

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

***ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ.***

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ Ν-Κ-ΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ  
ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ  
ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΣΕ ΔΥΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ  
ΕΔΑΦΩΝ.**



***ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ ΠΑΝΩΡΑΙΑ***

***ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΒΒΑΔΙΑΣ ΒΙΚΤΩΡ***

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2006**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδες
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....</b>	<b>5</b>
<b>ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....</b>	<b>6</b>
1.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ – ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ	
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	6
1.2. ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ.....	8
1.3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	9
1.4. ΟΜΑΔΕΣ-ΤΥΠΟΙ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	10
1.5. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ.....	18
1.6. ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ Η ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ.....	20
1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ.....	25
1.8 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	29
1.9 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	32
1.9.1 ΤΗΞΗ ΣΠΟΡΕΙΩΝ.....	32
1.9.2 ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ.....	32
1.9.3 ΒΟΤΡΥΤΗΣ.....	33
1.9.4 ΣΚΛΗΡΟΤΙΝΙΑ.....	33
1.9.5 ΩΙΔΙΟ.....	33
1.9.6 ΙΩΣΕΙΣ.....	33
ΕΧΘΡΟΙ.....	34
1.9.7 ΑΦΙΔΕΣ.....	34
1.9.8 ΑΛΕΥΡΩΔΗΣ.....	34
1.9.9 ΘΡΙΠΑΣ.....	34
1.9.10 ΚΟΧΛΙΕΣ-ΣΑΛΙΓΚΑΡΙΑ.....	34
1.9.11 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ.....	35
1.9.12 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΘΩΡΙΑΚΟ ΚΑΨΙΜΟ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ.....	35
1.9.13 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	36

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....</b>	<b>38</b>
ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	38
2.1 ΑΖΩΤΟ.....	40
2.2. ΦΩΣΦΟΡΟΣ.....	41
2.3. ΚΑΛΙΟ.....	42
2.4. ΑΣΒΕΣΤΙΟ.....	43
2.5. ΜΑΓΝΗΣΙΟ.....	43
2.6. ΘΕΙΟ.....	44
2.7. ΧΛΩΡΙΟ.....	44
2.8. ΝΑΤΡΙΟ.....	44
2.9. ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	44
2.10. ΜΑΓΓΑΝΙΟ.....	45
2.11. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ.....	45
2.12. ΧΑΛΚΟΣ.....	45
2.13. ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ.....	45
2.14. ΒΟΡΙΟ.....	45
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....</b>	<b>46</b>
<b>ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ.....</b>	<b>46</b>
3.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	46
3.2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	50
3.3. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ.....	50
3.4. ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΜΕ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΤΗΡΑ.....	55
3.5. ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΜΕ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΤΕΣ.....	67
3.6. ΤΟ ΡΗ ΚΑΙ Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ – Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ.....	60
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....</b>	<b>61</b>
<b>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>61</b>
4.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	61
4.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	62
4.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	83

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος "Marie Curie host fellowships for transfer of knowledge" με τίτλο "Sustainable fertigation techniques for vegetable production in Greece". Ανταποκρίνεται στην μέθοδο της υδρολίπανσης, δηλαδή τη διοχέτευση των θρεπτικών στοιχείων (λιπασμάτων) μέσω των δικτύων άρδευσης στην περιοχή του ενεργού ριζικού συστήματος των φυτών. Βασίζεται στην εφαρμογή μοντέλου λίπανσης, εκχύλισμα εδάφους σε νερό 1:2 κ.ό., (σε δύο μέρη νερού προσθήκη ενός μέρους χόματος μέχρι να αυξηθεί ο συνολικός όγκος σε τρία μέρη), σε θερμοκηπιακές καλλιέργειας μαρουλιού. Αφορά τη μελέτη της επίδραση της διαφορετικής αναλογίας  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  και της καλιούχου λίπανσης στην απόδοση και στην θρεπτική κατάσταση του μαρουλιού σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε  $\text{CaCO}_3$ . Η πτυχιακή εργασία χωρίζεται σε δυο μέρη. Στο θεωρητικό μέρος αναφέρονται τα εξής: η βοτανική περιγραφή της καλλιέργειας του μαρουλιού, τα στοιχεία αυτών των καλλιεργειών όπως η καλλιεργητική τεχνική, οι εντομολογικοί εχθροί και ασθένειες καθώς και η τεχνική υδρολίπανσης του μαρουλιού. Στο πειραματικό μέρος αναφέρονται τα εξής: οι στόχοι του πειράματος, τα υλικά και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα-συζήτηση και τα τελικά συμπεράσματα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο**

### **ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ**

#### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Στη χώρα μας τα προϊόντα που παράγονται στο θερμοκήπιο συμπληρώνουν αυτά που παράγονται στον ανοιχτό αγρό, κυρίως σε εποχή που αυτά δεν μπορούν να καλλιεργηθούν λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών στην ύπαιθρο.

Η καλλιέργεια των φυτών στο θερμοκήπιο παρέχει τη δυνατότητα της προγραμματισμένης και με προβλέψιμα αποτελέσματα παραγωγής, επειδή μας δίνεται η δυνατότητα να τροποποιούμε ή να ρυθμίζουμε τους παράγοντες του περιβάλλοντος που έχουν σχέση με την ανάπτυξη των φυτών.

Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες παρουσιάζονται παρουσιάζονται πολλές διαφοροποιήσεις και προβλήματα όσο αφορά τις συνθήκες της καλλιέργειας (έλεγχος του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, χρήση των λιπασμάτων και επιλογή καλύτερης ποικιλίας). Επίσης στο θερμοκήπιο είναι δυνατό να εφαρμόζουμε καλύτερα τις αρχές της φυτοπροστασίας χωρίς όμως α γίνεται απόλυτη εξάλειψη των εχθρών και των ασθενειών. Μπορούμε να ρυθμίσουμε την θερμοκρασία, την υγρασία, το είδος και τη γονιμότητα του υποστρώματος ικανοποιώντας όσο το δυνατόν καλύτερα τις απαιτήσεις των φυτών. Ακόμη κρίσιμοι παράγοντες για την παραγωγή αποτελούν η εφαρμογή των λιπασμάτων και του νερού. Με την μέθοδο της υδρολίπανσης επιτρέπεται η διοχέτευση των θρεπτικών στοιχείων (λιπασμάτων) μέσω των δικτύων άρδευσης στην περιοχή του ενεργού ριζικού συστήματος των φυτών, εξασφαλίζοντας καλύτερη διανομή των λιπαντικών στοιχείων.

#### **ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ**

Το καλλιεργούμενο μαρούλι (*Lactuca sativa L.*) θεωρείται ότι προήλθε από το άγριο μαρούλι *Lactuca serriola* ή *scariola L.* το οποίο συναντάτε ως ζιζάνιο σε πολλές περιοχές της Ευρώπης ή κατόπιν διασταυρώσεων με τα άγρια είδη *L. saligna* και *L. virgosa*. Υπάρχουν πάνω από εκατό είδη στο γένος *Lactuca*. Το μαρούλι ανήκει στη μεγαλύτερη βοτανική οικογένεια των φυτών τα σύνθετα (*Compositae*) και στην υποδιαίρεση *Liguliflorae*, στην οποία τα ανθίδια έχουν χαρακτηριστικό σχήμα που μοιάζει σαν λουρί και στους βλαστούς και τα φύλλα σχηματίζεται ένας γαλακτώδης χυμός (latex). Συγγενικά είδη με το μαρούλι είναι το κιχώριο, το αντίδι κ.α.

Το μαρούλι τύπου *Cos* πιστεύεται ότι έχει διοδοθεί από την Ελλάδα και το όνομα του τύπου προέρχεται από την νήσο Κω, που βρίσκεται στο Αίγαιο πέλαγος.

Επίσης, χώροι προέλευσης του μαρουλιού θεωρούνται οι περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου, Μικράς Ασίας, Καυκάσου, Περσίας και Τουρκιστάν. Στην Ελλάδα, όπως αναφέρει ο Καββαδάς (1956), αυτοφύονται 9 είδη του γένους *Lactuca*.

Ζωγραφιές του μαρουλιού τύπου *Cos* έχουν βρεθεί σε επιτύμβιες πλάκες στη Αίγυπτο το 4.500 π.Χ και είναι γνωστό ότι το μαρούλι χρησιμοποιείται πάρα πολύ στη διατροφή του ανθρώπου πάνω από 2.000 χρόνια. Πολύ πριν από τη χρήση του σαν τροφή χρησιμοποιείτο για τις φαρμακευτικές ιδιότητες του (έχει ναρκωτικές και παυσίπονες ιδιότητες).

Ο χυμός του ήμερου μαρουλιού *L. Sativa* καθώς και των *L. Virosa* (λακτούκη ή τοξική) και *L. carpitata*, είναι φαρμακευτικός, λαμβάνεται από τομές που γίνονται στον ανθοφόρο βλαστό του φυτού. Φαρμακευτικό είναι επίσης και το “θριδάκιον ύδωρ”, το οποίο λαμβάνεται μετά από απόσταξη των φύλλων του μαρουλιού. Τέλος, με σύνθλιψη του ανθοφόρου βλαστού λαμβάνεται η “θριδακία”, η οποία χρησιμοποιείται στην κατασκευή του φημισμένου σαπουνιού “*tridace*”.

Αναφέρεται ότι οι Πέρσες το καλλιεργούσαν τον 6<sup>ο</sup> π.Χ αιώνα. Επίσης, ήταν γνωστό στους Αρχαίους Έλληνες και ρωμαίους και αναφέρεται από τον Ηρόδοτο, Θεόφραστο, Δασκουρίδη κ.α με το όνομα Θριδαξ ή “Θριδακίνη” (ενώ οι Κύπριοι το ονόμαζαν “Βρένθις”. Ο Θεόφραστος το περιγράφει σαν λαχανικό “επίσπορο”, ‘ότι δηλ. μπορεί να σπαρθεί πολλές φορές μέσα σε ένα έτος και μάλιστα περιγράφει τέσσερα διαφορετικά είδη. Στην Κίνα μεταφέρθηκε το 900 μ.Χ. Στην Αγγλία αναφέρεται για πρώτη φορά το κεφαλωτό μαρούλι το 1943).

Στην Γαλλία και ιδιαίτερα στην περιοχή του Παρισιού, για εκατοντάδες χρόνια εφαρμοζόταν μια εξειδικευμένη μέθοδος καλλιέργειας μαρουλιού σε “τζάκια” με θερμοστρωμένες από ζυμωμένη κοπριά.

## **1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ**

Το καλλιεργούμενο μαρούλι ή μαρούλι το εδώδιμο ή ήμερο είναι διπλοειδές και έχει 18 χρωμοσώματα  $2n=18$ . Σε κανονικές συνθήκες είναι φυτό “μακράς ημέρας”, που σημαίνει ότι δεν θα παράγει ανθικό στέλεχος και άνθη, εφόσον η διάρκεια της ημέρας δεν ξεπεράσει κατά πολύ τις 12 ώρες φωτός.

### **Φυτό**

Το μαρούλι είναι φυτό μονοετές, ποώδες.

## **Βλαστός**

Πολύ κοντός κατά την διάρκεια της βλαστικής φάσης και φέρει τα φύλλα πολύ πυκνά και αναπτύσσεται σημαντικά κατά τη φάση της αναπαραγωγής.

## **Φύλλα**

Τα φύλλα που είναι λεία, πλατιά, διαφόρου μεγέθους και σχήματος, ωοειδή, καρδιοειδή, επιμήκη, εμφανίζονται πάνω στον κοντό βλαστό κατά σπειροειδή διάταξη, είναι ακέραιη ή κυματοειδή ή ακανόνιστα οδοντωτά. Τα πρώτα φύλλα είναι σχεδόν επίπεδα, ενώ τα επόμενα φύλλα εμφανίζουν διαφόρου βαθμού κύρτωση, ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία, κυμαίνεται από βαθύ πράσινο ή πρασινοκίτρινο ως με κοκκινωπή απόχρωση ποικιλίες που μπορούν να μεταχρωματίζονται σε κοκκινωπές όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές περιέχουν την χρωστική ουσία ανθοκυανίνη.

## **ΑΝΘΙΚΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ**

Κατά την εποχή της αναπαραγωγής σχηματίζεται ανθικό στέλεχος ύψους 60-120 εκ., όρθιο, λείο, χωρίς άκανθες, διακλαδιζόμενο και πολύφυλλο.

Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και φέρονται σε ταξιανθίες- κεφαλές γύρω από τον ανθοφόρο βλαστό σε διακλαδώσεις, υπό μορφή κορυμβόμορφου βότρου ή φόβης και κάθε κεφαλή φέρει 15-25 άνθη. Τα άνθη (ανθίδια) είναι μικρά, κίτρινα, με στεφάνη που αποτελείται από 5 πέταλα ενωμένα μεταξύ τους, 5 στήμονες επίσης ενωμένους που σχηματίζουν σωλήνα γύρω από το στίλο, ο οποίος φέρει λεπτές τρίχες και καταλήγει σε δίλοβο στίγμα. Τα άνθη επί της ταξιανθίας ανοίγουν σχεδόν ταυτόχρονα και τα στίγματα είναι επιδεικτικά επικονίασης μόνο για μερικές ώρες το πρωί. Το μαρούλι αυτογονιμοποιείται. Όταν το άνθος είναι ώριμο και έτοιμο να ανοίξει, ο στίλος μεγαλώνει, οι ανθήρες ανοίγουν και ελευθερώνουν τη γύρη, η οποία πέφτει μέσα στον κώνο που σχηματίζουν και που βρίσκεται το στίγμα, με αποτέλεσμα να λάβει χώρα αυτεπικονίαση μόλις ανοίξει το άνθος. Η σταυρεπικονίαση είναι δύσκολο να γίνει, αφενός γιατί τα έντομα δεν ελκύονται από τα άνθη του μαρουλιού, αφετέρου λόγω της ιδιάζουσας κατασκευής και λειτουργίας του άνθους. Πολύ σπάνια, και σε μικρό ποσοστό, μπορεί να λάβει χώρα σταυρεπικονίαση στο μαρούλι. Η παραγωγή υβριδισμένου σπόρου στο μαρούλι δεν είναι εύκολη και γι' αυτό δεν κυκλοφορούν πολλά υβρίδια στην αγορά. Οι δυσκολίες για παραγωγή σπόρου υβριδίων οφείλεται στην αυτογονιμοποίηση του μαρουλιού,

στη δυσκολία της τεχνητής επικονίασης, λόγω της κατασκευής του άνθους και στη δυσκολία πρόκλησης αρρενοστεριότητας με χημικά ή γενετικά μέσα.

### **Καρπός**

Ο καρπός είναι αχάινιο, μικρός, επιμήκης (3-4 χιλστ.) χρώματος πρασινωπού ή λευκωπού ή γκριζωπού, λείος με 5-7 ραβδώσεις και φέρει πάλλο από λεπτές λευκές τρίχες, το χαρακτηριστικό των σύνθετων. Παλαιότερα από τα σπέρματα γινόταν εξαγωγή λαδιού μόνα από συμπίεση, το οποίο χρησιμοποιείται για διατροφή και για φωτιστικούς σκοπούς.

### **Ρίζα**

Το μαρούλι σχηματίζει ρίζα πασσαλώδη, όμως με τη διαδικασία της μιας ή περισσότερων μεταφυτεύσεων που ακολουθούνται, η κεντρική ρίζα του φυτού καταστρέφεται και αναπτύσσει θυσανώδες επιφανειακό ρίζωμα.

## **1.2 ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ**

Το μαρούλι τύπου Cos ή Romaine είναι πιο θρεπτικό από τους κεφαλωτούς τύπους μαρουλιού γιατί έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνες A και C. Το μαρούλι επίσης είναι μία καλή πηγή Ca και P. Η περιεκτικότητα των διάφορων τύπων μαρουλιού σε διάφορα στοιχεία παρουσιάζεται στον πίνακα 1.2.



**Πίνακας 1.2.** Κατά προσέγγιση περιεκτικότητα σε 100 g φαγώσιμου προϊόντος (φύλλα).

Στοιχεία	Κεφαλωτό (Butterhead)	Τύπος μαρουλιού Ρωμάνα (Cos or Romaine)	Κατσαρό Κεφαλωτό (Crisphead)
Ενέργεια (θερμίδες)	11	16	11
Νερό (g)	96	94	95
Πρωτεΐνες (g)	1,2	1,6	0,8
Λίπη (g)	0,2	0,2	0,1
Υδατάνθρακες (g)	1,2	2,1	2,3
Βιταμίνη Α (IU)	1200	2600	300
B1 (mg)	0,07	0,10	0,07
B2 (mg)	0,07	0,10	0,03
C (mg)	9	24	5
Νιασίνη (mg)	0,4	0,5	0,3
Άλατα Ca (mg)	40	36	13
Fe (mg)	1,1	1,1	1,5
Mg (mg)	16	6	7
P (mg)	31	45	25

### 1.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ 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 την διάρκεια του χρόνου αλλά κυρίως από νωρίς το φθινόπωρο μέχρι αργά την άνοιξη.

Το καλοκαίρι η παραγωγή περιορίζεται σημαντικά λόγω των προβλημάτων που δημιουργούνται εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών και του μεγάλου μήκους ημέρας.

