων και της χλωροφύλλης. Από το N των φύλλων το 70% βρίσκεται στους χλώροπλάστες. Το NO_3 αυξάνει τη δραστηριότητα του ενζύμου. Απορρόφηση της νιτρικής μορφής αυξάνει το pH τον θρεπτικού διαλύματος, ενώ η αμμωνιακή μορφή προκαλεί μείωση του pH. Η αμμωνιακή μορφή μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα. Έτσι, κάθε μόριο χλωροφύλλης φέρει κεντρικό άτομο Mg γύρω από το οποίο τοποθετούνται 4 δακτύλιοι πυρολίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1 Εισαγωγή

Το θέμα της παρούσης πτυχιακής που πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες αεροπονικής καλλιέργειας, είναι η μελέτη της εποχιακής διακύμανσης των νιτρικών ιόντων (NO_3^-) και του αζώτου (N) σε τρεις ποικιλίες μαρουλιού λείο κεφαλωτό (Butter Head), κατσαρό πράσινο (Lolo Green), κατσαρό κόκκινο (Lolo Rosa).

Η καλλιέργεια των μαρουλιών, πραγματοποιήθηκε στη περιοχή της Λαμίας κατά τη περίοδο 13/ Ιουλίου/ 2004 έως 25/ Σεπτεμβρίου/ 2004, σε κατάλληλα, για την αεροπονική καλλιέργεια, εξοπλισμένη θερμοκηπιακή μονάδα συνολικής έκτασης έξι στρεμμάτων.

Για την ολοκλήρωση της εργασίας χρειάστηκαν δυο δειγματοληπτικές περίοδοι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και μια κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου.

Οι αναλύσεις της πειραματικής διαδικασίας διεξάχθηκαν στο Εργαστήριο εδαφολογίας του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.

4.2 Πειραματικό σχέδιο και Δειγματοληψία.

Ήδη στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας, αναφέρθηκαν αναλυτικά οι εγκαταστάσεις και οι καλλιεργητικές πρακτικές που ακολουθούνται σε όλα τα στάδια της καλλιέργειας σε συνθήκες αεροπονίας. Έχουν αναφερθεί η εγκατάσταση της καλλιέργειας, οι μέθοδοι του συστήματος αεροπονίας καθώς και η λειτουργία του κλειστού συστήματος λίπανσης – θρέψης των φυτών. Η μέση σύσταση των μητρικών διαλυμάτων στις δεξαμενές Α, Β και στις δεξαμενές μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων, οι οποίες χρησιμοποιούνται στο κλειστό σύστημα λίπανσης για τη διανομή του θρεπτικού διαλύματος στα παρτέρια καλλιέργειας, δίνεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Μέση σύσταση των μητρικών διαλυμάτων στις δεξαμενές Α, Β και στις δεξαμενές μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων.

	Διάλυμα Α (ppm)	Διάλυμα Β (ppm)	Διάλυμα Μακροστοιχείων (ppm)	Διάλυμα Ιχνοστοιχείων (ppm)
N	52200	10740	0	14000
P	0	9600	0	3820
K	15250	43600	0	1505
Ca	33455	0	0	1990
Mg	11330	0	30350	3460
S	0	0	47150	387

Παρακάτω, δίνεται μια αναφορά ως προς το μέγεθος και τη μέθοδο δειγματοληψίας που ακολουθήθηκε κατά τη λήψη των φυτικών δειγμάτων προς ανάλυση.

Για τις ανάγκες του πειράματος έγιναν τρεις δειγματοληψίες με 90 φυτά ανά δειγματοληψία .

Μετά τη μεταφύτευσή τους, από το σπορείο, τα φυτά τοποθετούνταν σε πλάκες από φενιζόλ διαστάσεων (74,5cm x 99.5cm) και χωρητικότητας 20 φυτών ανά πλάκα. Οι πλάκες ήταν τοποθετημένες η μια δίπλα στην άλλη σε δύο σειρές που η διάταξή τους σχηματίζει πυραμίδα ύψους 96cm. Στο εσωτερικό της πυραμίδας υπάρχει σωλήνας ποτίσματος και μεταφοράς θρεπτικού υλικού στις ρίζες, που συνήθως είναι είτε από υλικό PVC είτε από πολυαιθυλένιο και βρίσκεται σε ύψος 65cm από το έδαφος. Η διάταξη των πυραμίδων μέσα στο θερμοκήπιο είναι τέτοια ώστε να σχηματίζεται μεταξύ τους διάδρομος 60cm, προς διευκόλυνση των εργασιών. Η χημική σύσταση του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος καθώς και η χημική σύσταση του θρεπτικού διαλύματος δίνονται στον πίνακα 2.

Σε κάθε πλευρά της πυραμίδας που αποτελούσε και έναν πάγκο, βρίσκονταν τοποθετημένες στη σειρά 9 πλάκες διατεταγμένες σε τριάδες. Σε κάθε μια απ' τις τριάδες πλακών υπήρχε και μια από τις ποικιλίες μαρουλιού που έχουν προαναφερθεί.

Κατά τις δειγματοληψίες, λαμβάνονταν τυχαία 5 φυτά, από κάθε πλάκα και ποικιλία, τα οποία αποτελούσαν και μια επανάληψη. Έτσι, στο τέλος κάθε

δειγματοληψίας συμπληρώναμε 90 φυτά (45 φυτά ανά πάγκο) και τα οποία αντιστοιχούσαν σε 15 φυτά ανά πάγκο και για κάθε ποικιλία (τρεις).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο τρόπος αφαίρεσης των φυτών από τη θέση καλλιέργειας. Κατά τη συγκομιδή έπρεπε να γίνει προσεκτική αφαίρεση της ρίζας των φυτών του δείγματος. Για αυτό η πλάκα ανασηκώνονταν τη στιγμή της δειγματοληψίας ώστε να μη ζημιωθεί το πλούσιο ριζικό σύστημα, το οποίο λόγω της θυσανώδους μορφής του συχνά κολλούσε είτε με τις γειτονικές του ρίζες είτε με την ίδια τη πλάκα καλλιέργειας. Μετά το πέρας της δειγματοληψίας, τα φυτά κάθε φορά τοποθετούνταν σε ειδικές πλαστικές σακούλες, με σκοπό τη διατήρηση της υγρασίας τους κατά τη μεταφορά τους στο χώρο ζύγισης του νωπού βάρους των και της διεξαγωγής της πειραματικής διαδικασίας.

Πίνακας 2. Σύσταση του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος καθώς και η χημική σύσταση του θρεπτικού διαλύματος.

Σύσταση του νερού

K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S ²⁻
1.3	88.0	4.5	0.2

Σύσταση του θρεπτικού διαλύματος εργασίας

	ppm			ppm	
Μακροστοιχεία	MIN	MAX	Ιχνοστοιχεία	MIN	MAX
N	182	235	Fe	995	1160
P	26	32	Zn	250	295
K	173	225	Cu	72	87
Ca	100	120	Mn	133	150
Mg	35	40	B	210	235
S	35	47	Mo	21	23

4.3 Εργαστηριακή επεξεργασία των δειγμάτων του μαρουλιού σε κάθε δειγματοληψία.

Μετά τη δειγματοληψία τα φυτά πλένονταν ώστε να αποχωριστούν από υπολείμματα υποστρώματος(περλίτης και βερμικουλίτης). Ακολουθούσε διαχωρισμός ρίζας και κεφαλής και στην συνέχεια ακόμα σχολαστικό πλύσιμο με νερό βρύσης αλλά και με απιονισμένο νερό ώστε να απομακρυνθούν κάθε είδους ξένες ουσίες. Μετά το ξέπλυμα των φυτών ακολουθούσε στέγνωμα σε απορροφητικό χαρτί και στη συνέχεια ξήρανση των δειγμάτων στον κλίβανο (80⁰ C) μέχρι την οριστική απώλεια της υγρασίας του υλικού και η ζύγιση του ξηρού βάρους.

Το επόμενο βήμα ήταν η άλεση των φυτικών ιστών κάθε δείγματος μέχρι τη δημιουργία κονιορτού ο οποίος θα είχε τη μορφή πούδρας με κόκκους λεπτούς και ίδιου διαμετρήματος. Αυτό το πετυχαίναμε είτε με τη χρήση ηλεκτρικού μύλου είτε χειρονακτικά με χρήση γουδιού όταν το δείγμα των φυτών ήταν μικρό (συνήθως ρίζες). Όλη η διαδικασία της δημιουργίας ομοιόμορφου υλικού από τους φυτικούς ιστούς των μαρουλιών γινόταν ώστε στη συνέχεια να ακολουθήσει ο προσδιορισμός των ανόργανων θρεπτικών υλικών.

4.4 Προσδιορισμός νιτρικών και αζώτου στους φυτικούς ιστούς (στη ξηρή ουσία).

4.4.1 Προσδιορισμός νιτρικών στους φυτικούς ιστούς.

Μέθοδος Cataldo.

Προεργασίες

1. Άλεση ξηρού δείγματος.
2. Ξήρανση στο φούρνο στους 70-80 °C ξανά
3. Ζύγιση 0,2 η 0,3 γρ. ξ. φυτικής ουσίας.
4. Τοποθετούμε τη σκόνη σε βαζάκια πλαστικά η γυάλινα και
5. Προσθέτουμε 20 η 30 ml αντίστοιχα απιονισμένο νερό ενώ σε περίπτωση υψηλής συγκέντρωσης νιτρικών χρησιμοποιούμε διπλάσια η και τριπλάσια ποσότητα νερού.
6. Τοποθετούμε τα βαζάκια σε υδατόλουτρο σε Θερμοκρασία 45 °C για μια ώρα
7. Ακολουθεί ανακίνηση του μίγματος για 20-25 λεπτά

8. Μεταφέρουμε με πιέτα στα ισοζυγισμένα μπουκαλάκια της φυγοκέντρου 20-30 ml από το μίγμα
9. Φυγοκεντρούμε τα δείγματα στις 5-9000 r/min για 15-25 λεπτά.
10. Τοποθετούμε και φυλάσσουμε σε μπουκαλάκια στο ψυγείο για τη χημική ανάλυση.

Αντιδραστήρια

- Σαλικυλικό οξύ 5% (w/v)
5 γρ. σαλικυλικό οξύ και 95 ml πυκνού H_2SO_4 .
- NaOH 2N
Διαλύουμε 80 γρ. σε 1 lt. Νερό η 160 γρ. σε 2 lt.

Πρότυπα διαλύματα

- 1000 ppm NO_3^-
Διαλύουμε 1,630 γρ. KNO_3 σε 1 lt. απεσταγμένο νερό.
Το KNO_3 έχει προηγουμένως ξηραθεί σε φούρνο στους $104^\circ C$ για δυο ώρες.
- Παρασκευάζουμε standards
0, 20, 40, 80, 120, 180, 260, 300, 360, 400 ppm
με ανάλογες αραιώσεις από το πρότυπο διάλυμα των 1000 ppm.

