

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

ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ

ΤΩΝ ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (N, P, K, Ca)

ΣΕ ΑΕΡΟΓΟΝΙΚΗ ΚΑΛΑΜΑΤΑ ΜΑΡΟΥΔΟΥ

*ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : κ. ΖΑΚΥΝΘΙΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΣΑΤΟΛΙΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ*

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2004

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή είναι μια εργασία του τμήματος Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων και αναφέρεται στην εποχιακή διακύμανση της συγκέντρωσης των μακροστοιχείων και των ιχνοστοιχείων 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 ερευνητή του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε, για τη συνεργασία τους και τις πολύτιμες πληροφορίες που μου παρείχαν.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	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.....	6
1.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	7
1.7 ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	9
1.8 ΣΠΟΡΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	11
1.9 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	12
1.10 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	15
1.11 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	19
2.1 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	19
2.1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	19
2.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	19
2.2 ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	22
2.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	22
2.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	22
2.2.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΤΟΥ.....	24
2.2.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	27
2.2.5 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.....	32
2.2.6 ΣΤΑΔΙΟ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ.....	34
2.2.7 ΤΡΟΠΟΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ.....	34
2.2.8 ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	35
2.2.9 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	39
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	39
3.2 ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	39
3.2.1 ΑΖΩΤΟ.....	40
3.2.2 ΦΩΣΦΟΡΟΣ.....	40
3.2.3 ΚΑΛΙΟ.....	41
3.2.4 ΑΣΒΕΣΤΙΟ.....	42
3.2.5 ΜΑΓΝΗΣΙΟ.....	43
3.2.6 ΘΕΙΟ.....	43
3.2.7 ΣΙΔΗΡΟΣ.....	43
3.3 ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	44
3.3.1 ΜΑΓΓΑΝΙΟ.....	44
3.3.2 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ.....	44
3.3.3 ΧΑΛΚΟΣ.....	44
3.3.4 ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ.....	44
3.3.5 ΒΟΡΙΟ.....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	45
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	45
4.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ.....	45
4.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΣΕ ΚΑΘΕ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ.....	48
4.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΦΥΤΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ(ΞΗΡΗ ΟΥΣΙΑ).....	49
4.4.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗΣ(DRY ASHING).....	49
4.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	50
4.5.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΚΑΛΙΟΥ (Κ) (% Ξ.Β.) ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	51
4.5.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΚΑΛΙΟΥ (Κ) (% Ξ.Β.) ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	52

4.5.3 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ Κ (ΜΓ/ΦΥΤΟ) ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ.....	53
4.5.4 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ Κ (ΜΓ/ΦΥΤΟ) ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ.....	55
4.5.5 ΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΑΛΙΟΥ ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΑΛΙΟΥ ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	57
4.5.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ (ΜΓ) (% Ξ.Β.) ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	59
4.5.7 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ (ΜΓ) (% Ξ.Β.) ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	61
4.5.8 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΜΓ (ΜΓ/ΦΥΤΟ) ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ.....	63
4.5.9 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΜΓ (ΜΓ/ΦΥΤΟ) ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ.....	64
4.5.10 ΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	66
4.5.11 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ (CΑ) (% Ξ.Β.) ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	68
4.5.12 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ (CΑ) (% Ξ.Β.) ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	70
4.5.13 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ CΑ (ΜΓ/ΦΥΤΟ) ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ.....	72
4.5.14 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ CΑ (ΜΓ/ΦΥΤΟ) ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ.....	74
4.5.15 ΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	76
4.5.16 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΑΤΡΙΟΥ (ΝΑ) (% Ξ.Β.) ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	78
4.5.17 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΑΤΡΙΟΥ (ΝΑ) (% Ξ.Β.) ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	80
4.5.18 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΝΑ (ΜΓ/ΦΥΤΟ) ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ.....	82
4.5.19 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΝΑ (ΜΓ/ΦΥΤΟ) ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ.....	83
4.5.20 ΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ ΣΤΟ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣ ΤΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	85
4.6 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΣΤΟΥΣ ΦΥΤΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ ΤΡΙΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	87
4.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	89

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 τον 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 τύπος *Cos* πιστεύεται ότι έχει διαδοθεί από την Ελλάδα και το όνομα τον τύπου προέρχεται από την νήσο Κω τον 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^ο 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^ο αιώνα από τους Ισπανούς.

Σήμερα το μαρούλι έχει διαδοθεί και καλλιεργείται σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη και μήκη της υφελίου σαν ετήσιο φυτό. Είναι το σημαντικότερο φυλλώδες λαχανικό που χρησιμοποιείται νωπό σε σαλάτα στην Ελλάδα 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 εδωδιμο ή ήμερο είναι δηπλοειδές και έχει εννέα ζεύγη χρωματοσωμάτων ($2n = 18$). Τα περισσότερα από τα άλλα είδη τον γένους *Lactuca* έχουν είτε οκτώ ή εννέα ζεύγη χρωμοσωμάτων.

Υπό κανονικές συνθήκες είναι φυτό «μακράς ημέρα» 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 θυσσανώδεις 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 συντομευθεί 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.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ

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 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 καφαλωτού τύπους μαρουλιού γιατί έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνες Α και C. Το μαρούλι επίσης είναι μια καλή πηγή Ca και P.

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΤΥΠΟΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ			
ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΚΕΦΑΛΟΤΟ (BUTTERHEAD)	ΡΩΜΑΝΑ (COS OR ROMAINE)	ΚΑΤΣΑΡΟ ΚΕΦΑΛΟΤΟ (CRISPHEAD)
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	11	16	11
ΘΕΡΜΙΔΕΣ			
ΝΕΡΟ(γρ.)	99	94	95
ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ(γρ.)	1,2	1,6	0,8
ΛΙΠΗ(γρ.)	0,2	0,2	0,1
ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ(γρ.)	1,2	2,1	2,3
ΒΙΤΑΜΙΝΗ Α	1200	2600	300
ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β1	0,07	0,1	0,07
ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β2	0,07	0,1	0,03
ΒΙΤΑΜΙΝΗ C	9	24	5
ΝΙΑΣΙΝΗ	0,4	0,5	0,3
ΑΛΑΤΑ Ca	40	36	13
ΑΛΑΤΑ Fe	1,1	1,1	1,5
ΑΛΑΤΑ Mg	16	6	7
ΑΛΑΤΑ P	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 τον μεγάλου μήκους ημέρας (σχηματισμός ανθικών στελεχών και λήθαργος σπόρων). Τα τελευταία χρόνια το μαρούλι καλλιεργείται σε θερμοκήπια κατά την διάρκεια τον 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 τις Β. Ευρώπης κατά των χειμώνα λόγω πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει η χώρα (κλίμα κ.λ.π).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΣΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 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 υπαιθρίας καλλιέργειας μαρουλιού κατά γεωγραφικό διαμέρισμα.

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΠΑΙΘΡΙΑΣ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΚΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΣΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2000

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.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΠΑΙΘΡΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, ΣΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 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 φύλλων τους στο κοντό βλαστό και το σχηματισμό ή απουσία κεφαλής :

α) *Lactuca sativa* var *romana* P.C. (l: *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 μακρυά 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. (*Butterhead*) 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. (*Crisphead* , *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* (*Looseleaf*) Σαλάτα.

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

Τα φύλλα είναι κυρίως κατσαρά πρασίνου 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 της επιτάχυνσης 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 παν 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 πο 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. Βασισόμενος 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 εμφανίσεως 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 σχηματίστηκε 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 6

Ορισμένα θρεπτικά στοιχεία που περιέχονται στο μέσο όρο παραγωγής μερικών καλλιεργειών

Καλλιεργα	Παραγωγή Τόνο/Εκτάριο	Θρεπτικά στοιχεία που αφαιρούνται με τη σοδειά / Kg / Εκτάριο					
		Αζωτο	Κάλιο	Ασβέστιο	Μαγνήσιο	Φώσφορος	Θειάφι
Σιτάρι	4	80	40	10	5	12	20
Γεϊτόλα	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.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΠΛΩΣΗΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΟ ΑΔΑΣ ΑΓΓΛΙΑΣ)

ΔΙΠΛΩΣΜΑ	0	1	2	3	4	5	>5
Περιεκτικότητα εδάφους σε Ν προσθήκη αζώτου σε gr/m ² νητρικής αμμωνίας	0 - 25	26 - 50	50 + 35	50 + 15	50 + 0	50 + 0	50 + 0
Περιεκτικότητα εδάφους σε Ρ (mg/l) προσθήκη φωσφόρου σε gr/m ² τριπλό υπερφωσφορικό ή 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 Κ (mg/l) προσθήκη κάλλιου 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 τον 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 υδατοικανότητας του Στη συνέχεια, σε αμμώδη εδάφη η φύτευση μπορεί να γίνεται την επόμενη μέρα, ενώ σε πιο βαρεια 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 (tipburn) 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 τον 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 Ρωμάνο, 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 των

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 τον 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 τον 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.

2.1 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

2.1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

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

Κατ' επέκταση, ο όρος αυτός όπως προτείνει και ο Davenport, 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, ανεξάρτητα 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 12 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 φυλλικής 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 χορήγησή 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

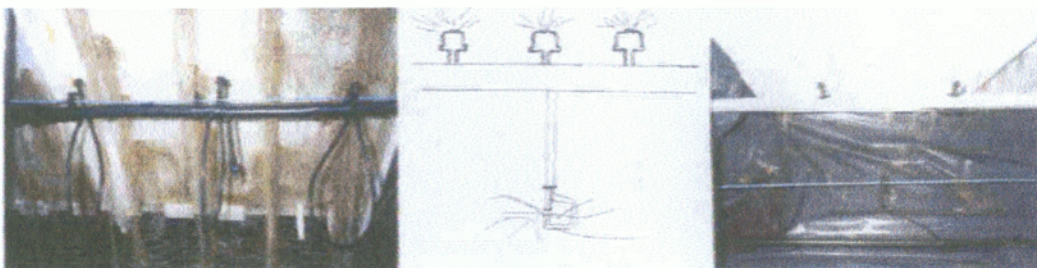
Όπως και στην υδροπονία, έτσι και στην αεροπονία η καλλιέργεια πραγματοποιείται εκτός εδάφους, με τη διαφορά ότι στη δεύτερη, η ρίζα των φυτών βρίσκεται στον αέρα και αφού της παρέχεται θρεπτικό διάλυμα, μέσω ειδικά εγκατεστημένων μπέκ ψεκασμού, αναπτύσσεται και κατά συνέπεια ανασπύσσεται και το φυτό.

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 άρδρευσης(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 φιλτραριστεί 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 υδροπτονίας) 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 ιχνοστοιχεία).
- Μεταφορά στην κεντρική δεξαμενή διανομής όταν η στάθμη της τελευταίας πέσει κάτω από συγκεκριμένο επίπεδο.



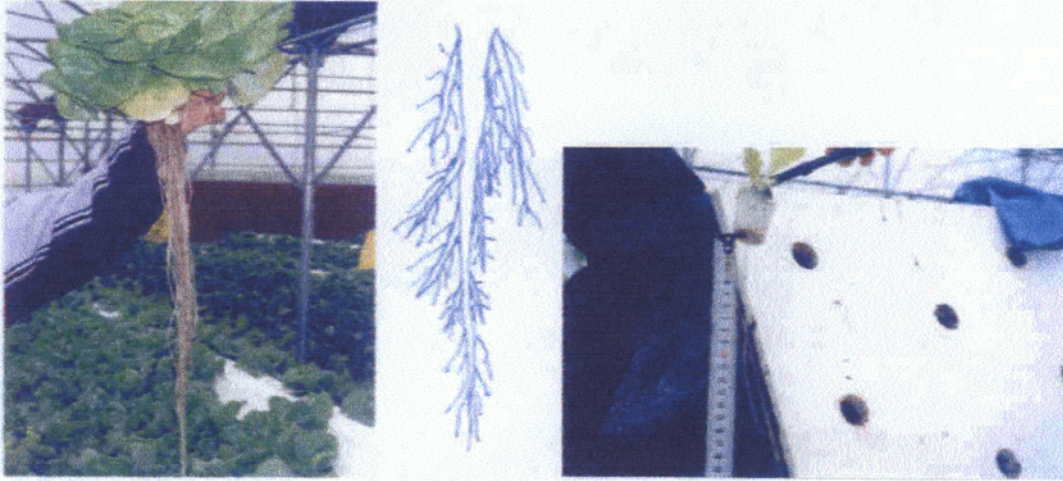
Κεντρική δεξαμενή θρεπτικού διαλύματος και δεξαμενές ιχνοστοιχείων και οξέων

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, ιδιαίτερος 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 ή 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 στυλό. 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 ποικιλόχρωτος αναλόγως της ποικιλίας και εφοδιασμένος με πάππο (φούντα) από λεπτές και λευκές τρίχες.



Ρίζα μαρουλιού

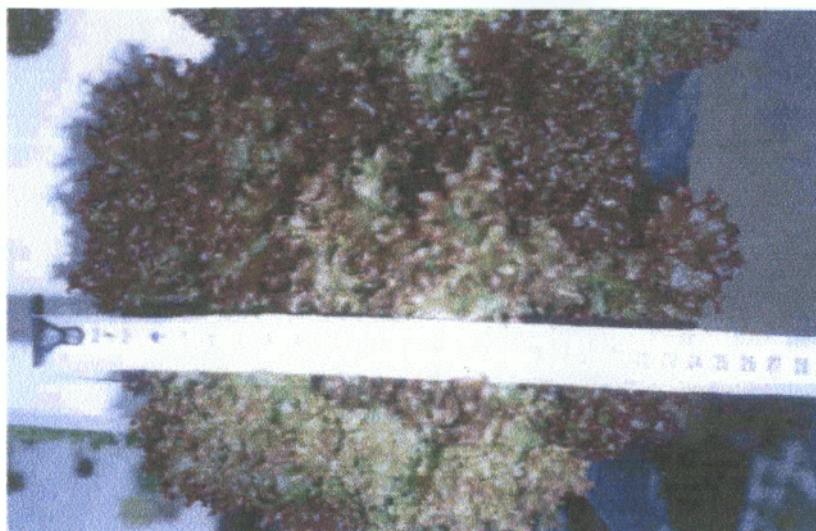
Κατά τη χειμερινή περίοδο και για την καλλιέργεια του κεφαλωτού μαρουλιού στο θερμοκήπιο, ευνοϊκές θερμοκρασίες είναι αυτές των 15°C έως 20°C κατά τη διάρκεια της ημέρας και 10°C έως 15°C κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το θερμοκήπιο διαθέτει σύστημα θέρμανσης με σωλήνες που βρίσκονται γύρω και στη βάση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



Λείο κεφαλωτό (butterhead)



Κατσάρο πράσινο (Lollo Green)



Κατσαρό κόκκινο (Lollo Rosa)

Γενικώς τα μαρούλια και ιδιαίτερος 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 περίπτωση 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



Αποψη 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

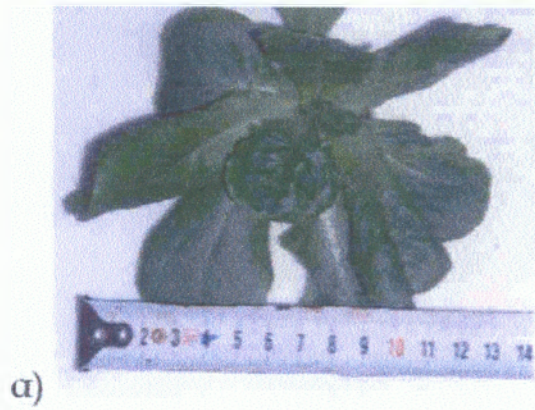
Μετά την εγκατάσταση των φυτών στις πλάκες ξεκινάει η άρδευση της καλλιέργειας. Οι ποσότητες του νερού και των θρεπτικών στοιχείων (θρεπτικού διαλύματος) δεν είναι ακριβείς γιατί το μαρούλι λόγω της μεγάλης φιλικής επιφάνειάς του και λόγω ακανόνιστης εξατμισοδιαπνοής κατά τις θερμές μέρες επιβάλλεται 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.



Αποψη πυραμίδων θερμοκηπίου

2.2.5 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Μερικά από τα στάδια ανάπτυξης του μαρουλιού με σφικτή κεφαλή (butterhead) 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 πληρή 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 ή 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 ή αν είναι δυνατό να χρησιμοποιούνται απολυμασμένα γάντια μιας χρήσεως.

2.2.8 ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Στη σπορά:

- Στη ρύθμιση σπαρτικής μηχανής:
 - ένα σπόρο ανα 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 ή είναι μικρότερα των 6 cm δεν μεταφυτεύονται.

2.2.9 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

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 κίνδυνους 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' ότι 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 κατα συνέπεια ελαττώνονται οι κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία. Σε μια τέτοια περίπτωση προτιμούνται κλειστά υδροπονικά συστήματα.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑ Τ Α

- 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.

3 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα ανόργανα στοιχεία απαρτίζουν το 1,5 % του νωπού βάρους των φυτών και διακρίνονται σε θεμελιώδη και μη θεμελιώδη. Το γεγονός ότι ένα στοιχείο βρίσκεται στο φυτό, δε σημαίνει ότι διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη ζωή του. Αυτό συμβαίνει γιατί οι μηχανισμοί απορρόφησης μπορούν πολλές φορές να κάνουν επιλογή μεταξύ θρεπτικών στοιχείων. Ένα στοιχείο είναι θεμελιώδες όταν:

1. χωρίς αυτό το φυτό δεν μπορεί να συμπληρώσει το βιολογικό του κύκλο και
2. όταν το στοιχείο αυτό αποτελεί μέρος ενός συστατικού του φυτού (π.χ. Mg στη χλωροφύλλη, N στις πρωτεΐνες κ.τ.λ.)

Τα ανόργανα στοιχεία διακρίνονται σε αυτά που είναι απαραίτητα σε μεγάλες ποσότητες και καλούνται μακροστοιχεία (N, P, K, Ca, Mg, S, C, H, O) και σ' αυτά που χρειάζονται σε ίχνη και καλούνται ιχνοστοιχεία (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Cl, Mo). Μερικά φυτά μπορεί να χρειάζονται και πρόσθετα θρεπτικά στοιχεία ή να μην χρειάζονται μερικά απ' τα προηγούμενα, ή ακόμη ο ρόλος ενός στοιχείου να αντικαθίσταται από το άλλο στοιχείο (π.χ. το Na σε μερικά φυτά, το σελήνιο από το φυτό *Astragalus*, το Co \ τη συμβιωτική δέσμευση του N και το Si για το: *Equisetum arvense*).

Από τα προηγούμενα θρεπτικά στοιχεία N, K, Mg, P, S, Cl είναι ευκίνητα, τα Fe, Zn, Cu, Mo ενδιάμεσα και τα Li, Ca, Ba, και B δυσκίνητα.

3.2 ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

3.2.1 ΑΖΩΤΟ

Αυτό είναι το τέταρτο πιο συχνά απατώμενο στοιχείο. 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, πυριμιδινών και της χλωροφύλλης. Από το N των φύλλων το 70% βρίσκεται στους χλώροπλάστες. Το NO_3 αυξάνει τη δραστηριότητα του ενζύμου. Η απορρόφηση της νιτρικής μορφής αυξάνει το pH του 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.