Τα τελευταία χρόνια το μαρούλι καλλιεργείται σε θερμοκήπια κατά την διάρκεια του χειμώνα. Καλλιεργείται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας, αλλά ειδικά σε εκτάσεις γύρω από μεγάλα αστικά κέντρα όπου υπάρχει και μεγαλύτερη κατανάλωση. Εξαγωγές δεν γίνονται, θα μπορούσε όμως να καλλιεργηθεί και για εξαγωγές στις χώρες της Β. Ευρώπης κατά των χειμώνα λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει η χώρα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.α.** Έκταση και παραγωγή υπαίθριας και θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού στην Ελλάδα, στη χρονική περίοδο 1980-2000.

ΜΑΡΟΥΛΙΑ						
ΕΤΟΣ	ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ		ΥΠΑΙΘΡΙΑ		ΣΥΝΟΛΟ	
	ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τον.)	ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τον.)	ΕΚΤΑΣΗ (στρ.)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τον.)
1980	100	210	27200	54910	27300	55020
1990	450	1110	30960	60770	31410	61880
2000	1894	3791	42360	7215	44254	74000

(\*) Πηγή Υπουργείου Γεωργίας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.β.** Συνολική παραγωγή και συνολικές εκτάσεις που καλλιεργήθηκαν με υπαίθριο μαρούλι στο νομό Μεσσηνίας.

ΝΟΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	1997-1998	1998-1999	1999-2000
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τον.)	1500	1500	1550
ΕΚΤΑΣΕΙΣ	460	460	480

(\*) Πηγή Υπουργείου Γεωργίας

#### 1.4 ΟΜΑΔΕΣ-ΤΥΠΟΙ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Τα μαρούλια που καλλιεργούνται σήμερα, ανάλογα με τη μορφή και τη διάταξη των φύλλων τους στο κοντό βλαστό και το σχηματισμό ή απουσία κεφαλής, διακρίνονται στις ακόλουθες ομάδες:

##### 1.4.1 Κως ή Ρωμάνα (*Cos or Romaine*) *Lactuca sativa var. romana* D.C

Φυτό όρθιο, υψηλό, με λεπτή επιμήκη κεφαλή στο εσωτερικό και λεπτά μακριά φύλλα στο εξωτερικό, με χρώμα πράσινο. Υπάρχουν ποικιλίες με διάφορες

αποχρώσεις του πράσινου χρώματος. Είναι το μαρούλι που προτιμάται στην Ελλάδα, τη Μέση Ανατολή και Β. Αφρική.



**Εικόνα 1.4.1 :** Φυτά μαρουλιού τύπου Κως ή Ρωμάννα

#### **1.4.2 Λείο, κεφαλωτό (*Butterhead*) *Lactuca sativa var. capitata* D.C**

Το φυτό σχηματίζει σφαιρική περίπου κεφαλή, τα φύλλα είναι μαλακά και το χρώμα ποικίλει από ελαφρύ μέχρι βαθύ πράσινο. Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος μαρουλιού στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη.



**Εικόνα 1.4.2 :** φυτά λείο, κεφαλωτό μαρουλιού τύπου *Butterhead Lettuce*.

#### **1.4.3 Κατσαρό κεφαλωτό (*Crisphead, Iceberg or Curly*) *Lactuca sativa var. capitata* D.C**

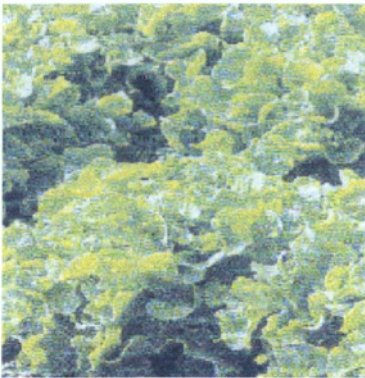
Το φυτό σχηματίζει σφαιρική περίπου κεφαλή, τα φύλλα είναι κυματοειδή τραγανά και εύθραυστα. Το χρώμα ποικίλει από ελαφρύ μέχρι βαθύτερο πράσινο. Είναι η ποικιλία που καλλιεργείται κυρίως στις Η.Π.Α και τον Καναδά.



**Εικόνα 1.4.3 :** Φυτά μαρουλιού τύπου, “ Κατσαρό κεφαλωτό “ *Iceberg Lettuce*.

#### **1.4.4 “Χαλαρό ανοικτό φύλλωμα”(Looseleaf)**

Τα φυτά αναπτύσσουν τα φύλλα τους ελεύθερα. Δεν σχηματίζουν κεφάλι. Τα φύλλα είναι κυματοειδή-κατσαρά και το χρώμα τους ποικίλει στις διάφορες αποχρώσεις του πράσινου και πολλές φορές, τα εξωτερικά κυρίως φύλλα, φέρουν απόχρωση κοκκινωπή



**Εικόνα 1.4.4 :** φυτά μαρουλιού τύπου *Loose leaf*.

#### **ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΤΥΠΟΥ *Cos or Romaine* ΚΩΣ Η ΡΩΜΑΝΑ**

Οι ποικιλίες στον τύπο αυτό μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το χρώμα, ως προς την πρωιμότητα, ως προς την αντοχή στο σχηματισμό ανθοφόρου βλαστού σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και μεγάλης ημέρας, ως προς την εποχή καλλιέργειας. Είναι κατ’ εξοχήν τύπος που καλλιεργείται στην Ελλάδα.

### ***Parris island Cos***

Είναι η πιο διαδεδομένη ποικιλία μαρουλιού τύπου “Ρωμάνα” που καλλιεργείται στην Ελλάδα. Τα φυτά είναι όρθια, ύψους 20-25 εκ. Τα εσωτερικά νεαρά φύλλα σχηματίζουν κεφαλή, ενώ τα εξωτερικά έχουν ελαφρά κυματοειδές σχήμα. Το χρώμα των φύλλων είναι ελαφρά γκριζοπράσινο. Είναι μεσοπρώιμη ποικιλία κατάλληλη για φθινοπωρινή και χειμερινή καλλιέργεια και απαιτεί περίπου 70 ημέρες μέχρι τη συγκομιδή. Είναι ανεκτική στο μωσαϊκό του μαρουλιού.

### ***Gramsi***

Είναι παρόμοια με την *Parris Island Cos*, αλλά έχει το πλεονέκτημα της ανθεκτικότητας στις υψηλές θερμοκρασίες και επομένως κατάλληλη για καλλιέργεια αργά την άνοιξη και νωρίς το φθινόπωρο.

### ***Paris White noga***

Τα φυτά αναπτύσσονται σε μεγάλα μεγέθη, τα εξωτερικά φύλλα έχουν ελαφρά κυματοειδές σχήμα και το χρώμα είναι πρασινωπό. Είναι πρώιμη ποικιλία, αντέχει στο σχηματισμού του ανθικού στελέχους όταν επικρατούν θερμοκρασίες και είναι κατάλληλη για καλοκαιρινή καλλιέργεια.

### ***Parris Cos***

Φυτά όρθια, μεγάλα, με κλειστή κεφαλή και με σκούρα πράσινα φύλλα. Παραλλαγή της ποικιλίας αυτής παρουσιάζει ανθεκτικότητα στο μωσαϊκό του μαρουλιού (LMV). Κατάλληλη για φθινοπωρινή και χειμερινή καλλιέργεια.

### ***Fairen***

Φυτά όρθια με κλειστή κεφαλή. Χρώμα φύλλων πράσινο. Παρουσιάζει ανθεκτικότητα στο μωσαϊκό του μαρουλιού (LMV). Καλλιεργείται το φθινόπωρο και το χειμώνα.

### **Marvel**

Σχηματίζει μεγάλο κεφάλι, φύλλα χρώματος σκούρου πράσινου. Ανθεκτική ποικιλία στο σχηματισμό του ανθικού στελέχους, μεσοόψιμη, γι' αυτό καλλιεργείται με επιτυχία αργά την άνοιξη και το καλοκαίρι.

Εισάγονται και αρκετές ποικιλίες τύπου "Ρωμάνο" όπως: *Cos Corsica, Romana Inver, Romana Ballon, Blonde Romaine* κ.λπ. σε μικρότερες σχετικά ποσότητες

### **ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΚΕΦΑΛΩΤΟΥ ΤΥΠΟΥ, *Iceberg or Crisphead***

Από τις "κεφαλωτές" ποικιλίες του τύπου *Iceberg or Crisphead* εισάγονται στην Ελλάδα οι πιο κάτω. Οι εκτάσεις που καλλιεργούνται σήμερα είναι πολύ περιορισμένες. Είναι ο κυρίαρχος τύπος που καλλιεργείται στις Η.Π.Α.

### **Salinas**

Έχει επιλεγεί στην Αμερική για καλλιέργεια σε παραθαλάσσιες περιοχές την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Παρουσιάζει καλή ανθεκτικότητα στον περονόσπορο, στο μωσαϊκό του μαρουλιού και στο περιφερειακό κάψιμο. Η κεφαλή του φυτού αναπτύσσεται σε αρκετά μεγάλο μέγεθος, τα φύλλα είναι κατσαρά, τρυφερά και το χρώμα είναι βαθύ πράσινο.

### **Great Lakes 659-700**

Σχηματίζει κεφαλή μετρίου μεγέθους, χρώματος σκούρου πράσινου και με επιφάνεια κεφαλής ελαφρά κυματοειδούς εμφάνισης. Είναι πολύ ανθεκτική στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων.

### **Empire**

Η κεφαλή είναι μετρίου μεγέθους, χρώματος ελαφρού πράσινου, καλής εμφάνισης με πολύ καλή ανθεκτικότητα στο περιφερειακό κάψιμο και με ανθεκτικότητα στο σχηματισμό ανθικού στελέχους σε υψηλές θερμοκρασίες και μεγάλη φωτοπερίοδο.

### ***Italika***

Η κεφαλή έχει μέτριο έως μεγάλο μέγεθος και χρώμα βαθύ πράσινο. Καλής εμφάνισης με ικανοποιητική ανθεκτικότητα στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων. Κατάλληλη για καλλιέργεια αργά την άνοιξη και το καλοκαίρι.

### ***Brogan***

Φυτό ταχείας ανάπτυξης, σχετικά ανθεκτικό στο σχηματισμό ανθικών στελεχών και στον περονόσπορο και το ωίδιο. Κεφαλή μετρίου μεγέθους, χρώματος ελαφρού πράσινου.

## **1.7 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΚΕΦΑΛΩΤΟΥ ΤΥΠΟΥ, *Butterhead***

Καλλιεργείται σε μεγαλύτερη έκταση στην Ελλάδα από τον τύπο Iceberg, αλλά και πάλι σε σχετικά μικρή έκταση. Είναι ο τύπος που προτιμάται στις πλείστες χώρες. Οι κυριότερες ποικιλίες είναι:

### ***White Boston***

Το μέγεθος του φυτού είναι μέτριο, τα φύλλα είναι λεία και κυματοειδή και το χρώμα ελαφρύ πράσινο. Απαιτεί 70 ημέρες μέχρι την συγκομιδή.

### ***Citation***

Το μέγεθος του φυτού είναι μέτριο προς μεγάλο, τα φύλλα είναι λεία και χονδρά, με βαθύ πράσινο χρώμα. Πολύ καλής ποιότητας, αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες και στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων.

### ***Bibb***

Το φυτό είναι σχετικά μικρόσωμο. Είναι πρώιμο, αναπτύσσεται γρηγορότερα, έχει όμως το μειονέκτημα του πρόωρου σχηματισμού ανθικού στελέχους.

### ***Artemis***

Ανθεκτική στον πρώιμο σχηματισμό ανθικού στελέχους και κατάλληλη για όψιμη καλλιέργεια την άνοιξη προς το καλοκαίρι. Αντέχει επίσης στο περονόσπορο και στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων.

### ***Rachel***

Φυτό ταχείας ανάπτυξης με καλά ανεπτυγμένη κεφαλή. Φύλλα μέσου πάχους και σχετικά ανοικτού πράσινου χρώματος. Ανθεκτικό στο οίδιο και τον περονόσπορο.

### **ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΜΕ ΧΑΛΑΡΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΦΥΛΛΩΜΑ (*Looseleaf*).**

*Looseleaf* : Τύπος μαρουλιού με ελεύθερα φύλλα, δεν σχηματίζει κεφάλι. Οι πιο διαδεδομένες ποικιλίες είναι:

#### ***Grand rapids***

Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα. Φυτά όρθια μετρίου μεγέθους. Τα φύλλα ελεύθερα κυματιστά στο σύνολο τους και με έντονο κυματισμό στην περιφέρεια τους, με ελαφρύ πράσινο χρώμα. Είναι πρόιμη ποικιλία, συμπληρώνει την ανάπτυξη της σε 43 ημέρες. Κατάλληλη ποικιλία για καλλιέργεια σε θερμοκήπια.

#### ***Prizehead***

Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα. Φυτά μετρίου μεγέθους. Φύλλα κατσαρά με έντονο κυματισμό στην περιφέρεια τους. Χρώμα στο εσωτερικό του φυτού. Ελαφρά πιο όψιμη από την προηγούμενη, συμπληρώνει την ανάπτυξη της σε 50 μέρες. Είναι ποικιλία ανθεκτική στη μεταφορά.

#### ***Simpson's Curled***

Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα. Φυτά μεγάλου μεγέθους. Φύλλα κατσαρά με έντονο κυματισμό στην περιφέρεια τους. Το χρώμα των φύλλων πολύ ελαφρύ πράσινο. Συμπληρώνει την ανάπτυξη της σε 45 ημέρες. Ποικιλία πολύ δημοφιλής.

#### ***Salad Bowl***

Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα. Φυτά μετρίου μεγέθους, με φύλλα πυκνά τοποθετημένα σε σχήμα ροζέτας. Τα φύλλα έχουν ανώμαλη επιφάνεια και το χρώμα τους είναι ελαφρύ πράσινο. Συμπληρώνει την ανάπτυξη της, όπως και η προηγούμενη, σε 45 ημέρες. Ποικιλία ανθεκτική στον πρώιμο σχηματισμό ανθικού στελέχους.



### **E9908**

Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα. Φυτό συμπαγές με κυματοειδή φύλλα. Ανεκτική στο μωσαϊκό του μαρουλιού(LMV).

### **Terra**

Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα με κοκκινωπά κυματοειδή φύλλα. Μαρούλι πολύ καλής ποιότητας, ανθεκτικό στο σχηματισμό ανθικών στελεχών.

*PARRIS ISLAND COS  
MT*



*POMANA*



*VALMAINE*



*ROSARIO*



*GREAT LAKES*



*WHITE BOSTON*



**Σχήμα 1.4.5.** Ποικιλίες μαρουλιού.

## 1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

Η σπορά γίνεται συνήθως από τον Αύγουστο ή Σεπτέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο για συγκομιδή κατά την περίοδο από τον Οκτώβριο μέχρι το Μάιο ή τον Ιούνιο. Εννοείται ότι είναι δυνατό να γίνονται σπορές κατά τη διάρκεια ολόκληρου του έτους, όταν χρησιμοποιούνται ποικιλίες κατάλληλες για τις διάφορες εποχές. Απαιτούνται 3-5 μήνες από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία και την εποχή της καλλιέργειας.

Στη χώρα μας σπείρετε το μαρούλι σχεδόν αποκλειστικά σε υπαίθρια σπορεία και τα σχηματιζόμενα φυτά μεταφυτεύονται στον αγρό, όταν έχουν αποκτήσει 3-5 φύλλα.



Τα μαρούλια μεταφυτεύονται (με φυτευτήρι χεριού) με τη ρίζα τους κάθετα και όχι βαθύτερα από ότι στο σπορείο. Οι αποστάσεις φυτέματος είναι 25 X 40 cm.

Συνήθως χρησιμοποιούνται σαμάρια μιας έως έξι γραμμών φυτών .



και κυρίως, δύο ή τριών σειρών σαμάρια, για να μπορεί να κυκλοφορήσει και τρακτέρ με πλατφόρμα για συλλογή μέσα στα αυλάκια. Σε χώρες της Ευρώπης η καλλιέργεια γίνεται με μηχανική σπορά με επενδυμένα σπέρματα με θρεπτικό υλικό (Pelleted Seeds) σε εδαφικούς κύβους (Soilblocks).





Διαδεδομένη είναι και η καλλιέργειά του σε NFT όπου το μέγεθος του φυτού είναι πιο ομοιόμορφο και η μετάδοση ασθενειών ελαττώνεται πάρα πολύ. Η καλλιέργεια του εδάφους μετά τη μεταφύτευση πρέπει να είναι επιτόλαιη για να διατηρείται το χώμα καθαρό από ζιζάνια. Όταν δεν υπάρχουν ζιζάνια, δεν πρέπει να γίνεται καλλιέργεια.

## **1.6 ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΟΥ ΚΑΙ Η ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ.**

### **1.6.1 ΕΛΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.**

Το μαρούλι είναι πολύ ευαίσθητο φυτό όσον αφορά τις εδαφικές συνθήκες και απαιτεί έδαφος πολύ πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία, γόνιμο, με υψηλό βαθμό υδατοϊκανότητας και το οποίο να στραγγίζει καλά. Τα αμμοπηλώδη εδάφη, πλούσια σε οργανική ουσία, είναι τα πιο κατάλληλα. Τα ελαφρά αμμώδη εδάφη προτιμώνται για πρώιμη παραγωγή. Το άριστο PH κυμαίνεται από 6,0-7,0. Για να διατηρείται το έδαφος αφράτο και να στραγγίζει ικανοποιητικά, πρέπει να προστίθεται οργανική ουσία, όπως καλά χωνεμένη κοπριά, ψιλοκομμένα άχυρα ή άλλη μορφή οργανικής ουσίας, μια φορά το χρόνο.