Ανάλυση

11. Με αυτόματη πιπέτα των 200-5000 μl παίρνουμε από κάθε δείγμα 0,2 ml. και τα τοποθετούμε σε δοκιμαστικό γυάλινο σωλήνα των 50 ml.
12. Προσθέτουμε 0,8 ml. σαλικυλικού οξέως με τη βοήθεια αυτόματης πιπέτας και ανακινούμε με τη βοήθεια του Vortex.
13. Μετά από 20 min ακριβώς προσθέτουμε 19 ml. NaOH 2N και ανακινούμε με τη βοήθεια του Vortex. Αναπτύσσεται κίτρινο χρώμα.
14. Κάνουμε μετρήσεις μετά από πάροδο 1 ώρας στο φασματοφωτόμετρο και σε μήκος κύματος 410 nm.

(Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για τα στάνταρ και για τα δείγματα).

4.4 Προσδιορισμός ολικού αζώτου.

Μέθοδος Kjeldahl

Αντιδραστήρια

1. NaOH 10 N ή 40% κατά βάρος.
2. Δείκτες.
διαλύουμε 0,100 gr πράσινο της βρωμοκρεσόλης σε 100ml αιθανόλη Διαλύουμε 0,100 gr ερυθρό του μεθυλίου σε 100ml αιθανόλη.
3. Διάλυμα H_3BO_3 4%. Διαλύουμε με θέρμανση στους 60 °C, 80 gr H_3BO_3 σε 400-500 ml νερό χρησιμοποιώντας ένα ποτήρι ζέσεως, αφήνουμε να κρυώσει και κάνουμε ανάγωση 2L αφού πρώτα προσθέσουμε το μεικτό δείκτη
4. Μικτός δείκτης. Αναμιγνύουμε 20ml πράσινο της βρωμοκρεσόλης και 14ml ερυθρό του μεθυλίου σε 2L H_3BO_3 4%. Προσθέτουμε μερικές σταγόνες NaOH 1N (από το διάλυμα του NaOH 10N παίρνουμε περίπου 5 ml και προσθέτουμε άλλα 45 ml νερό σε ένα ποτηράκι ζέσεως, αραιώση 1:10) στο διάλυμα του H_3BO_3 4% ανακατεύουμε ώστε να πάρει χρώμα κανονικό έντονο γκρι.
5. Πυκνό H_2SO_4
20 ml για κάθε καύση δείγματος
6. Διάλυμα H_2SO_4 0,05N (1 ml H_2SO_4 0,05N εξουδετερώνει 0.7 mg NH_4-N)
7. Standard διάλυμα NH_4-N (100 ppm): 0,3820 ξηρού NH_4Cl σε 1L απιονισμένου νερού.
8. Ταμπλέτες Kjeldahl χωρίς Se (καταλύτης) η $K_2SO_4:CuSO_4: Se$ 100:10:1.

Υγρή καύση

1. Ζυγίζω 0,3-1 gr φυτικού ιστού (ξηρό σε 105 °C) ή 1gr αεροξηραμένου εδάφους και το τοποθετώ προσεχτικά στη φιάλη Kjeldahl.
2. Προσθέτω 2 ταμπλέτες (10 γρ.) από το καταλύτη.
3. Προσθέτω 20 ml πυκνό H_2SO_4 με τρόπο ώστε να διαβρέχονται τα τοιχώματα του σωλήνα (σε περίπτωση που υπάρχει σκόνη στα τοιχώματα από το δείγμα).
4. Μεταφέρουμε τη φιάλη στη συσκευή πέψης. Η συσκευή έχει προηγουμένως μπει σε λειτουργία ώστε η θερμοκρασία πέψης να φτάσει στο μέγιστο. Για τη συσκευή πέψης Buchi ο διακόπτης πρέπει να είναι στη αρχή στη κλίμακα 10 για 20 λεπτά και μετά στη 8..

- Κατά τη διάρκεια της υγρής καύσης το δείγμα χρωματίζεται βεραμάν και από τη στιγμή αυτή το αφήνουμε για άλλα 20 λεπτά οπότε ολοκληρώνετε η διαδικασία της καύσης.

Απόσταξη

- Ανοίγουμε το νερό
- Ανοίγουμε το διακόπτη του μηχανήματος
- Η αποστακτική συσκευή ρυθμίζεται ώστε να προστεθεί στο δείγμα 70 ml NaOH 40% για να δημιουργηθεί αλκαλικό περιβάλλον.
- Ρυθμίζουμε την αποστακτική συσκευή ώστε να προστίθεται 50 ml H₂O.
- Ρυθμίζουμε την αποστακτική συσκευή ώστε να μη προστίθεται H₃BO₃
- Βάζουμε το χρονόμετρο της συσκευής στο 4 min.
- Με τα πλήκτρα επιλέγουμε την επιλογή cleaning και πατάμε το κουμπί enter. Αυτό επαναλαμβάνεται 3 φορές.
- Κάνουμε απόσταξη σε τρία τυφλά (ποσότητα 10 ml απιονισμένο νερό) και σε τρία standard NH₄-N (100 ppm).(ποσότητα 10 ml).

Με αυτό τον τρόπο θα ελέγξουμε το standard NH₄-N διάλυμα

- Ακολουθεί η απόσταξη των δειγμάτων των 2 Blank καθώς και 3 reference δείγματος (0,400 gr phenylalanine: 8,47 % N).

Στα Blank δεν έχουμε φυτικό η εδαφικό υλικό

- Για κάθε standard, τυφλό, δείγμα, blank και reference τοποθετούμε στη συσκευή για τη συλλογή του αποστάγματος μια κωνική φιάλη των 250ml που περιέχει 25 ml H₃BO₃ 4%
- Πριν να κλείσουμε τη συσκευή, επαναλαμβάνουμε τον καθαρισμό του μηχανήματος 2 φορές και κλείνουμε το νερό.

Ογκομέτρηση

- Ογκομετρούμε με H₂SO₄ 0,05N

4.5 Αποτελέσματα και συζήτηση.

4.5.1 Ξηρό βάρος κεφαλής

Στον πίνακα 3, παρουσιάζεται το ξηρό βάρος της κεφαλής των τριών ποικιλιών μαρουλιού. Παρατηρούμε στη πρώτη καλλιεργητική περίοδο, ότι τα φυτά παρουσιάζουν υψηλό ρυθμό ανάπτυξης μέχρι τη δεύτερη δειγματοληψία ενώ ο ρυθμός αυτός στη συνέχεια μειώνεται δραστικά.

Πίνακας 3. Ξηρό βάρος κεφαλής (gr/ φυτό), τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), σε αεροπονική καλλιέργεια.

Ποικιλία	Καλλιεργητική περίοδος									Μ.Ο.
	13/07/04 - 27/07/04			09/08/04 - 24/08/04			08/09/04 - 22/09/04			
	Δειγματοληψία									
	13/07	20/07	27/07	09/08	17/08	24/08	08/09	15/09	22/09	
Λείο κεφαλωτό	1,43	5,29	5,53	0,72	3,35	5,67	0,77	1,71	3,72	3,01
Κατσαρό πράσινο	1,17	4,66	4,98	0,83	3,58	5,38	0,68	1,76	3,94	2,92
Κατσαρό κόκκινο	1,03	3,73	3,97	0,49	2,29	3,64	0,36	0,85	1,66	1,89
Μ.Ο. Δειγ/ψίας	1 ^η 0,78			2 ^η 2,83			3 ^η 4,2			
Μ.Ο. Καλ. Περ.		1 ^η 3,53			2 ^η 2,88			3 ^η 1,72		

Στη στατιστική ανάλυση, προέκυψαν σημαντικές διαφορές ως προς το ξηρό βάρος της κεφαλής των φυτών, μεταξύ των ποικιλιών. Η ποικιλία Κόκκινο Κατσαρό παρουσιάζει μικρότερο βάρος (1,89gr) σε σχέση με τις άλλες δύο ποικιλίες Λείο Κεφαλωτό (3gr) και Κατσαρό Πράσινο (2,92gr).

Παρατηρούνται, να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους οι δειγματοληψίες με την εξής σειρά 1^η: 0,78 < 2^η: 2,83 < 3^η: 4,2.

Μεταξύ των καλλιεργητικών περιόδων, εμφανίζονται διαφορές ως προς το ξηρό βάρος των φυτών μαρουλιού, με την εξής σειρά 1^η: 3,53 > 2^η: 2,88 > 3^η: 1,72. Πιθανή αιτία, για τις διαφορές που προαναφέρθηκαν, είναι οι κλιματικές συνθήκες του θερμοκηπίου και ιδιαίτερα η θερμοκρασία, οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο στο ξηρό βάρος των φυτών.

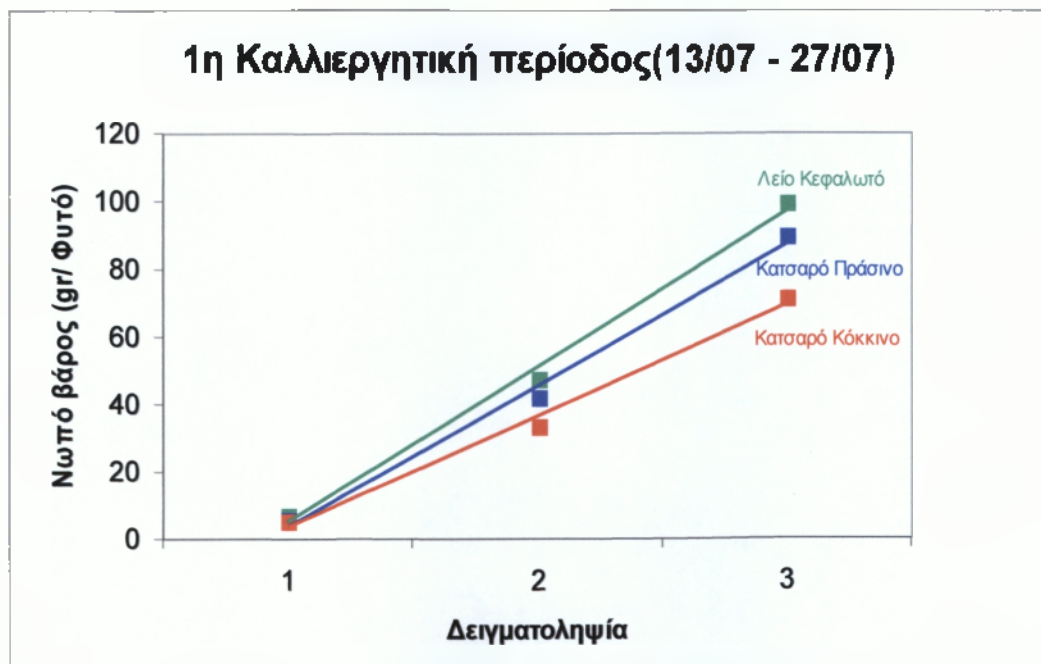
4.5.2 Νωπό βάρος κεφαλής

Η ποικιλία κατσαρό κόκκινο είχε στατιστικά σημαντικά μικρότερο νωπό βάρος σε σχέση με τις υπόλοιπες δυο ποικιλίες. Οι μέσοι όροι του νωπού βάρους των τριών ποικιλιών είναι: λείο κεφαλωτό 40.6gr, κατσαρό πράσινο 39.4gr, κατσαρό κόκκινο 25.2gr (Γραφήματα 1-3).