3.2.2 ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Ο φώσφορος κατέχει ρόλο κλειδί στις διεργασίες του μεταβολισμού και της βιοσύνθεσης γιατί παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια. Είναι απαραίτητος για τη σύνθεση του ATP και πολυάριθμων άλλων φωσφοριλικών ενώσεων και η έλλειψή του προκαλεί άμεση και σοβαρή διακοπή του μεταβολισμού και της ανάπτυξης. Είναι επομένως φανερό ότι η έλλειψη P θα έχει σπάνια λιγότερο καταστρεπτικά αποτελέσματα από εκείνη του N.

Ο φώσφορος απορροφάται από τα φυτά με τις μορφές H_2PO_4 και HPO_4 . Σε pH 5 το H_2PO_4 είναι ελάχιστο, ενώ σε pH 7 και οι δύο μορφές είναι ίσες. Ο ρυθμός απορρόφησης του φωσφόρου εξαρτάται από το pH. Όσο αυξάνει το pH τόσο μειώνεται η ταχύτητα απορρόφησης. Πειράματα έχουν δείξει ότι τα φασολάκια απορροφούν 10 φορές περισσότερο P σε pH = 4 από ότι σε pH = 8,7. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι το H_2PO_4 απορροφάται ενεργειακά από τις ρίζες σε αντίθεση με το HPO_4 .

Μετά την απορρόφηση ο P, σε διάστημα λίγων λεπτών μετατρέπεται σε οργανικό P. Ακόμα ο P είναι πολύ ευκίνητος μέσα στο φυτό προς όλες τις κατευθύνσεις.

Τα φυτά που υποφέρουν από έλλειψη P έχουν μειωμένη ανάπτυξη, περιορισμένο ριζικό σύστημα και λεπτούς βλαστούς.

Το άνοιγμα των μπουμπουκιών και η καρπόδεση μειώνονται. Τα συμπτώματα της τροφοπενίας P παρατηρούνται πρώτα στα παλιά φύλλα με διάστικτες κηλίδες μωβ χρωματισμού στην κάτω επιφάνειά τους και στους

μίσχους τους που οφείλονται στο σχηματισμό ανθοκυανινών. Ο γενικός χρωματισμός του φυλλώματος είναι βαθυπράσινος και τα παλιά φύλλα πέφτουν πρόωρα.

Μεγάλες δόσεις φωσφορούχων λιπασμάτων μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στη θρέψη του φυτού από την παρεμπόδιση της απορρόφησης των Fe, Cu και Zn. Η κανονική τροφοδοσία των φυτών με P στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους είναι μεγάλης σπουδαιότητας. Τα σπορόφυτα και τα νεαρά φυτά που έχουν πρόσφατα μεταφυτευθεί στην οριστική τους θέση έχουν μικρές, αλλά καθοριστικές για την εξέλιξη τους απαιτήσεις σε P γιατί ευνοεί την ανάπτυξη του ριζικού τους συστήματος και τα βοηθά να ξεπεράσουν το "σοκ" της μεταφύτευσης. Ακόμη ο P ευνοεί την καρπόδεση και επιταχύνει την ωρίμανση των πρώτων καρπών που σημαίνει ότι είναι σπουδαίος παράγοντας για την πρωιμότητα της καλλιέργειας.

Ο φώσφορος όπως και το μαγνήσιο σύμφωνα με τον Geiseler απορροφούνται με σταθερό ρυθμό σ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας με μικρή τάση αύξησης τους προς το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου σε αντίθεση με το άζωτο, το κάλιο και το ασβέστιο που η απορρόφησή τους βρίσκεται σε στενή εξάρτηση με το ρυθμό της φωτοσύνθεσης.

3.2.3 ΚΑΛΙΟ

Το κάλιο είναι στοιχείο μεγάλης σπουδαιότητας για τα φυτά. Στη φυσιολογία του φυτού είναι το σπουδαιότερο από τα κατιόντα, όχι μόνο γιατί βρίσκεται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στους φυτικούς ιστούς, αλλά και γιατί έχει πολύ σοβαρή συμμετοχή στις φυσιολογικές και βιοχημικές διεργασίες.

Το κάλιο είναι πολύ ευκίνητο μέσα στα φυτά. Κυρίως κατευθύνεται στους νεαρούς μεριστωματικούς ιστούς από τα παλιά φυτικά όργανα (κυρίως φύλλα). Η απορρόφηση και η μεταφορά του K ευνοείται από τον καλό εφοδιασμό των φυτών με N (γρήγορος ρυθμός αύξησης, σύνθεση πρωτεϊνών κ.α.)

Σπουδαίο ρόλο παίζει το K στην οικονομία του νερού. Το άνοιγμα και το κλείσιμο των στοματίων των φύλλων ρυθμίζεται κυρίως από το Κάλιο. Ακόμη αυξάνει η οσμωτική πίεση των κυττάρων των αυλωδών αγγείων (αύξηση απορρόφησης νερού) και των κυττάρων του μεσοφύλλου (μείωση απωλειών από τη διαπνοή). Αυτός είναι ο λόγος που τα φυτά καταναλώνουν

λιγότερο νερό για τη σύνθεση μιας μονάδας οργανικής ουσίας, όταν είναι καλά εφοδιασμένο με κάλιο.

Το Κάλιο αυξάνει το ρυθμό αφομοίωσης του CO_2 , συνοδεύει τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης στους διάφορους ιστούς ακροπεταλικά και βασιπεταλικά, επιταχύνει τη σύνθεση του ATP, λαμβάνει μέρος στα διάφορα στάδια σύνθεσης της πρωτεΐνης, αλλά κυρίως ενεργοποιεί πάρα πολλά ενζυμικά συστήματα από τα 60 γνωστά που απαιτούν μονοσθενές κατιόν για την ενεργοποίησή τους.

Η έλλειψη K δεν εκδηλώνεται αμέσως με ορατά συμπτώματα. Πρώτα παρατηρείται μια μείωση του ρυθμού ανάπτυξης του φυτού και μετά ακολουθεί η χλώρωση των άκρων και της περιφέρειας του ελάσματος των φύλλων και σε σοβαρές περιπτώσεις η νέκρωσή τους. Τα συμπτώματα εντοπίζονται στην αρχή της έλλειψης στο 2° και 3° φύλλο από τη βάση του βλαστού.

Φυτά που υποφέρουν από έλλειψη K έχουν μειωμένη οσμωτική πίεση στο κυτταρικό χυμό, αυξημένη ευαισθησία στο κρύο, -ευαισθησία στις μυκητολογικές αρρώστιες και μειωμένης ποιότητας καρπούς.

Πρέπει να αναφερθεί ότι είναι σχεδόν γενικής παραδοχής η θετική επίδραση του καλίου στην ποιότητα των καρπών κυρίως της τομάτας (χρωματισμός, ανεκτικότητα περιεκτικότητα σε οξέα). Επίσης επιδιώκουν με τα φυτά να απορροφούν μεγαλύτερες ποσότητες K από εκείνες που χρειάζονται για να επιτύχουν τη μέγιστη παραγωγή με επακόλουθο την καλύτερη ποιότητα των καρπών. Προσλαμβάνεται από τα φυτά ως K^+ .

3.2.4 ΑΣΒΕΣΤΙΟ

Είναι δυσκίνητο στοιχείο και βρίσκεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα φύλλα. Διαδραματίζει ρόλο στο σχηματισμό των κυτταρικών τοιχωμάτων και τη σύνθεση πρωτεΐνης. Είναι ενεργοποιητής ενζύμων, ασκεί σημαντική επίδραση στη διαίρεση των κυττάρων, το σχηματισμό της μιτωτικής ατράκτου και την ανάπτυξη των μεριστωμάτων. Το Ca είναι ρυθμιστής του pH, εξουδετερώνει τα δυσμενή αποτελέσματα των υψηλών συγκεντρώσεων άλλων στοιχείων, είναι απαραίτητο για τη φύτευση της υγρής και την

επιλεκτικότητα και ημιπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών κατά την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων.

Το Ca σχηματίζει πηκτικό Ca και ισχυροποιεί τα κυτταρικά τοιχώματα. Επίσης μπορεί να συνενωθεί με το IAA και αυξάνει την πλαστικότητα του κυτταρικού τοιχώματος. Η ικανότητα του DNA να σχηματίζει σύμπλοκα με το Ca μπορεί να εξηγήσει την ανωμαλία των χρωμοσωμάτων με έλλειψη Ca. Μεταξύ των ενζύμων που ενεργοποιούνται από το Ca περιλαμβάνονται η αμυλάση και η ΑΤΡάση. Επίσης το Ca παίζει σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία των κυττάρων μεταξύ τους. Αυτό επιτυγχάνεται διότι το Ca και η πρωτεΐνη calmodulin διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση ενζυμικών λειτουργιών.

Άλλες λειτουργίες όπου περιλαμβάνει το Ca είναι ο γεωτροπισμός, το πρωτοπλασματικό ρεύμα, η ενεργός απέκκριση και οι ορμονικές μεταβολές. Προσλαμβάνεται από τα φυτά ως Ca^{2+} .

3.2.5 ΜΑΓΝΗΣΙΟ

Αποτελεί μέρος του μορίου της χλωροφύλλης, είναι ενεργοποιητής ενζύμων του κύκλου των τρικαρβοξυλικών οξέων και παίζει ρόλο στη σύνθεση ελαίου. Έλλειψη του επηρεάζει τα μιτοχόνδρια και τα ριβοσώματα.

3.2.6 ΘΕΙΟ

Είναι συστατικό των αμινοξέων κυστίνης, κυστεινής μεθειονίνης, καθώς και του συνενζύμου A και φερρεδοξίνης. Προϊόντα με οσμή, όπως κρεμμύδια και μουστάρδα περιέχουν S. Το S είναι ενεργοποιητής ενζύμων, όπως παπαΐνη, βρομελίνη και φυκίνη. Το ιόν ανάγεται προκειμένου να χρησιμοποιηθεί από τα φυτά. Προσλαμβάνεται ως SO_4 .

3.2.7 ΣΙΔΗΡΟΣ

Δρα καταλυτικά στη σύνθεση της χλωροφύλλης και είναι συστατικό των αιδηροπρωτεϊνών, των κυτοχρωμάτων, της φερρεδοξίνης, της καταλάσης και της υπεροξειδάσης. Επίσης είναι συστατικό της νιτρικής και νιτρώδους αναγωγάσης. Προσλαμβάνεται από τα φυτά ως Fe^{2+} . Το Fe^{3+} δεν προσλαμβάνεται από τα φυτά.

3.3 ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

3.3.1 ΜΑΓΓΑΝΙΟ

Είναι ενεργοποιητής των ενζύμων του κύκλου των τρικαρβοξυλικών οξέων, της αργινάσης, των οξειδοαναγωγικών ενζύμων κ.τ.λ. Επίσης παίζει ρόλο στο φωτοσύστημα II, στις αντιδράσεις που απελευθερώνουν O_2 .

3.3.2 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ

Είναι απαραίτητος για τη σύνθεση της τρυπτοφάνης (πρόδρομος IAA), είναι συστατικό των μεταλλοενζύμων και των αφυδρογονασών (αλκοολική αφυδρογονάση, φυδρογονάση του γλουταμικού οξέως, αφυδρογονάση του 1 γαλακτικού οξέως κ.λ.π.) Προσλαμβάνεται από τα φυτά ως Zn^{++} .

3.3.3 ΧΑΛΚΟΣ

Ο χαλκός ασκεί τις εξής δράσεις: Αναστολή της αντίδρασης Hill, αναστολή της φωτοφωσφοριλίωσης και της δράσης του ενζύμου PEP καρβοξυλάση, αναστολή σύνθεσης χλωροφύλλης και μείωση σύνθεσης πρωτεΐνης. Προσλαμβάνεται από τα φυτά ως Cu^{2+} .

3.3.4 ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ

Είναι απαραίτητο για την αφομοίωση του N στα φυτά. Είναι συστατικό των ενζύμων οξειδάση αλδεΐδης, οξειδάση ξανθίνης, υπρογενάση και νιτρική αναγωγή. Το Mo είναι πολύ ευκίνητο στην ηθμώδη μοίρα και η μορφή MoO_4 είναι η κυρίαρχη ιονική μορφή στον ανιόντα χυμό.

3.3.5 ΒΟΡΙΟ

Είναι το μοναδικό μη μέταλλο από τα ιχνοστοιχεία. Το βόριο διευκολύνει τη μεταφορά των σακχάρων μέσω των μεμβρανών και λαμβάνει μέρος στο μεταβολισμό IAA και νουκλεϊκών οξέων. Είναι δυσκίνητο στοιχείο. Προσλαμβάνεται από τα φυτά σε διάφορες μορφές όπως H_2BO_3 , HBO_3 , B_4O , και BO_3 .

4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1 Εισαγωγή

Προσδιορισμός και εποχιακή διακύμανση των μακροστοιχείων και των ιχνοστοιχείων και συγκεκριμένα του Μαγνησίου (Mg), Ασβεστίου (Ca), Καλίου (K) και Νατρίου (Na) σε τρεις ποικιλίες μαρουλιού λείο κεφαλωτό (Butter Head), κατσαρό πράσινο (Lollo Green), κατσαρό κόκκινο (Lollo Rosa), είναι το θέμα της παρούσης πτυχιακής που πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες αεροπονικής καλλιέργειας.

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.

Είδη 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

	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

παρτέρια καλλιέργειας, δίνεται στον πίνακα 1.

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

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 έμπαιναν σε πλάκες από φeniζόλ 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 αναστηκώνονταν 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.

K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S ²⁻
1.3	88.0	4.5	0.2

Σύσταση του θρεπτικού διαλύματος εργασίας.

Μακροστοιχεία	ppm		Ιχνοστοιχεία	ppd	
	MIN	MAX		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. Για τη παρασκευή του διαλύματος χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο της αποτέφρωσης που θα αναλύσουμε παρακάτω.

4.4 Προσδιορισμός μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων στους φυτικούς ιστούς (ξηρή ουσία).

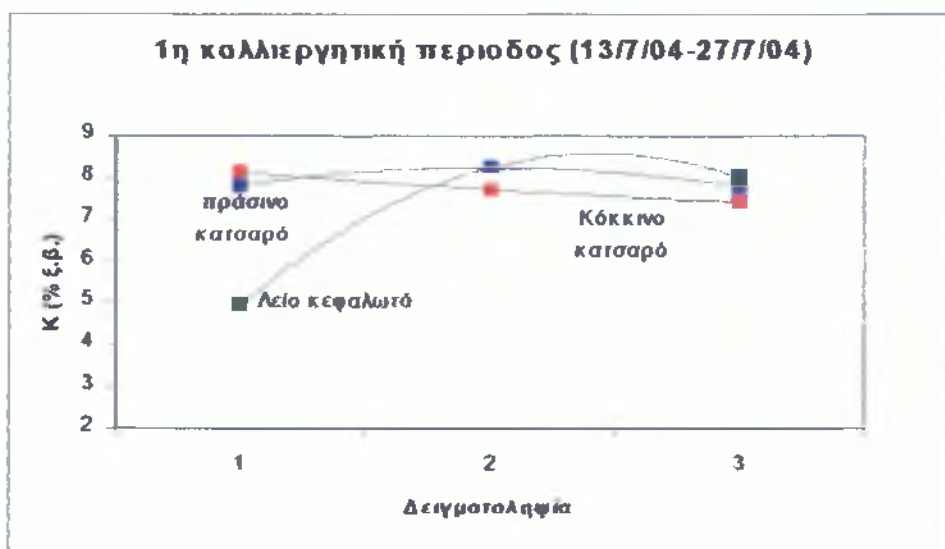
4.4.1 Μέθοδος αποτέφρωσης (Dry ashing)

Κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιήσαμε κονιοποιημένα δείγματα βάρους 0,4 g. Τα τοποθετήσαμε σε χωνευτήρια – κάψες από πορσελάνη Νο 102/40. Τα χωνευτήρια τοποθετούνται σε φούρνο υψηλής θερμοκρασίας και αποτεφρώνονται τα δείγματα στους 515 °C για 4 – 5 ώρες. Μετά την καύση αφήνουμε το δείγμα να κρυώσει και προσθέτουμε 3 – 4 ml διαλύματος HCL 1:1 κατ' όγκο. Καλύπτουμε το χωνευτήρι με ύαλο ωρολογίου και το τοποθετούμε σε ατμόλουτρο για 30 λεπτά. Στη συνέχεια διηθείται το δείγμα με ηθμό Νο 44 ο οποίος προηγουμένως έχει εκπλυθεί με διάλυμα HCL. Το διήθημα συλλέγεται σε ογκομετρικές φιάλες των 50 ml. Μετά τη διήθηση του δείγματος το χωνευτήρι και ο ηθμός ξεπλένονται για 3 – 4 φορές με νερό. Τέλος γίνεται αναγωγή του όγκου του διηθήματος στα 50 ml με τη προσθήκη νερού.

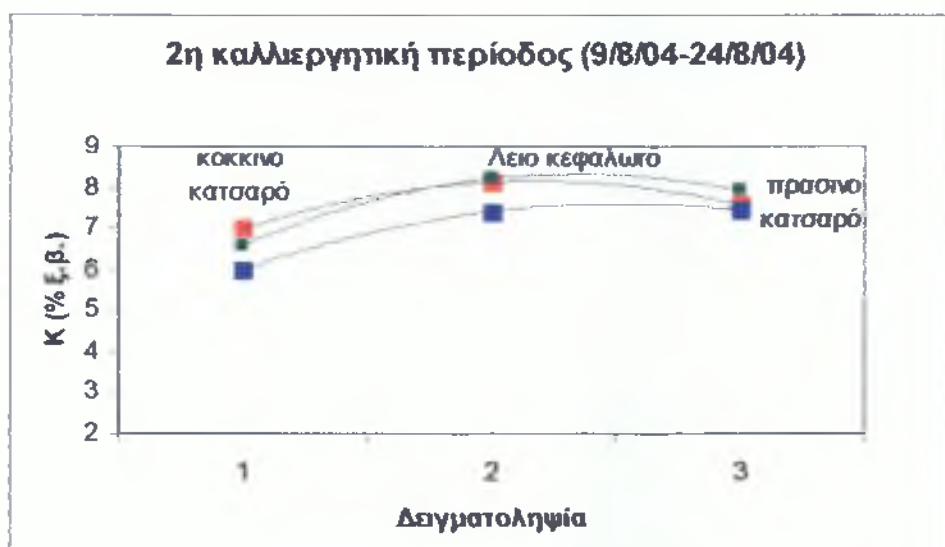
Το διάλυμα που παρασκευάζουμε με τον τρόπο αυτό θεωρείται κατάλληλο για το προσδιορισμό των στοιχείων που θα μελετήσουμε, δηλαδή των Na, K, Ca, Mg καθώς επίσης και άλλων στα οποία δεν θα αναφερθούμε όπως P, Fe, Mn, Al, Zn και Cu. Το κάλιο (K) και το νάτριο (Na) προσδιορίστηκαν στο φλογόμετρο (cherwood flame photometer 410) ενώ το ασβέστιο (Ca) και το μαγνήσιο (Mg) στην ατομική απορρόφηση (Perkin Elmer Instruments A Analyst 100).