Το μαρούλι, επίσης, είναι ευαίσθητο στην παρουσία υψηλής συγκέντρωσης αλάτων στο έδαφος. Η υψηλή συγκέντρωση αλάτων προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη και το χρώμα των φύλλων αποκτά σκούρο πράσινο χρώμα και δερματώδη εμφάνιση. Συνιστάται η λήψη μέτρων προς περιορισμό των αλάτων.

Όσον αφορά τη στράγγιση του εδάφους στο θερμοκήπιο, ενώ στην Ελλάδα δεν λαμβάνονται ιδιαίτερα μέτρα, σε αρκετές χώρες του εξωτερικού συνιστάται η εγκατάσταση συστήματος στράγγισης με σωλήνες διαμέτρου 10 εκ. να τοποθετούνται

σε 35 εκ. βάθος και σε σειρές που να απέχουν 50 εκ. με κλίση 1:1.200. Το ίδιο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την απολύμανση του εδάφους με ατμό, όταν χρησιμοποιούνται οι κατάλληλη σωλήνες.

### **1.6.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΕΣ.**

Η καλλιέργεια του εδάφους πρέπει να γίνεται μόνο όταν το έδαφος έχει τη σωστή περιεκτικότητα σε υγρασία. Εάν έχει σχηματιστεί "σκληρό τηγάνι", προφανώς, σαν αποτέλεσμα συνεχών καλλιεργειών σε σταθερό βάθος, θα πρέπει να γίνει υπεδάφια καλλιέργεια, η οποία μάλιστα πρέπει να προηγηθεί της απολύμανσης με ατμό ή της χημικής απολύμανσης. Το βάθος της υπεδάφιας καλλιέργειας πρέπει να κυμαίνεται από 30-40 εκ. πιο βαθιά από το σκληρό τηγάνι και πρέπει να γίνεται όταν το έδαφος είναι σχετικά ξηρό, πριν από την απόπλυση του εδάφους, εάν βέβαια πρόκειται να γίνει απόπλυση. Τόσο η βασική λίπανση όσο και η οργανική ενσωματώνονται με φρεζάρισμα που γίνεται σε βάθος 20 εκ. Για τη προετοιμασία του εδάφους γίνονται και άλλες καλλιέργειες πριν από την μεταφύτευση. Χρειάζεται προσοχή ώστε να μην ψιλοχωματίζεται πολύ το έδαφος. Όσο πιο γρήγορα κινείται ο ελκυστήρας και πιο αργά γυρίζει η φρέζα, τόσο η υφή του εδάφους γίνεται πιο χοντρή. Η τελευταία κατεργασία του εδάφους που γίνεται λίγο πριν την μεταφύτευση, πρέπει να το καταστήσει όσο το δυνατόν πιο επίπεδο, εφόσον η φύτευση θα γίνει σε επίπεδο έδαφος. Στην επίπεδη φύτευση πιθανό να χρειαστεί και ένα ελαφρύ κυλίνδρισμα πριν την μεταφύτευση.

### **1.6.3 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.**

Με τη συνεχή καλλιέργεια του εδάφους του θερμοκηπίου ευνοείται ο πολλαπλασιασμός εχθρών και ασθενειών που προσβάλλουν το ριζικό σύστημα και τη βάση των φυτών (εδαφογενείς μύκητες, νηματώδεις, έντομα κ.λπ.). Έτσι γίνεται απαραίτητη κάθε 2-3 χρόνια η απολύμανση του εδάφους με ένα κατάλληλο μέσο για τη μείωση των εδαφογενών προβλημάτων. Το βρωμιούχο μεθύλιο είναι το μέσο που χρησιμοποιείται ευρύτατα για την απολύμανση του εδάφους, με εξαιρετική αποτελεσματικότητα στην καταπολέμηση των εδαφογενών ασθενειών, των νηματωδών, των εντόμων και των ζιζανίων. Όμως, όπως εξηγείται σε σχετική εγκύκλιο του Υπουργείου Γεωργίας (βλέπε παρακάτω), το βρωμιούχο μεθύλιο βρίσκεται ήδη σε σταδιακή κατάργηση και σε λίγα χρόνια δεν θα είναι διαθέσιμο. Έτσι, οι καλλιεργητές θερμοκηπίων θα πρέπει από τώρα να προετοιμάζονται για να

χρησιμοποιήσουν άλλες μεθόδους και μέσα. Οι επικρατέστερες εναλλακτικές μέθοδοι είναι οι παρακάτω:

### **1.6.3.1 ΤΟ ΒΡΩΜΙΟΥΧΟ ΜΕΘΥΛΙΟ ΣΕ ΣΤΑΔΙΑΚΗ ΚΑΤΑΡΓΗΣΗ**

Για την προστασία της στοιβάδας του όζοντος στη στρατόσφαιρα, έχει αποφασισθεί με το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ η σταδιακή υποκατάσταση πολλών ουσιών οι οποίες έχουν βρεθεί ότι δρουν καταστρεπτικά. Σ' αυτές περιλαμβάνεται και το γνωστό μας βρωμιούχο μεθύλιο που χρησιμοποιείται ευρύτατα στη γεωργία, ιδιαίτερα ως απολυμαντικό του εδάφους. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει υπογράψει το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ και έχει αποφασίσει τη σταδιακή κατάργηση του βρωμιούχου μεθυλίου στις χώρες-μέλη της (άρα και στη Ελλάδα), ως εξής:

Από 1.1.1999 - Μείωση της παραγωγής βρ. Μεθυλίου στο 75% του 1991.

Από 1.1.2001 - Μείωση της παραγωγής στο 40% του 1991.

Από 1.1.2003 - Μείωση της παραγωγής στο 25% του 1991.

Από 1.1.2005 – Μηδενισμός της παραγωγής βρ. Μεθυλίου.

Μετά την 1.1.2005 επιτρέπεται η παραγωγή βρωμιούχου μεθυλίου μόνο για ορισμένες κρίσιμες χρήσεις (π.χ. για επεμβάσεις καραντίνας) και για ποσότητες που δεν θα υπερβαίνουν το μέσο όρο των αντιστοίχων ποσοτήτων που χρησιμοποιήθηκαν για το σκοπό αυτό κατά τα έτη 1996-98. Έτσι, σύντομα οι διαθέσιμες ποσότητες βρωμιούχου μεθυλίου θα είναι σημαντικά μειωμένες και οι παραγωγοί που το χρησιμοποιούν για απολύμανση του εδάφους σε θερμοκήπια και σορεία θα πρέπει να το γνωρίζουν και να προετοιμασθούν κατάλληλα. Η προσπάθεια για την αντιμετώπιση της σταδιακής κατάργησης του βρωμιούχου μεθυλίου θα πρέπει να στραφεί προς δυο κατευθύνσεις:

- Από φέτος και για όσο διάστημα υπάρχει διαθέσιμο το βρωμιούχο μεθύλιο, θα πρέπει αυτό να χρησιμοποιείται όπου είναι εντελώς απαραίτητο (όπου το κύριο πρόβλημα είναι οι νηματώδεις) και με τις τεχνικές των μειωμένων δόσεων.
- Παράλληλα, η χρήση του βρωμιούχου μεθυλίου ως απολυμαντικού του εδάφους σε σορεία και θερμοκήπια θα πρέπει σταδιακά να αντικαθίσταται με άλλες εναλλακτικές μεθόδους, ανάλογα και με τη φύση του κύριου προβλήματος (παθογόνα, νηματώδεις, ζιζάνια κλπ).



**Εικόνα 1.6.3.1.** Εφαρμογή του βρωμιούχου μεθυλίου.

Τεχνικές για εφαρμογή μειωμένων δόσεων βρωμιούχου μεθυλίου είναι οι εξής:

- Κάλυψη του εδάφους με ειδικά αδιαπέρατα πλαστικά, επιτρέπει μείωση της δόσης μέχρι 50%.
- Συνδυασμός της εφαρμογής βρωμιούχου μεθυλίου με ηλιοαπολύμανση (δόση βρωμιούχου μεθυλίου 20-30 γρ/τ.μ., κάλυψη για 2-3 βδομάδες).

Στις εναλλακτικές μεθόδους για αντικατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου περιλαμβάνονται:

- Η ηλιοαπολύμανση.
- Άλλα χημικά μέσα ( metham sodium, dazomet, ασβεστούχος κυαναμίδη, νηματωδοκτόνα κ.λπ.).
- Συνδυασμοί ηλιοαπολύμανσης με χημικά μέσα.
- Η χρήση ανθεκτικών υποκειμένων.
- Βιολογικοί παράγοντες.
- Οργανικές ύλες κ.λπ. Η Διεύθυνση Προστασίας Φυτικής Παραγωγής του Υπουργείου Γεωργίας έχει συστήσει ειδική Επιτροπή Εμπειρογνομόνων και ασχολείται εντατικά με το θέμα διερευνώντας τις λεπτομέρειες εφαρμογής και την αποτελεσματικότητα των διάφορων εναλλακτικών μεθόδων.

### **1.6.3.2 ΗΛΙΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ**

Είναι μια νέα σχετικά μέθοδος που αναπτύχθηκε την τελευταία δεκαετία και περιλαμβάνει την κάλυψη του εδάφους με διαφανές πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου το καλοκαίρι, μετά από καλή κατεργασία και πότισμα. Το έδαφος παραμένει καλυμμένο για τουλάχιστον ένα μήνα. Έχει αποδειχθεί ότι με την κάλυψη αυτή, το έδαφος υφίσταται θερμικές, χημικές και βιολογικές μεταβολές που καταλήγουν σε μείωση της ζημιογόνου δράσης των παθογόνων, των εχθρών και των ζιζανίων. Λεπτομέρειες εφαρμογής της μεθόδου δίνονται στη συνέχεια:

- Το έδαφος πρέπει να προετοιμαστεί καλά. Να είναι ισοπεδωμένο, ψιλοχωματισμένο και με αρκετή υγρασία. Να είναι, όπως συνήθως λέμε, στο «ρώγο» του. Όσο περισσότερο υγρό είναι το έδαφος τόσο καλύτερα τα αποτελέσματα της ηλιοσπολύμανσης. Γι' αυτό συνιστάται καλό πότισμα πριν την κάλυψη του εδάφους με το πλαστικό. Αν το έδαφος ποτίζεται με «στάγδην» συστήματα, καλό είναι οι σταλακτηφόροι σωλήνες να παραμείνουν κάτω από το πλαστικό και να γίνονται ποτίσματα σε τακτά διαστήματα, κάθε 1-1,5 εβδομάδα.

- Για την κάλυψη του εδάφους χρησιμοποιείται διαφανές πολυαιθυλένιο πάχους 0,025-0,75 mm για τα θερμοκήπια και 0,10-0,125 mm για τις υπαίθριες καλλιέργειες. Το κλείσιμο του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της μεθόδου δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Το πλαστικό ή τα τζάμια της οροφής του θερμοκηπίου θα πρέπει να είναι καθαρά. Το πλαστικό κάλυψης του εδάφους πρέπει να εφάπτεται σχεδόν της επιφάνειας του εδάφους. Πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία διακένων μεταξύ του πλαστικού και του εδάφους γιατί λειτουργεί ανασχετικά στη μεταφορά θερμότητας στο έδαφος. Τα πλαστικά πρέπει να παραχώνονται περιφερειακά με ένα αυλάκι βάθους 15-20 cm. Οποιαδήποτε τρύπα στο πλαστικό μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου.

- Η διάρκεια κάλυψης του εδάφους πρέπει να είναι τουλάχιστον για 4 εβδομάδες, όσο περισσότερο τόσο καλύτερα. Στις ελληνικές συνθήκες κάλυψη του εδάφους το καλοκαίρι για 4-8 εβδομάδες ελέγχει ικανοποιητικά τα παθογόνα, τα ζιζάνια και πολλούς νηματώδεις στα αβαθή εδάφη. Τα πλαστικά, ανάλογα με την καλλιέργεια, μπορεί να παραμείνουν στο έδαφος και να ανοιχτούν τρύπες για τη μεταφύτευση. Αν είναι καθαρά μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν. Αν έχουν αχρηστευτεί θα πρέπει να συγκεντρώνονται και να παραδίνονται για ανακύκλωση. Δεν πρέπει να πετιούνται γιατί αποτελούν μακροχρόνιο ρυπαντή του περιβάλλοντος. Ούτε να καίγονται, γιατί με την καύση τους εκλύονται ουσίες που μολύνουν το περιβάλλον. Τα κύρια μειονεκτήματα της μεθόδου είναι δύο:

- Το έδαφος πρέπει να μείνει χωρίς καλλιέργεια για τουλάχιστον ένα μήνα. Το διάστημα αυτό φαίνεται ότι μπορεί να μειωθεί σε 2-3 εβδομάδες με τη χρήση ειδικών αδιαπέραστων πλαστικών που άρχισαν να είναι διαθέσιμα στην αγορά.



• Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου στους νηματώδεις, σ' ορισμένα παθογόνα και σ' ορισμένα ζιζάνια είναι πολύ μικρή. Η αποτελεσματικότητά της γενικά υστερεί σημαντικά έναντι εκείνης του βρωμιούχου μεθυλίου αλλά υπάρχουν σαν αντιστάθμισμα ορισμένες ευεργετικές επιδράσεις στη γονιμότητα του εδάφους. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου πάντως φαίνεται να βελτιώνεται σημαντικά όταν η κάλυψη του εδάφους συνδυάζεται με την εφαρμογή οργανικής ουσίας, ασβεστούχου κυαναμίδης ή με νηματωδοκτόνο, μυκητοκτόνο ή ζιζανιοκτόνο ανάλογα με τα προβλήματα που υπάρχουν.

### **1.6.3.3 ΆΛΛΑ ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΑ**

Σκευάσματα που διατίθενται για το σκοπό αυτό είναι κυρίως:

Το methamsodium (Βαπάμκ κ.α),

Το dazomet (Μπαζαμίντ κ.α) και

Τα υποκαπνιστικά νηματωδοκτόνα (Τελών, Κοντόρ, κ.α)

Είναι αποτελεσματικά σε στενότερο φάσμα παθογόνων και εχθρών, συγκριτικά με το βρωμιούχο μεθύλιο, ενώ η εφαρμογή τους έχει πρόσθετες δυσκολίες. Αναμένεται ότι με το ξεπέρασμα των δυσκολιών αυτών, τα σκευάσματα αυτά (και άλλα) θα παίξουν ένα σημαντικό ρόλο στην υποκατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου, μόνα τους ή σε συνδυασμό με την ηλιοαπολύμανση, τα επόμενα χρόνια.

### **1.6.3.4 Η ΑΣΒΕΣΤΟΥΧΟΣ ΚΥΑΝΑΜΙΔΗ**

Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η χρήση του λιπάσματος ασβεστούχος κυαναμίδη σε συνδυασμό με άχυρο και ηλιοαπολύμανση. Από πολλά πειράματα και εφαρμογές στην πράξη έχει αποδειχθεί ότι με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται σημαντικά η αποτελεσματικότητα της ηλιοαπολύμανση.

## **1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑ ΤΗ ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ**

### **1.7.1 ΠΟΤΙΣΜΑ**

Η αλόφωση τότε θα εφαρμοστεί πότισμα και πόσο νερό θα δοθεί αποτελεί ένα από τα διαρκεί προβλήματα της καλλιέργειας του μαρουλιού. Το έδαφος θα πρέπει να θεωρηθεί σαν μια αποθήκη νερού από όπου το φυτό απορροφά νερό, το οποίο αναπληρώνεται κατά καιρούς με το πότισμα.

Πριν τη μεταφύτευση το έδαφος πρέπει να ποτιστεί και να φτάσει στο σημείο της υδατοϊκανότητας του. Στη συνέχεια, σε αμμώδη εδάφη η φύτευση μπορεί να γίνεται την επόμενη ημέρα, ενώ σε πιο βαριά 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 υδατοϊκανότητας του. Αυτό θα σήμαινε περιορισμένο πότισμα μερικών μόνο λεπτών. Μετά τη μεταφύτευση το φυτό απορροφά νερό μόνο από τα επιφανειακά 3-4 εκ., κι έτσι είναι σημαντικό το επιφανειακό στρώμα να διατηρείται υγρό. Εάν για οποιοδήποτε λόγο ξεραθεί το επιφανειακό γόνιμο έδαφος ή ο κύβος εδάφους ή η "μπάλα" υποστρώματος, τότε η ανάπτυξη του φυτού είναι προβληματική.

Το μαρούλι αναπτύσσει θυσοσανώδες επιφανειακό ριζικό σύστημα. Για το λόγω αυτό, είναι προτιμότερο να ποτίζεται πάρα πολλές φορές με λίγο νερό παρά χορταστικά με αρκετό νερό. Οι ανάγκες σε νερό καλλιέργειας μαρουλιού ανέρχονται σε 336m<sup>2</sup>/στρ.