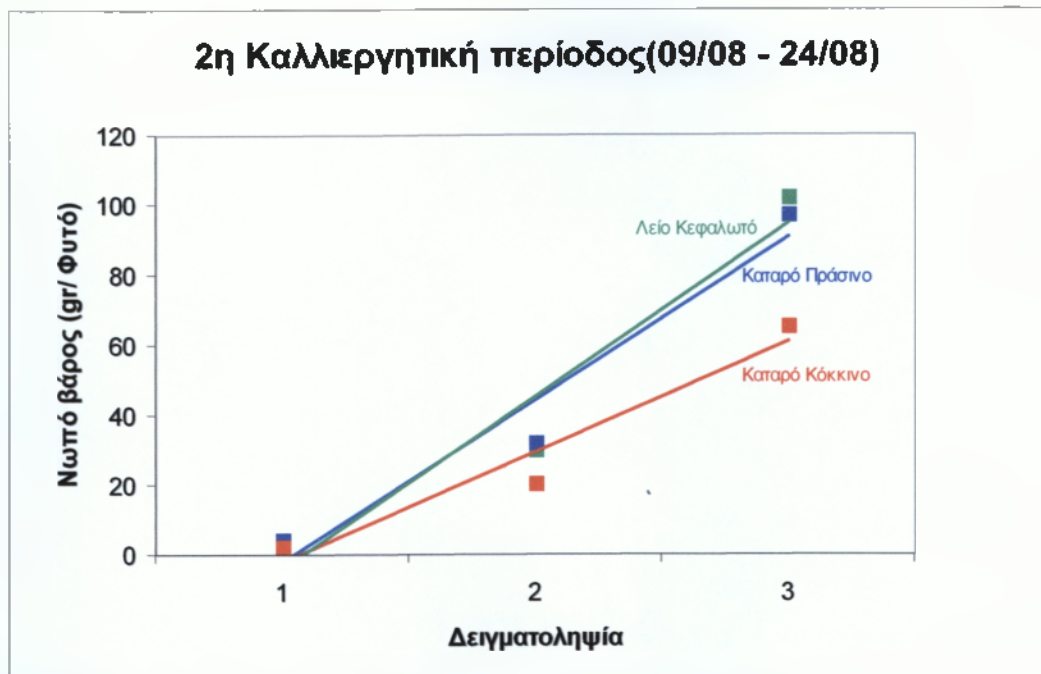
Στη πρώτη καλλιεργητική περίοδος το νωπό βάρος (44,64gr) είναι σημαντικά μεγαλύτερο από αυτό στις άλλες δυο καλλιεργητικές περιόδους (2^η: 39,75gr και 3^η: 23,96gr).

Τα παραπάνω, πιθανών να είναι αποτελέσματα των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούσαν στο θερμοκήπιο κατά την πρώτη καλλιεργητική περίοδο.

Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των τριών δειγματοληψιών. Στη τρίτη δειγματοληψία ελήφθηκε η μεγαλύτερη παραγωγή (75,7gr). Στη πρώτη είχαμε 3.9gr και στη δεύτερη 25.5gr.



Γράφημα 1. Νωπό βάρος κεφαλής (gr/ φυτό) τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), της πρώτης καλλιεργητικής περιόδου(13/07 – 27/07/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.



Γράφημα 2. Νωπό βάρος κεφαλής (gr/ φυτό) τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Καταρό Πράσινο, Καταρό Κόκκινο), της δεύτερης καλλιεργητικής περιόδου(09/08 – 24/08/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.



Γράφημα 3. Νωπό βάρος κεφαλής (gr/ φυτό) τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Καταρό Πράσινο, Καταρό Κόκκινο), της τρίτης καλλιεργητικής περιόδου(08/09 – 22/09/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.

Οι διαφορές μεταξύ των δειγματοληψιών, ως προς τη παραγωγή σε νωπό βάρος, μειώνονται σημαντικά όσο μεταβίνουμε από τη πρώτη στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο. Η μείωση αυτή, οφείλεται κυρίως στη τρίτη δειγματοληψία και λιγότερο στις υπόλοιπες και φαίνεται να είναι αποτέλεσμα των υψηλότερων θερμοκρασιών που επικρατούσαν κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο.

4.5.3 Ξηρό βάρος ριζών

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που αναφέρονται στον πίνακα 4, παρατηρούμε διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Η σειρά που ακολουθούν οι ποικιλίες, ως προς το ξηρό βάρος των ριζών, είναι η εξής: λείο κεφαλωτό > κατσαρό πράσινο > κατσαρό κόκκινο. Οι μέσοι όροι των ποικιλιών είναι: 0.59gr, 0.57gr, 0.41gr αντίστοιχα.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, έδειξε ότι στη πρώτη καλλιεργητική περίοδος το ξηρό βάρος της ρίζας (0,99gr) είναι σημαντικά μεγαλύτερο από αυτό στις άλλες δυο καλλιεργητικές περιόδους (2^η: 0,44gr και 3^η: 0,31gr).

Αναμενόμενη, είναι η διαφορά που παρατηρείται μεταξύ των τριών δειγματοληψιών, ως προς το μέσο ξηρό βάρος της ρίζας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που απεικονίζονται στον πίνακα 4, έχουμε την εξής σειρά 1^η: 0,28gr < 2^η: 0.55gr < 3^η: 0.76gr.

Πίνακας 4. Ξηρό βάρος ριζών (gr /φυτό) τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), σε αεροπονική καλλιέργεια.

Ποικιλία	Καλλιεργητική περίοδος									
	13/07/04 - 27/07/04			09/08/04 – 24/08/04			08/09/04– 22/09/04			
	Δειγματοληψία									
	13/07	20/07	27/07	09/08	17/08	24/08	08/09	15/09	22/09	M.O.
Λείο κεφαλωτό	0,73	1,53	1,14	0,18	0,52	0,57	0,17	0,34	0,58	0,58
Κατσαρό πράσινο	0,75	1,34	1,08	0,23	0,56	0,73	0,18	0,40	0,57	0,59
Κατσαρό κόκκινο	0,36	0,80	1,26	0,17	0,38	0,59	0,09	0,22	0,28	0,42
M.O. Δειγ/ψίας	1 ^η 0,28			2 ^η 0,55			3 ^η 0,76			
M.O. Καλ. Περ.	1 ^η 0,99			2 ^η 0,44			3 ^η 0,31			

4.5.4 Νωπό βάρος ριζών

Όπως στο νωπό βάρος της κεφαλής, έτσι και εδώ η στατιστική ανάλυση και τα γραφήματα που ακολουθούν (Γραφήματα 4-6), μας έδωσαν τα ίδια σχεδόν συμπεράσματα ως προς τις διαφορές μεταξύ των ποικιλιών, δειγματοληψιών και των καλλιεργητικών περιόδων.

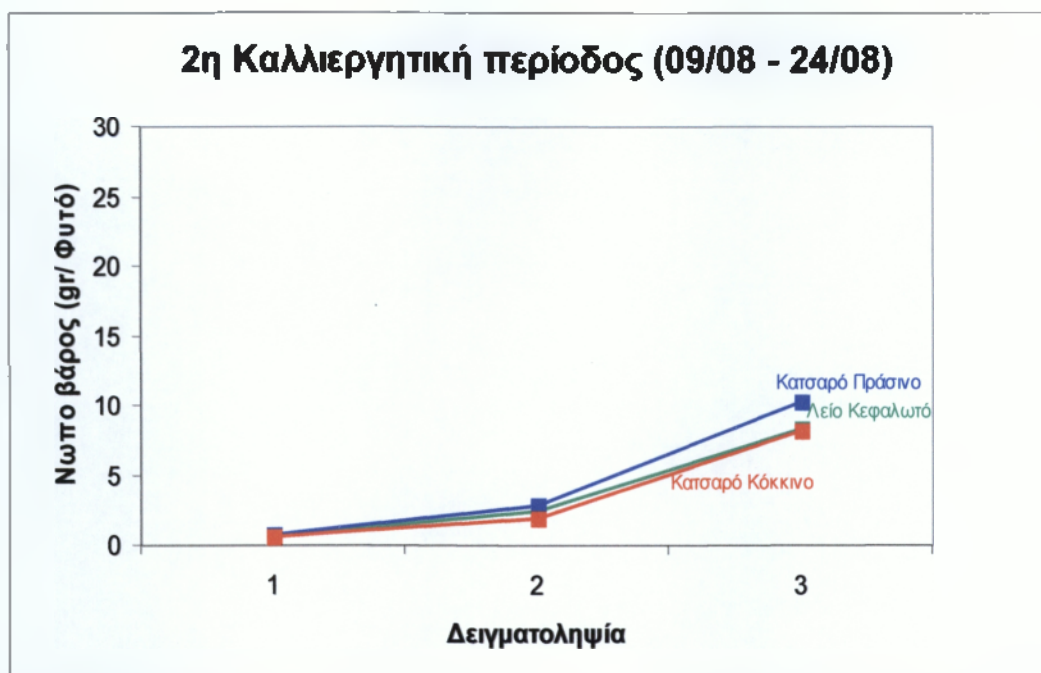
Οι τιμές που μας δίνουν το μέσο όρο της κάθε ποικιλίας, σε νωπό βάρος, της ρίζας των φυτών, είναι οι εξής: Λείο Κεφαλωτό 5.2gr, Κατσαρό Πράσινο 5.28gr και Κατσαρό Κόκκινο 3.9gr.

Βρέθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές, μεταξύ των τριών καλλιεργητικών περιόδων, όπου επιτεύχθηκε το υψηλότερο νωπό βάρος της ρίζας στη πρώτη καλλιεργητική περίοδο και το χαμηλότερο στη τρίτη (1^η: 8.8gr, 2^η: 3.99gr, 3^η: 2.92gr). Ιδιαίτερα, στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο το νωπό βάρος της ρίζας που ανήκει στη τρίτη ποικιλία, ήταν σημαντικά μικρότερο από το νωπό βάρος των ριζών που ανήκουν στις υπόλοιπες δυο ποικιλίες.