4.5 Αποτελέσματα και συζήτηση

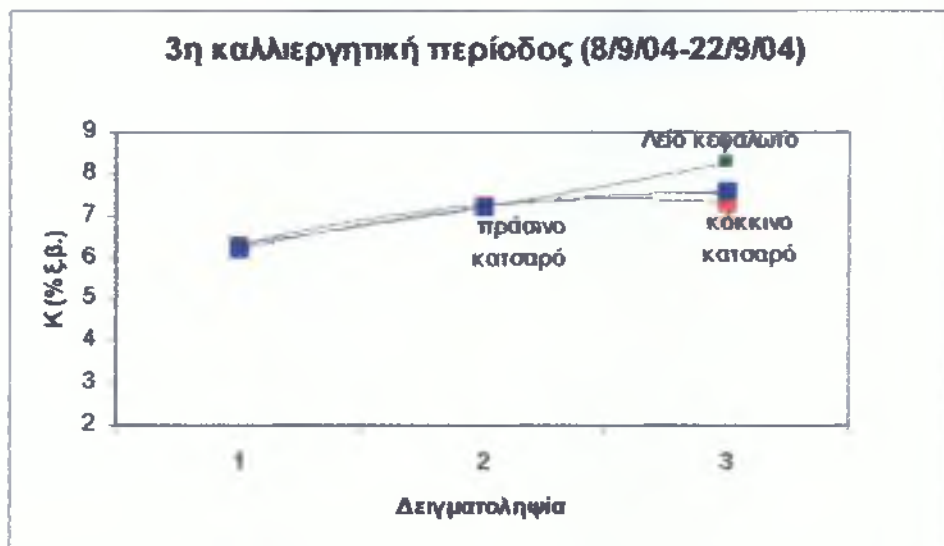
4.5.1 Συγκέντρωση Καλίου (Κ) (% Ξ.Β.) στο υπέργειο τμήμα των φυτών μαρουλιού.



Γράφημα 1: Συγκέντρωση του καλίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/07 – 27/07/2004)



Γράφημα 2: Συγκέντρωση του καλίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8 – 24/8/2004)



Γράφημα 3: Συγκέντρωση του καλίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9/- 22/9/04)

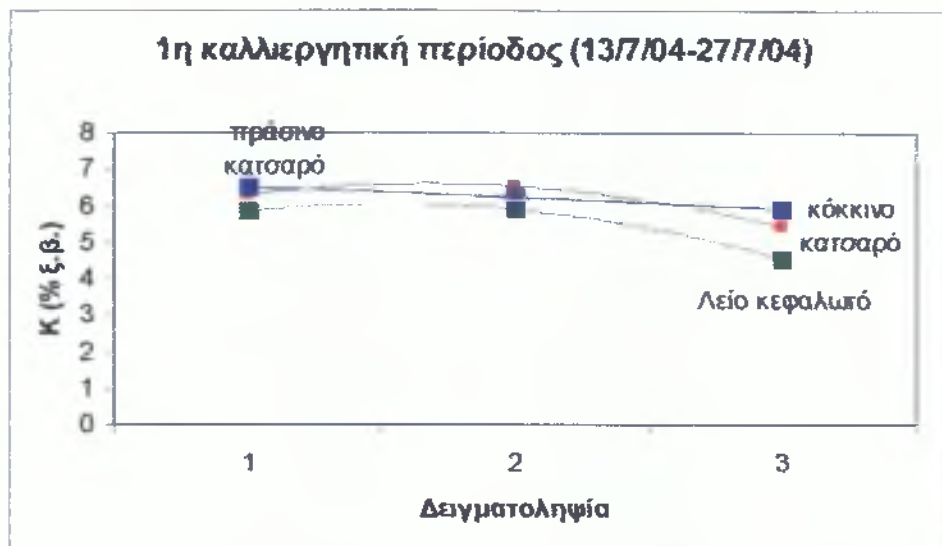
Δεν παρατηρούνται στατιστικά μεγάλες διαφορές μεταξύ των τριών ποικιλιών στη συγκέντρωση του Καλίου στα φύλλα. Για τη πρώτη ποικιλία είναι (7.33%), για τη δεύτερη είναι (7.34%) και για τη τρίτη ποικιλία (7.16%).

Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της πρώτης δειγματοληψίας στη συγκέντρωση Καλίου στα φύλλα (6.49%) και των άλλων δύο. Δεύτερη δειγματοληψία (7.70%) και τρίτη (7.66%).

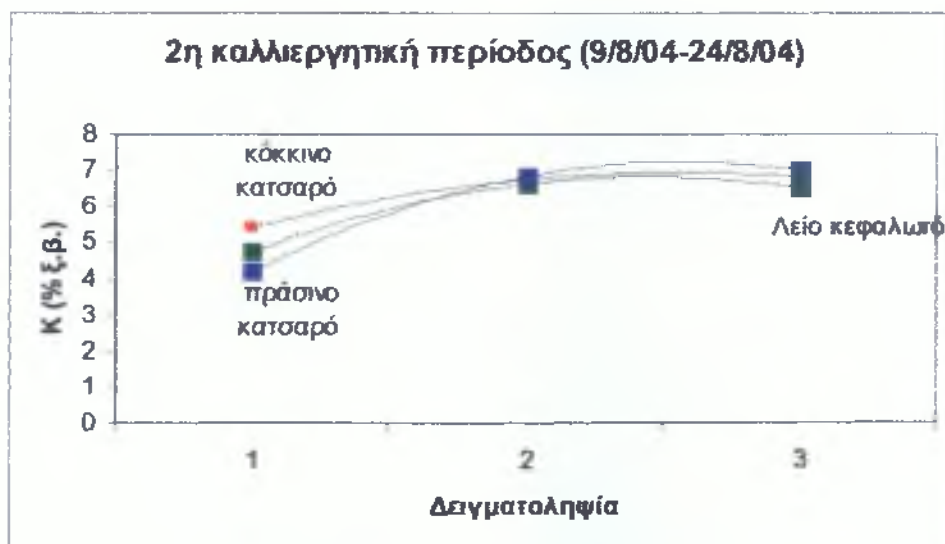
Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση Καλίου στα φύλλα μεταξύ της τρίτης καλλιεργητικής περιόδου (7.07%) και των υπόλοιπων δύο καλλιεργητικών περιόδων. Για τη πρώτη είναι (7.5%) και για τη δεύτερη (7.3%).

Οι συγκεντρώσεις του Καλίου στα φύλλα κυμαίνονταν σε φυσιολογικά επίπεδα (παρόμοιες συγκεντρώσεις Καλίου στα φύλλα μαρουλιού έχουν βρεθεί από τους Siomos et.al.).

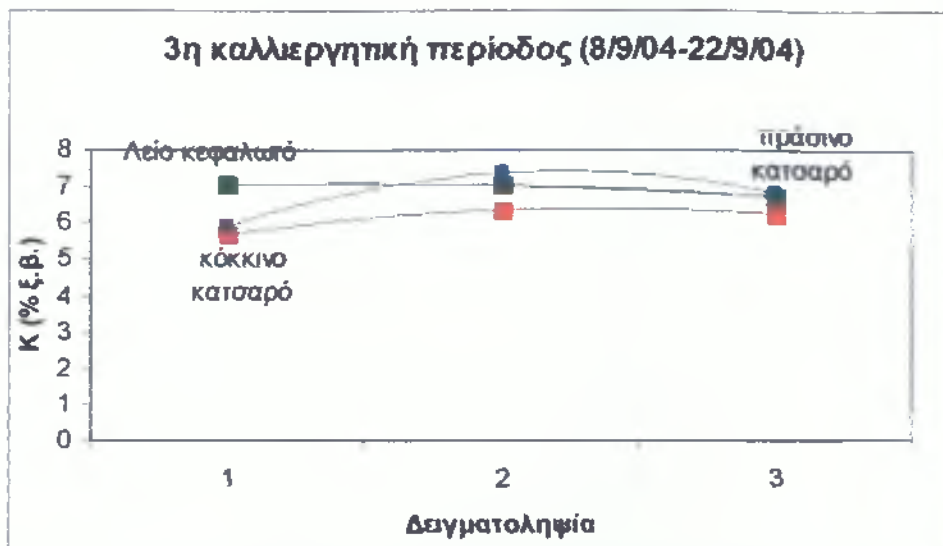
4.5.2 Συγκέντρωση Καλίου (Κ) (% Ξ.Β.) στις ρίζες των φυτών μαρουλιού.



Γράφημα 4: Συγκέντρωση του καλίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλιωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/7- 27/7/04)



Γράφημα 5: Συγκέντρωση του καλίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλιωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8- 24/8/04)



Γράφημα 6: Συγκέντρωση του καλίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9- 22/9/04

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση του Καλίου στις ρίζες. Έτσι η συγκέντρωση για τη πρώτη ποικιλία είναι (6.21%), για τη δεύτερη (6.40%) και για τη τρίτη (6.30%).

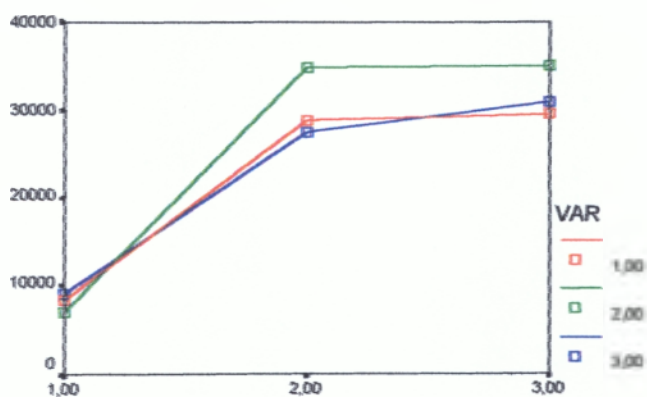
Η συγκέντρωση του Καλίου στις ρίζες στη πρώτη δεγματοληψία ήταν σημαντικά μικρότερη (5.64%) από αυτή στη δεύτερη (6.66%) και στη τρίτη (6.44%).

Στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο η συγκέντρωση του Καλίου στις ρίζες είναι σημαντικά υψηλότερη (6.68%) από αυτή της πρώτης (6.04%) και της δεύτερης (6.14%).

4.5.3 Συνολική πρόσληψη Κ (mg/φυτό) στο υπέργειο τμήμα.

Συνολική περιεκτικότητα του Κ (mg/φυτό) στη κεφαλή τριών ποικιλιών μαρουλιού (ποικιλία 1 Κόκκινο κατσαρό, 2 Πράσινο κατσαρό, 3 Λείο κεφαλωτό) σε τρεις καλλιεργητικές περιόδους (1^η 13/7-27/7, 2^η 9/8-24/8, 3^η 8/9-22/9/04).

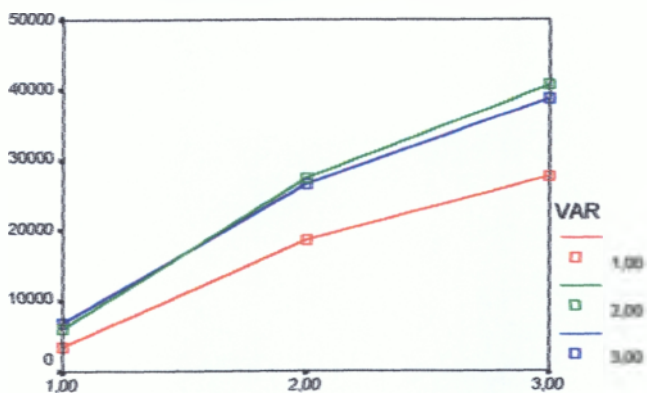
Κ (mg/φυτό)
1^η καλλιεργητική περίοδος



Γράφημα 7

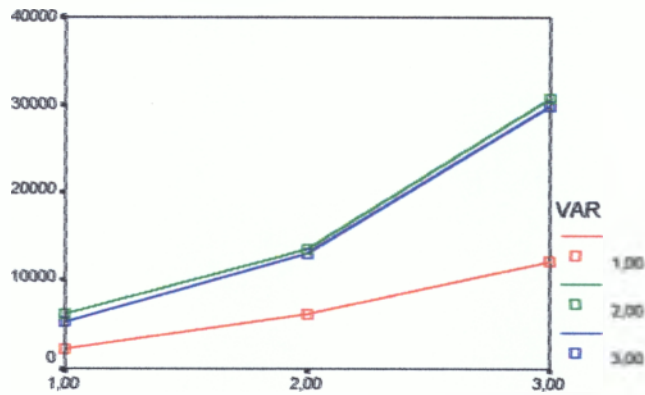
Δεγματοληψία

Κ (mg/φυτό)
2^η καλλιεργητική περίοδος



Γράφημα 8

**Κ (mg/φυτό)
3^η καλλιεργητική περίοδος**



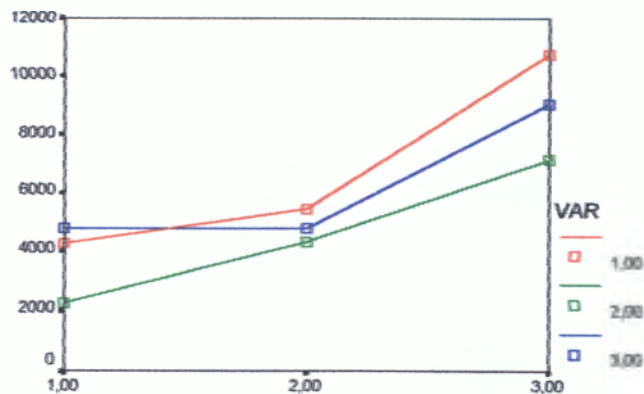
Γράφημα 9

Δεγματοληψία

4.5.4 Συνολική πρόσληψη Κ (mg/φυτό) στις ρίζες.

Συνολική περιεκτικότητα του Κ (mg/φυτό) στις ρίζες τριών ποικιλιών μαρουλιού (ποικιλία 1:Κόκκινο κατασαρό,2:Πράσινο κατασαρό,3:Λείο κεφαλωτό)σε τρεις καλλιεργητικές περιόδους (1^η 13/7-27/7,2^η 9/8-24/8,3^η 8/9-22/9/04).

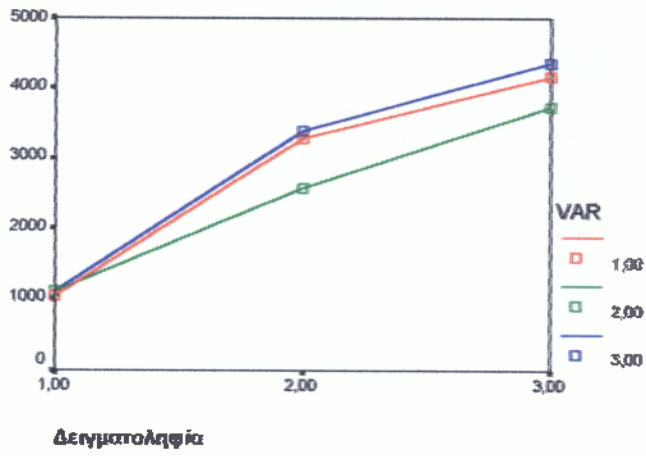
**Κ (mg/φυτό)
1^η καλλιεργητική περίοδος**