Όταν το φυτό πλησιάζει την περίοδο συγκομιδής το ριζικό του σύστημα θα έχει αναπτυχθεί σε όλο τον επιφανειακό όγκο του εδάφους σε βάθος 20-30εκ. το πότισμα στο μαρούλι καλό είναι να γίνεται με καταιονισμό από υψηλά, για να γίνεται ομοιόμορφη κατανομή του νερού. Η ύπαρξη του συστήματος καταιονισμού στο θερμοκήπιο μπορεί να εξυπηρετήσει και στην αύξηση της υγρασίας καθώς και στη μείωση της θερμοκρασίας στο χώρο του θερμοκηπίου όταν πλησιάζει η συγκομιδή. Αύξηση της υγρασίας στην ατμόσφαιρα όταν πλησιάζει η συγκομιδή μπορεί να βοηθήσει και στην μείωση της πιθανότητας εμφάνισης στα φύλλα του φυσιολογικού και του περιφερειακού καψίματος που προκαλούνται από υπερβολική ένταση της ακτινοβολίας και εννοούνται από χαμηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής υγρασίας.

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

Στην περίπτωση που εφαρμόζεται εδαφοκάλυψη με πλαστικό σε όλη την έκταση του θερμοκηπίου, τότε το πότισμα γίνεται ή με τη μέθοδο στάγδην από σωλήνες που βρίσκονται κάτω από το πλαστικό κάλυψης ή γίνεται με καταιονισμό, αλλά θα πρέπει το πλαστικό της εδαφοκάλυψης να είναι διάτρητο.

### 1.7.2 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Όπως έχει αναφερθεί και στα προηγούμενα, το μαρούλι αναπτύσσεται σε ικανοποιητικά σε γόνιμο έδαφος. Το μαρούλι χαρακτηρίζεται από το βραχύ βιολογικό κύκλο, το πολύ επιπόλαιο ριζικό σύστημα και από την ιδιαίτερη ευαισθησία του στην έλλειψη νερού. Είναι επίσης ευαίσθητο στα όξινα εδάφη (προτιμά εδάφη με pH από 7 και πάνω) και πολύ ευαίσθητο στα άλατα του εδάφους. Ενδεικτικά, η συνιστάμενη λίπανση του μαρουλιού είναι όπως στον παρακάτω πίνακα.

Λιπαντικές μονάδες (kg/στρ)		
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
15 – 20	8 – 10	25 – 30

Για την αποφυγή της εναλάτωσης του εδάφους οι παραπάνω δόσεις εφαρμόζονται τμηματικά 4-5 φορές ισόποσα. Η πρώτη εφαρμογή γίνεται πριν ή κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας και η κάθε μια από τις επόμενες ανά 15 έως 20 ημέρες. Το μαρούλι είναι πολύ ευαίσθητο στην έλλειψη των ιχνοστοιχείων βόριο και μολυβδαίνιο και χρειάζεται προσοχή για την πρόληψη των τροφωπενιών των στοιχείων αυτών. Επίσης το μαρούλι είναι πολύ ευαίσθητο στο χλώριο που μπορεί να περιέχει το νερό του ποτίσματος.

### 1.7.3 ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Έχει βρεθεί ότι μια καλλιέργεια μαρουλιού αφαιρεί από το έδαφος 8-10 κιλά Κάλιο ανά στρέμμα. Συνιστάται λοιπόν να γίνεται πρώτα χημική ανάλυση του εδάφους και με βάση αυτή να εφαρμόζεται η κατάλληλη λίπανση.

Η λίπανση και η δοσολογία που συνιστάται είναι:

5-6 τόνοι κοπριά/στρέμμα.

125-250 kg/στέμμα, του τύπου 8-8-8 (στο τελευταίο όργωμα).

10-15 kg/στέμμα νιτρική αμμωνία (επιφανειακά μετά τη μεταφύτευση).

Άλλοι ερευνητές συνιστούν:

Για την υπαίθρια καλλιέργεια

10-12 kg N /στρέμμα.

5-6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

20-28 kg K<sub>2</sub>O /στρέμμα.

Ο φώσφορος και το κάλιο χορηγούνται με τη βασική λίπανση. Για την υποκάλυψη καλλιέργεια πριν την μεταφύτευση:

6-10 kg N/στρέμμα.

7,5-12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ στρέμμα.

15-25 kg K<sub>2</sub>O/στρέμμα.

Όταν το έδαφος είναι πτωχό σε μαγνήσιο προστίθεται 1,5-2 kg MgO/στρέμμα με τη βασική λίπανση.

Για να αποφευχθεί η συσσώρευση ανεπίτρεπτων ποσοτήτων νιτρικών αλάτων στα φύλλα, συνιστάται η αζωτούχος λίπανση να σταματά 15-25 ημέρες πριν τη συγκομιδή.το επιτρεπόμενο όριο περιεκτικότητας νιτρικών αλάτων στα φύλλα είναι 3.500-4.000 ppm NO<sub>3</sub>/ kg νωπού βάρους.

Η σχέση K : N στο έδαφος πρέπει να είναι κοντά στο 3 κατά τους ζεστούς μήνες και κοντά στο 4 κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Όταν η σχέση αυτή είναι ενδεικτικά μικρότερη, τότε εμφανίζεται περιφερειακή νέκρωση των φύλλων.

Το μαρούλι είναι ευαίσθητο στη έλλειψη του βορίου (B) και μολυβδαινίου (Mo). Είναι, επίσης, ευαίσθητο στο χλώριο (Cl) που μπορεί να περιέχει το νερό άρδευσης.

#### **1.7.4 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ**

Όταν η βασική λίπανση εφαρμόζεται σωστά, ίσως δεν θα χρειαστεί να γίνει επιφανειακή λίπανση κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού, γιατί η ολοκλήρωση της ανάπτυξης του φυτού γίνεται σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, αλλά επίσης, και επειδή το έδαφος του θερμοκηπίου συνήθως είναι πολύ πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία από προηγούμενες καλλιέργειες.

Εάν χρειαστεί να γίνει επιφανειακή λίπανση τότε συνιστάται η προσθήκη νιτρικής αμμωνίας σε ποσότητα 2 κλά/στρ. σε σύνολο 3 επιφανειακών λιπάνσεων πριν τη συγκομιδή. Το θέμα της περιεκτικότητας των φύλλων του μαρουλιού σε νιτρικά άλατα θα πρέπει να προσεχτεί ιδιαίτερα.

Εκτός από την παραδοσιακή μέθοδο λίπανσης κατά την προετοιμασία του εδάφους και στις επιφανειακές λιπάνσεις μπορούν να δοθούν τα κύρια θρεπτικά στοιχεία N, P, K, μαζί με το νερό ποτίσματος σε συγκεντρώσεις 100 ppm N, 30-50 ppm P και 150-200 ppm K, καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού στο θερμοκήπιο, μέχρι τουλάχιστον μία βδομάδα πριν από τη συγκομιδή.

## **1.8 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ**

### **1.8.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**

Το μαρούλι είναι φυτό ψυχρής εποχής και αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Οι άριστες θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και κατά την διάρκεια της νύχτας ποικίλουν ανάλογα με το τύπο του μαρουλιού και την ποικιλία, την ηλικία του φυτού, την εποχή, την ένταση του φωτισμού και το επίπεδο του CO<sub>2</sub>.

Υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν την γρήγορη ανάπτυξη των φυτών και νωρίς το φθινόπωρο ή αργά την άνοιξη συχνά ενθαρρύνουν την παραγωγή αδύνατων λεπτών φυτών με μικρό βάρος. Όταν οι υψηλές θερμοκρασίες επικρατούν κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανάπτυξης των φυτών έχουν μικρότερη καταστρεπτική επίδραση, απ' ό,τι στην περίπτωση που τα φυτά είναι μεγαλύτερα. Η θερμοκρασία πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο χαμηλή και κοντά στο άριστο επίπεδο όταν τα φυτά πλησιάζουν την ωρίμανση, για να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή ποιότητα. Γενικά τα μαρούλια και ιδίως τα 'κεφαλωτά', απαιτούν, κατά την περίοδο κυρίως που σχηματίζουν τις κεφαλές, χαμηλές θερμοκρασίες, διαφορετικά ενθαρρύνονται για σχηματισμό ανθοφόρων βλαστών πριν από τον σχηματισμό της κεφαλής ή εάν σχηματίσουν κεφαλή, αυτή είναι μάλλον χαλαρή και τα φύλλα αποκτούν υπόπικρη γεύση. Υψηλές θερμοκρασίες νωρίς την άνοιξη, ακόμη και για σύντομο χρονικό διάστημα, πολύ συχνά προκαλούν κάψιμο του άκρου των φύλλων ή της περιφέρειας τους. Είναι γεγονός ότι η κίνηση του αέρα μεταξύ των φυτών είναι περιορισμένη όταν τα φυτά μεγαλώσουν. Για το λόγω αυτό, είναι ανάγκη να εξασφαλίζεται ικανοποιητικός εξαερισμός στα θερμοκήπια, ώστε να εμποδίζεται αυτή η φυσιολογική ανωμαλία.

Γενικά συνιστάται η θερμοκρασία κατά την διάρκεια της νύχτας να κυμαίνεται από 5-7° C πιο χαμηλά από την αντίστοιχη θερμοκρασία της ημέρας και η θερμοκρασία στο σπορείο, όπου τα φυτάρια είναι μικρά, να κυμαίνεται μεταξύ 2-3° C πιο ψηλά από τη θερμοκρασία στον κύριο χώρο ανάπτυξης, όπου τα φυτά είναι μεγαλύτερα.

Η διακύμανση της θερμοκρασίας, που παρατηρείται πιο πάνω, συνδέεται με την ένταση του φωτισμού που επικρατεί τόσο υψηλότερη πρέπει να είναι η θερμοκρασία και αντίστροφα. Μετά από πότισμα με καταιονισμό, όταν το φύλλωμα είναι υγρό, είναι σημαντικό να διατηρείται η θερμοκρασία μερικούς βαθμούς πιο χαμηλά σε αντίθεση με την περίπτωση που στο φύλλωμα η υγρασία είναι χαμηλή. Πολλές ποικιλίες που ανήκουν στους διάφορους τύπους μαρουλιού έχουν ικανότητα ευρείας προσαρμογής σε διάφορες θερμοκρασίες και έτσι μπορούν να καλλιεργηθούν και σε διάφορες εποχές. Όμως, καλό είναι, οι ποικιλίες να διαχωρίζονται και να καλλιεργούνται την εποχή ανάλογα με τις πραγματικές απαιτήσεις τους σε θερμοκρασία, ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα του προϊόντος.

### **1.8.2 ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Το φως είναι σημαντικός παράγοντας που πρέπει να προσεχτεί ιδιαίτερα όταν η καλλιέργεια γίνεται στο θερμοκήπιο. Ακόμα και όταν το υλικό κάλυψης έχει τα καλύτερα χαρακτηριστικά περατότητας στο φως, μόνο το 70% της συνολικής ποσότητας που φτάνει στην επιφάνεια του υλικού το διαπερνά και από την ποσότητα που έχει περάσει μόνο το 70% αξιοποιείται από τα φυτά.

Όταν, επομένως το φως, το χειμώνα είναι περιορισμένο δεν χρειάζονται υψηλές θερμοκρασίες, γιατί δεν μπορεί να τις αξιοποιήσει η καλλιέργεια. Όταν όμως συμβαίνει το αντίθετο τότε και οι θερμοκρασίες πρέπει να ανεβαίνουν και ο εμπλουτισμός με CO<sub>2</sub> αποδίδει σημαντικό όφελος και η λίπανση και το πότισμα πρέπει να διαμορφώνονται ανάλογα, ώστε όλοι μαζί οι παράγοντες αυτοί να συμβάλλουν στην αύξηση του ρυθμού και του τελικού μεγέθους των φυτών.

Σήμερα η ρύθμιση των πιο πάνω παραγόντων μπορεί να γίνει με ένα πρόγραμμα Η/Υ, το οποίο μετρά την ακτινοβολία, μετρά και ρυθμίζει το ποσό και την συχνότητα της υδρολίπανσης.

### **1.8.3 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO<sub>2</sub>)**

Αναφέρεται ότι το μαρούλι είναι από τα φυτά που αντιδρούν περισσότερο στην αύξηση του CO<sub>2</sub> στο θερμοκήπιο. Η περιεκτικότητα σε CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας του

θερμοκηπίου το χειμώνα, κατά τη διάρκεια της ημέρας όταν παραμένει κλειστό, παρουσιάζεται χαμηλότερη από το κανονικά. Ως γνωστό, η φυσική περιεκτικότητα του αέρα σε CO<sub>2</sub> είναι 300 ppm και με μια έντονα αναπτυσσόμενη καλλιέργεια στο θερμοκήπιο γρήγορα πέφτει κάτω από 200 ppm. Έχει δειχθεί ότι η τεχνητή αύξηση του CO<sub>2</sub> στα 1.000-2.000 ppm:

- Επιταχύνει το ρυθμό της ανάπτυξης
- Πρωιμίζει την παραγωγή
- Αυξάνει την παραγωγή

Τα αποτελέσματα από εφαρμογή εμπλουτισμού της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με CO<sub>2</sub> σε εμπορική κλίμακα έχουν δείξει ότι το μαρούλι είναι ιδανικό φυτό για μια τέτοια τεχνική. Έχει καλή ανάπτυξη το χειμώνα και με χαμηλό φωτισμό και με χαμηλές θερμοκρασίες.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του CO<sub>2</sub> μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Επιταχύνεται η ωρίμανση κατά 10 ημέρες μέχρι μερικές βδομάδες. Πρακτικό αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι ότι μπορεί να αυξηθεί ο αριθμός των καλλιεργειών τη δεδομένη περίοδο στο ίδιο χώρο.
- Οι αποδόσεις αυξάνονται κατά 40-100% όταν παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η διατροφή, το πότισμα ρυθμίζονται άριστα δυνατά επίπεδα, ώστε η καλλιέργεια να μπορέσει να εκμεταλλευτεί την προσθήκη του CO<sub>2</sub>.
- Το CO<sub>2</sub> υποκαθιστά τη δυσμενή επίδραση της μειωμένης έντασης φωτισμού. Μπορούν να εξασφαλιστούν υψηλές αποδόσεις το χειμώνα, ακόμη και όταν η ένταση του φωτισμού αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη των φυτών.
- Οι ποικιλίες διαφέρουν σημαντικά στην αντίδραση τους στην ανθρακολίπανση.
- Η περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία γενικά αυξάνεται

Στη συνέχεια παρουσιάζονται μερικές εισηγήσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν οδηγός στην περίπτωση που γίνεται χρήση του CO<sub>2</sub> για αύξηση της παραγωγής και της ποιότητας του μαρουλιού.

- Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πιο υψηλές θερμοκρασίες ημέρας και ίσως της νύκτας πάνω από το άριστο επίπεδο.
- Να αυξάνεται η αζωτούχος λίπανση. Συνιστάται η προσθήκη νιτρικού αζώτου N-NO<sub>3</sub> σε ποσότητα 5-7 κιλά/στρ.

- Κατά την άρδευση να δίνεται περισσότερο νερό και να εφαρμόζεται με μεγαλύτερη συχνότητα.
- Η αύξηση του CO<sub>2</sub> στο θερμοκήπιο να συνδυάζεται με σύστημα υποβοήθησης της κυκλοφορίας του αέρα στο θερμοκήπιο, για την ομοιόμορφη κατανομή του.

## **1.9 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΧΘΡΟΙ**

### **1.9.1 ΤΗΞΗ ΣΠΟΡΕΙΩΝ (*PYTIUM SP., RHIZOCTONIA SOLAMI*)**

Οι μύκητες αυτοί προσβάλλουν τα πολύ νεαρά φυτά στο σπορείο και προκαλούν σημαντικές ζημιές. Οι μύκητες αναπτύσσονται στο λαιμό των φυτών με αποτέλεσμα τη σήψη, το μαρασμό και την καταστροφή τους.

Για την πρόληψη της ασθένειας συνιστάται η χρησιμοποίηση πάντοτε νέου υποστρώματος στο σπορείο, η απολύμανση τόσο του υποστρώματος όσο και όλων των μέσων που χρησιμοποιούνται στο σπορείο, η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου, η αποφυγή υπερβολικής υγρασίας και σχετικά αραιή σπορά. Θεραπευτικά μόλις εμφανιστεί η ασθένεια μπορεί να γίνει ριζοπότισμα στο σπορείο με θεράμ 15 γρ/10 λίτρα νερό. Επίσης μπορεί να γίνει συνδυασμός των φαρμάκων αυτών με Μπενλέιτ ή Τόπιν Μ. για καλύτερο έλεγχο των παθογόνων, στο υπόστρωμα.

Η ασθένεια μπορεί να προσλάβει τα φυτά και στο χωράφι. Η προσβολή εμφανίζεται αρχικά στα κατώτερα φύλλα υπό μορφή καστανών κηλίδων και στη συνέχεια το φυτό ξηραίνεται. Για την πρόληψη ή θεραπεία ακολουθούνται οι συστάσεις που δόθηκαν για την περίπτωση των σπορειών.