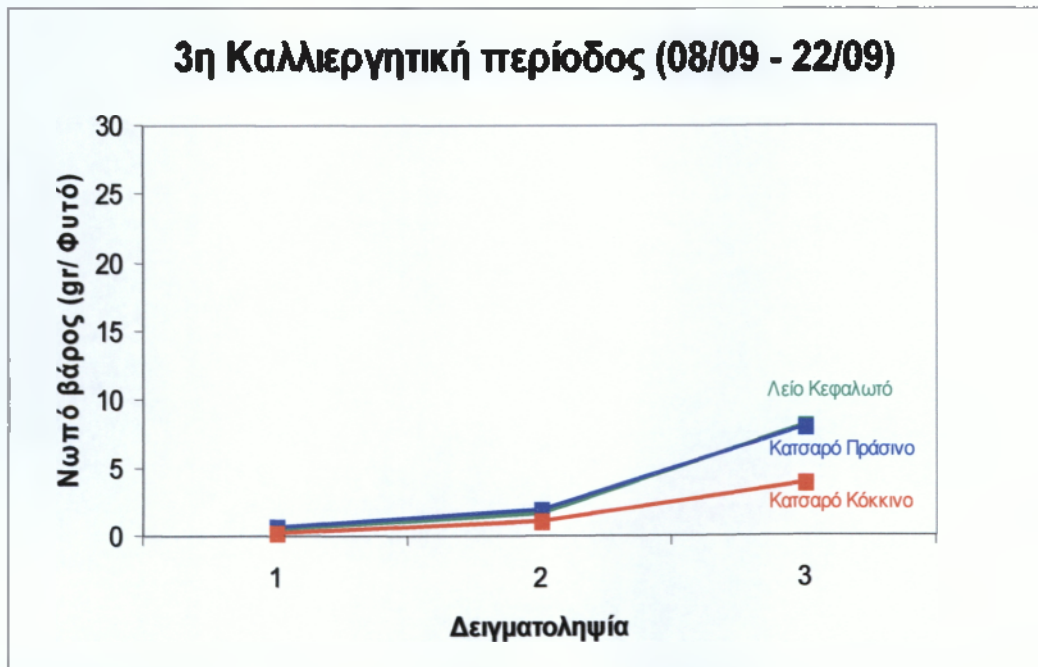
Οι δειγματοληψίες, παρουσιάζουν σημαντικά στατιστικές διαφορές, με το μεγαλύτερο νωπό βάρος να βρίσκεται στη τρίτη δειγματοληψία και το μικρότερο στη πρώτη (1^η: 0.98gr, 2^η: 2.76gr, 3^η: 10.63gr).



Γράφημα 4. Νωπό βάρος ριζών (gr/ φυτό) τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), της πρώτης καλλιεργητικής περιόδου(13/07 – 27/07/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.



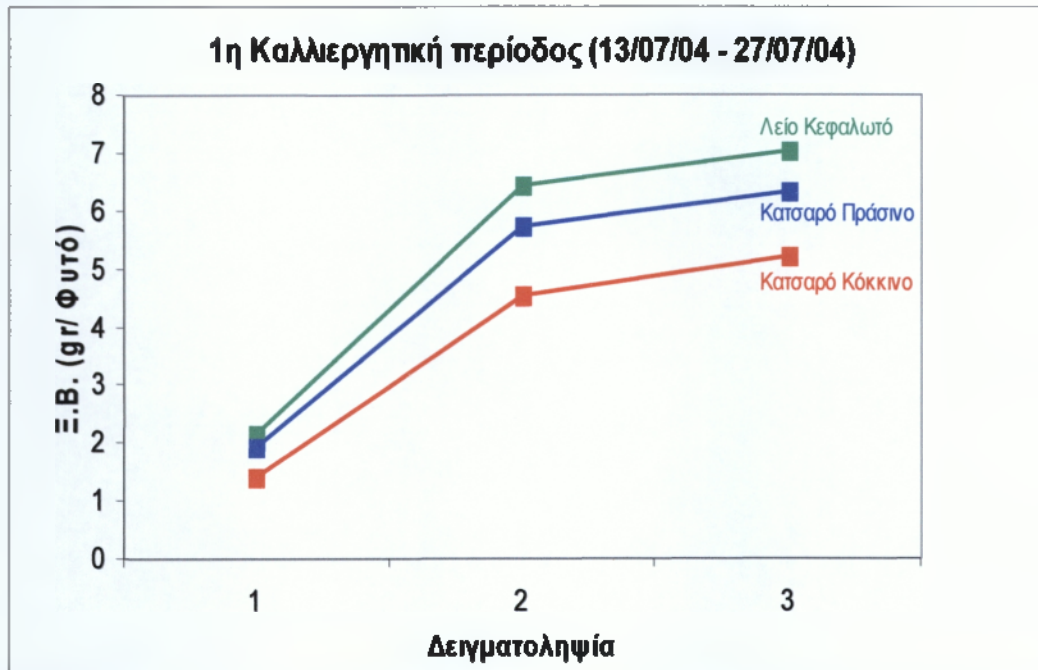
Γράφημα 5. Νωπό βάρος ριζών (gr/ φυτό) τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), της δεύτερης καλλιεργητικής περιόδου(09/08 – 24/08/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.



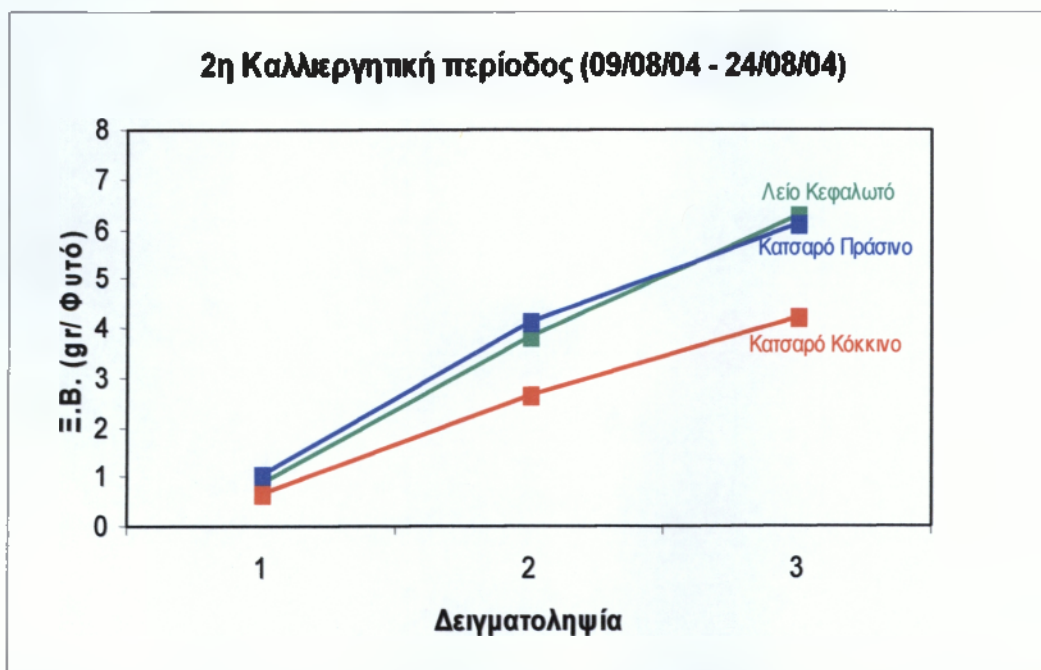
Γράφημα 6. Νωπό βάρος ριζών (gr/ φυτό) τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), της τρίτης καλλιεργητικής περιόδου(08/09 – 22/09/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.

4.5.5 Συνολικό ξηρό βάρος (Κεφαλή + Ρίζα).

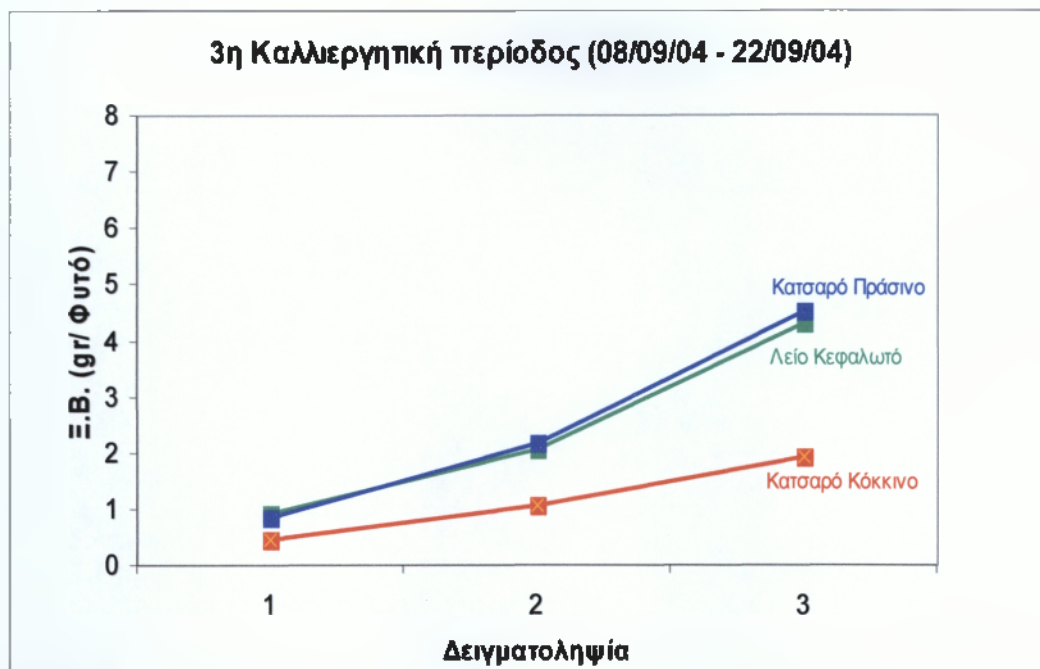
Η μελέτη των δεδομένων του συνολικού ξηρού βάρους έδωσε τα ίδια συμπεράσματα με αυτά που προέκυψαν από τη μελέτη των στοιχείων του ξηρού βάρους κεφαλής (παράγραφος 4.5.1).



Γράφημα 7. Συνολικό Ξηρό Βάρος (gr/ φυτό) τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), της πρώτης καλλιεργητικής περιόδου(08/09 – 22/09/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.



Γράφημα 8. Συνολικό Ξηρό Βάρος (gr/ φυτό) τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), της δεύτερης καλλιεργητικής περιόδου(08/09 – 22/09/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.