Γράφημα 10

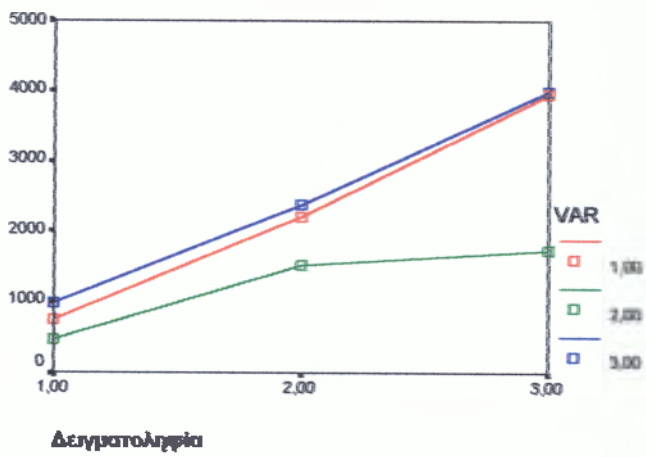
Δεγματοληψία

K (mg/φυτό)
2^η καλλιεργητική περίοδος



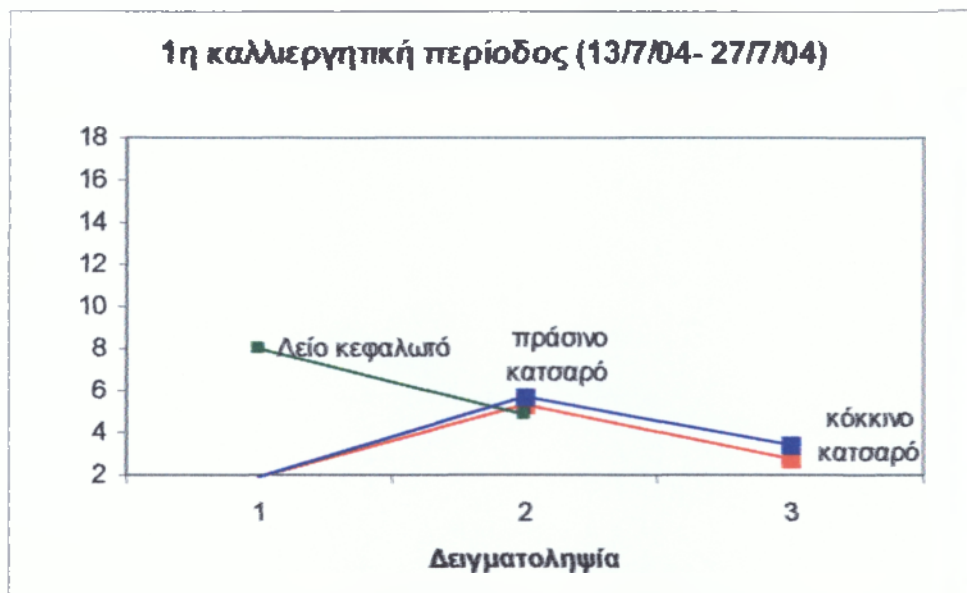
Γράφημα 11

K (mg/φυτό)
3^η καλλιεργητική περίοδος

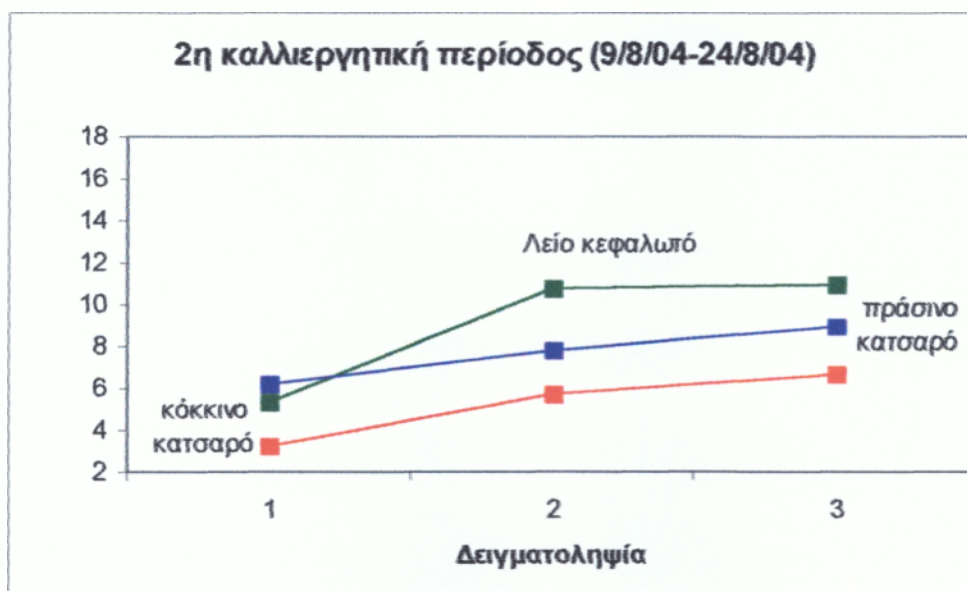


Γράφημα 12

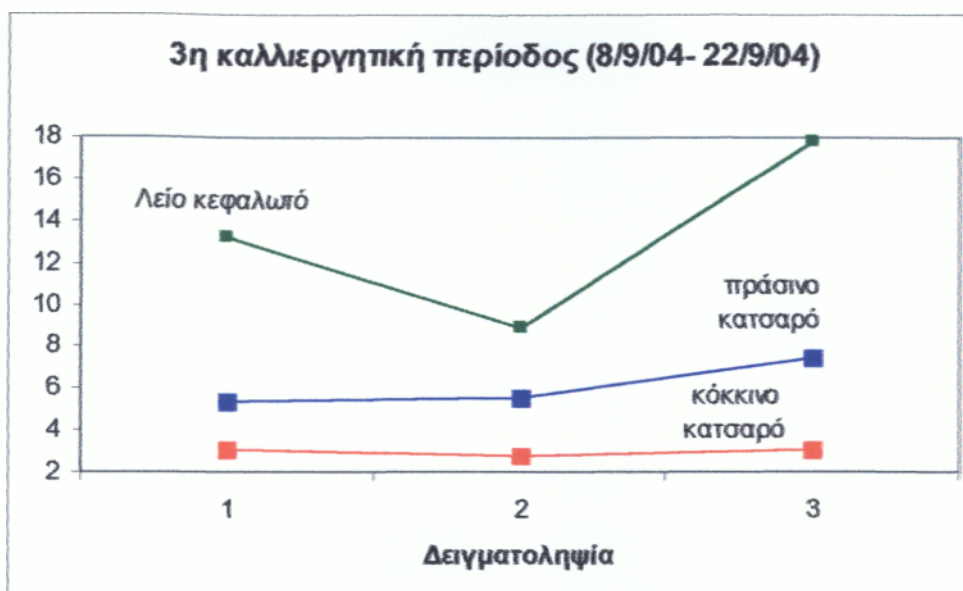
4.5.5 Λόγος της περιεκτικότητας του Καλίου στο υπέργειο τμήμα προς την περιεκτικότητα του Καλίου στις ρίζες των φυτών μαρουλιού.



Γράφημα 13: Λόγος της περιεκτικότητας του καλίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του καλίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/7- 27/7/04).



Γράφημα 14: Λόγος της περιεκτικότητας του καλίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του καλίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8- 24/8/04).



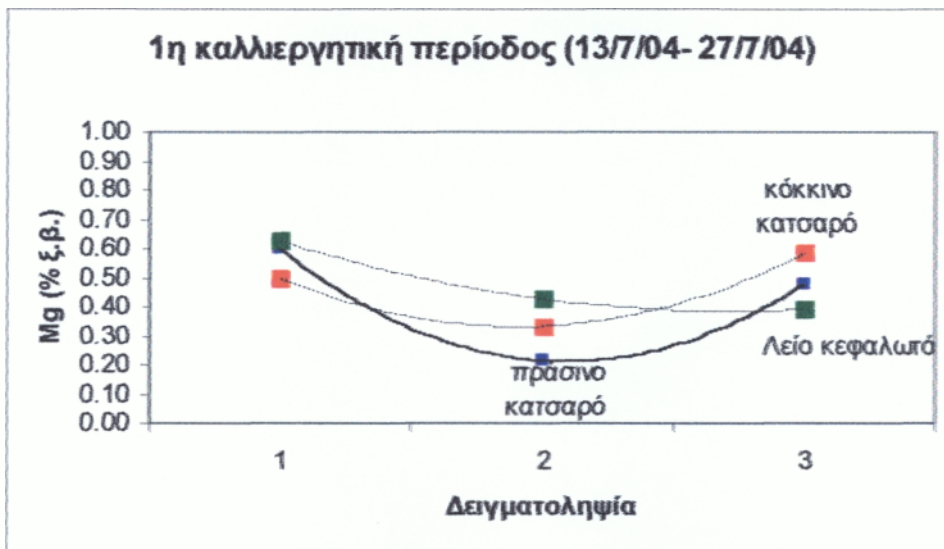
Γράφημα 15: Λόγος της περιεκτικότητας του καλίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του καλίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9- 22/9/04).

Παρατηρούμε ότι σε γενικές γραμμές η τάση συσσώρευσης του καλίου στο υπέργειο τμήμα είναι ψηλότερη στη ποικιλία Λείο κεφαλωτό και μικρότερη στη ποικιλία κόκκινο κατσαρό.

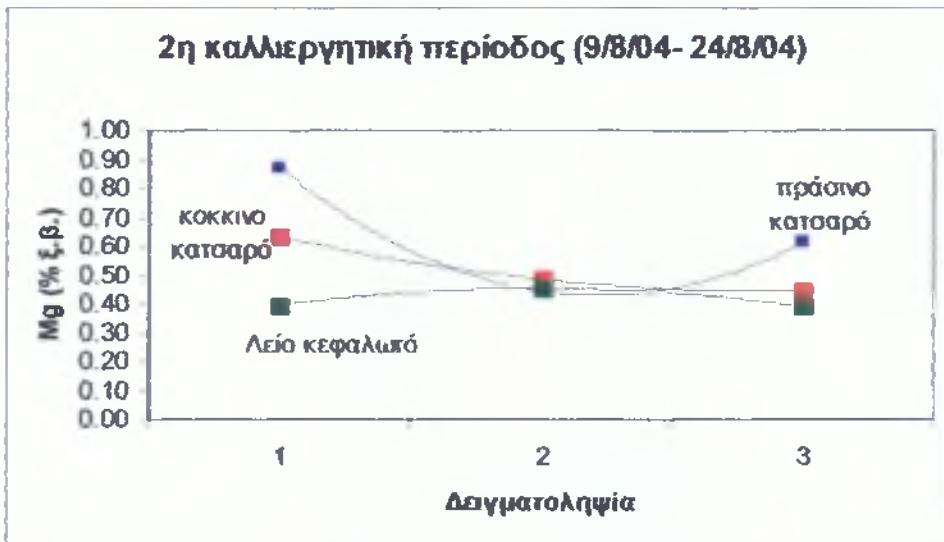
Στη δεύτερη και τρίτη καλλιεργητική περίοδο τα φυτά έχουν τη τάση να συσσωρεύουν περισσότερο κάλιο στο υπέργειο τμήμα καθώς μεταβαίνουμε από τη πρώτη στη τρίτη δειγματοληψία.

Στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο παρατηρούμε μείωση της τάσης συσσώρευσης καλίου στο υπέργειο τμήμα των φυτών από τη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία. (Γράφημα 13). Το γεγονός αυτό είναι αποτέλεσμα της μειωμένης πρόσληψης καλίου στο υπέργειο τμήμα (Γράφημα 7) εξαιτίας της αντίστοιχης μείωσης στη παραγωγή σε ξηρή ουσία (στοιχεία δεν δίνονται).

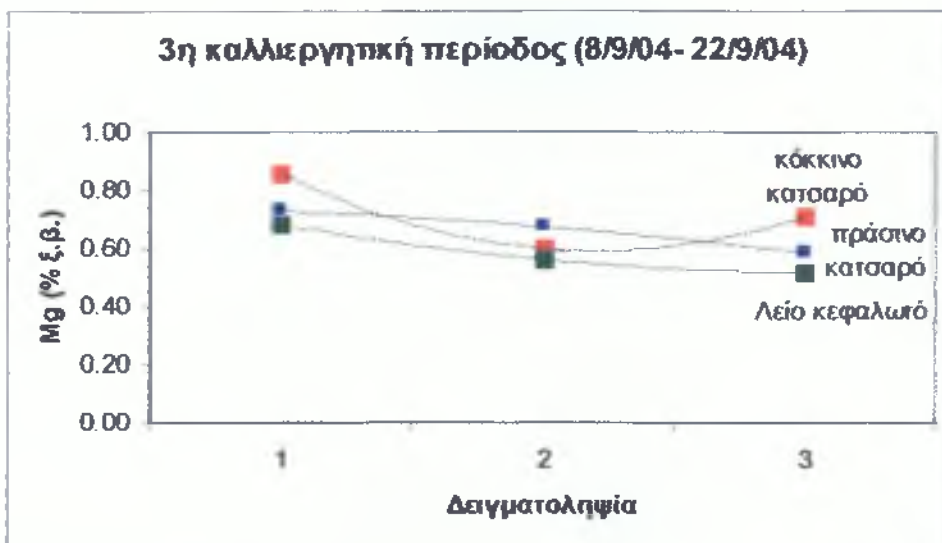
4.5.6 Συγκέντρωση Μαγνησίου (Mg) (% Ξ.β.) στο υπέργειο τμήμα των φυτών μαρουλιού.



Γράφημα 16: Συγκέντρωση του μαγνησίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/7- 27/7/04).



Γράφημα 17: Συγκέντρωση του μαγνησίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8- 24/8/04).



Γράφημα 18: Συγκέντρωση του μαγνησίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλιτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9- 22/9/04).

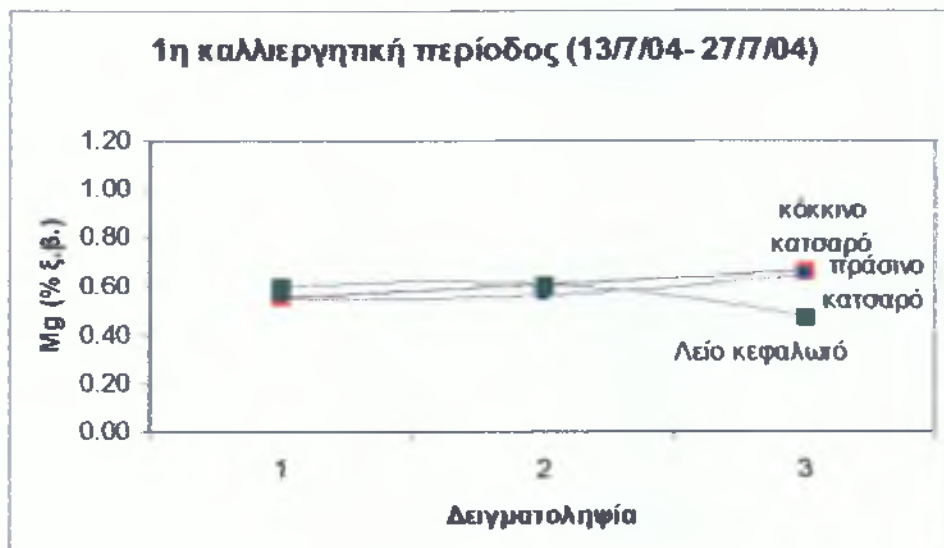
Η συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα της τρίτης ποικιλίας (0.49%) είναι σημαντικά μικρότερη από αυτή στη πρώτη ποικιλία (0.56%) και στη δεύτερη (0.60%).

Η συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα στη πρώτη δειγματοληψία είναι σημαντικά υψηλότερη (0.66%) από τη συγκέντρωση στις άλλες δύο δειγματοληψίες. Για τη δεύτερη είναι (0.48%) και για τη τρίτη (0.53%).

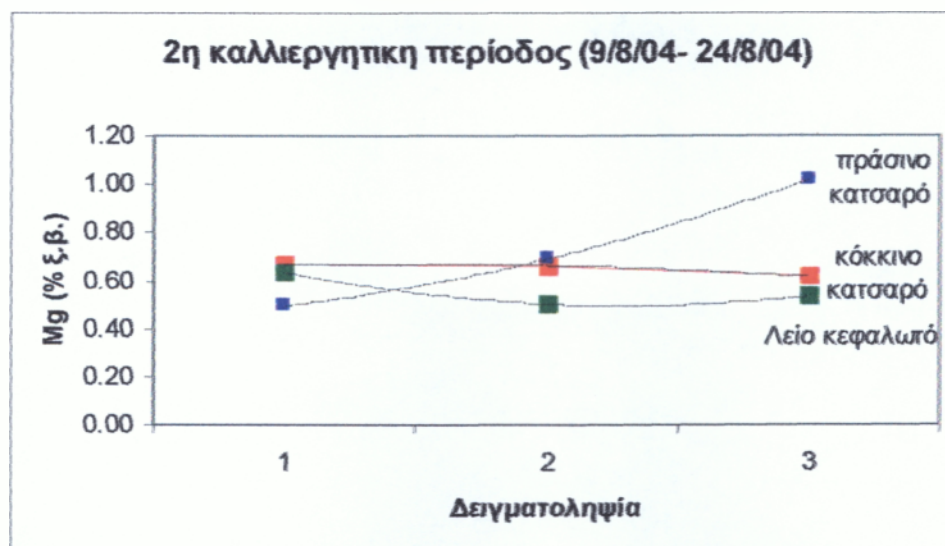
Η συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο είναι σημαντικά μεγαλύτερη (0.65%) από τη συγκέντρωση στη πρώτη (0.47%) και στη δεύτερη (0.53%).

Οι συγκεντρώσεις μαγνησίου στα φύλλα κυμάνθηκαν σε φυσιολογικά επίπεδα σύμφωνα με τους C. GERALDSON and B. TYLER, 1990.

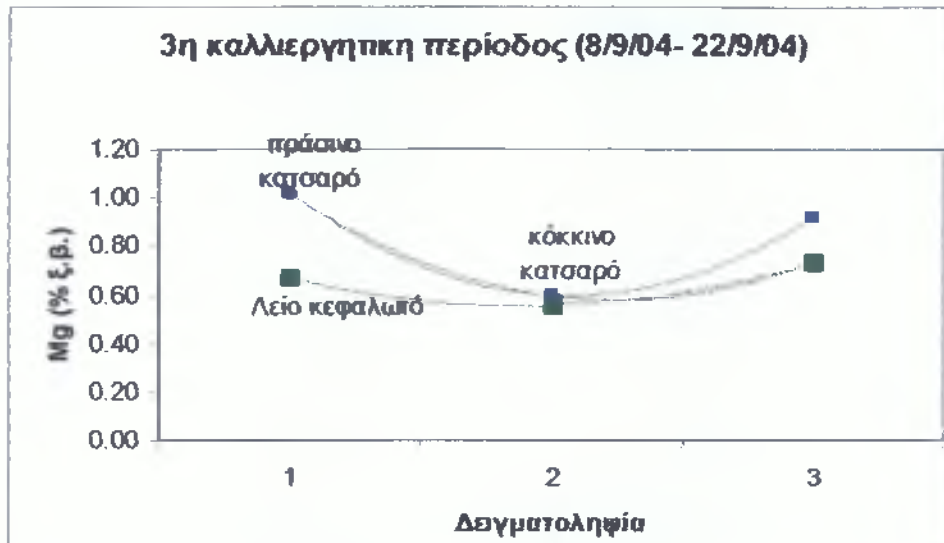
4.5.7 Συγκέντρωση Μαγνησίου (Mg) (% Ξ.Β.) στις ρίζες των φυτών μαρουλιού.



Γράφημα 19: Συγκέντρωση του μαγνησίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλιωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/7- 27/7/04).



Γράφημα 20: Συγκέντρωση του μαγνησίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλιωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8- 24/8/04).



Γράφημα 21: Συγκέντρωση του μαγνησίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλιωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9/- 22/9/04).

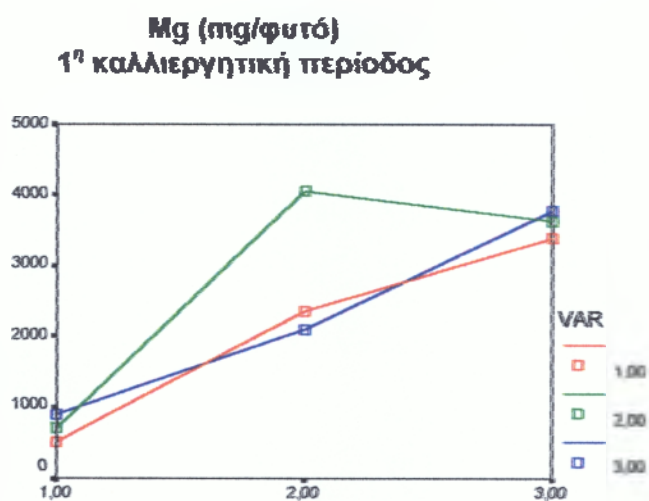
Δεν υπάρχουν διαφορές ως προς τη συγκέντρωση του μαγνησίου στις ρίζες. Για τη πρώτη ποικιλία η συγκέντρωση είναι (0.64%), για τη δεύτερη (0.67%) και για τη τρίτη (0.59%).

Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στη συγκέντρωση του μαγνησίου στις ρίζες μεταξύ των τριών δειγματοληψιών. Για τη πρώτη δειγματοληψία η συγκέντρωση είναι (0.65%) για τη δεύτερη (0.57%) και για τη τρίτη (0.66%).

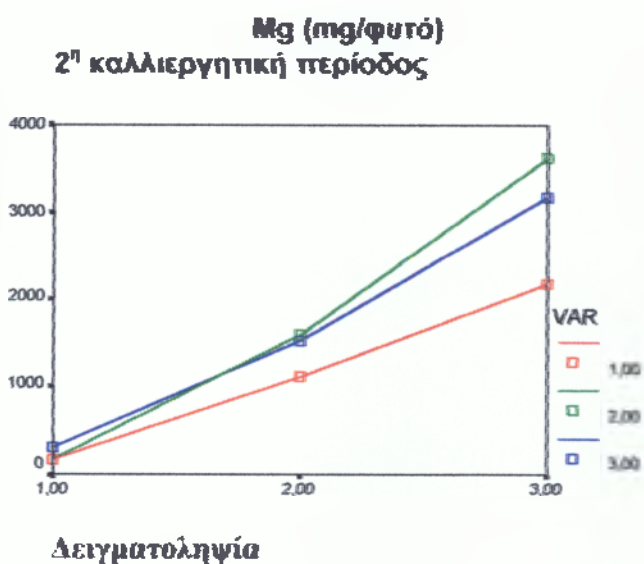
Παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ της τρίτης καλλιεργητικής περιόδου (0.72%) και των υπόλοιπων δύο ως προς τη συγκέντρωσή μαγνησίου στις ρίζες. Για τη πρώτη είναι (0.58%) και για τη δεύτερη (0.59%).