### **1.9.2 ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ (*RGEMIA LACTUEA*)**

Ο μύκητας αυτός προκαλεί στο μαρούλι χλωρωτικές κηλίδες στα κάτω φύλλα, όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας και στη συνέχεια προκαλείται σήψη των φύλλων. Στην κάτω επιφάνεια των κηλίδων εμφανίζεται λευκό επίχρησμα που είναι τα κονίδια του μύκητα, τα οποία μεταφέρονται στη συνέχεια με τον αέρα σε άλλα φυτά και φύλλα και με την υψηλή υγρασία που υπάρχει διαιωνίζεται η ασθένεια. Μπορεί να περιοριστεί με αραιή φύτευση, περιορισμό των αρδεύσεων, αερισμό των θερμοκηπίων και με ψεκασμούς με χαλκούχα ή καρβαμηδικά μυκητοκτόνα, όπως ο Οξυχλωριούχος Χαλκός, Ζινέπ κ.α, στις κατάλληλες αναλογίες.



### **1.9.3 ΒΟΤΡΥΤΗΣ (ΦΑΙΑ ΣΗΨΗ) (*BOTRYTIS CINEREA*)**

Ο μύκητας προσβάλλει το μαρούλι σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης του και προκαλεί σοβαρές ζημιές, ιδιαίτερα στις καλλιεργειες του φθινοπώρου και της ανοιξής. Στην αρχή η προσβολή εμφανίζεται σαν στίγματα σκούρου χρώματος (καφέ). Στα κάτω φύλλα εξελίσσεται σε μαλακή σήψη και στη συνέχεια εμφανίζεται η γκριζοκαφέ καρποφορία του μύκητα και το φυτό μαραίνεται και καταστρέφεται. Η ασθένεια προλαμβάνεται ή περιορίζεται με τον καλό εξαερισμό του θερμοκηπίου, την αποφυγή διατροφής των φυτών για μεγάλα χρονικά διαστήματα και με χημική κάλυψη με φυτοφάρμακα όπως το Ροβράλ, Διχλωράν κ.α

### **1.9.4 ΣΚΛΗΡΟΤΙΝΙΑ (*SCLEROTINIA SCEROTIORUM*)**

Η προσβολή αναπτύσσεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους στον κορμό του φυτού και τα κατώτερα φύλλα. Όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας η προσβολή εμφανίζεται σαν υγρή σήψη, στη συνέχεια αναπτύσσεται το μύρο μυκήλιο του μύκητα και ακολουθεί η εμφάνιση των μαύρων κληροτίων του μύκητα. Αποτέλεσμα της προσβολής είναι η μάρανση και καταστροφή των φυτών. Στην περίπτωση αυτή συνιστάται περιορισμός η υγρασία της ατμόσφαιρας με αποτελεσματικό εξαερισμό των θερμοκηπίων. Το έδαφος να σταγγίζει καλά και να αποφεύγεται η άμεση επαφή του νερού ποτίσματος με το λαιμό του φυτού. Με την εμφάνιση της προσβολής γίνεται ψεκασμός με φάρμακα όπως το Ρονιλάν, Ροβράλ κ.λ.π.

### **1.9.5 ΩΙΔΙΟ (*ERSIPLE CICHORACEARUM*)**

Ο μύκητας εμφανίζεται υπό μορφή κηλίδων στα φύλλα με το χαρακτηριστικό λευκό απάνθισμα των ωιδίων. Η πιθανότητα της προσβολής εντείνεται όταν επικρατούν υψηλά επίπεδα υγρασίας και θερμοκρασίας. Θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια αποφυγής των συνθηκών που ευνοούν την ανάπτυξη του μύκητα. Με την εμφάνιση των συμπτωμάτων να γίνεται ψεκασμός με ωιδιοκτόνα παρασκευάσματα όπως: Μίλκρεπ σούπερ κ.α.

### **1.9.6 ΙΩΣΕΙΣ**

Η πιο σημαντική ίωση που προσβάλλει τα μαρούλια είναι το <<μωσαϊκό του μαρουλιού>> (LMV= Lettuce Mosaic Virus), η οποία μεταφέρεται με το σπόρο και διαδίδεται με τις αφίδες (*Myzus persicae*). τα συμπτώματα της ίωσης είναι η μωσαϊκή

στικτή εμφάνιση των φύλλων και η καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών. Για την πρόληψη της ίωσης, συνιστάται η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου, απαλλαγμένου ιώσεων, να προέρχεται από υγιή σποροπαραγωγικά φυτά, η έγκαιρη απομάκρυνση από την καλλιέργεια των προσβεβλημένων φυτών και η άμεση και αποτελεσματική καταπολέμηση των αφίδων.

Επίσης δυο άλλες ιώσεις που προκαλούν ζημιές στο μαρούλι είναι η <<δακτυλιωτή νέκρωση>> του μαρουλιού και <<Lettuce big Vein>>.

## **ΕΧΘΡΟΙ**

### **1.9.7 ΑΦΙΔΕΣ**

Οι αφίδες εμφανίζονται και πολλαπλασιάζονται πάνω στα νεαρά κυρίως φύλλα του μαρουλιού. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που προκαλούν είναι η μετάδοση των ιώσεων κυρίως με την πράσινη αφίδα *Myzus persicae*. Καταπολεμούνται με ειδικά αφιδοκτόνα όπως το Πιριμόρ ή με εντομοκτόνα όπως το Ντάσις, Μαλάθειο κ.α.

### **1.9.8 ΑΛΕΥΡΩΔΗΣ**

Στα θερμοκήπια προβλήματα δημιουργεί και ο αλευρώδης του οποίου οι προνύμφες και τα τέλεια εγκαθίστανται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και μυζούν. Η παρουσία τους, κατά τη συγκομιδή, υποβιβάζει την ποιότητα του προϊόντος. Καταπολεμείται με παγίδες και με ψεκασμούς χημικών παρασκευασμάτων. Η καταστροφή των φυτών ξενιστών μέσα και γύρω από τα θερμοκήπια συμβάλλει στο περιορισμό του προβλήματος.

### **1.9.9 ΘΡΙΠΑΣ (*FRANKLIHELLA OCCIDENTALIS*)**

Τελευταία παρατηρείται μια έξαρση προσβολής φυτών μαρουλιού από τον θρίπα. Αντιμετωπίζεται με ψεκασμούς και κατάλληλα εντομοκτόνα.

### **1.9.10 ΚΟΧΛΙΕΣ-ΣΑΛΙΓΚΑΡΙΑ**

Προκαλούν ζημιές γιατί καταστρέφουν τα φύλλα των φυτών. Καταπολεμούνται με δολώματα μεταλδεϋδης.

### 1.9.11 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ

Στις φυσιολογικές ανωμαλίες του μαρουλιού περιλαμβάνονται το <<φυσιολογικό κάψιμο των φύλλων>> το <<περιθωριακό κάψιμο των φύλλων>> και η υάλωση>> ή <<κάψιμο των νεύρων των φύλλων>>, ανωμαλίες οι οποίες υποβαθμίζουν την ποιότητα του προϊόντος και βοηθούν στην ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών που επισπεύδουν την καταστροφή των φυτών.

### 1.9.12 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΘΩΡΙΑΚΟ ΚΑΨΙΜΟ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ (TIRBURN)

Και στις δυο μορφές των φύλλων, μικρό ή μεγαλύτερο μέρος των κορυφών των φύλλων μαραίνονται και ξηραίνονται.

**Φυσιολογικό κάψιμο:** Επηρεάζονται τα νεαρά φύλλα γύρω από την κεφαλή. Τα φύλλα μαραίνονται και τα κύτταρα στην περιφέρεια των φύλλων αποκτούν καφέ χρωματισμό και ξηραίνονται.

Η ανωμαλία (ξημιά) προκαλείται όταν τα φύλλα χάνουν νερό στην ατμόσφαιρα με πιο γρήγορους ρυθμούς από ότι είναι σε θέση να το αναπληρώνουν από το ριζικό σύστημα.

Το πιο συνηθισμένο αίτιο που προκαλεί το κάψιμο των φύλλων είναι η απότομη αλλαγή της ατμοσφαιρικής υγρασίας, αλλά και κάθε παράγοντας που προκαλεί ταχεία απώλεια νερού ή εμποδίζει την απορρόφηση νερού από το ριζικό σύστημα. Στα αίτια αυτά περιλαμβάνονται:

- Οι πιο υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια ηλιόλουστων ημερών.
- Χαμηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής υγρασίας.
- Όταν φυσούν ξηροί αέριδες.
- Χαμηλή υγρασία εδάφους.
- Πολύ χαμηλή θερμοκρασία εδάφους.
- Υψηλή περιεκτικότητα εδάφους σε διαλυτά άλατα.
- Ακανόνιστος μεταβολισμός του ασβεστίου.
- Φτωχό ριζικό σύστημα, αποτέλεσμα εδαφικών ή παθογενών ή γενετικών ή άλλων παραγόντων.

### 1.9.13 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή γίνεται, όταν τα φυτά αποκτήσουν εμπορεύσιμο μέγεθος, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αγοράς και ανάλογα με το 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 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 και η εποχή συγκομιδής εξαρτάται από την εποχή μεταφύτευσης, την ποικιλία, την εποχή. Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι στην Ελλάδα απαιτούνται από 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 μέχρι να μεταφερθούν στην αγορά.

Εάν πρόκειται να συσκευαστούν για εξαγωγή τότε θα πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα οι θερμοκρασίες κατά τη μεταφορά στο συσκευαστήριο, η αποφυγή ζημιών στα φυτά κατά τη μεταφορά και τη συσκευασία. Η διαλογή και η συσκευασία γίνεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στην Αμερική το προϊόν αμέσως μετά την συγκομιδή και συσκευασία ψύχεται σε μεγάλα ψυγεία κενού, ώστε να ψύχεται το προϊόν όσο το δυνατόν πιο σύντομα στη θερμοκρασία 1° C και να εξασφαλίζεται η διατήρηση της ποιότητας του προϊόντος. Η μεταφορά δε στους τόπους κατανάλωσης γίνεται πάλι με αυτοκίνητο – ψυγεία ή τραίνα – ψυγεία. Το μαρούλι είναι πολύ ευπαθές λαχανικό, λόγω της περιεκτικότητας του σε νερό. Δεν διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά τη συγκομιδή. Η υποβάθμιση της

ποιότητας αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας αποθήκευσης. Διατηρεί την ποιότητα του καλή για 10-14 ώρες σε θερμοκρασία αποθήκευσης 1° Ψ και 95 – 97 % υγρασία.

Η ποιότητα στο μαρούλι καθορίζεται από την εμφάνιση, απουσία συμπτωμάτων από εχθρούς, ασθένειες και φυσιολογικές ανωμαλίες, απουσία ξένων ουσιών, την γεύση και τα φύλλα πρέπει να είναι τριφυερά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### 2.1 ΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Για την καλύτερη κατανόηση του ρόλου και της χρησιμότητας των λιπασμάτων πρέπει να γνωρίζουμε τα απαραίτητα για τα φυτά θρεπτικά στοιχεία, την πηγή προμήθειας τους και το ρόλο τους στα φυτά.

Οι επιστήμονες, μετά από μακροχρόνιες έρευνες, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι από τα 90 περίπου χημικά στοιχεία που απαντούν στη φύση, μόνο 16 είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη, ανθοφορία και καρποφορία των φυτών, με βάση τα εξής κριτήρια αναγκαιότητας:

- Η έλλειψη του στοιχείου θα πρέπει να εμποδίζει την ολοκλήρωση του φυτικού κύκλου ζωής.
- Το στοιχείο δε θα μπορεί να αντικατασταθεί από κάποιο άλλο με παρόμοιες ιδιότητες.
- Το στοιχείο θα πρέπει να συμμετέχει άμεσα στο μεταβολισμό του φυτού.

Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία είναι ο άνθρακας (C), το υδρογόνο (H), το οξυγόνο (O), το άζωτο (N), ο φωσφόρος (P), το κάλιο (K), το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg), το θείο (S), ο σίδηρος (Fe), το μαγγάνιο (Mn), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu), το μολυβδαίνιο (Mo), το βόριο (B) και το χλώριο (Cl). Αυτά, ανάλογα με τις ποσότητες που απαιτούνται για την κανονική ανάπτυξη των φυτών, διακρίνονται σε **μακροστοιχεία** και **μικροστοιχεία** ή **ιχνοστοιχεία**. **Μακροστοιχεία** καλούνται αυτά που απαιτούνται σε μεγάλες ποσότητες, ενώ **μικροστοιχεία** ή **ιχνοστοιχεία** ονομάζονται αυτά που απαιτούνται σε μικρότερες ποσότητες από τα προηγούμενα (πίνακας 1).

**Πίνακας 2.1.** Κατάταξη των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων των φυτών σε κατηγορίες.

<b>Κατηγορίες</b>	<b>Θρεπτικά στοιχεία</b>
<b>Μακροστοιχεία</b>	Άνθρακας, Υδρογόνο, Οξυγόνο, Άζωτο, Φωσφόρος, Κάλιο (κύρια), Ασβέστιο, Μαγνήσιο, Θείο (δευτερεύοντα).
<b>Μικροστοιχεία</b>	Σίδηρος, Ψευδάργυρος, Μαγγάνιο, Χαλκός, Μολυβδαίνιο, Βόριο, Χλώριο.

Από τα 16 απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία, τα τρία στοιχεία (C, H, O) τα φυτά τα προμηθεύονται από τον αέρα και το νερό και τα άλλα 13 (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B, Cl) από το έδαφος και τα λιπάσματα (σχήμα 1). Τρία από τα 13 είναι γνωστά ως κύρια θρεπτικά στοιχεία (N, P, K), άλλα τρία ως δευτερεύοντα θρεπτικά στοιχεία (Ca, Mg, S) και τα υπόλοιπα επτά ως μικροστοιχεία (Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, B, Cl)



**ΣΧΗΜΑ 2.1.** Πηγές τροφοδοσίας απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων στα φυτά.

## ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

### 2.2 ΑΖΩΤΟ

Αυτό είναι το τέταρτο πιο συχνά στοιχείο. Οι πρωτεΐνες περιέχουν 18% N. το N απορροφάτε σαν  $\text{NO}_3$  (ή  $\text{NH}_4$ ), ανάγεται και ενσωματώνεται σε διάφορα συστατικά του φυτού. Το N είναι επίσης συστατικό των αμινοξέων, συνενζύμων, νουκλεοτιδίων,



πύρινων, πυριμιδίων και της χλωροφύλλης. Από το N των φύλλων το 70% βρίσκεται στους χλωροπλάστες. Το  $\text{NO}_3$  αυξάνει τη δραστηριότητα του ενζύμου. Η απορρόφηση της νιτρικής μορφής αυξάνει το PH του θρεπτικού διαλύματος, ενώ η αμμωνιακή μορφή μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα. Έτσι, κάθε μόριο της χλωροφύλλης φέρει κεντρικό άτομο Mg γύρω από το οποίο τοποθετούνται 4 δακτύλιοι πυρολίου.

### 2.3 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 φωσφορικών ενώσεων και η έλλειψη 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  $\text{H}_2\text{PO}_4$  και  $\text{HPO}_4$ . Σε PH 5 το  $\text{H}_2\text{PO}_4$  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.

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 τροφопενίας P παρατηρούνται πρώτα στα παλιά φύλλα με διάστικτες κηλίδες μωβ χρωματισμού στην κάτω επιφάνεια 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 κανινική τροφοδοσία των φυτών με P στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης τους είναι μεγάλη 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 αναπτύξη του ριζικού συστήματος και να 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 απορρόφηση τους βρίσκεται σε στενή εξάρτηση με το ρυθμό της φωτοσύνθεσης.

## 2.4 ΚΑΛΙΟ

Το κάλιο είναι στοιχείο μεγάλης σπουδαιότητας για τα φυτά. Στη φυσιολογία το φυτού είναι το σπουδαιότερο από τα κατόντα, 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. Η απορρόφηση και η μεταφορά του καλίου ευνοείται από τον καλό εφοδιασμό των φυτών με N.

Σπουδαίο ρόλο παίζει το K στην οικονομία του νερού. Το άνοιγμα και το κλείσιμο των στοματιών των φύλλων ρυθμίζεται κυρίως από το Κάλιο. Ακόμη αυξάνει η ωσμωτική πίεση των κυττάρων των αυλωδών αγγείων και των κυττάρων του μεσοφύλλου. 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 αφομείωσης του CO<sub>2</sub>, 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 κατόν για την ενεργοποίησή τους.

Η έλλειψη καλίου δεν εκδηλώνεται αμέσως με ορατά συμπτώματα. Πρώτα παρατηρείται μια μείωση του αριθμού ανάπτυξης του φυτού και μετά ακολουθεί η χλώρωση των άκρων και της περιφέρειας του ελάσματος των φύλλων και σε σοβαρές περιπτώσεις η νάρκωση τους. Τα συμπτώματα εντοπίζονται στην αρχή της έλλειψης στο 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> φύλλο από τη βάση του βλαστού.

Φυτά που υποφέρουν από έλλειψη καλίου έχουν μειωμένη ωσμωτική πίεση στο κυτταρικό χυμό, αυξημένη ευαισθησία στο κρύο, ευαισθησία στις μυκητολογικές αρρώστιες μειωμένης ποιότητας καρπούς.