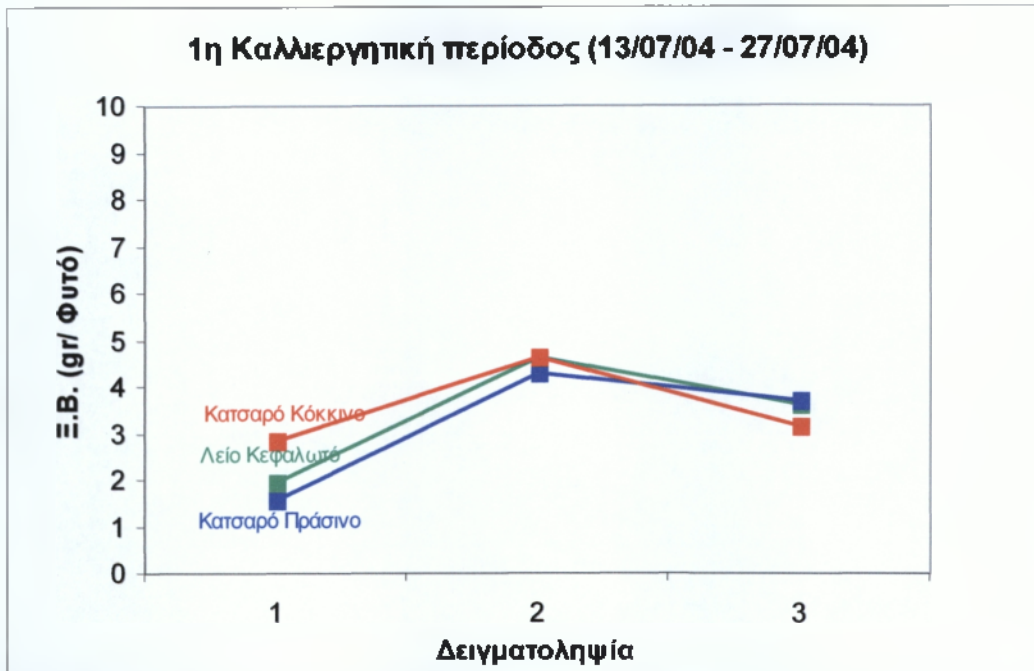
Γράφημα 9. Συνολικό Ξηρό Βάρος (g/ φυτό) τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), της τρίτης καλλιεργητικής περιόδου (08/09 – 22/09/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.

4.5.6 Λόγος ξηρού βάρους της κεφαλής προς το ξηρό βάρος της ρίζας.

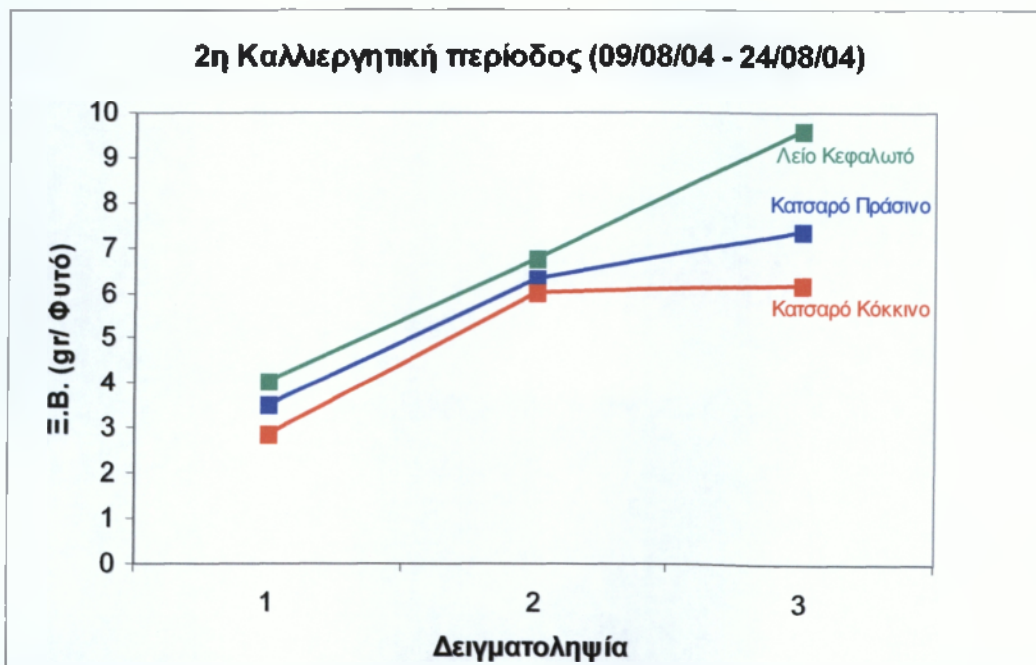
Παρατηρούμε ότι ο λόγος του ξηρού βάρους της κεφαλής προς το ξηρό βάρος της ρίζας στη πρώτη ποικιλία, είναι υψηλότερος σε σχέση με τις άλλες δυο, λόγω της μεγαλύτερης παραγωγής σε ξηρή ουσία κεφαλής στη πρώτη ποικιλία (Γραφήματα 10-12).

Βρίσκουμε σημαντικές διαφορές, ως προς το λόγο, μεταξύ των τριών δειγματοληψιών, με το μεγαλύτερο να απαντάται στην τρίτη και το μικρότερο στη πρώτη δειγματοληψία.

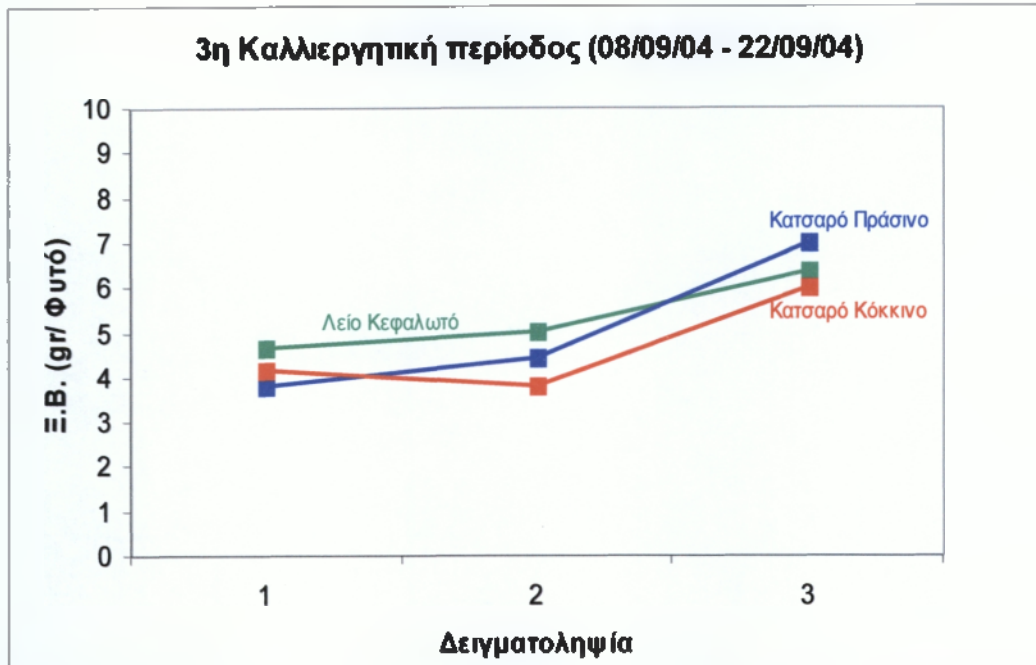
Στην πρώτη καλλιεργητική περίοδο, ο λόγος του ξηρού βάρους της κεφαλής προς το ξηρό βάρος της ρίζας, μειώνεται καθώς μεταβαίνουμε από την δεύτερη στην τρίτη δειγματοληψία, γεγονός που οφείλεται στην αντίστοιχη μείωση που παρατηρείται στο ξηρό βάρος της κεφαλής (Πίνακας 3).



Γράφημα 10. Ο λόγος του ξηρού βάρους (gr / φυτό) της κεφαλής τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατसारό Πράσινο, Κατसारό Κόκκινο), της πρώτης καλλιεργητικής περιόδου (08/09 - 22/09/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια, προς το ξηρό βάρος της ρίζας.



Γράφημα 11. Ο λόγος του ξηρού βάρους (gr / φυτό) της κεφαλής τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατसारό Πράσινο, Κατसारό Κόκκινο), της δεύτερης καλλιεργητικής περιόδου (08/09 - 22/09/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια, προς το ξηρό βάρος της ρίζας.



Γράφημα 12. Ο λόγος του ξηρού βάρους (gr / φυτό) της κεφαλής τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), της τρίτης καλλιεργητικής περιόδου (08/09 – 22/09/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια, προς το ξηρό βάρος της ρίζας.

4.5.7 Συγκέντρωση του Αζώτου (%, ξ.ο.) στις κεφαλές των φυτών.

Μετά το πέρας της πειραματικής διαδικασίας και της ανάλυσης των αποτελεσμάτων, παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση του αζώτου στις κεφαλές των φυτών κυμαίνεται σε φυσιολογικά επίπεδα.

Από τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, βλέπουμε πως δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποικιλιών. Αυτό φαίνεται και από τους μέσους όρους των τιμών της κάθε ποικιλίας, οι οποίοι είναι: 5,06% για το Λείο Κεφαλωτό, 4,89% για το Κατσαρό Πράσινο και 4,57% για το Κατσαρό Κόκκινο.

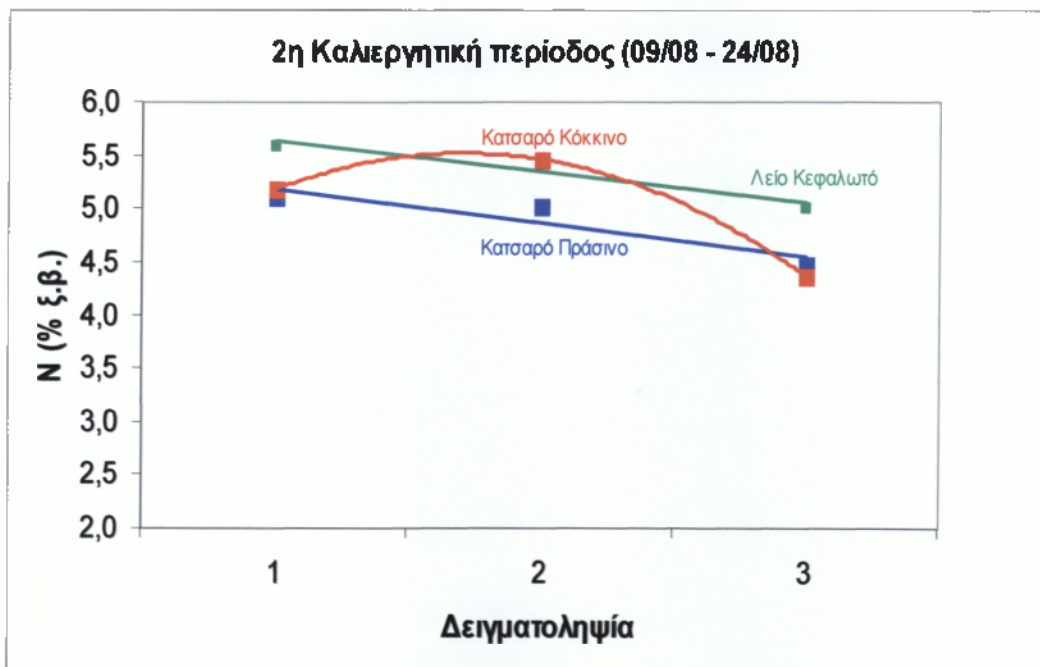
Το ίδιο ισχύει και για τις καλλιεργητικές περιόδους, όπου δε παρατηρούνται σημαντικές διαφορές ως προς τη συγκέντρωση του αζώτου. Οι παρακάτω τιμές επαληθεύουν τη διαπίστωση : 1η καλλιεργητική περίοδος 4,66% και 2η καλλιεργητική περίοδος 4,96%.