4.5.8 Συνολική πρόσληψη Mg (mg/φυτό) στο υπέργειο τμήμα

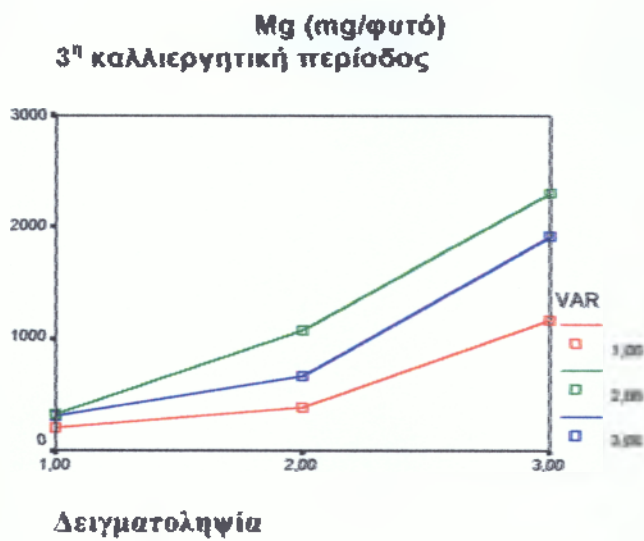
Συνολική περιεκτικότητα του Mg (mg/φυτό) στη κεφαλή τριών ποικιλιών μαρουλιού (ποικιλία 1 Κόκκινο κατσαρό, 2 Πράσινο κατσαρό, 3 Λείο κεφαλωτό) σε τρεις καλλιεργητικές περιόδους (1^η 13/7-27/7, 2^η 9/8-24/8, 3^η 8/9-22/9/04).



Γράφημα 22



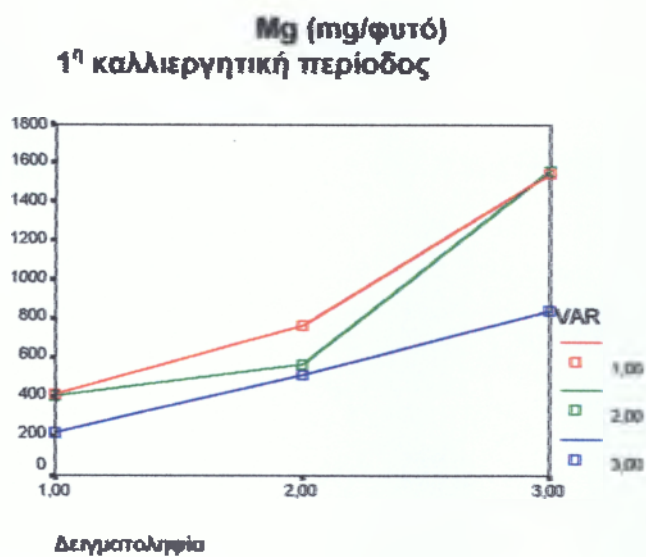
Γράφημα 23



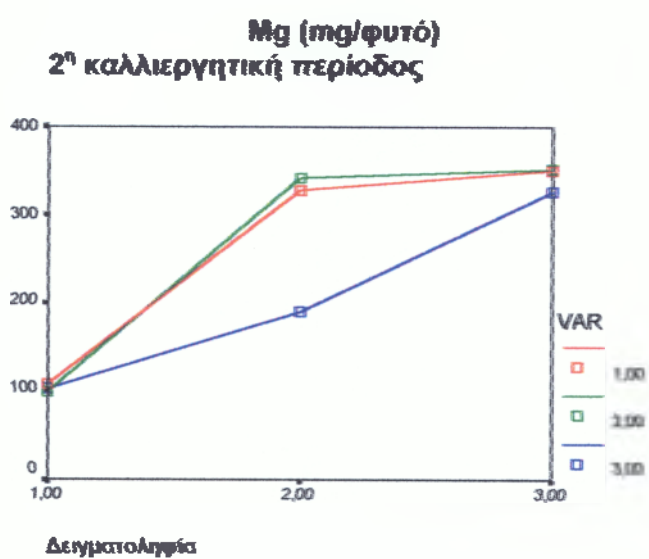
Γράφημα 24

4.5.9 Συνολική πρόσληψη Mg (mg/φυτό) στις ρίζες.

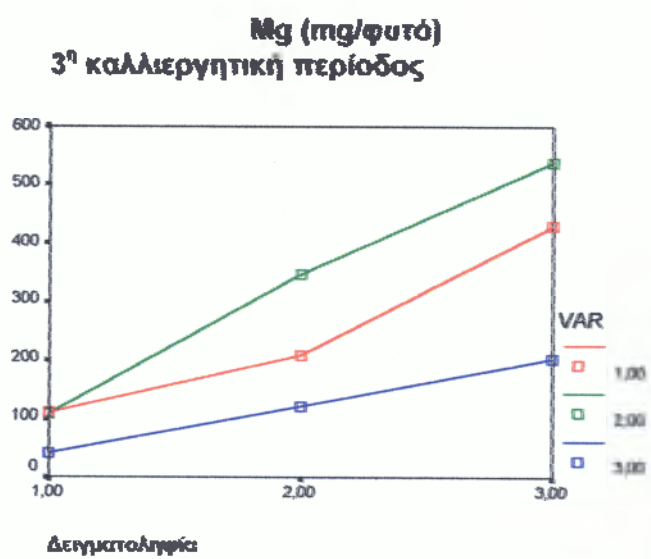
Συνολική περιεκτικότητα του Mg (mg/φυτό) στις ρίζες τριών ποικιλιών μαρουλιού (ποικιλία 1:Κόκκινο κατσαρό,2:Πράσινο κατσαρό,3: Λείο κεφαλωτό) σε τρεις καλλιεργητικές περιόδους (1^η 13/7-27/7,2^η 9/8-24/8,3^η 8/9-22/9/04).



Γράφημα 25

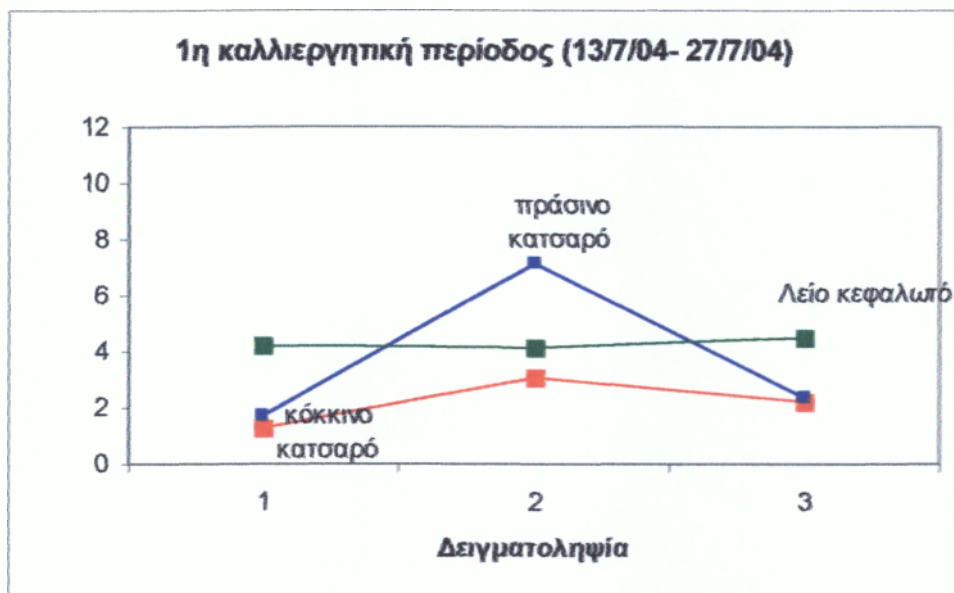


Γράφημα 26

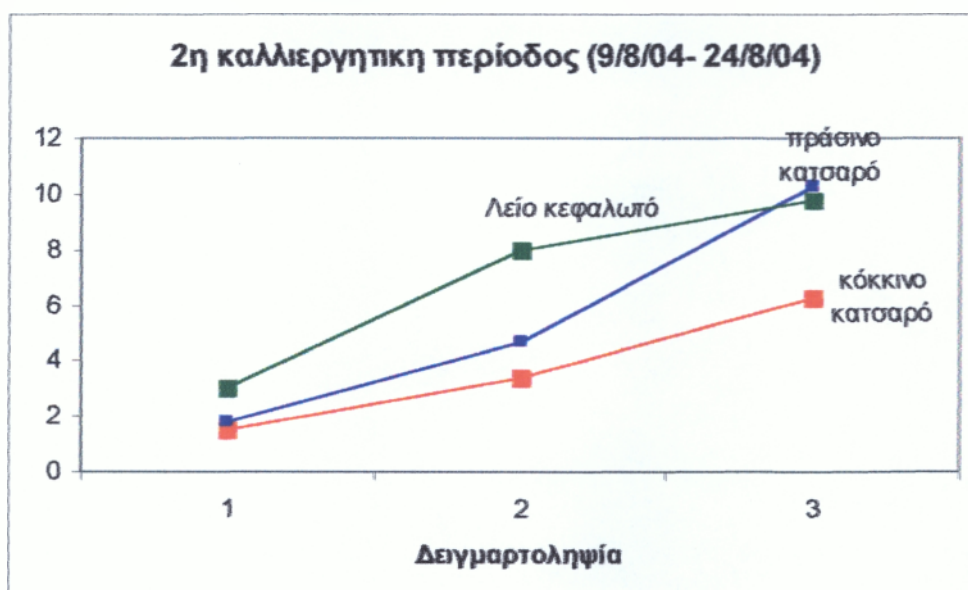


Γράφημα 27

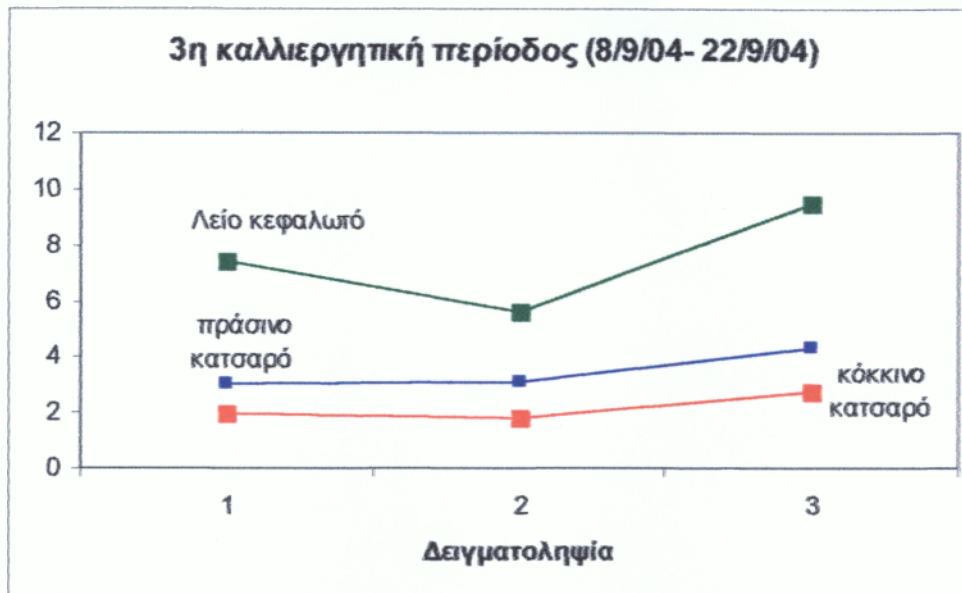
4.5.10 Λόγος της περιεκτικότητας του Μαγνησίου στο υπέργειο τμήμα προς την περιεκτικότητα του Μαγνησίου στις ρίζες των φυτών μαρουλιού.



Γράφημα 28: Λόγος της περιεκτικότητας του μαγνησίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του μαγνησίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/7- 27/7/04).



Γράφημα 29: Λόγος της περιεκτικότητας του μαγνησίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του μαγνησίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8- 24/8/04).



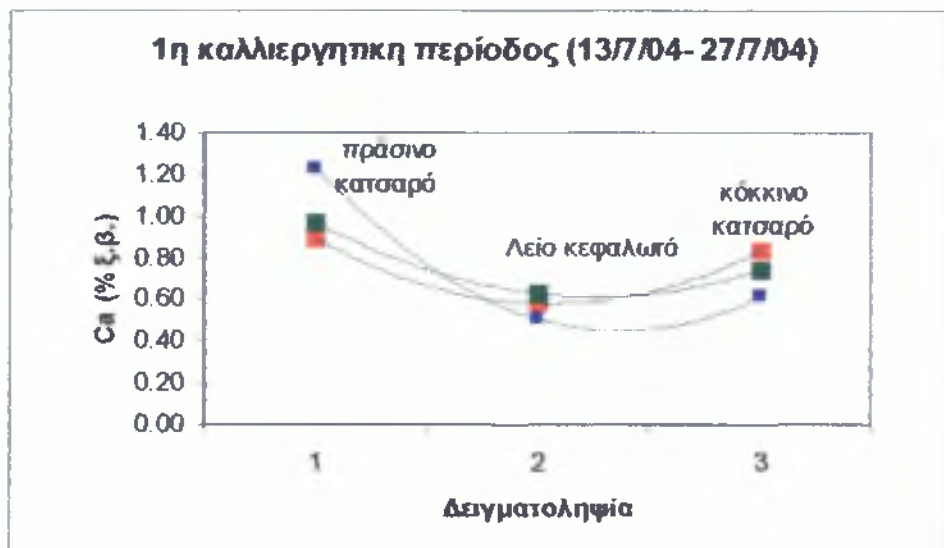
Γράφημα 30: Λόγος της περιεκτικότητας του μαγνησίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του μαγνησίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9- 22/9/04).

Δεν παρατηρούνται ουσιαστικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των τριών δειγματοληψιών ως προς το λόγο στις τρεις ποικιλίες μαρουλιού εκτός από την ποικιλία πράσινο κατσαρό.

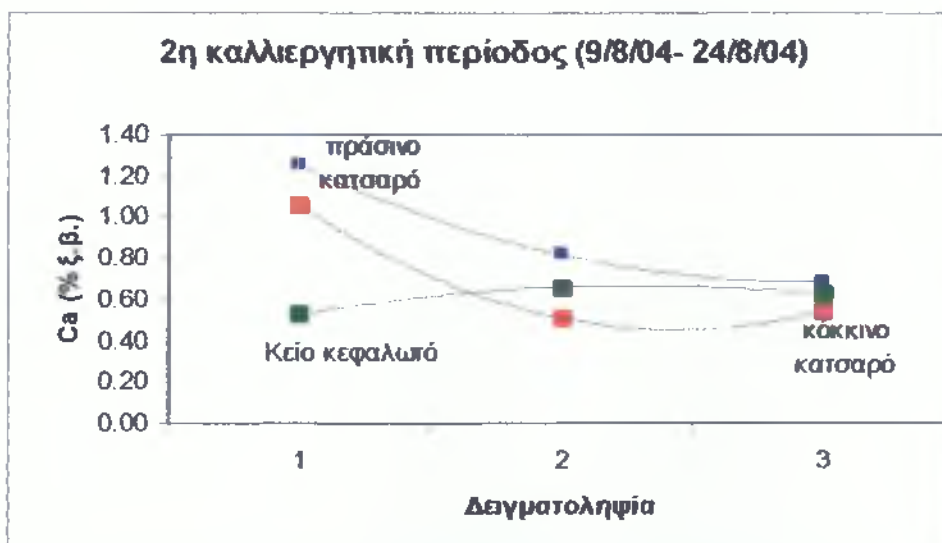
Στη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο οι τρεις ποικιλίες έχουν τη τάση να συσσωρεύουν περισσότερο μαγνήσιο στο υπέργειο τμήμα ιδιαίτερα η ποικιλία Λείο κεφαλωτό και λιγότερο η ποικιλία κόκκινο κατσαρό κατά τη διάρκεια ανάπτυξης τους (Γράφημα 29). Το γεγονός αυτό αποδίδεται στο ο,τι η συσσώρευση μαγνησίου στις ρίζες τις ποικιλίας λείο κεφαλωτό ήταν πολύ μικρότερη από αυτήν στις άλλες δύο ποικιλίες (Γραφήματα 25, 26 και 27).

Το ίδιο παρατηρείται και στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο αλλά σε όχι τόσο έντονο βαθμό. Η συσσώρευση του μαγνησίου όπως και στη προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο είναι υψηλότερη στη ποικιλία λείο κεφαλωτό και μικρότερη στη ποικιλία κόκκινο κατσαρό (Γράφημα 30).

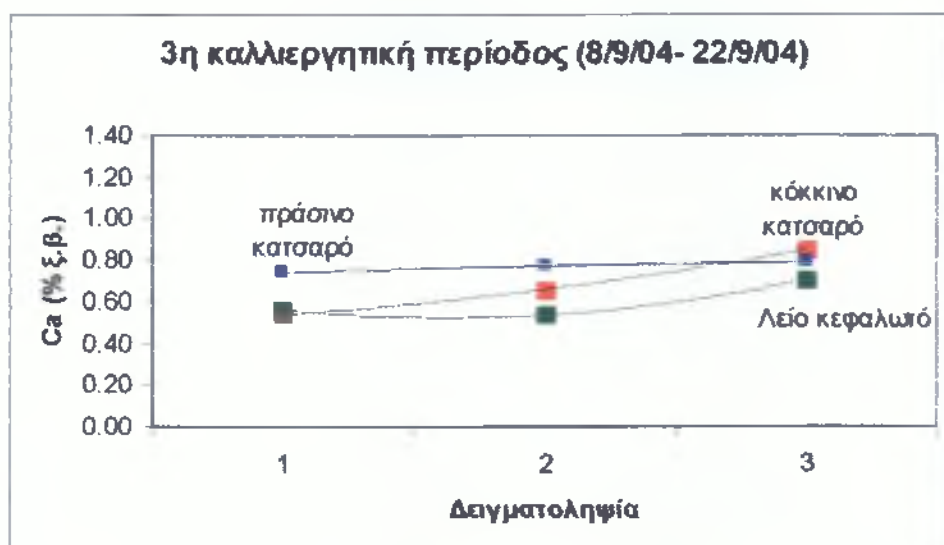
4.5.11 Συγκέντρωσή ασβεστίου (Ca) (% Ξ.Β.) στο υπέργειο τμήμα των φυτών μαρουλιού.



Γράφημα 31: Συγκέντρωση του ασβεστίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/7- 27/7/04).



Γράφημα 32: Συγκέντρωση του ασβεστίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8- 24/8/04).



Γράφημα 33: Συγκέντρωση του ασβεστίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9/- 22/9/04).

Η συγκέντρωση του ασβεστίου στα φύλλα στη δεύτερη ποικιλία (0.84%) είναι σημαντικά υψηλότερη από αυτή στη πρώτη (0.71%) και αυτή στη τρίτη (0.65%).