Πρέπει να αναφερθεί ότι είναι σχεδόν γενικής παραδοχής η θετική επίδραση του καλίου στην ποιότητα των καρπών κυρίως της τομάτας. Επίσης επιδιώκουν με τα

φυτά να απορροφούν μεγαλύτερες ποσότητες καλίου από εκείνες που χρειάζονται για να επιτύχουν τη μέγιστη παραγωγή με επακόλουθο την καλύτερη ποιότητα των καρπών. Προσλαμβάνεται από τα φυτά ως K.

## 2.5 ΑΣΒΕΣΤΙΟ

Είναι δυσκίνητο στοιχείο και βρίσκεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα φύλλα. Διαδραματίζει ρόλο στο σχηματισμό των κυτταρικών τοιχωμάτων και τη σύνθεση της πρωτεΐνης. Είναι ενεργοποιητής ενζύμων, ασκεί σημαντική επίδραση στη διαίρεση των κυττάρων, το σχηματισμό της μιτωτικής ατράκτου και την ανάπτυξη των μεριστομάτων. 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 ηλεκτρικό Ca και ισχυροποιεί τα κυτταρικά τοιχώματα. Επίσης μπορεί να συνενωθεί με το ΠΑ 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  $Ca^{2+}$ .

## 2.6 ΜΑΓΝΗΣΙΟ

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

## 2.7 ΘΕΙΟ

Είναι συστατικό των αμινοξέων κυστίνης, καθώς και του συνενζύμου Α και φερρεδοξίνης. Προϊόντα με οσμή, όπως κρεμμύδια και μουστάρδα περιέχουν S. Το S είναι ενεργοποιητής ενζύμων, όπως παπαίνη, βρομελίνη και φυκίνη. Το ιόν ανάγεται προκειμένου να χρησιμοποιηθεί από τα φυτά. Προσλαμβάνεται ως  $\text{SO}_4$ .

## 2.8 ΧΛΩΡΙΟ

Πιθανότατα συμμετέχει στις αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης που οδηγούν στη φωτόλυση του νερού και την απελευθέρωση του οξυγόνου. Ο πλήρης ρόλος του χλωρίου στο μεταβολισμό των φυτικών κυττάρων δεν είναι προσδιορισμένος. Φαίνεται ότι σχετίζεται με την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος (Σιμώνης, 1990). Προσλαμβάνεται σαν ανιόν ( $\text{Cl}^-$ ) και η γνώση της ακριβής συγκέντρωσής του στο νερό και το έδαφος έχει μεγάλη σημασία, γιατί συμβάλλει στη δημιουργία αλατότητας και σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι τοξικό για τα φυτά.

## 2.9 ΝΑΤΡΙΟ

Προσλαμβάνεται σαν κατιόν ( $\text{Na}^+$ ). Είναι συνυφασμένο με τη διασπορά και την καταστροφή των κολλοειδών της αργίλου και η είσοδός του γίνεται κυρίως με το νερό της άρδευσης. Σχετίζεται με την ωσμωτική και ιοντική ισορροπία και πιθανόν είναι απαραίτητο στα  $\text{C}_4$  φωτοσυνθετικά φυτά. Σε υψηλές συγκεντρώσεις, εκτός από την καταστροφική του επίδραση στη δομή του εδάφους, είναι τοξικό για τα φυτά.

## 2.9 ΣΙΔΗΡΟΣ

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

## 2.10 ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα περισσότερα εδάφη περιέχουν επαρκείς ποσότητες ιχνοστοιχείων και επομένως κατά την βασική λίπανση η προσθήκη ιχνοστοιχείων δεν συνηθίζεται. Ιδιαίτερα όταν το pH του εδάφους είναι κανονικό η έλλειψη ιχνοστοιχείων στην καλλιέργεια είναι σπάνια. Εφόσον όμως διενεργηθεί εδαφολογική ανάλυση και τα

αποτελέσματα δείξουν ανεπάρκεια σε κάποιο ιχνοστοιχείο, τότε αυτό θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στην βασική λίπανση ώστε να ενσωματωθεί και να κατανεμηθεί ομοιόμορφα σε όλον τον όγκο του ριζοστρώματος.

### **2.7.1. 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<sub>2</sub>.

### **2.7.2. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ**

Είναι απαραίτητος για τη σύνθεση της τρυποφάνης, είναι συστατικό των μελλοενζύμων και των αφυδρογονάσεων προσλαμβάνεται από τα φυτά ως Zn<sup>++</sup>.

### **2.7.3. ΧΑΛΚΟΣ**

Ο χαλκός ασκεί της εξής δράσεις. Αναστολή της αντίδρασης Hill, αναστολή ης φωτοφωσφορλίωσης και της δράσης του ενζύμου PEP καρβοξυλάση, αναστολή σύνθεσης χλωροφύλλης και μείωση της σύνθεσης πρωτεΐνης. Προσλαμβάνεται από τα φυτά ως Cu<sup>2+</sup>.

### **2.7.4. ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ**

Είναι απαραίτητο για την αφομίωση του N στα φυτά. Είναι συστατικό των ενζύμων οξειδάση αλδεύδης, οξειδάση ξανθίνης, υπρογενάση και νιτρική αναγωγή. Το Mo είναι πολύ ευκίνητο στην ηθμώδη μοίρα και μορφή MoO<sub>4</sub> είναι κυρίαρχη ιονική μορφή στον ανιοντα χυμό.

### **2.7.5. 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<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>, HBO<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>O και BO<sub>3</sub>.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ

#### 3.1. Γενικά

Η μέθοδος της υδρολίπανσης, η διοχέτευση δηλαδή των θρεπτικών στοιχείων (λιπασμάτων) μέσω των δικτύων άρδευσης στην περιοχή του ενεργού ριζικού συστήματος των φυτών, είναι μια μέθοδος λίπανσης που συνεχώς εξελίσσεται και εξελίσσεται. Οι παράγοντες που ώθησαν τους καλλιεργητές στην υιοθέτηση της μεθόδου είναι :

- Η μεγάλη αύξηση του κόστους εργασίας.
- Η ανάγκη του να επιτευχθεί ο μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης των φυτών και η εκμετάλλευση περισσότερων φυτών σε κάθε θερμοκήπιο.
- Η ανάπτυξη πλήρως αυτοματοποιημένων ή ημιαυτοποιημένων συστημάτων άρδευσης.
- Η συνεχώς αυξανόμενη χρήση συνθετικών μειγμάτων, όπου απουσιάζει το έδαφος, επιβάλλει τη χρησιμοποίηση υγρών λιπασμάτων, επειδή η συγκράτηση των θρεπτικών στοιχείων από τη μάζα του μείγματος είναι πολύ μικρή και συνεπώς η προσθήκη αρχικώς μεγάλων ποσοτήτων λιπασμάτων δεν βοηθάει σε τίποτα, αφού οι επιπρόσθετες ποσότητες χάνονται με την απορροή του περισσευόμενου νερού.

Η εξάπλωσή της υδρολίπανσης ακολουθεί την εξέλιξη και την εξάπλωση των δικτύων εντοπισμένης άρδευσης. Με την εντοπισμένη άρδευση υγραίνεται ένα μικρό ποσοστό εδάφους, στο οποίο αναπτύσσεται πλούσιο ριζικό σύστημα. Διοχετεύοντας λοιπόν τα λιπάσματα κατευθείαν σε αυτούς τους χώρους της μεγάλης συγκέντρωσης ριζών, τα φυτά μπορούν να τα αξιοποιήσουν σε υψηλό ποσοστό αντλώντας τα κυριολεκτικά από το εδαφικό νερό ή απλώς με την επαφή μαζί τους και έτσι να γίνεται δυνατή η καλλιέργεια ακόμη και σε πολύ φτωχά εδάφη. Κατά την υδρολίπανση, επειδή η παρεχόμενη αρδευτική δόση είναι ελεγχόμενη, μπορεί να προκαθορίζεται ακριβώς ο χρόνος εφαρμογής του λιπάσματος, η ποσότητά του, η

θέση και το βάθος ακόμη που θα χορηγηθεί το λίπασμα. Τα αποτελέσματα των παραπάνω είναι τα εξής :

- Η πολύ μεγάλη αξιοποίηση των λιπαντικών στοιχείων (80-90%).
- Η ομοιομορφία κατανομής του λιπάσματος (90-95%).
- Η σημαντική μείωση της ποσότητας των χορηγούμενων λιπασμάτων.
- Η εξασφάλιση της επιθυμητής συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στο εδαφοδιάλυμα και
- η ανεξαρτητοποίηση από τα εργατικά χέρια ή τη χρήση μηχανημάτων και βέβαια η μείωση του κόστους παραγωγής.

Σημειώνεται ότι κατά την εφαρμογή της υδρολίπανσης μπορεί να παρατηρηθούν ορισμένα προβλήματα τόσο στο έδαφος και στις καλλιέργειες όσο και στο δίκτυο, τα οποία οφείλονται συνήθως στη μη σωστή κατάρτιση του προγράμματος λίπανσης ή στην ατυχή επιλογή των εξαρτημάτων και των λιπασμάτων. Τα πιο συνηθισμένα προβλήματα που παρουσιάζονται είναι τα εξής:

- Αύξηση της αλατότητας του εδάφους, λόγω υπερλιπάνσεων.
- Διαφοροποίηση της τιμής του pH του εδάφους, λόγω μη σωστής επιλογής λιπασμάτων.
- Εμφάνιση φαινομένων ανταγωνιστικότητας μεταξύ των χορηγούμενων στοιχείων, λόγω της εφαρμογής των θρεπτικών στοιχείων σε μη σωστές αναλογίες.
- Μείωση των αποδόσεων, λόγω μειωμένης χορήγησης θρεπτικών στοιχείων.
- Εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας στα φυτά, λόγω χορήγησης πυκνών θρεπτικών διαλυμάτων ή χρήσης αρδευτικού νερού με υψηλό δείκτη αλατότητας.
- Εμφράξεις , λόγω επιλογής δυσδιάλυτων λιπασμάτων ή λιπασμάτων που δημιουργούν ιζήματα κατά την ανάμειξή τους.
- Διάβρωση και καταστροφή εξαρτημάτων του δικτύου, λόγω μη σωστής επιλογής αυτών ή των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων.

Συνεπώς, για μια επιτυχημένη υδρολίπανση είναι απαραίτητο να τηρούνται τα εξής:

- Το αρδευτικό δίκτυο πρέπει να καλύπτει τις υδατικές ανάγκες της καλλιέργειας.
- Η κατάρτιση των προγραμμάτων υδρολίπανσης πρέπει να γίνεται με βάση τα αποτελέσματα των αναλύσεων του εδάφους, του αρδευτικού νερού και των φυτικών ιστών, καθώς και των απαιτήσεων της καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχεία για τις επιδιωκόμενες αποδόσεις.
- Τα χρησιμοποιούμενα λιπάσματα να είναι υγρά ή υδατοδιαλυτά, να μη δημιουργούν ιζήματα, τα οποία φράσσουν τα στόμια εκροής του αρδευτικού συστήματος και να μη διαβρώνουν ή διαλύουν ορισμένα εξαρτήματα του αρδευτικού συστήματος.

Ο εξοπλισμός της υδρολίπανσης περιλαμβάνει ολόκληρο το αρδευτικό δίκτυο της καλλιέργειας (εικόνα 11) και το μηχανισμό διοχέτευσης των λιπασμάτων στο δίκτυο άρδευσης (μηχανισμός υδρολίπανσης) που τοποθετείται στην κεφαλή του δικτύου αποτελώντας μέρος του εξοπλισμού του (σχήμα 2).



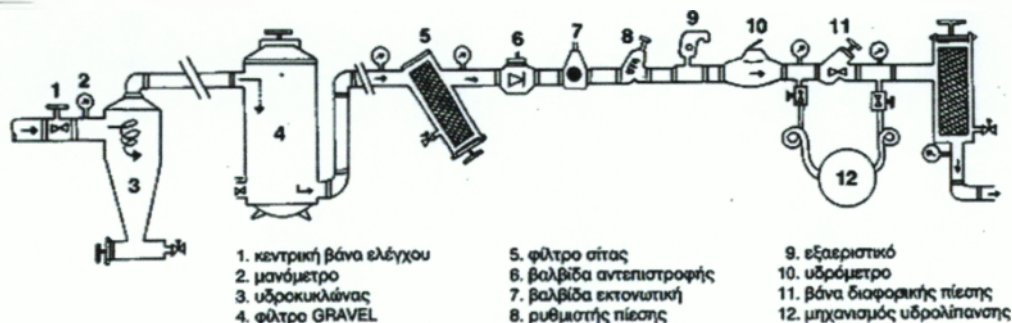
**Εικόνα 3.1.** Ολοκληρωμένο δίκτυο άρδευσης (Κατερίνης, 1995).

Το δίκτυο άρδευσης είναι πολύ σημαντικό στην όλη διαδικασία. Το καλύτερο σύστημα είναι αυτό με σταγόνες ή με μικροεκτοξευτήρες, γιατί εξασφαλίζει τη χορήγηση ίσης ποσότητας νερού και λιπασμάτων σε κάθε φυτό. Για να μπορέσει να ανταπεξέλθει σε όλες τις καταστάσεις, το όλο σύστημα θα πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής εξαρτήματα :



- Κεντρική βάνα, για τον έλεγχο του νερού.
- Υδροκυκλώνια, για να συγκρατεί την άμμο του νερού της γεώτρησης.
- Φίτρο χαλικιού (Gravel) ή δίσκων, για την αποφυγή προβλημάτων από άλγη (πρασινάδες), σε περίπτωση που αντλείται νερό από το ποτάμι ή ανοιχτό υδατοσυλλέκτη.
- Φίλτρο σίτας, για να συγκρατεί τα τυχόν αδιάλυτα συστατικά.
- Βαλβίδα αντεπιστροφής, για να παρεμποδιστεί η επιστροφή των λιπασμάτων στην πηγή και η μόλυνσή της.
- Βαλβίδα εκτόνωσης, για την αποτροπή ζημιών στο δίκτυο.
- Ρυθμιστής πίεσης, για την εξασφάλιση ίδιας πίεσης σε όλα τα σημεία του συστήματος (μακρινά και κοντινά).
- Εξαεριστικό, για να απομακρύνει τον αέρα που τυχόν θα βρίσκεται μέσα στο δίκτυο.
- Υδρόμετρο, για να διαπιστώνεται ανά πάσα στιγμή η διερχόμενη από τον κεντρικό αγωγό παροχή νερού άρδευσης. Στο σχήμα 2 φαίνεται ο τρόπος διάταξης των εξαρτημάτων.

**Σχήμα 3.1** . Διάταξη κεφαλής δικτύου με μηχανισμό υδρολίπανσης (Κατερίνης,



1995).

Οι μηχανισμοί υδρολίπανσης με σειρά αυξανόμενης ακρίβειας χορήγησης είναι: Οι υδρολιπαντήρες, οι εγχυτές τύπου Venturi και οι δοσομετρικές αντλίες (ηλεκτροκίνητες ή υδραυλικές).

### 3.2. Ιστορικά στοιχεία – τεχνική υδρολίπανσης στην Ελλάδα

Από τα παλαιά χρόνια ο άνθρωπος προσπάθησε να αυξήσει τις αποδόσεις των καλλιεργειών με τη χρήση των λιπασμάτων. Στην αρχή χρησιμοποίησε τη ζωική κοπριά και αργότερα, μετά τη διατύπωση της θεωρίας περί ανόργανης θρέψης των φυτών από τον Justus Von Liebig, οι επιστήμονες προσανατολίσθηκαν στην παραγωγή και χρήση ανόργανων λιπασμάτων. Έτσι, το 1842 ο άγγλος J. Lawes ανέπτυξε μια μέθοδο παρασκευής φωσφορικών λιπασμάτων. Αρχικά χρησιμοποίησε τα οστά των ζώων, τα οποία κατεργάζονταν με θειικό οξύ, αλλά αργότερα άρχισε να χρησιμοποιεί τα φωσφορικά ορυκτά.

Η μέθοδος αυτή απετέλεσε την απαρχή της βιομηχανικής παραγωγής των ανόργανων (χημικών) λιπασμάτων και συνέβαλε στη βαθμιαία εξάπλωση της εφαρμογής των στις γεωργικές καλλιέργειες. Μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, τα λιπάσματα εφαρμόζονταν παγκοσμίως σε περιορισμένη κλίμακα, στη συνέχεια όμως άρχισαν να χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε όλες τις καλλιέργειες για την αύξηση των αποδόσεων και τη βελτίωση της ποιότητας των γεωργικών προϊόντων. Στη χώρα μας, τα πρώτα λιπάσματα άρχισαν να εφαρμόζονται πριν από το 1909. Όμως, το έτος αυτό αποτελεί την απαρχή της προσπάθειας συστηματικής διάδοσης και χρήσης των λιπασμάτων στη γεωργία, καθώς άρχισε να λειτουργεί το εργοστάσιο παραγωγής λιπασμάτων στη Δραπετσώνα.