Από τα παρακάτω γραφήματα, παρατηρούμε ότι στη πρώτη καλλιεργητική περίοδο η συγκέντρωση του αζώτου στο Λείο Κεφαλωτό στη πρώτη δειγματοληψία ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη από τις υπόλοιπες. Στη δεύτερη καλλιεργητική

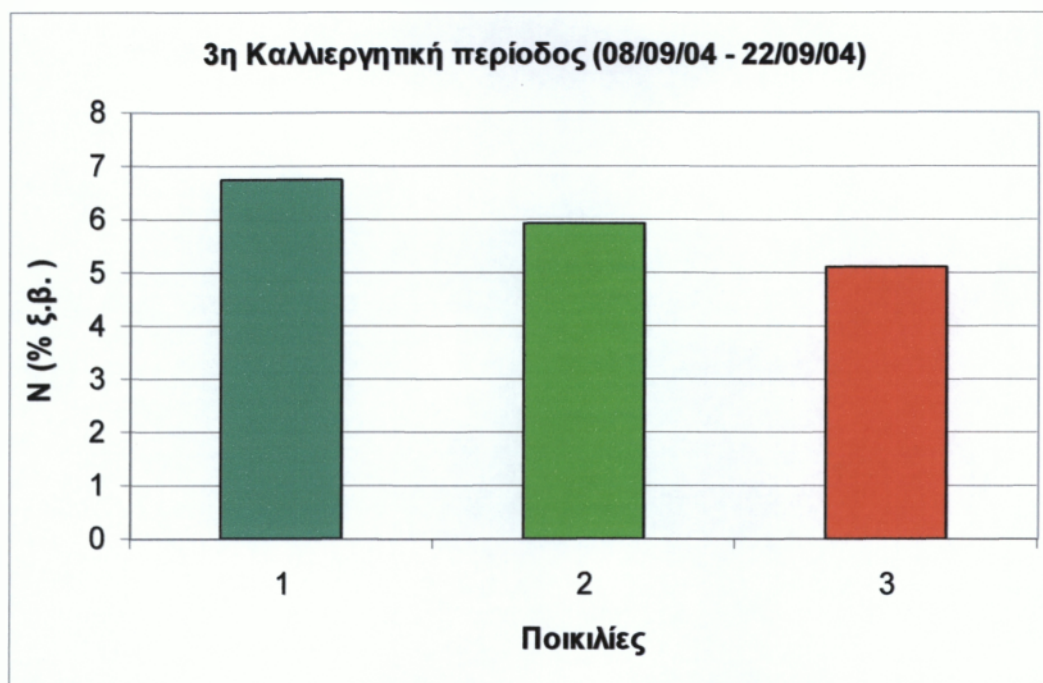
περίοδο, παρατηρούμε διαφορές μεταξύ των τριών ποικιλιών στη δεύτερη δειγματοληψία, όπου ακολουθούν την εξής σειρά: 1η > 2η > 3η.



Γράφημα 13. Συγκέντρωση του αζώτου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/07 - 27/07/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.



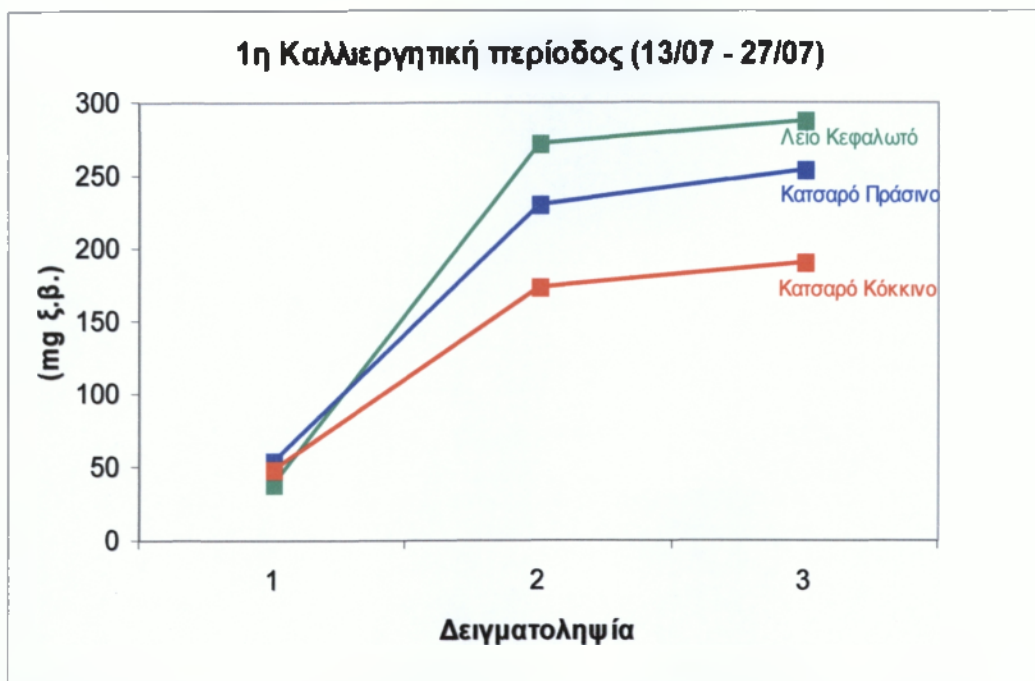
Γράφημα 14. Συγκέντρωση του αζώτου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (09/08 - 24/08/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.



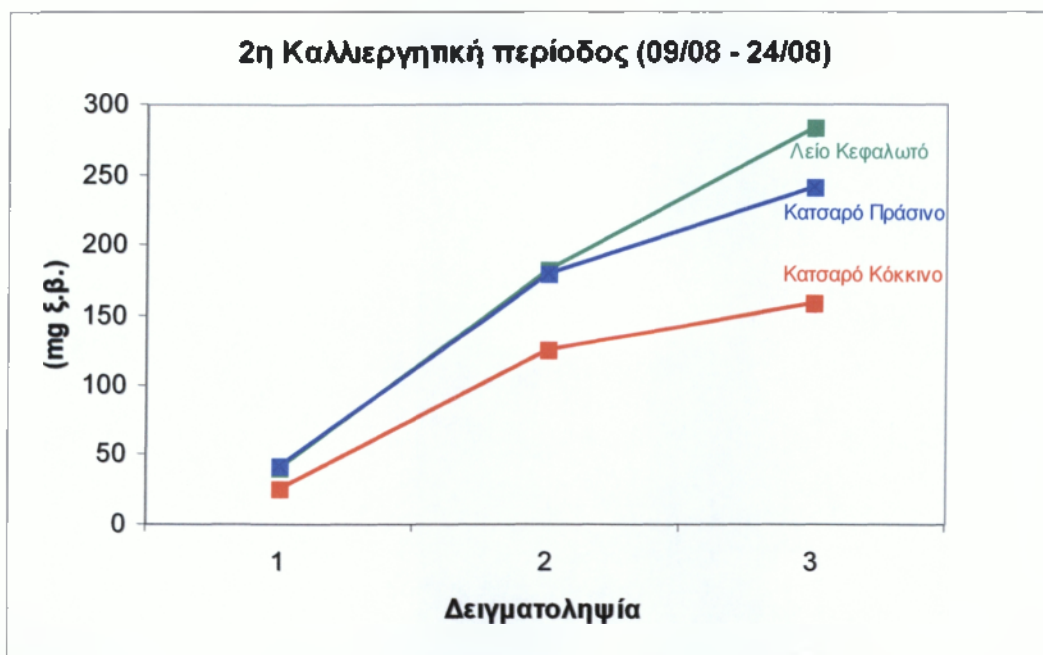
Γράφημα 15. Συγκέντρωση του αζώτου(% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), της τρίτης δειγματοληψίας, κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο(08/09 – 22/09/2004), σε αεροπονική καλλιέργεια.

4.5.8 Συνολική πρόσληψη του Αζώτου (mg/ φυτό) στις κεφαλές των φυτών.

Η συνολική περιεκτικότητα του αζώτου στις κεφαλές των φυτών είναι αποτέλεσμα κυρίως του ξηρού βάρους των κεφαλών (παράγραφος 4.5.1). Επομένως, η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδωσε παρόμοια συμπεράσματα με αυτά του ξηρού βάρους.



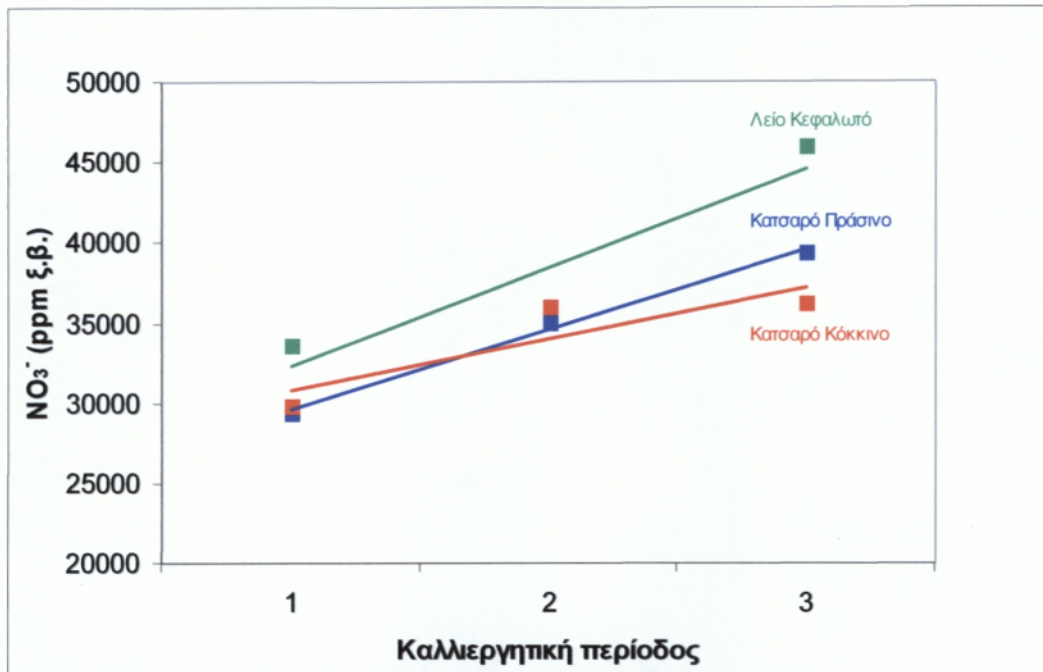
Γράφημα 16. Συνολική περιεκτικότητα του αζώτου(σε mg) στις κεφαλές τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο, σε αεροπονική καλλιέργεια.



Γράφημα 17. Συνολική περιεκτικότητα του αζώτου(σε mg) στις κεφαλές τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο, σε αεροπονική καλλιέργεια.