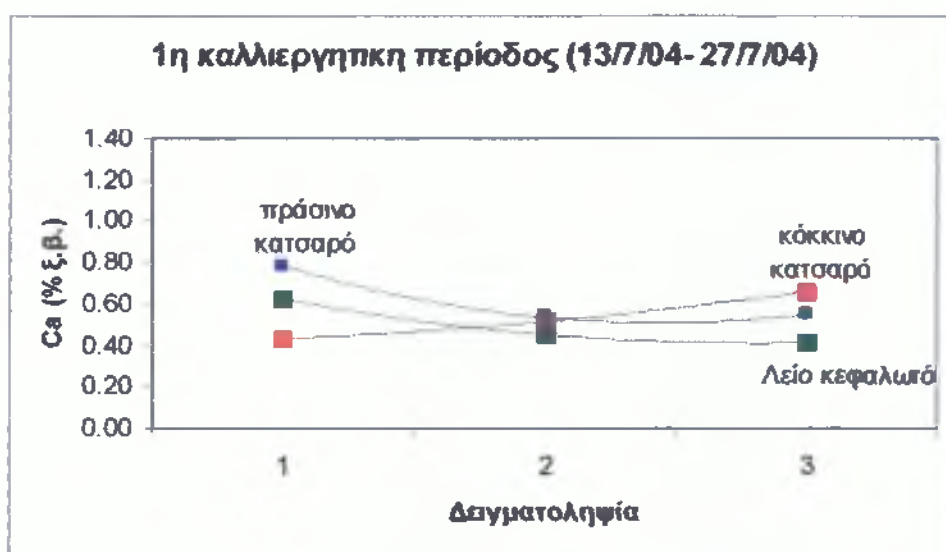
Η συγκέντρωση ασβεστίου στα φύλλα στη πρώτη δειγματοληψία (0.87%) είναι υψηλότερη από αυτή στη δεύτερη (0.64%) και αυτή στη τρίτη (0.71%).

Στη πρώτη καλλιεργητική περίοδο είχαμε την υψηλότερη συγκέντρωση ασβεστίου με (0.79%) και τη χαμηλότερη στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο με (0.69%).

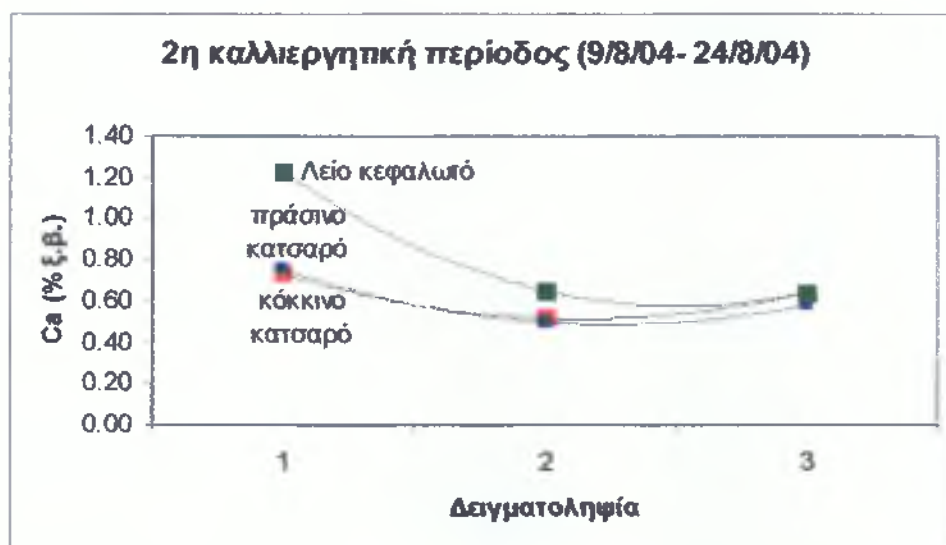
Στην πρώτη και δεύτερη καλλιεργητική περίοδο η συγκέντρωσή του ασβεστίου γενικά μειώνεται κατά την ανάπτυξη της καλλιέργειας ενώ αυτό δε συμβαίνει στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο.

Οι συγκεντρώσεις ασβεστίου στα φύλλα στο τέλος της ανάπτυξης των φυτών κυμάνθηκαν σε σχετικά χαμηλά επίπεδα από (0.54 %) έως (0.83 %).

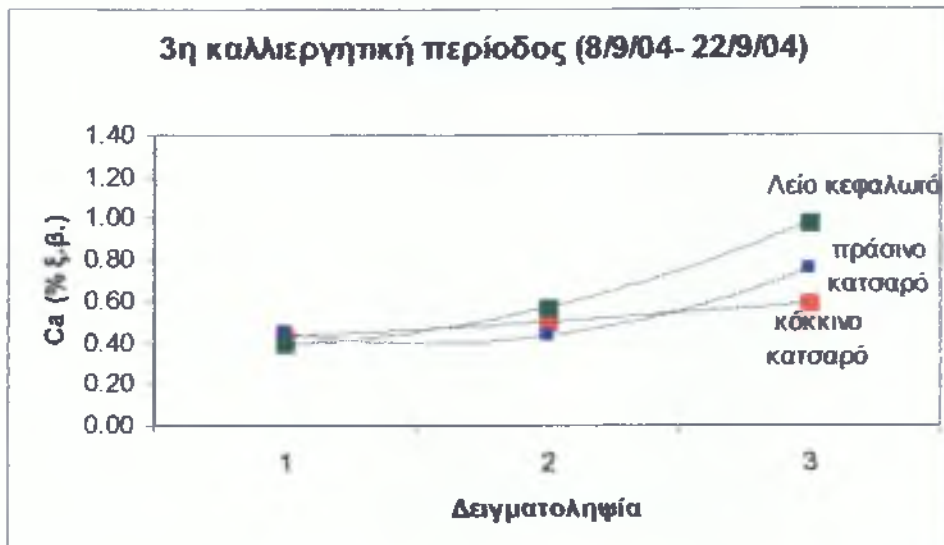
4.5.12 Συγκέντρωση ασβεστίου (Ca) (% ξ.β.) στις ρίζες των φυτών μαρουλιού.



Γράφημα 34: Συγκέντρωση του ασβεστίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλιωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/7- 27/7/04).



Γράφημα 35: Συγκέντρωση του ασβεστίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλιωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8- 24/8/04).



Γράφημα 36: Συγκέντρωση του ασβεστίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9/- 22/9/04).

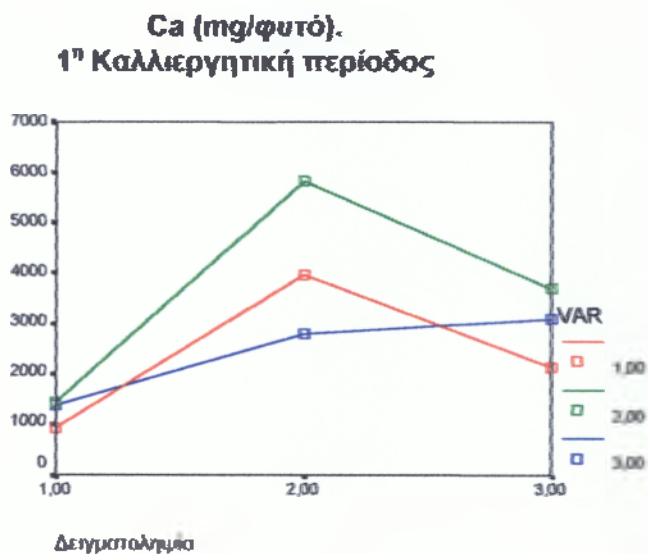
Η τρίτη ποικιλία είχε την υψηλότερη συγκέντρωση (0.69%) και η πρώτη είχε τη χαμηλότερη (0.57%) συγκέντρωση ασβεστίου στις ρίζες.

Η δεύτερη δειγματοληψία είχε τις μικρότερες συγκεντρώσεις σε ασβέστιο στις ρίζες (0.51%) από τη πρώτη (0.70%) και τη τρίτη (0.66%).

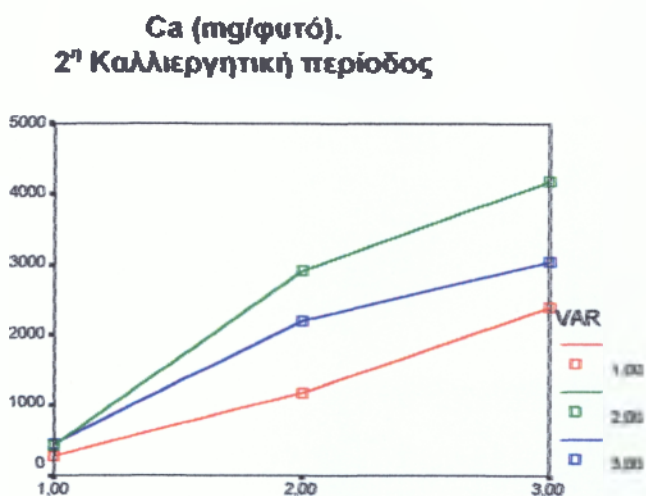
Η δεύτερη καλλιεργητική περίοδος είχε την υψηλότερη συγκέντρωση (0.68%) σε ασβέστιο στις ρίζες ενώ η πρώτη είχε τη χαμηλότερη (0.55%).

4.5.13 Συνολική πρόσληψη Ca (mg/φυτό) στο υπέργειο τμήμα.

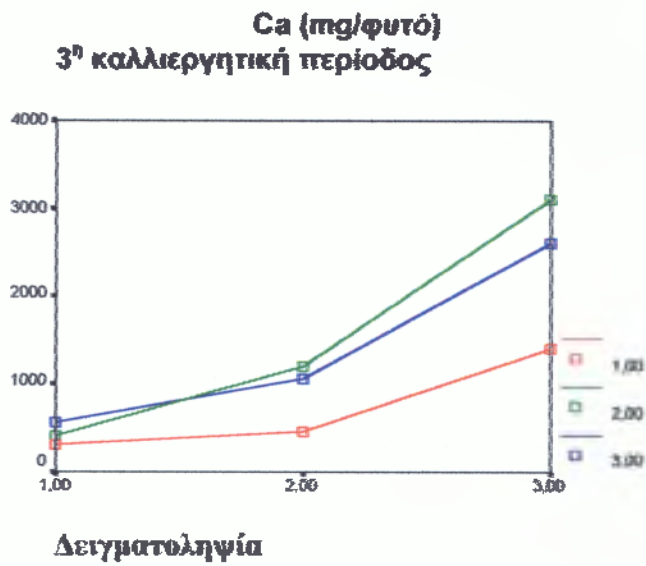
Συνολική περιεκτικότητα του Ca (mg/φυτό) στη κεφαλή τριών ποικιλιών μαρουλιού (ποικιλία 1 Κόκκινο κατσαρό, 2. Πράσινο κατσαρό, 3. Λείο κεφαλωτό) σε τρεις καλλιεργητικές περιόδους (1^η 13/7-27/7, 2^η 9/8-24/8, 3^η 8/9-22/9/04).



Γράφημα 37



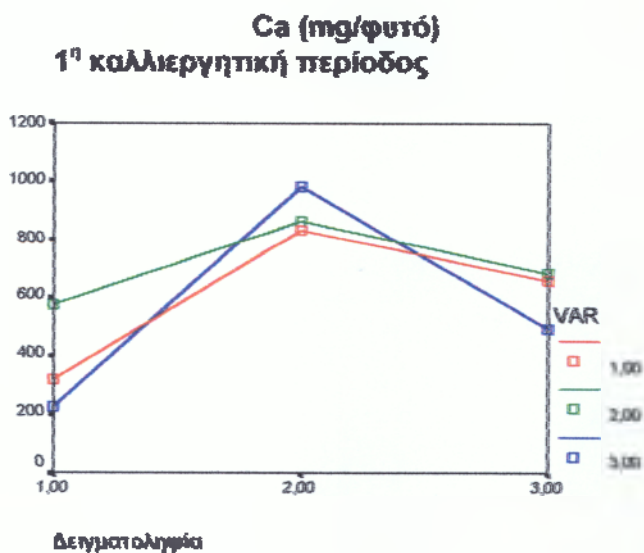
Γράφημα 38



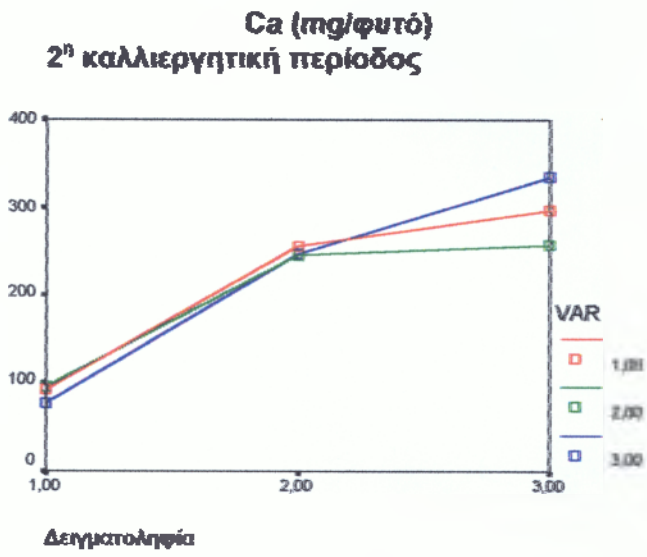
Γράφημα 39

4.5.14 Συνολική πρόσληψη Ca (mg/φυτό) στις ρίζες.

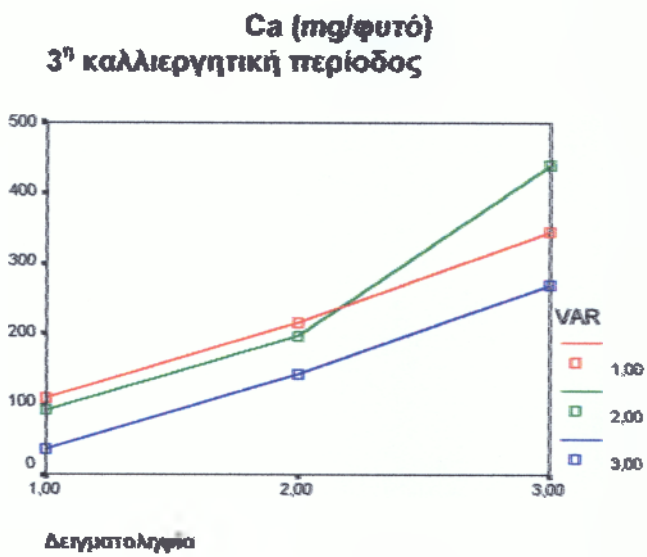
Συνολική περιεκτικότητα του Ca (mg/φυτό) στις ρίζες τριών ποικιλιών μαρουλιού (ποικιλία 1:Κόκκινο κατσαρό, 2:Πράσινο κατσαρό, 3:Λείο κεφαλωτό) σε τρεις καλλιεργητικές περιόδους (1^η 13/7-27/7, 2^η 9/8-24/8, 3^η 8/9-22/9/04).



Γράφημα 40

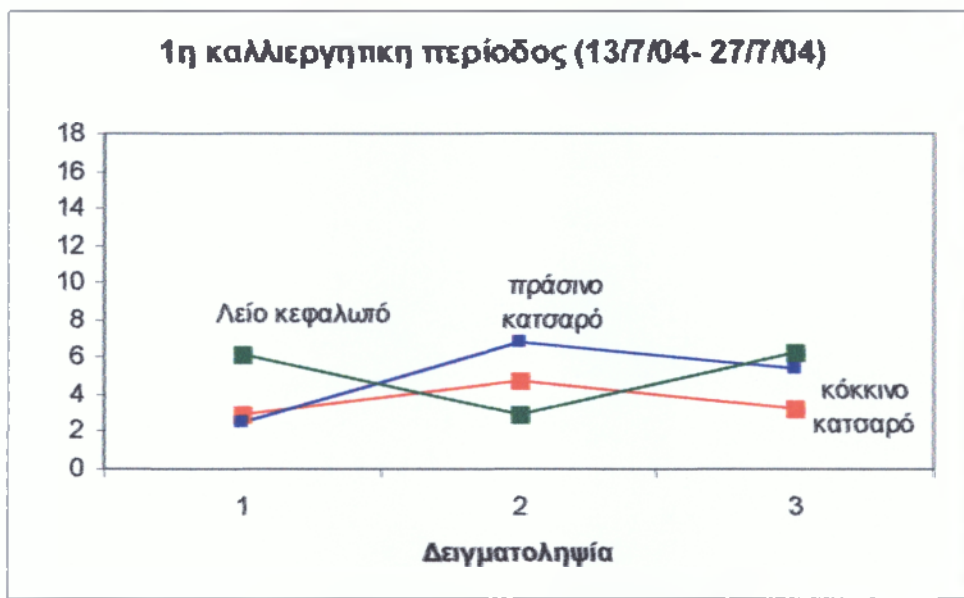


Γράφημα 41

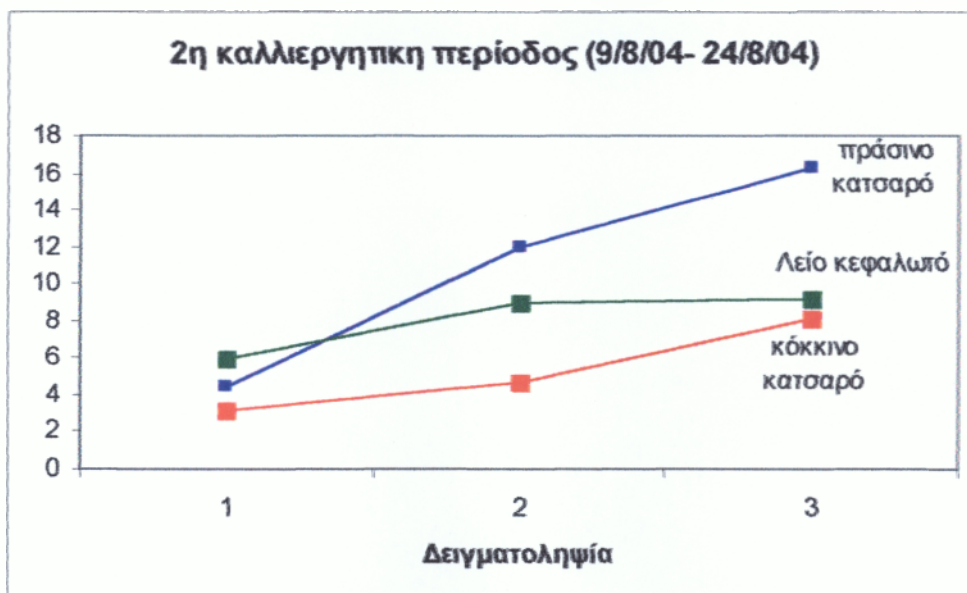


Γράφημα 42

4.5.15 Λόγος της περιεκτικότητας του ασβεστίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του ασβεστίου στις ρίζες των φυτών μαρουλιού.