Η χρήση των λιπασμάτων, με την παράλληλη χρησιμοποίηση ποικιλιών σιτηρών που ήταν ανθεκτικές στο πλάγιασμα και επομένως μπορούσαν να δεχθούν μεγάλες ποσότητες αζωτοίχων λιπασμάτων, οδήγησε τη χώρα μας στην επίτευξη της πολυπόθητης σιτάρκειας (κάλυψη των αναγκών της χώρας σε σιτάρι από την εγχώρια παραγωγή) στα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1950. Βέβαια οι ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα απαιτούν, εκτός από μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων και μεγάλες ποσότητες νερού και φυτοφαρμάκων. Σημειώνεται ωστόσο, ότι η λίπανση των καλλιεργειών πρέπει να είναι ισόρροπη, γιατί σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να αποβεί επιβλαβής τόσο για τις ίδιες τις καλλιέργειες, όσο και για το φυσικό περιβάλλον.

### 3.3. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Η επιφανειακή λίπανση αρχίζει λίγο μετά την εγκατάσταση των φυτών στο έδαφος και αποσκοπεί στην εξασφάλιση της παρουσίας θρεπτικών συστατικών σε επαρκείς ποσότητες στο χώρο ανάπτυξης των ριζών σε όλη την διάρκεια ανάπτυξης των φυτών. Η τακτική χορήγηση λιπασμάτων στα φυτά κατά την διάρκεια της ζωής τους είναι αναγκαία για την εξασφάλιση επάρκειας θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος γιατί θα πρέπει να αναπληρώνονται συνεχώς οι ποσότητες που απομακρύνονται μέσω της πρόσληψής τους από τα φυτά και της έκπλυσής τους στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

Από τα θρεπτικά στοιχεία μόνο το άζωτο είναι εκείνο που δεν μπορεί να προστεθεί στο σύνολό του κατά την βασική λίπανση στο έδαφος αλλά θα πρέπει να παρέχεται τμηματικά σε όλη την διάρκεια της καλλιέργειας και επομένως χορηγείται υποχρεωτικά κατά την επιφανειακή λίπανση.

Τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία που χορηγούνται συνήθως στα φυτά με την λίπανση (κυρίως P και K, λιγότερο συχνά Mg και ιχνοστοιχεία και σπανιότερα Ca) μπορούν να χορηγηθούν εφάπαξ κατά την βασική λίπανση. Παρ' όλα αυτά όμως, η χορήγηση και άλλων θρεπτικών στοιχείων εκτός του N κατά την επιφανειακή λίπανση (συνήθως K και λιγότερο συχνά Mg, ιχνοστοιχεία και P) έχει γίνει συνηθισμένη πρακτική, χάρις στην δυνατότητα παροχής των θρεπτικών στοιχείων μέσω του νερού της άρδευσης (υδρολίπανση).

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η υδρολίπανση μπορεί να γίνει γρήγορα και με ελάχιστα εργατικά, ενώ παράλληλα είναι και πιο αποτελεσματική, αφού μέσω αυτής τα θρεπτικά στοιχεία χορηγούνται σε μορφές άμεσα αφομοιώσιμες από τα φυτά και μάλιστα ακριβώς στον χώρο ανάπτυξης των ριζών τους, οπότε αξιοποιούνται πλήρως από την καλλιέργεια.

Η εφαρμογή υδρολίπανσης προϋποθέτει την χρήση πλήρως υδατοδιαλυτών λιπασμάτων. Τα απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως για υδρολίπανση είναι η ουρία (N=46%), η νιτρική αμμωνία ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , N=35%), το νιτρικό κάλιο ( $\text{KNO}_3$ , K=38%, N=13%), το θειικό κάλιο ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ , K=45%), το θειικό μαγνήσιο ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , Mg=9,7%), διάφορες μορφές χηλικού σιδήρου, ο βόρακας και υδατοδιαλυτά θειικά άλατα του μαγνηίου, του ψευδαργύρου και του χαλκού. Εκτός από τα απλά, στο εμπόριο διατίθενται και πολλά σύνθετα υδατοδιαλυτά

λιπάσματα κατάλληλα για υδρολίπανση, τα οποία θα πρέπει να χρησιμοποιούνται στις αναλογίες και τις ποσότητες που συνιστώνται από τις εταιρείες που τα διακινούν.

Βασικής σημασίας για την εφαρμογή υδρολίπανσης είναι επίσης η ύπαρξη κατάλληλου εξοπλισμού για την ανάμειξη των λιπασμάτων με το νερό της άρδευσης. Στις περισσότερες θερμοκηπιακές καλλιέργειες για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται είτε απλοί *υδρολιπαντήρες* είτε *δοσομετρικές αντλίες*. Το θρεπτικό διάλυμα που προκύπτει από την διάλυση των λιπασμάτων στο νερό παρέχεται στα φυτά μέσω κάποιου από τα συνήθη συστήματα άρδευσης. Γενικά, η μέθοδος παροχής του νερού στην καλλιέργεια, η οποία συνδυάζεται καλύτερα απ' όλες με υδρολίπανση είναι η μέθοδος της άρδευσης με σταγόνα, η οποία και εφαρμόζεται πολύ συχνά στην πράξη.

Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στα θρεπτικά διαλύματα, με τα οποία τροφοδοτούνται τα φυτά κατά την υδρολίπανση εξαρτώνται κυρίως από την βασική λίπανση που εφαρμόστηκε στο έδαφος κατά την προετοιμασία του καθώς και από δεδομένα ανάλυσης του εδάφους. Στην πράξη συνήθως δεν εφαρμόζεται το ίδιο σχήμα λίπανσης σε όλη την περίοδο καλλιέργειας των φυτών αλλά καταρτίζονται επιμέρους προγράμματα για συγκεκριμένες περιόδους ανάπτυξης.

Η διαδικασία *κατάρτισης σχήματος υδρολίπανσης για υδρολιπαντήρα* διαφέρει από την αντίστοιχη διαδικασία που ακολουθείται κατά την *καάρτιση σχήματος υδρολίπανσης με δοσομετρική αντλία*. Το ζητούμενο και στις δύο περιπτώσεις είναι ο υπολογισμός του βάρους των λιπασμάτων που πρέπει να προστίθενται κατά την υδρολίπανση, ώστε να προκύπτουν οι επιθυμητές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο νερό άρδευσης.

Στις εντατικές καλλιέργειες φυτών μαζί με κάθε πότισμα διενεργείται σχεδόν πάντοτε και υδρολίπανση. Η πρακτική αυτή, η οποία είναι γνωστή ως συνεχής τροφοδότηση, θεωρείται ως η πλέον αποτελεσματική μέθοδος εφαρμογής επιφανειακής λίπανσης στις παραγωγικές ανθοκομικές καλλιέργειες και ιδιαίτερα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Το κύριο πλεονέκτημα της συνεχούς τροφοδότησης συνίσταται στο γεγονός ότι η παροχή των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά είναι χρονικά ομοιόμορφη σε όλη την καλλιεργητική περίοδο. Έτσι δεν δημιουργούνται προβλήματα έκθεσης των φυτών σε υπερβολικά υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων για κάποιο χρονικό διάστημα μετά την εφαρμογή των λιπασμάτων οι οποίες βαθμιαία θα έφθιναν και ενδεχομένως θα καθίστατο ανεπαρκείς (ιδιαίτερα ως προς το N) μέχρι να ακολουθήσει η επόμενη χορήγηση λιπασμάτων.

Μέσω της τακτικής υδρολίπανσης με χρονικά σταθερές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων και μεταβαλλόμενες ποσότητες νερού για άρδευση, οι απόλυτες ποσότητες λιπασμάτων που χορηγούνται κάθε φορά, εξαρτώνται από τον όγκο του παρεχομένου νερού άρδευσης. Η κατανάλωση νερού όμως συσχετίζεται στενά με τον ρυθμό απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων.

Συγκεκριμένα, όταν αυξάνονται οι ποσότητες του απαιτούμενου νερού κατά την άρδευση λόγω αλλαγών στο μέγεθος των φυτών (στάδιο ανάπτυξης) και στις καιρικές συνθήκες (ένταση ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασία), αυξάνονται όπως είναι γνωστό και οι ανάγκες των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία. Έτσι, μέσω της εφαρμογής υδρολίπανσης με σταθερές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων σε κάθε στάδιο καλλιέργειας και με κατάλληλη κάθε φορά ρύθμιση της αρδευτικής δόσης ανάλογα με τις ανάγκες των φυτών, επιτυγχάνεται σε ικανοποιητικό βαθμό εναρμόνιση του ρυθμού προσφοράς θρεπτικών στοιχείων στην καλλιέργεια με τον ρυθμό πρόσληψής τους από αυτή.

Στον παραπάνω κανόνα, εξαίρεση αποτελούν οι περιπτώσεις έκθεσης των φυτών σε υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 30-35°C) ή σε πολύ χαμηλά επίπεδα φωτισμού. Στην περίπτωση που τα φυτά είναι εκτεθειμένα σε θερμοκρασίες πάνω από 28°C, η πρόσληψη νερού αυξάνεται σημαντικά λόγω της έντονης διαπνοής, χωρίς όμως να αυξάνονται και οι ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία, αφού κάτω από τέτοιες συνθήκες ο ρυθμός καθαρής φωτοσύνθεσης όχι μόνο δεν αυξάνεται αλλά αρχίζει και να μειώνεται. Γι' αυτό, κάτω από τέτοιες συνθήκες η συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο νερό θα πρέπει να μειώνεται στα κατώτατα συνιστώμενα για κάθε φυτό επίπεδα.

Αντίθετα, κάτω από συνθήκες χαμηλής ηλιοφάνειας η κατανάλωση νερού μειώνεται σημαντικά, επειδή η μειωμένη ηλιακή ακτινοβολία συνοδεύεται σχεδόν πάντοτε από αύξηση της υγρασίας της ατμόσφαιρας. Είναι γνωστό από πολλά πειράματα ότι ο ρυθμός απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων εξαρτάται κυρίως από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας με την οποία συσχετίζεται θετικά στον ίδιο περίπου βαθμό όπως και η πρόσληψη νερού. Αυτό σημαίνει ότι όταν η σύσταση του θρεπτικού διαλύματος σε ανόργανα άλατα δεν μεταβάλλεται, η αναλογία απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων είναι σχεδόν ανεξάρτητη από τις καιρικές συνθήκες. Επειδή λοιπόν κάτω από συνθήκες χαμηλής ηλιοφάνειας η κατανάλωση νερού είναι μειωμένη, ανάλογα χαμηλοί είναι και οι ρυθμοί απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων. Συνήθως όμως, όταν ελαττώνεται η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, ο

ρυθμός καθαρής φωτοσύνθεσης (και επομένως και οι ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία) δεν μειώνεται στον ίδιο βαθμό όπως ο ρυθμός πρόσληψης νερού.

Επομένως, για να αυξηθεί ο ρυθμός απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων κατά την διάρκεια εποχών που ο φωτισμός είναι χαμηλός για μεγάλες χρονικές περιόδους, οι συγκεντρώσεις τους στο νερό κατά την υδρολίπανση θα πρέπει να είναι αυξημένες. Με τον τρόπο αυτό, η πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά διευκολύνεται, ενώ λόγω της μειωμένης πρόσληψης νερού οι αυξημένες συγκεντρώσεις λιπασμάτων σε αυτό δεν προκαλούν προβλήματα αλατούχου καταπόνησης.

Η ποσότητα θρεπτικών στοιχείων που προσλαμβάνουν τα φυτά ανά μονάδα όγκου νερού που καταναλώνουν είναι σημαντικά υψηλότερη στα αρχικά στάδια ανάπτυξης τους και βαθμιαία μειώνεται με την πάροδο της ηλικίας της καλλιέργειας. Όσο αυξάνεται η ηλικία των φυτών επεκτείνεται και η συνολική φυλλική τους επιφάνεια, με συνέπεια να γίνονται ανάλογα υψηλότερες και οι ανάγκες τους σε νερό. Η φωτοσυνθετικά ενεργή φυλλική επιφάνεια όμως (δηλαδή τα μεσαία και τα ανώτερα φύλλα), λόγω γήρανσης των παλαιότερων φύλλων αυξάνει με χαμηλότερους ρυθμούς σε σύγκριση με την συνολική φυλλική επιφάνεια και από ένα χρονικό σημείο και πέρα ουσιαστικά παραμένει σταθερή, αφού ο ρυθμός παραγωγής νέων φύλλων βαθμιαία τείνει να εξισωθεί με τον ρυθμό γήρανσης των παλιών.

Είναι γνωστό ότι ο ρυθμός ενεργού απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων από μία καλλιέργεια καθορίζονται κατά κύριο λόγο από την ζήτηση στα κέντρα κατανάλωσης και συνεπώς από την ένταση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας. Είναι επομένως φανερό ότι η αύξηση των αναγκών των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία με την πάροδο του χρόνου δεν είναι ανάλογη με την αύξηση των αναγκών τους σε νερό αλλά υπολείπεται σημαντικά από αυτή. Γι' αυτό το λόγο οι συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο νερό της άρδευσης κατά την υδρολίπανση θα πρέπει να είναι υψηλότερες στα αρχικά στάδια ανάπτυξης των φυτών και να μειώνονται βαθμιαία με την πάροδο της ηλικίας τους.

### 3.4. Υδρολίπανση με υδρολιπαντήρα

Ο υδρολιπαντήρας (εικόνα 3.4) συνίσταται κατά βάση από ένα κλειστό και ανθεκτικό στην πίεση και την διάβρωση δοχείο (κάδος). Μέσα στο δοχείο αυτό τοποθετούνται και διαλύονται με νερό τα λιπάσματα που προορίζονται να χορηγηθούν στην καλλιέργεια κάθε φορά που μαζί με την άρδευση πρόκειται να γίνει και υδρολίπανση. Δεδομένου ότι η χωρητικότητα του κάδου συνήθως είναι της τάξεως των 50-200 lt, είναι προφανές ότι οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων που προκύπτουν μέσα στον υδρολιπαντήρα μετά την ανάμειξη των λιπασμάτων με νερό είναι υψηλές. Γι' αυτό, το προκύπτον διάλυμα ονομάζεται πυκνό ή μητρικό διάλυμα.



**Εικόνα 3.4.** Σχηματική απεικόνιση κοινού υδρολιπαντήρα: α=κάδος υδρολιπαντήρα, β=σωλήνας εισαγωγής νερού στον κάδο, γ=σωλήνας εξαγωγής νερού από τον κάδο, δ=κεντρικός αγωγός άρδευσης και ε=βαλβίδα στραγγαλισμού ροής.

Ο υδρολιπαντήρας είναι συνδεδεμένος κατά τέτοιον τρόπο με το δίκτυο άρδευσης, ώστε όταν αυτό τίθεται σε λειτουργία, το πυκνό διάλυμα να αναμειγνύεται με το νερό του ποτίσματος και να φθάνει αραιωμένο στα φυτά. Όπως φαίνεται στο *Εικόνα 3.4*, ο κάδος του υδρολιπαντήρα συνδέεται παράλληλα με τον κεντρικό αγωγό του δικτύου άρδευσης μέσω δύο σωλήνων. Ο ένας σωλήνας εισάγει μέσα στον κάδο του υδρολιπαντήρα μέρος του νερού που παρέχεται στα φυτά κατά την άρδευση, ενώ ο άλλος το απάγει και το οδηγεί πάλι στον κεντρικό αγωγό, αφού πρώτα έχει

αναμειχθεί με το εντός του υδρολιπαντήρα ευρισκόμενο πυκνό διάλυμα των λιπασμάτων. Η δίοδος μέρους του νερού της άρδευσης μέσω του υδρολιπαντήρα επιτυγχάνεται μέσω στραγγαλισμού της ροής του νερού στον κεντρικό αγωγό με την βοήθεια μίας βαλβίδας διαφορικής πίεσης.

Η βαλβίδα αυτή είναι τοποθετημένη στον κεντρικό αγωγό άρδευσης, στο τμήμα που βρίσκεται μεταξύ των δύο σωλήνων (είσοδος - έξοδος) που συνδέουν παράλληλα τον υδρολιπαντήρα με το δίκτυο. Εκατέρωθεν του σημείου στο οποίο είναι τοποθετημένη η βαλβίδα στραγγαλισμού της ροής (βαλβίδα διαφορικής πίεσης) δημιουργείται διαφορά πίεσης και γι' αυτό το λόγο αυτή η μέθοδος παροχής των λιπασμάτων στην καλλιέργεια ονομάζεται και *υδρολίπανση με διαφορική πίεση*. Η διαφορά πίεσης που δημιουργεί η βαλβίδα στο σημείο τοποθέτησής της, εξαναγκάζει μέρος του νερού της άρδευσης να διέρχεται μέσω του υδρολιπαντήρα και επομένως να τροφοδοτεί τον κεντρικό αγωγό και μέσω αυτού την καλλιέργεια με θρεπτικά στοιχεία μέχρι να εξαντληθεί όλο το πυκνό διάλυμα των λιπασμάτων στον κάδο.

Από την προηγηθείσα περιγραφή του τρόπου λειτουργίας ενός υδρολιπαντήρα είναι προφανές, ότι η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που παρέχεται στα φυτά δεν είναι χρονικά σταθερή σε όλη την διάρκεια της άρδευσης.