4.5.9 Συγκέντρωση νιτρικών στις κεφαλές των φυτών.

4.5.9.1 Συγκέντρωση νιτρικών (ppm, ξ.ο.)



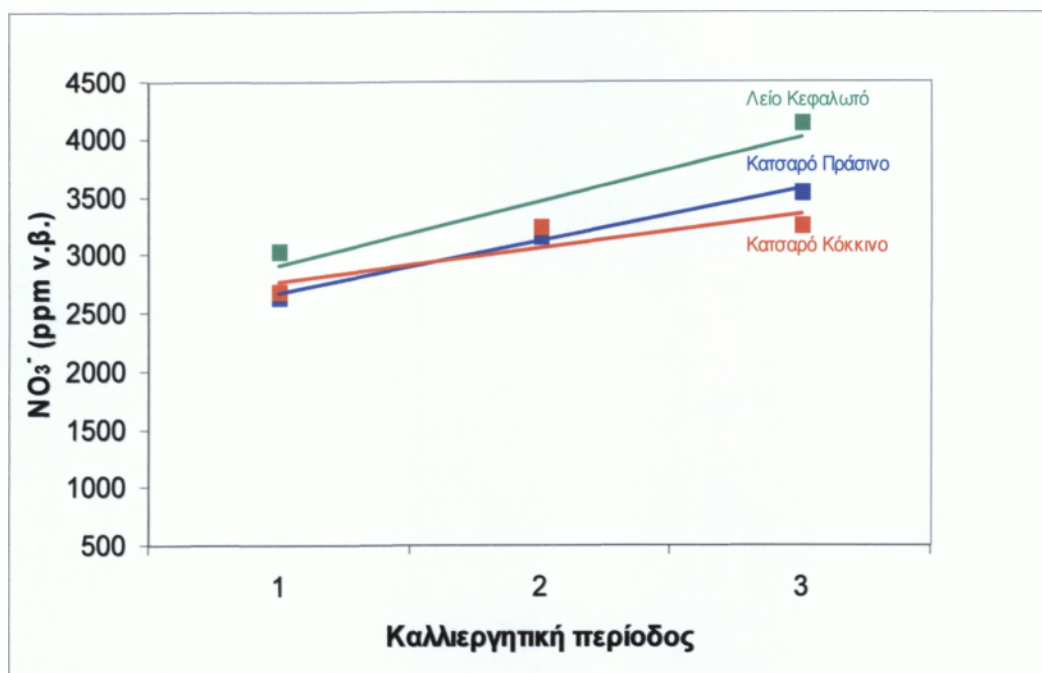
Γράφημα 18. Επίδραση της καλλιεργητικής περιόδου, στη περιεκτικότητα των νιτρικών σε ξηρή ουσία, στις κεφαλές τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), σε αεροπονική καλλιέργεια.

4.5.9.2 Συγκέντρωση νιτρικών (ppm, v.β.)

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών σε σχέση με τις ποικιλίες, κυμάνθηκαν ως εξής: Λείο Κεφαλωτό 3.378 – 3.741 ppm, Κατσαρό Πράσινο 2.885 – 3.249 ppm, Κατσαρό Κόκκινο 2.565 – 3.010 ppm

Με βάση τη μέση τιμή της συγκέντρωσης των νιτρικών στις κεφαλές των φυτών, οι ποικιλίες του μαρουλιού ακολουθούν την παρακάτω σειρά: Λείο Κεφαλωτό (3.369 ppm) > Κατσαρό Πράσινο (3.132 ppm) > Κατσαρό Κόκκινο (3.045 ppm). Η μεγαλύτερη συγκέντρωση νιτρικών παρατηρείται στην ποικιλία λείο κεφαλωτό, λόγω μεγαλύτερης φιλικής επιφάνειας.

Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των καλλιεργητικών περιόδων, ως προς τη συγκέντρωση των νιτρικών στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο όπου έφτασαν στα μέγιστα επίπεδα (1^η: 2.787 ppm, 2^η: 3.060 ppm, 3^η: 3.560 ppm). Αυτό, πιθανόν να οφείλεται στις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν ανά καλλιεργητική περίοδο και ιδιαίτερα στη διαφορά έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας.



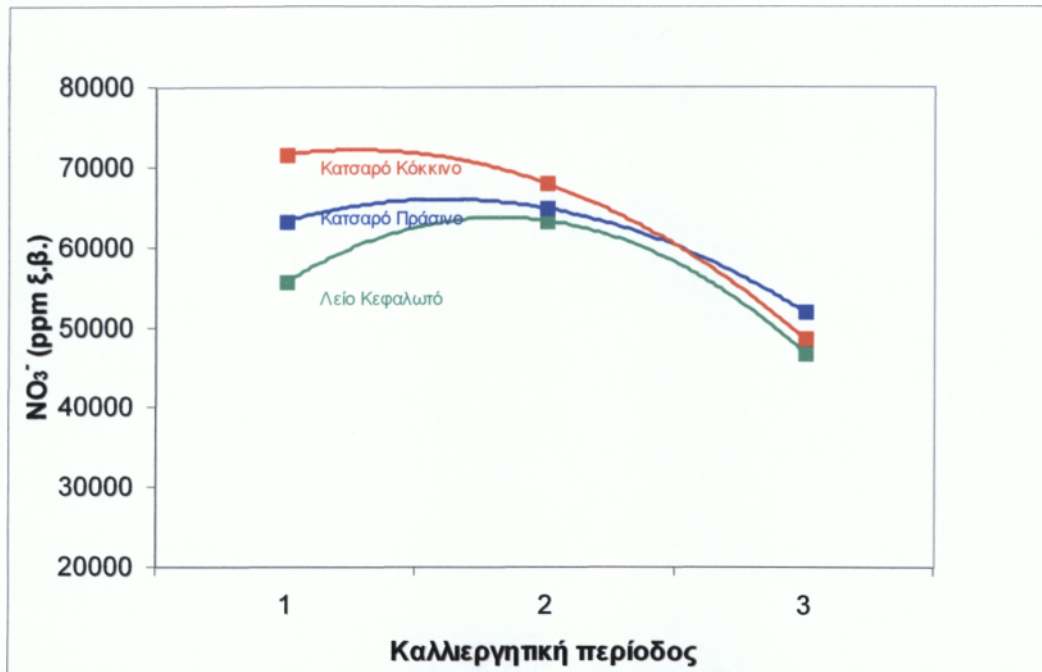
Γράφημα 19. Επίδραση της καλλιεργητικής περιόδου, στη περιεκτικότητα των νιτρικών (σε ppm) στο νωπό βάρος, στις κεφαλές τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), σε αεροπονική καλλιέργεια.

Διαπιστώθηκε ότι οι συγκεντρώσεις των νιτρικών, στα εξεταζόμενα δείγματα, αν και βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα δεν υπερβαίνουν τα επιτρεπόμενα όρια που έχουν θεσπιστεί από την Ε.Ε. και είναι 4.500 ppm σε νωπό βάρος (European Commission, 1997), (Γράφημα 19). Όμως, στη ποικιλία λείο κεφαλωτό οι συγκεντρώσεις των νιτρικών στα φύλλα, στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο, ξεπερνούν το ανώτατο όριο (3500 ppm) που έχει θεσπιστεί από την Ε.Ε. για την περίοδο 1^η Απριλίου έως 31^η Σεπτεμβρίου. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει ο παραγωγός να λάβει υπόψη του την περιεκτικότητα του αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα.

Οι μεγάλες διαφορές στη συγκέντρωση των νιτρικών στα φυλλώδη λαχανικά που παρατηρούνται μεταξύ άλλων δυτικοευρωπαϊκών χωρών (Roorda van Eysinga, 1984, Andersen and Nielsen, 1992) και της Ελλάδος (Πασχαλίδης κ.α., 2002, Siomos et al, 2001, Kanvadias et al, 2004), μπορεί να οφείλονται σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες ανάπτυξης των καλλιεργειών και ιδιαίτερα στην υψηλή ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που χαρακτηρίζει τη χώρα μας.

4.5.10 Συγκέντρωση νιτρικών στις ρίζες των φυτών.

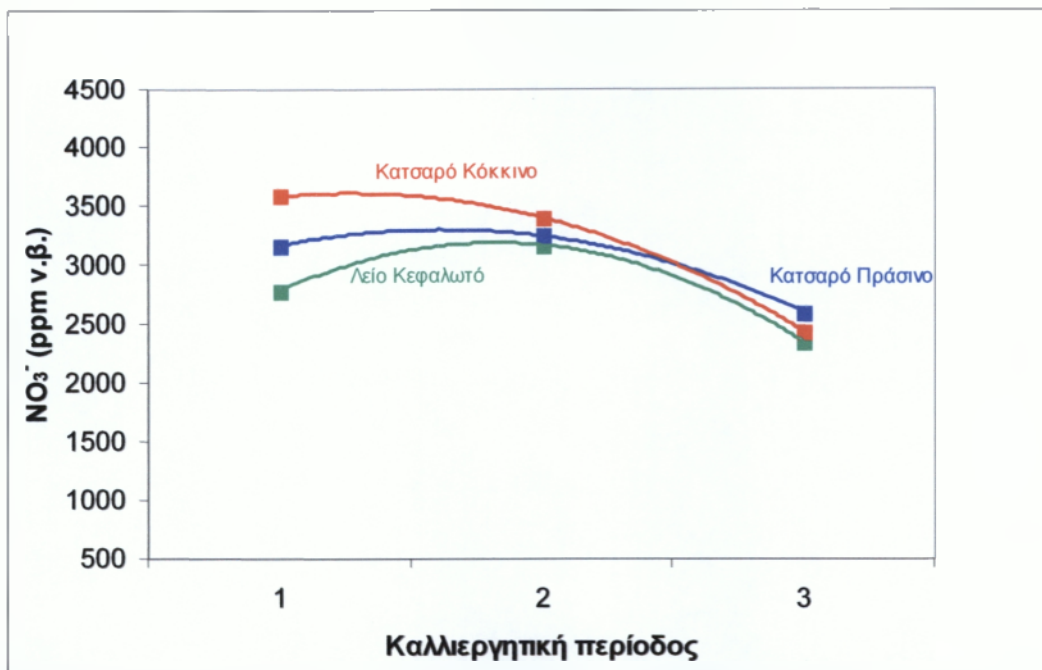
4.5.10.1 Συγκέντρωση νιτρικών (ppm, ξ.ο.)



Γράφημα 20. Επίδραση της καλλιεργητικής περιόδου, στη περιεκτικότητα των νιτρικών σε ξηρή ουσία, στις ρίζες τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), σε αεροπονική καλλιέργεια.

4.5.10.2 Συγκέντρωση νιτρικών (ppm, ν.β.)