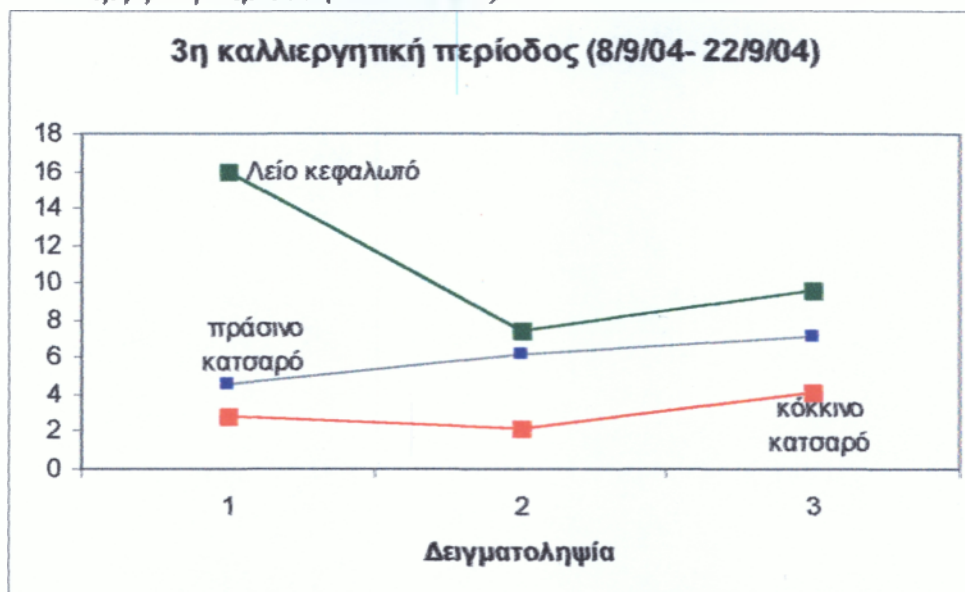


Γράφημα 43: Λόγος της περιεκτικότητας του ασβεστίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του ασβεστίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/7- 27/7/04).



Γράφημα 44: Λόγος της περιεκτικότητας του ασβεστίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του ασβεστίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού

(Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8- 24/8/04).



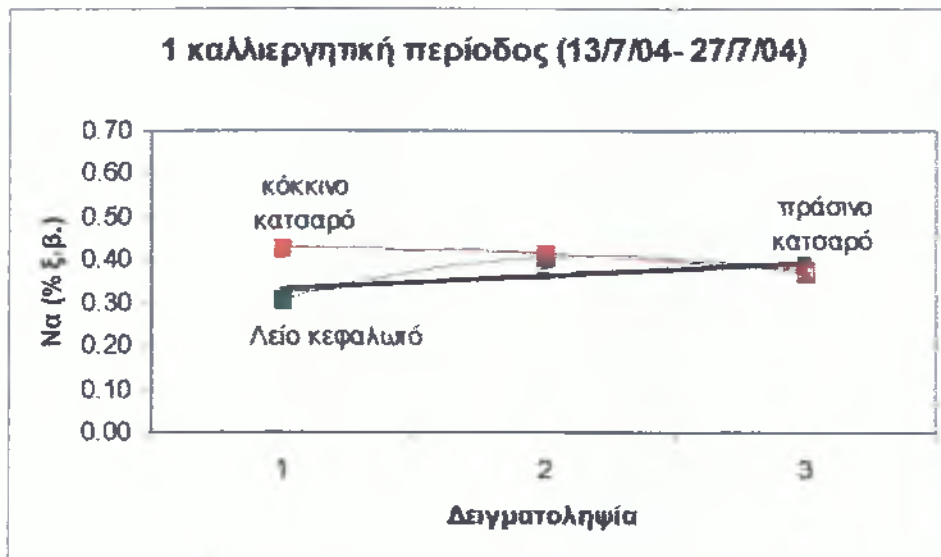
Γράφημα 45: Λόγος της περιεκτικότητας του ασβεστίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του ασβεστίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9- 22/9/04).

Στη πρώτη καλλιεργητική περίοδο δεν παρατηρούμε μεγάλες διαφοροποιήσεις ως προς το λόγο μεταξύ των τριών δειγματοληψιών καθώς μεταβαίνουμε από την πρώτη στην τρίτη δειγματοληψία (Γράφημα 43). Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ο,τι η συνολική πρόσληψη στο υπέργειο τμήμα και στις ρίζες των φυτών μαρουλιού αυξάνεται από την πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία και μειώνεται στην τρίτη (Γραφήματα 37 και 40).

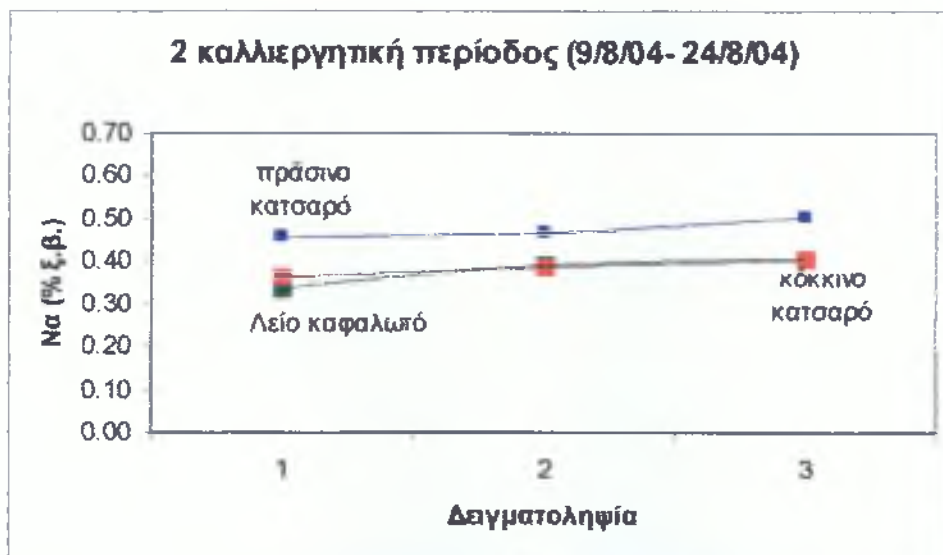
Στη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο ο λόγος αυξάνεται καθώς μεταβαίνουμε από τη πρώτη στη τρίτη δειγματοληψία σε όλες τις ποικιλίες και ειδικότερα στη ποικιλία κατσαρό πράσινο (Γράφημα 44). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει τη τάση συσσώρευσης του ασβεστίου στο υπέργειο μέρος με τη πάροδο του χρόνου και ιδιαίτερα στην παραπάνω ποικιλία όπως φαίνεται και από τα γραφήματα 38 και 41.

Στην τρίτη καλλιεργητική περίοδο η τάση συσσώρευσης του ασβεστίου στο υπέργειο τμήμα των φυτών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης τους είναι μικρή (Γράφημα 45) εξαιτίας της αυξημένης πρόσληψης ασβεστίου τόσο στο υπέργειο όσο και στο υπόγειο τμήμα των φυτών από την πρώτη στην τρίτη δειγματοληψία. Εξαιρεση αποτελεί η ποικιλία λείο κεφαλωτό καθώς μεταβαίνουμε από την πρώτη στην τρίτη δειγματοληψία (Γραφήματα 39 και 42) Στη ποικιλία λείο κεφαλωτό η συσσώρευση του ασβεστίου στο υπέργειο τμήμα μειώνεται δραματικά καθώς μεταβαίνουμε από την πρώτη στη δεύτερη δειγματοληψία.

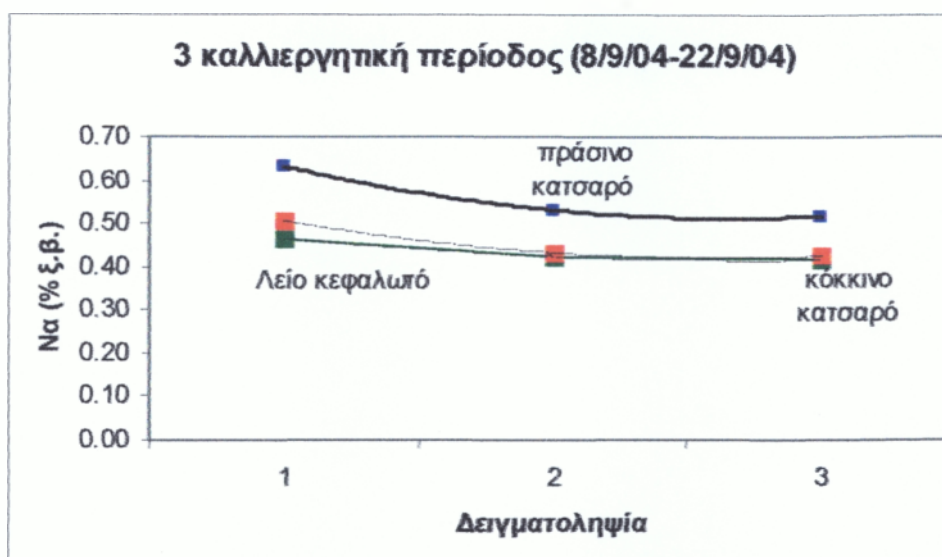
4.5.16 Συγκέντρωσή Νατρίου (Na) (% Ξ.Β.) στο υπέργειο τμήμα των φυτών μαρουλιού.



Γράφημα 46 : Συγκέντρωση του νατρίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλιωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/7- 27/7/04).



Γράφημα 47 : Συγκέντρωση του νατρίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλιωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8- 24/8/04).



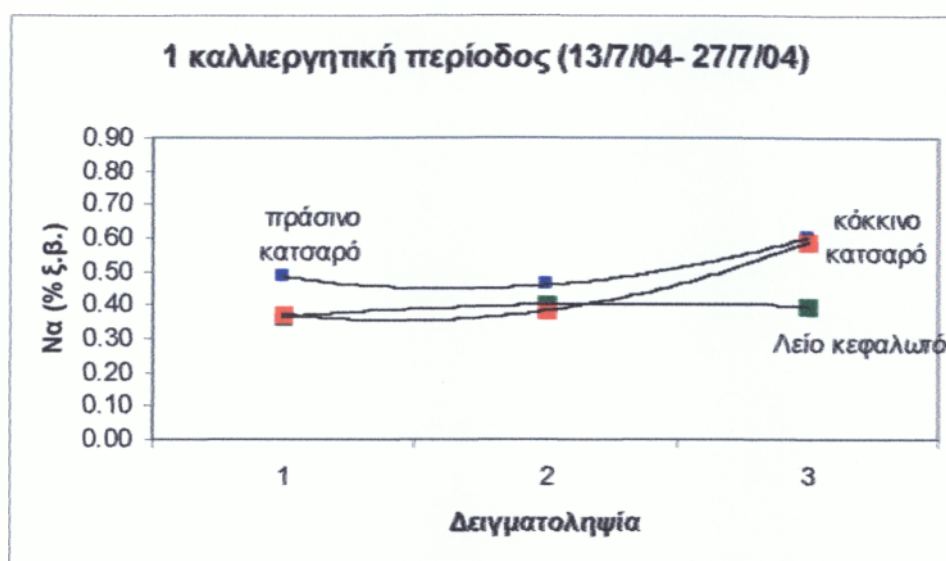
Γράφημα 48: Συγκέντρωση του νατρίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9/- 22/9/04).

Η τρίτη ποικιλία είναι σημαντικά μικρότερη σε περιεκτικότητα νατρίου στα φύλλα (0.49%) σε σχέση με τη πρώτη (0.56%) και τη δεύτερη (0.60%).

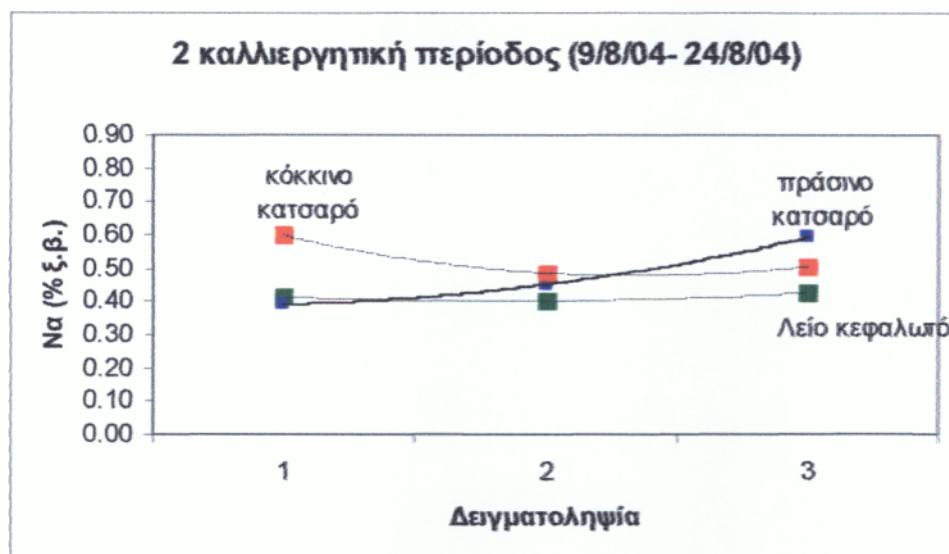
Στη πρώτη δειγματοληψία η συγκέντρωσή νατρίου στα φύλλα (0.66%) είναι σημαντικά υψηλότερη από τη συγκέντρωσή νατρίου στη δεύτερη (0.48%) και στη τρίτη (0.53%).

Στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο η συγκέντρωση του νατρίου στα φύλλα (0.65%) είναι υψηλότερη από της πρώτης (0.47%) και της δεύτερης (0.53%).

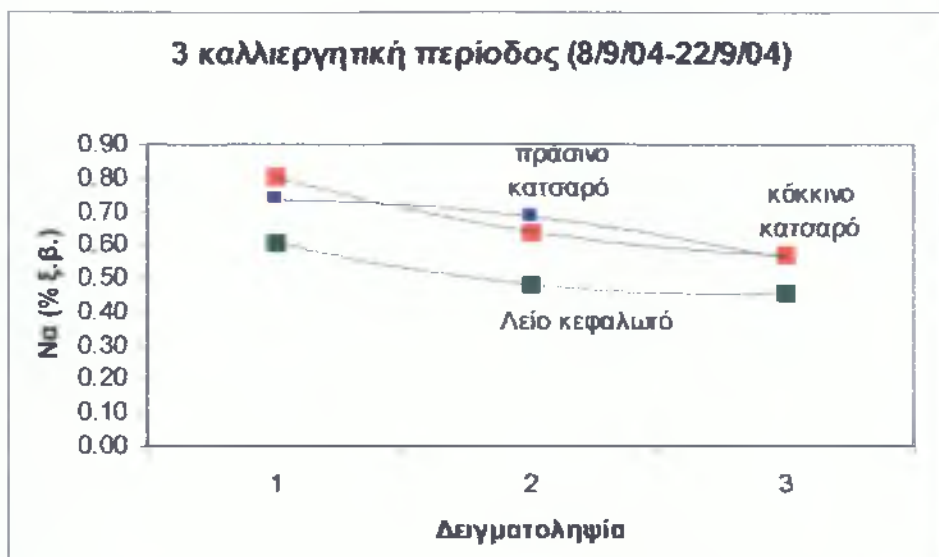
4.5.17 Συγκέντρωσή Νατρίου (Na) (% Ξ.Β.) στις ρίζες των φυτών μαρουλιού.



Γράφημα 49: Συγκέντρωση του νατρίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/7- 27/7/04).



Γράφημα 50: Συγκέντρωση του νατρίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8- 24/8/04).



Γράφημα 51: Συγκέντρωση του νατρίου (% σε ξηρό βάρος), τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλιτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9/- 22/9/04).

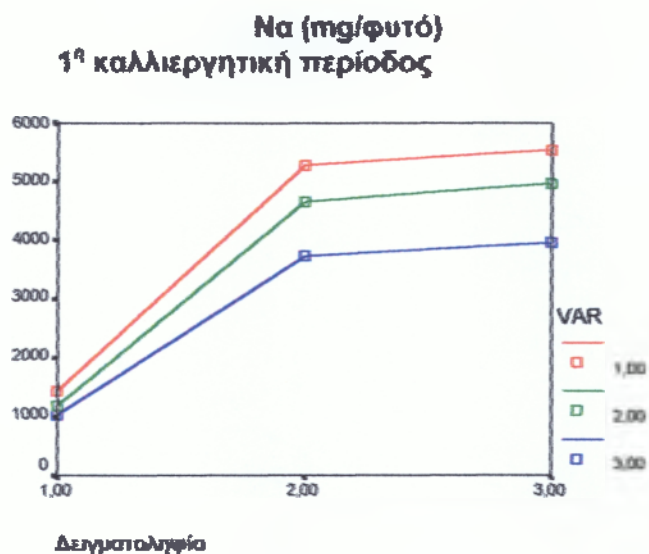
Η πρώτη ποικιλία είχε σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση νατρίου στις ρίζες (0.44%) σε σχέση με τη δεύτερη (0.54%) και τη τρίτη (0.53%).

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δεγματοληψιών. Στη πρώτη η συγκέντρωση του νατρίου στις ρίζες είναι (0.49%), στη δεύτερη (0.49%) και στη τρίτη (0.52%).

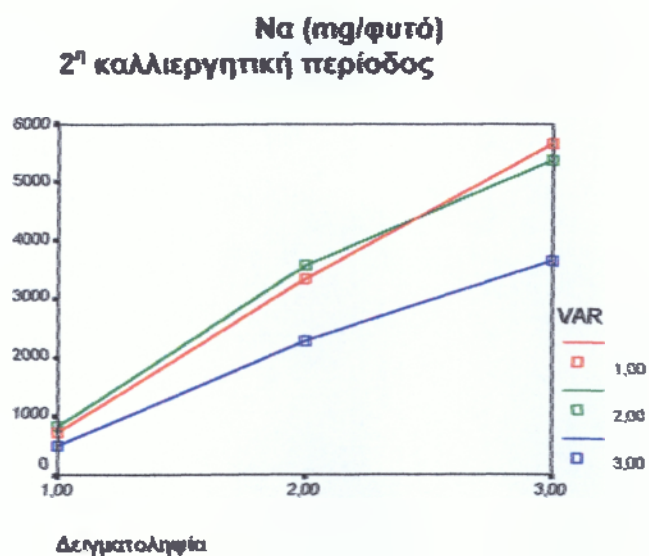
Στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (Γράφημα 33) έχουμε τη σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση σε νάτριο (0.58%) σε σχέση με τη πρώτη (0.44%) (Γράφημα 31) και τη δεύτερη (0.47%) (Γράφημα 32).

4.5.18 Συνολική πρόσληψη Na (mg/φυτό) στο υπέργειο τμήμα.

Συνολική περιεκτικότητα του Na (mg/φυτό) στη κεφαλή τριών ποικιλιών μαρουλιού (ποικιλία 1:Κόκκινο κατσαρό,2:Πράσινο κατσαρό,3:Λείο κεφαλωτό) σε τρεις καλλιεργητικές περιόδους (1^η 13/7-27/7,2^η 9/8-24/8,3^η 8/9-22/9/04).