Στο γράφημα 21, είναι εμφανής η μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο. Αυτό φαίνεται καλύτερα από τη μέση τιμή της συγκέντρωσης των νιτρικών για κάθε καλλιεργητική περίοδο: 1^η: 3.489 ppm, 2^η: 3.178 ppm, 3^η: 2.488 ppm.



Γράφημα 21. Επίδραση της καλλιεργητικής περιόδου, στη περιεκτικότητα των νιτρικών (ppm) στο νωπό βάρος, στις ρίζες τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), σε αεροπονική καλλιέργεια.

4.5.11 Συνολική πρόσληψη νιτρικών από τα φυτά.

4.5.11.1 Κεφαλές

Πίνακας 5. Συνολική περιεκτικότητα νιτρικών (σε mg) στις κεφαλές τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), σε αεροπονική καλλιέργεια.

	Καλλιεργητική περίοδος		
	13/07/2004 – 27/07/2004	09/08/2004 – 24/08/2004	08/09/2004 – 22/09/2004
	Δεγματοληψία		
Ποικιλία	27/07	24/08	22/09
Λείο κεφαλωτό	186	203	171
Κατσαρό πράσινο	147	189	155
Κατσαρό κόκκινο	118	131	60

4.5.11.2 Ρίζες

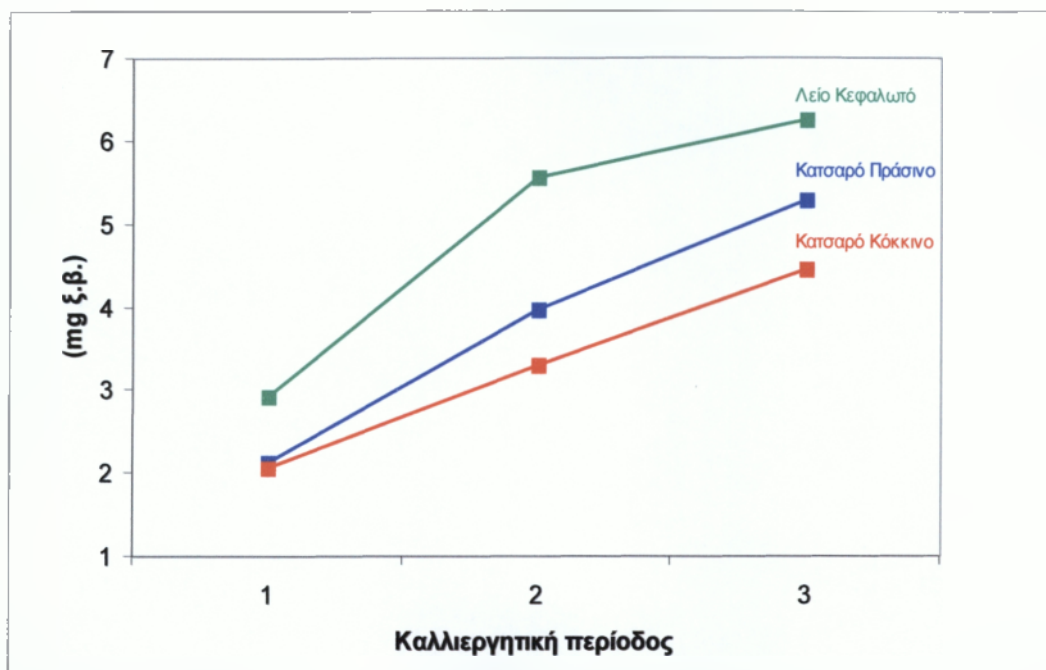
Πίνακας 6. Συνολική περιεκτικότητα νιτρικών (σε mg) στις ρίζες τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), σε αεροπονική καλλιέργεια.

Ποικιλία	Καλλιεργητική περίοδος		
	13/07/2004 – 27/07/2004	09/08/2004 – 24/08/2004	08/09/2004 – 22/09/2004
	Δειγματοληψία		
	27/07	24/08	22/09
Λείο κεφαλωτό	64	36	27
Κατσαρό πράσινο	69	47	29
Κατσαρό κόκκινο	57	40	13

4.5.11.3 Λόγος της συνολικής περιεκτικότητας νιτρικών στη κεφαλή προς τη συνολική περιεκτικότητα στη ρίζα.

Στο γράφημα 22, παρατηρούμε ότι ο λόγος της περιεκτικότητας σε νιτρικά στις κεφαλές των φυτών προς τις ρίζες, είναι σημαντικά μεγαλύτερος στη ποικιλία λείο κεφαλωτό σε σχέση με τις άλλες δύο (Κατσαρό Πράσινο και Κατσαρό Κόκκινο) που είναι αποτέλεσμα της μεγαλύτερης παραγωγής και υψηλότερης συγκέντρωσης νιτρικών στη 1η ποικιλία.

Επίσης, ο λόγος αυτός αυξάνεται καθώς μεταβαίνουμε από τη 1η στη 3η καλλιεργητική περίοδο. Υποδηλώνεται έτσι, η τάση συσσώρευσης νιτρικών στη κεφαλή των φυτών, καθώς μειώνεται η ηλιοφάνεια.



Γραφικό 22. Επίδραση της καλλιεργητικής περιόδου στο Λόγο της συνολικής περιεκτικότητας των νιτρικών (σε mg) στη κεφαλή τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), προς τη ρίζα.

4.6 Συμπεράσματα

1. Στη πρώτη καλλιεργητική περίοδο το ξηρό βάρος της κεφαλής αυξήθηκε σημαντικά στη δεύτερη δειγματοληψία σε σχέση με την πρώτη, ενώ η αύξηση του ξηρού βάρους στην τρίτη δειγματοληψία δεν ήταν σημαντική. Στις υπόλοιπες δυο καλλιεργητικές περιόδους παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του ξηρού βάρους της κεφαλής κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών. Το γεγονός αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα των διαφορετικών κλιματικών συνθηκών που επικρατούσαν στο θερμοκήπιο στις τρεις καλλιεργητικές περιόδους.
2. Οι τρεις ποικιλίες μαρουλιού ως προς το ξηρό βάρος τους ταξινομούνται με την ακόλουθη σειρά: λείο κεφαλωτό > κατσαρό πράσινο > κατσαρό κόκκινο.
3. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών σε σχέση με τις ποικιλίες, κυμάνθηκαν ως εξής: Λείο Κεφαλωτό 3.378 – 3.741 ppm, Κατσαρό Πράσινο 2.885 – 3.249 ppm, Κατσαρό Κόκκινο 2.565 – 3.010 ppm. Αν και βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα, δεν υπερβαίνουν τα επιτρεπόμενα όρια που έχουν θεσπιστεί από την Ε.Ε. και είναι 4.500 ppm σε νωπό βάρος. Όμως, στη ποικιλία λείο κεφαλωτό οι συγκεντρώσεις των νιτρικών στα φύλλα, στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο, ξεπερνούν το ανώτατο όριο (3500 ppm) που έχει θεσπιστεί από την Ε.Ε. για την περίοδο 1^η Απριλίου έως 31^η Σεπτεμβρίου.
4. Οι μέσες συγκεντρώσεις των νιτρικών στις κεφαλές των ποικιλιών λείο κεφαλωτό, κατσαρό πράσινο και κατσαρό κόκκινο βρέθηκαν 3.369 ppm, 3.132 ppm, 3.045 ppm αντίστοιχα.
5. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών στα φύλλα των φυτών αυξήθηκε σημαντικά καθώς μεταβαίνουμε από την πρώτη στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (1^η: 2.787 ppm, 2^η: 3.060 ppm, 3^η: 3.560 ppm). Οι διαφορές αυτές αποδίδονται στη διαφορετική ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας.
6. Οι συγκεντρώσεις του αζώτου στα φύλλα των φυτών κυμάνθηκαν σε φυσιολογικά επίπεδα. Στις ποικιλίες λείο κεφαλωτό, κατσαρό πράσινο και κατσαρό κόκκινο βρέθηκαν 5,06%, 4,89% και 4,57% αντίστοιχα.
7. Προτείνεται να γίνουν παρατηρήσεις, για τη συγκέντρωση του αζώτου και των νιτρικών, σε περισσότερες δειγματοληψίες και καλλιεργητικές περιόδους. Σκοπός είναι, να δοθεί ένας ολοκληρωμένος αριθμός αποτελεσμάτων, έτσι ώστε να προσδιοριστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η εποχιακή διακύμανση της συγκέντρωσης των παραπάνω στοιχείων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anderson L. and Nielsen N.E., 1992. A new cultivation method for the production of vegetables with low content of nitrate. *Sientia Horticulture* 49: 167 – 171.

European Commission 1997. Commission Regulation (EC) No 194/ 97 of 31 January 1997. *Official Journal of the European Countries* No L 31/ 48 – 50.

Kavvadias V., Paschalidis C., Pavlou G., Stavrinou E., Kosmidis I., Gasiamis P., 2004. Effects of NaCl and Fertilizer on Leaf Yield of Soil- grown Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agroecology*, Vol. 7(1), 2004. 46 – 55.

Roorda van Eysinga, J. P. N. L. 1984. Nitrate in glasshouse vegetables. *Fert. Res.*, 5: 149 – 156.

Σιμώνης Α. Δ. και Σεβάτου Ε. Β., « Γεωργική Τεχνολογία », Μάρτιος – Απρίλιος, 1995, « Το πρόβλημα με τα νιτρικά », 50 – 62.

Siomos A. S., Beis G., Papadopoulou P. P., and Barbayiannis N., 2001. Quality and composition of lettuce (CV 'Plenty') grown in soil and soilless culture. *Acta Hort.* 548: 445 – 449.

Forlani L., Grillenzoni S., Nitrate levels in vegetables that may be eaten raw, *Italian Journal of Food Science*, 1997, 65 – 69.

Κανάκης Γ. Ανδρέας, Γενική Λαχανοκομία, ΤΕΙ Καλαμάτας, 1998.

Dr Lynette Morgan, Hydroponic Lettuce Production, εκδόσεις Casper Publications.

Μαυρογιαννόπουλος Ν. Γεώργιος, Υδροπονικές Καλλιέργειες και Θρεπτικά Διαλύματα, εκδόσεις Σταμούλης Α., 1994.

Σάββας Δ. και Αδαμίδης Κ., Automated Management of Nutrient Solutions Based of Target Electrical Conductivity, PH and Nutrient Concentration Ratios, 2000.

Σιμώνης Α. Δ. « Νιτρικά και υγεία ». Πρακτικά 8^{ου} Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου , Καβάλα 21 – 23 Σεπτεμβρίου 2000, 13 – 34.

Vaclav Smill, second edition 1996, « Cicles of life – Cirilization and the Biosphere », Chapter give: Cicle of Nitrogen, 128 – 139.

Άλλες πηγές:

Υπουργείο Γεωργίας, Τμήμα Αγροτικής Νομοθεσίας, Αθήνα.

Διεύθυνση Γεωργίας και Κτηνοτροφίας Ν. Μεσσηνίας, Τμήμα Αγροτικής Πολιτικής και Τεκμηρίωσης, Καλαμάτα.