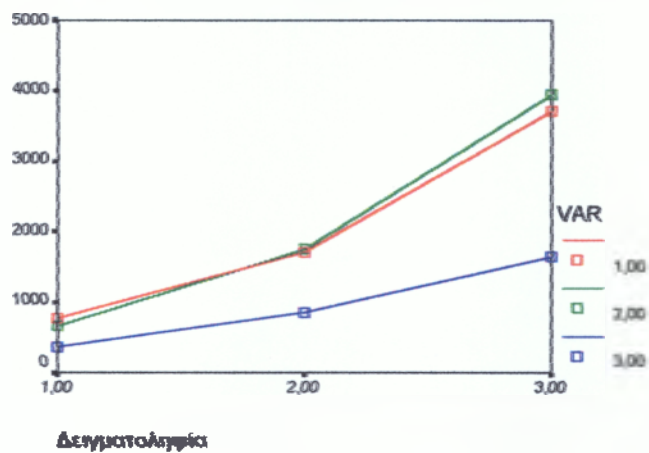


Γράφημα 52



Γράφημα 53

Na (mg/φυτό)
3^η καλλιεργητική περίοδος

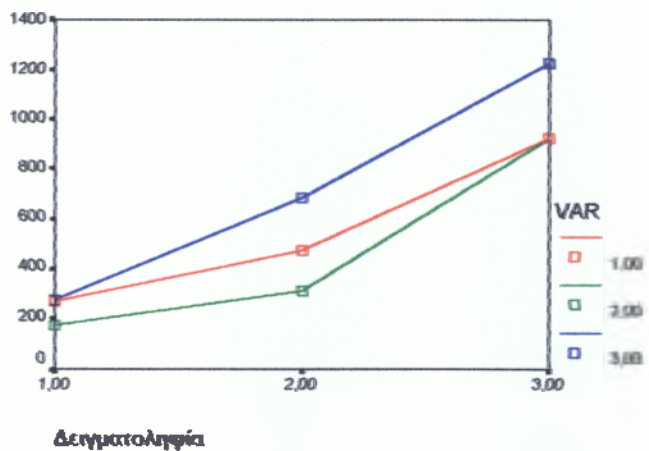


Γράφημα 54

4.5.19 Συνολική πρόσληψη Na (mg/φυτό) στις ρίζες.

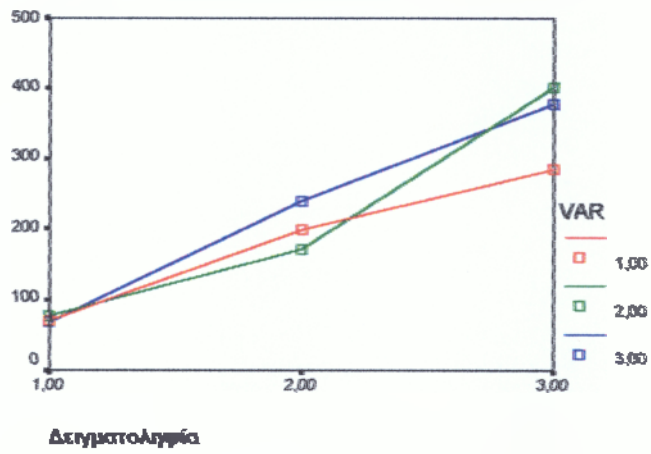
Συνολική περιεκτικότητα του Na (mg/φυτό) στις ρίζες τριών ποικιλιών μαρουλιού (ποικιλία 1 Κόκκινο κατσαρό, 2 Πράσινο κατσαρό, 3 Λείο κεφαλωτό) σε τρεις καλλιεργητικές περιόδους (1^η 13/7-27/7, 2^η 9/8-24/8, 3^η 8/9-22/9/04).

Na (mg/φυτό)
1^η καλλιεργητική περίοδος



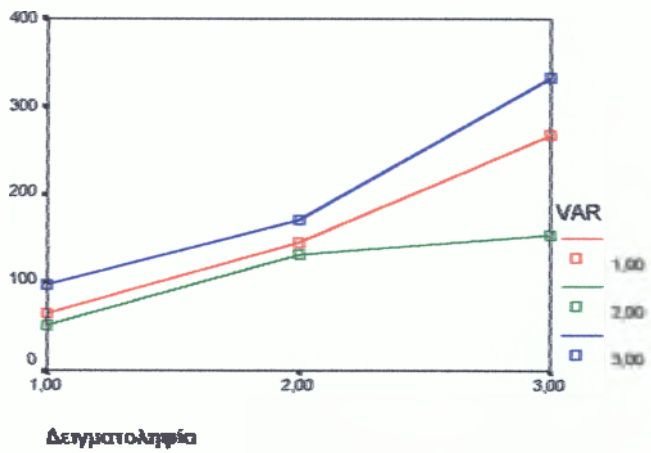
Γράφημα 55

Na (mg/φυτό)
2^η καλλιεργητική περίοδος



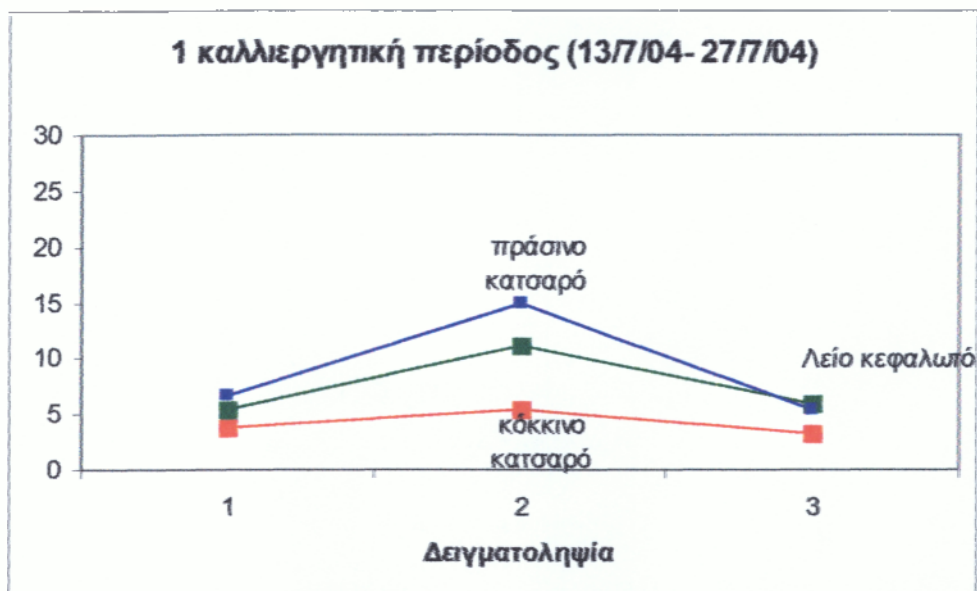
Γράφημα 56

Na (mg/φυτό)
3^η καλλιεργητική περίοδος

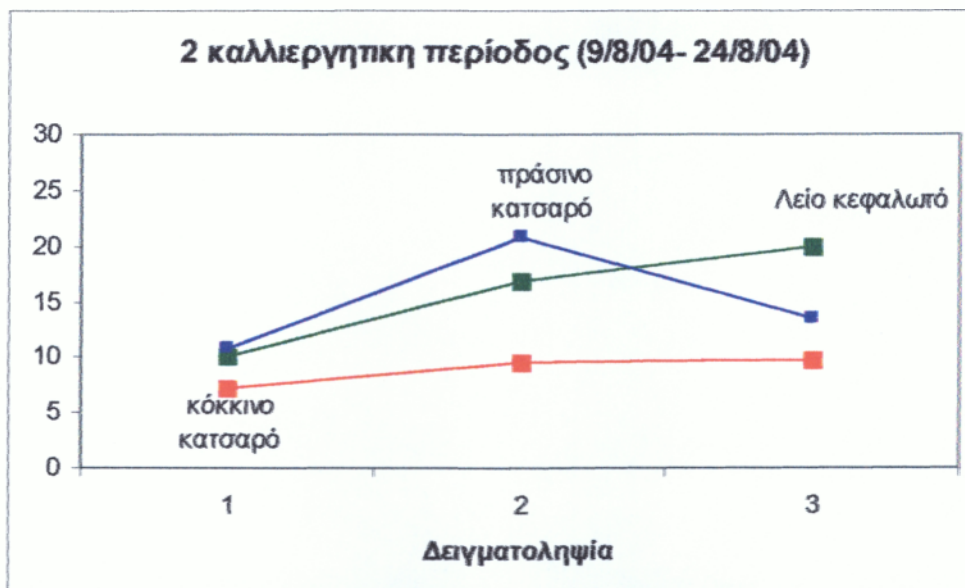


Γράφημα 57

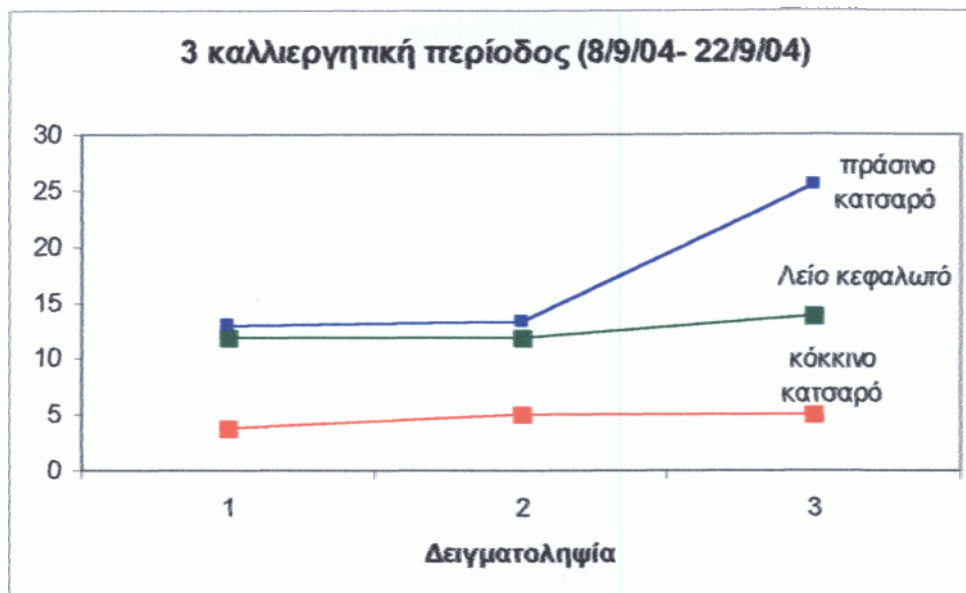
4.5.20 Λόγος της περιεκτικότητας του Νατρίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του Νατρίου στις ρίζες των φυτών μαρουλιού.



Γράφημα 58: Λόγος της περιεκτικότητας του νατρίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του νατρίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (13/7- 27/7/04).



Γράφημα 59: Λόγος της περιεκτικότητας του νατρίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του νατρίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο (9/8- 24/8/04).



Γράφημα 60: Λόγος της περιεκτικότητας του νατρίου στο υπέργειο τμήμα προς τη περιεκτικότητα του νατρίου στις ρίζες, τριών ποικιλιών μαρουλιού (Λείο Κεφαλωτό, Κατσαρό Πράσινο, Κατσαρό Κόκκινο), κατά τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (8/9- 22/9/04).

Όσο αναφορά τη τάση συσσώρευσης νατρίου στο υπέργειο τμήμα των φυτών παρατηρούμε ότι η ποικιλία κόκκινο κατσαρό παρουσιάζει τη μικρότερη τάση. Αντιθέτως η ποικιλία κατσαρό πράσινο τη μεγαλύτερη.

Στη πρώτη καλλιεργητική περίοδο (Γράφημα 58) τα φυτά φαίνεται να συσσωρεύουν περισσότερο νάτριο στο υπέργειο τμήμα στη δεύτερη δειγματοληψία απ' ότι στις άλλες δύο. Το γεγονός αυτό αποδίδεται κυρίως στη μειωμένη παραγωγή σε ξηρή ουσία (στοιχεία δε δίνονται) όπως διαπιστώθηκε για την πρόσληψη του ασβεστίου και καλίου.

Στις άλλες δύο καλλιεργητικές (Γράφημα 58 και 59) ο λόγος γενικά παρουσιάζει μικρή αύξηση κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών.

4.6 Συσχετίσεις μεταξύ των συγκεντρώσεων στους φυτικούς ιστούς τριών ποικιλιών μαρουλιού.

	Ca Κεφαλή 1,000	Mg Κεφαλή	K Κεφαλή	Na Κεφαλή	Ca Ρίζες	Mg Ρίζες	K Ρίζες	Na Ρίζες
Ca Κεφαλή	1,000							
Mg Κεφαλή	,460*	1,000						
K Κεφαλή	-,305	-,493***	1,000					
Na Κεφαλή	-,001	,520***	-,219	1,000				
Ca Ρίζες	,176	-,087	-,303	-,242	1,000			
Mg Ρίζες	-,160	,439*	-,063	,622**	-,056	1,000		
K Ρίζες	-,263	,001	,244	,244	-,376	,081	1,000	
Na Ρίζες	-,347	,255	-,383*	,617**	-,096	,400*	,061	1,000

Συντελεστές συσχέτισης (r) των συγκεντρώσεων των Ca, Mg, Na, και K στη κεφαλή και στις ρίζες των φυτών μαρουλιού.

	Ca Κεφαλή	Mg Κεφαλή	K Κεφαλή	Na Κεφαλή	Ca Ρίζες	Mg Ρίζες	K Ρίζες	Na Ρίζες
Ca Κεφαλή	1,000							
Mg Κεφαλή	,810**	1,000						
K Κεφαλή	-,785*	-,476	1,000					
Na Κεφαλή	,161	,243	-,348	1,000				
Ca Ρίζες	,631	,546	-,791*	,418	1,000			
Mg Ρίζες	-,193	,268	,156	,147	,308	1,000		
K Ρίζες	,075	-,268	-,056	,305	-,086	-,532	1,000	
Na Ρίζες	-,158	-,194	-,112	,011	-,067	-,295	-,116	1,000

Συντελεστές συσχέτισης (r) των συγκεντρώσεων των Ca, Mg, Na, και K στη κεφαλή και στις ρίζες των φυτών μαρουλιού για την πρώτη καλλιεργητική περίοδο

	Ca Κεφαλή 1,000	Mg Κεφαλή	K Κεφαλή	Na Κεφαλή	Ca Ρίζες	Mg Ρίζες	K Ρίζες	Na Ρίζες
Ca Κεφαλή	1,000							
Mg Κεφαλή	,848**	1,000						
K Κεφαλή	-,282	-,249	1,000					
Na Κεφαλή	,149	,312	,447	1,000				
Ca Ρίζες	-,049	-,063	-,914**	-,454	1,000			
Mg Ρίζες	-,179	,030	,381	,483	-,191	1,000		
K Ρίζες	-,338	-,272	,855**	,522	-,835**	,135	1,000	
Na Ρίζες	-,474	-,406	-,217	,155	,468	,458	-,066	1,000

Συντελεστές συσχέτισης (r) των συγκεντρώσεων των Ca, Mg, Na, και K στη κεφαλή και στις ρίζες των φυτών μαρουλιού για την δεύτερη καλλιεργητική περίοδο.

	Ca Κεφαλή 1,000	Mg Κεφαλή	K Κεφαλή	Na Κεφαλή	Ca Ρίζες	Mg Ρίζες	K Ρίζες	Na Ρίζες
Ca Κεφαλή	1,000							
Mg Κεφαλή	-,123	1,000						
K Κεφαλή	,534	-,692*	1,000					
Na Κεφαλή	,198	,334	-,348	1,000				
Ca Ρίζες	,304	-,674*	,726*	-,361	1,000			
Mg Ρίζες	,121	,582	-,223	,543	-,004	1,000		
K Ρίζες	-,357	-,198	,261	-,858**	,230	-,397	1,000	
Na Ρίζες	-,395	,215	-,632	,689*	-,454	,109	-,609	1,000

Συντελεστές συσχέτισης (r) των συγκεντρώσεων των Ca, Mg, Na, και K στη κεφαλή και στις ρίζες των φυτών μαρουλιού για την τρίτη καλλιεργητική περίοδο.

Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρούμε ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων ασβεστίου και μαγνησίου στη κεφαλή για το σύνολο (,0.46*) των καλλιεργητικών περιόδων καθώς και για τις πρώτη (0.81**) και δεύτερη (0.85**) καλλιεργητική περίοδο.

Ισχυρή αρνητική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ των συγκεντρώσεων του μαγνησίου και του καλίου για το σύνολο των καλλιεργητικών περιόδων (-0.49**) και για τη τρίτη καλλιεργητική περίοδο (-0.69*).

Ισχυρή θετική συσχέτιση παρατηρήθηκε μεταξύ των συγκεντρώσεων μαγνησίου και νατρίου στη κεφαλή και στις ρίζες για το σύνολο των

καλλιεργητικών περιόδων (0.52**) και (0.400*) αντίστοιχα αλλά όχι για τις επιμέρους καλλιεργητικές περιόδους

4.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι συγκεντρώσεις του Κ στα φύλλα κομάνονταν σε φυσιολογικά επίπεδα. Η μέση τιμή συγκέντρωσης Κ για τη πρώτη ποικιλία είναι 7.33%, για τη δεύτερη είναι 7.34% και για τη τρίτη ποικιλία 7.16%. Οι συγκεντρώσεις του Κ αυξήθηκαν κατά την διάρκεια ανάπτυξης των φυτών. Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση Κ στα φύλλα μεταξύ της τρίτης καλλιεργητικής περιόδου (7.07%) και των υπόλοιπων δύο καλλιεργητικών περιόδων. Για τη πρώτη είναι (7.5%) και για τη δεύτερη (7.3%).

Οι συγκεντρώσεις Mg στα φύλλα κυμάνθηκαν σε φυσιολογικά επίπεδα. Η μέση συγκέντρωση του μαγνησίου στα φύλλα της τρίτης ποικιλίας (0.49%) είναι σημαντικά μικρότερη από αυτή στη πρώτη ποικιλία (0.56%) και στη δεύτερη (0.60%). Κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου η συγκέντρωση του Mg μειώθηκε. Η συγκέντρωση του Mg στα φύλλα στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο είναι σημαντικά μεγαλύτερη (0.65%) από τη συγκέντρωση στη πρώτη (0.47%) και στη δεύτερη (0.53%).

Οι συγκεντρώσεις Ca στα φύλλα στο τέλος της ανάπτυξης των φυτών κυμάνθηκαν σε σχετικά χαμηλά επίπεδα από (0.54 %) έως (0,83 %). Η μέση συγκέντρωση του Ca στα φύλλα στη δεύτερη ποικιλία (0.84%) είναι σημαντικά υψηλότερη από αυτή στη πρώτη (0.71%) και αυτή στη τρίτη (0.65%).

Παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης του Ca από την πρώτη στην τρίτη δειγματοληψία.

Στη πρώτη καλλιεργητική περίοδο είχαμε την υψηλότερη μέση συγκέντρωση Ca με (0.79%) και τη χαμηλότερη στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο με (0.69%).

Η τρίτη ποικιλία είναι σημαντικά μικρότερη σε περιεκτικότητα Na στα φύλλα (0.49%) σε σχέση με τη πρώτη (0.56%) και τη δεύτερη (0.60%).

Η συγκέντρωση του Na στη πρώτη δειγματοληψία ήταν γενικά υψηλότερη από αυτή των υπόλοιπων δειγματοληψιών.

Στη τρίτη καλλιεργητική περίοδο η μέση συγκέντρωση του Na στα φύλλα (0.65%) είναι υψηλότερη από της πρώτης (0.47%) και της δεύτερης (0.53%).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

C.M. GERALDSON, University of florida, Bradenton and K.B. TYLER, University of California, Parlier, 1990. PLANT ANALYSIS AS AN AID IN FERTILISING VEGETABLE CROPS, 1990 soil science society of America, 677 S.segoe R.d. , Madison W.I.53711 USA soil testing and plant analysis, 3rd ed- SSSA BOOK series No 3.

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.

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.

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.