Αρχικά, όταν ο υδρολιπαντήρας είναι γεμάτος με το πυκνό διάλυμα των λιπασμάτων, το νερό που διέρχεται από μέσα του εξέρχεται εμπλουτισμένο με λιπάσματα σε μεγάλες σχετικά συγκεντρώσεις. Βαθμιαία όμως ένα μέρος του πυκνού διαλύματος που βρίσκεται μέσα στον λιπαντήρα καταναλώνεται και αντικαθίσταται με νερό. Έτσι οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στην έξοδο του κάδου και επομένως στο θρεπτικό διάλυμα που φθάνει στα φυτά μειώνονται συνεχώς. Συχνά μάλιστα οι συγκεντρώσεις μπορεί και να μηδενίζονται στα τελευταία στάδια της άρδευσης αν η διάρκειά της είναι μεγάλη.

Η κατάσταση αυτή εμπερικλείει τον κίνδυνο της έκλυσης του μεγαλύτερου μέρους των θρεπτικών στοιχείων από το ενεργό στρώμα της ριζόσφαιρας μέσω του φτωχού σε θρεπτικά στοιχεία νερού των τελευταίων σταδίων της άρδευσης, αφού, όπως προαναφέρθηκε, αυτά φθάνουν στο έδαφος σε μεγάλες ποσότητες κυρίως κατά τα αρχικά στάδια της άρδευσης. Ο κίνδυνος αυτός είναι σημαντικά αυξημένος στα ελαφρά εδάφη, ιδιαίτερα μάλιστα όταν η διάρκεια της άρδευσης είναι σχετικά μεγάλη.

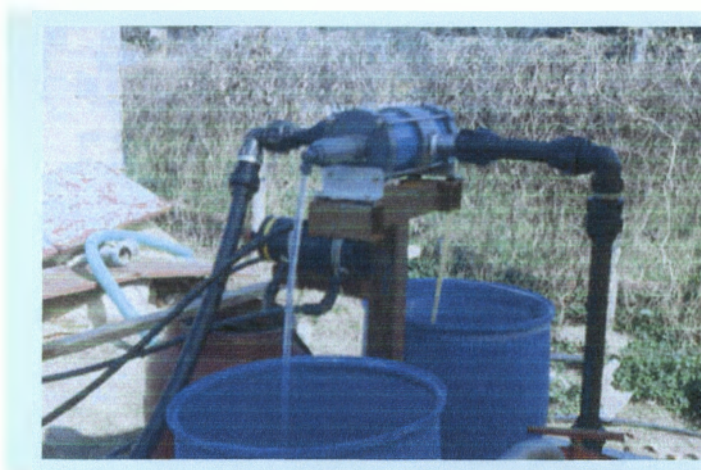
Από την άλλη πλευρά βέβαια, όταν η άρδευση είναι βραχείας διάρκειας, είναι πιθανόν μέρος του πυκνού διαλύματος να παραμένει ακόμη και μετά το πέρας της



μέσα στον κάδο του λιπαντήρα, οπότε τα φυτά δεν έχουν τροφοδοτηθεί επαρκώς με θρεπτικά στοιχεία. Σε κάθε περίπτωση, όταν για την υδρολίπανση χρησιμοποιείται υδρολιπαντήρας, η τροφοδότηση των φυτών με θρεπτικά στοιχεία γίνεται ανομοιόμορφα, τόσο χρονικά όσο και τοπικά.

### 3.5. Υδρολίπανση με δοσομετρητές

**Δοσομετρική αντλία:** Οι δοσομετρικές αντλίες αραιώνουν πυκνά διαλύματα λιπασμάτων με το νερό της άρδευσης σε μία συγκεκριμένη, σταθερή χρονικά, αναλογία. Η αναλογία αραιώσης ποικίλλει και συνήθως κυμαίνεται από 1:50 έως 1:1000. Στις περισσότερες δοσομετρικές αντλίες η αναλογία αραιώσης είναι ρυθμιζόμενη μέσα σε ένα ευρύ φάσμα αναλογιών. Έτσι ο χρήστης της μπορεί να επιλέξει μόνος του την αναλογία αραιώσης που επιθυμεί, ανάλογα με την πυκνότητα του μητρικού διαλύματος των λιπασμάτων και το σχήμα λίπανσης που εφαρμόζει. Με τον τρόπο αυτό τα φυτά τροφοδοτούνται σε όλη την διάρκεια της άρδευσης με θρεπτικό διάλυμα της ίδιας σύστασης, σε αντίθεση με τον υδρολιπαντήρα. Έτσι, η τροφοδότηση των φυτών με θρεπτικά στοιχεία γίνεται ακριβέστερα και πιο ομοιόμορφα, γεγονός που έχει ευεργετικές συνέπειες στην ανάπτυξη και την παραγωγή τους.



**Εικόνα 3.5.** Υδραυλική δοσομετρική αντλία κατάλληλη για εφαρμογή υδρολίπανσης.

Οι δοσομετρικές αντλίες μπορεί να είναι είτε μηχανικές, είτε υδραυλικές. Οι πρώτες εργάζονται με κινητήρα, είτε ηλεκτρικό είτε εσωτερικής καύσεως, ενώ οι δεύτερες με την πίεση του δικτύου παροχής του νερού. Επομένως, για να

λειτουργήσει μία υδραυλική δοσομετρική αντλία δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί ηλεκτρικό ρεύμα ή καύσιμο. Οι υδραυλικές δοσομετρικές αντλίες, ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους, διακρίνονται σε διαφραγματικές, εμβολοφόρες ή τύπου venturi (εγχύσεως). Μία υδραυλική δοσομετρική αντλία απεικονίζεται στο Εικόνα 13.

Όταν γίνεται χρήση δοσομετρικής αντλίας, το πυκνό διάλυμα τοποθετείται σε ένα ανοιχτό δοχείο, το λεγόμενο δοχείο πυκνού διαλύματος. Η χωρητικότητα του δοχείου που περιέχει το πυκνό διάλυμα των λιπασμάτων επιλέγεται με βάση τον διαθέσιμο χώρο στο σημείο που εγκαθίσταται η δοσομετρική αντλία και ο λοιπός εξοπλισμός, καθώς και με την έκταση της καλλιέργειας. Το δοχείο πυκνού διαλύματος θα πρέπει να έχει μεγάλη χωρητικότητα, έτσι ώστε να είναι δυνατή η παρασκευή πυκνού διαλύματος για αρκετές (περισσότερες από μία) υδρολιπάνσεις.

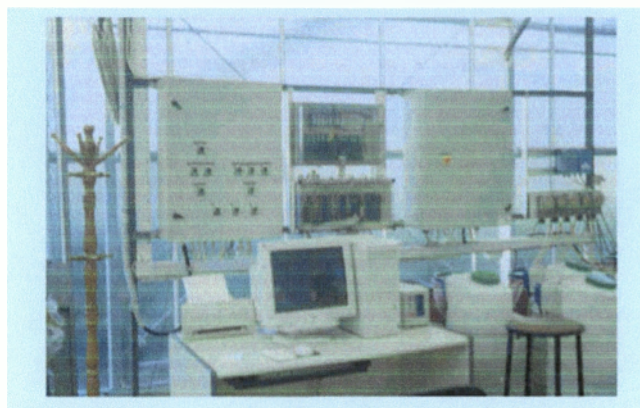
Η δοσομετρική αντλία συνδέεται με το δίκτυο άρδευσης είτε πάνω στον κεντρικό αγωγό είτε παράλληλα με αυτόν (by pass). Στην τελευταία αυτή περίπτωση που είναι πιο σπάνια, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί βαλβίδα στραγγαλισμού της ροής στον κεντρικό αγωγό, ώστε ένα μέρος του νερού να διοχετεύεται προς την δοσομετρική αντλία.

**Αυτόματος δοσομετρητής υγρών λιπασμάτων:** Σχεδόν όλοι οι αυτόματοι δοσομετρητές υγρών λιπασμάτων βασίζουν την λειτουργία τους στην μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του υγρού διαλύματος των λιπασμάτων (θρεπτικό διάλυμα) που παρασκευάζουν. Σε γενικές γραμμές, ένας τυπικός αυτόματος δοσομετρητής υγρών λιπασμάτων *Εικόνα 14α* συνίσταται από τα εξής επιμέρους τμήματα:

- α) δοχεία πυκνών διαλυμάτων (συνήθως 2 ή 3 τουλάχιστον),
- β) ένα δοχείο στο οποίο γίνεται η ανάμειξη του νερού με τα πυκνά διαλύματα (κάδος ανάμειξης),
- γ) έναν πλωτήρα για τον έλεγχο της στάθμης του νερού στο δοχείο αυτό,
- δ) έναν σωλήνα εισαγωγής του νερού του δικτύου στον κάδο ανάμειξης,
- ε) έναν σωλήνα επιστροφής στον κάδο ανάμειξης του χρησιμοποιημένου θρεπτικού διαλύματος που επανασυλλέγεται σε περίπτωση που έχουμε ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος,
- στ) σωλήνες εισαγωγής των πυκνών διαλυμάτων στον κάδο ανάμειξης σε αριθμό ίσο με τον αριθμό των δοχείων μητρικών διαλυμάτων,
- ζ) ηλεκτροβάνες για τον έλεγχο εισαγωγής του νερού του δικτύου και των πυκνών διαλυμάτων στον κάδο ανάμειξης, από μία για κάθε σωλήνα εισαγωγής,

η) σωλήνα εξαγωγής του έτοιμου διαλύματος από τον κάδο ανάμειξης προς τα φυτά και

θ) αισθητήρες (sensors) για την μέτρηση του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του διαλύματος μέσα στον κάδο ανάμειξης ή κατά την έξοδό του από αυτόν μέσω του σωλήνα εξαγωγής του έτοιμου διαλύματος.



**Εικόνα 3.5.α.** Κεφαλή δικτύου άρδευσης και λίπανσης αυτοματοποιημένη: α) έλεγχος συστήματος μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή.



**Εικόνα 3.5.β.** Κεφαλή δικτύου άρδευσης και λίπανσης πλήρως αυτοματοποιημένη: β) Δοχεία υγρών λιπασμάτων και αυτόματο σύστημα έγχυσης τους στο νερό άρδευσης.

Η έγχυση πυκνών διαλυμάτων και οξέως στον κάδο ανάμειξης ελέγχεται όπως προαναφέρθηκε από ηλεκτροβάνες, οι οποίες με τη σειρά τους είναι συνδεδεμένες με το σύστημα αυτομάτου ελέγχου του δοσομετρητή.

Το σύστημα αυτομάτου ελέγχου το οποίο συχνά αποκαλείται και προγραμματιστής ρυθμίζει την ανάμειξη νερού και πυκνού διαλύματος και την παροχή του προκύπτοντος από την ανάμειξη αραιού διαλύματος στα φυτά. Στην απλούστερη

μορφή του είναι ένας ηλεκτρονικός πίνακας εφοδιασμένος με πλήκτρα ή κοχλίες μέσω των οποίων γίνεται η ρύθμιση του pH και της αγωγιμότητας και έναν ή περισσότερους χρονοδιακόπτες για τον καθορισμό της συχνότητας και του χρόνου παροχής θρεπτικού διαλύματος στα φυτά. Συνήθως δίνεται και η δυνατότητα επιλογής διαφόρων συνδυασμών δοχείων πυκνών διαλυμάτων, από τα οποία θα γίνεται έγχυση στον κάδο ανάμειξης.

Κατ' αυτόν τον τρόπο μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει περισσότερα από ένα δοχεία και να παρασκευάζει μητρικά διαλύματα για περισσότερα από ένα καλλιεργούμενα φυτά αν καλλιεργεί και τα δύο ταυτόχρονα στο θερμοκήπιο. Μπορεί δηλαδή, κάθε φορά να επιλέγει τον κατάλληλο συνδυασμό δοχείων μητρικών διαλυμάτων ανά δύο για κάθε φυτό (π.χ. δοχεία Α, Β για τη μια καλλιέργεια και Α, Γ για την άλλη καλλιέργεια και δεξαμενή Δ με οξύ, κοινή και για τις δύο καλλιέργειες). Επιπλέον, ακόμη και η ίδια καλλιέργεια στην (συνήθη) περίπτωση που καταλαμβάνει έκταση μεγαλύτερη από 1-2 στρέμματα μπορεί να χωρίζεται σε τομείς. Οι τομείς ποτίζονται διαδοχικά, οπότε η παροχή της αντλίας δεν απαιτείται να είναι ανάλογη με την επιφάνεια που καταλαμβάνει ολόκληρη η καλλιέργεια αλλά ανάλογη με την έκταση του μεγαλύτερου τομέα.

**3.6. Το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα – ο ρόλος τους στην τεχνική της υδρολίπανσης:** Η ενεργοποίηση ή η διακοπή της έγχυσης πυκνών διαλυμάτων και οξέως στον κάδο ανάμειξης γίνεται όπως προαναφέρθηκε, μέσω του ηλεκτρονικού συστήματος αυτομάτου ελέγχου. Με το σύστημα αυτομάτου ελέγχου είναι συνδεδεμένα επίσης και τα όργανα μέτρησης του pH και της αγωγιμότητας, τα οποία είναι διαρκώς σε λειτουργία. Όταν λοιπόν η τιμή του pH ανεβαίνει ή της αγωγιμότητας ελαττώνεται πέρα από ένα προκαθορισμένο όριο, ο ηλεκτρονικός πίνακας που λαμβάνει αυτή την πληροφορία από τα όργανα μέτρησης δίνει εντολή να ενεργοποιηθεί η έγχυση οξέως ή πυκνών διαλυμάτων αντίστοιχα. Η έγχυσή τερματίζεται μόλις οι τιμές του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ξεπεράσουν ένα κατώτατο (pH) ή ανώτατο (αγωγιμότητα) όριο. Με τον τρόπο αυτό οι τιμές του pH και της αγωγιμότητας διατηρούνται συνεχώς μέσα σε συγκεκριμένα σταθερά όρια που καθορίζονται από τον χρήστη του μηχανήματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### 4.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Φυτάρια μαρουλιού (*Lactuca sativa* L.) τύπου ρωμάνα ποικιλίας Parris Island αναπτύχθηκαν σε ψυχρό σπορείο στο αγρόκτημα του Ινστιτούτου Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.) από τις 24/12/2004 έως 31/1/2005 και στις 1/2/2005 μεταφύτεύθηκαν σε πλαστικά δοχεία χωρητικότητας 4 lt. Σε κάθε δοχείο αναπτύχθηκε ένα φυτό. Τα δοχεία τοποθετήθηκαν σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο καλυμμένο με πλαστικό πολυαιθυλένιο. Κάθε δοχείο περιλάμβανε μίγμα εδάφους:περλίτη 1:1. Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέσπο και K (Πίνακας 4.1.1). Συγκεκριμένα τα εδάφη πάρθηκαν από δυο θέσεις στη περιοχή της Κυπαρισσίας, Φυλαιτρά και Ελαια, με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub> (Πίνακας 4.1.2). Στα εδάφη αυτά προστέθηκαν διαφορετικές ποσότητες K-ουχου λιπάσματος με βάση τα στοιχεία της εδαφολογικής ανάλυσης σύμφωνα με τους De Krij et al, (2005). Συγκεκριμένα σε γυάλινα δοχεία των 500 ή 1000 ml προσθέτουμε δύο μέρη απιονισμένο νερό (200 ml) και έπειτα προσθέτουμε νωπό δείγμα εδάφους μέχρι ο συνολικός όγκος να γίνει 3 μέρη (300 ml). Τα δοχεία αφήνονται για δύο ώρες με σκοπό να αποκατασταθεί μεταξύ εδάφους και νερού χημική ισορροπία και έπειτα ανακινώνται για 20 λεπτά. Την επόμενη μέρα γίνεται η διήθηση και στο διήθημα προσδιορίζεται η E.C. και τα ιόντα NH<sub>4</sub>, K, Na, Ca, Mg, NO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, και P.

**Πίνακας 4.1.1** Χαρακτηριστικά εδαφών στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου σύμφωνα με τη μέθοδο των De Kreijl et al, (2005).

Έδαφος		EC	NH <sub>4</sub>	K	Na	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	P
CaCO <sub>3</sub>	K	[mS/cm]	mmol/l									
πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub> (Ελαιία)	πτωχό σε K	0,95	0,08	0,66	1,42	3,31	0,42	1,86	0,1	2,8	1,5	<0,05
	πλούσιο σε K	1,14	<0,07	1,45	1,42	4,14	0,46	1,23	0,2	3,7	2,4	<0,05
πτωχό σε CaCO <sub>3</sub> (Φαλιερά)	πτωχό σε K	0,66	0,46	1,55	1,65	0,82	0,52	2,05	nd	0,7	3,4	<0,05
	πλούσιο σε K	0,96	0,1	2,53	1,90	1,51	0,84	1,44	0,2	2,9	2,2	<0,05

**Πίνακας 4.1.2.** Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά εδαφών πριν την προσθήκη λιπασμάτων.

Έδαφος	Μηχ αν/ση	CaCO <sub>3</sub> %	pH	EC mS/cm	Ca	Mg	K	Na
					me/100g			
πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub> (Ελαιία)	CL	16,5	7,76	0,59	27,2	1,88	1,14	0,30
πτωχό σε CaCO <sub>3</sub> (Φαλιερά)	CL	0,3	6,80	1,19	7,60	3,01	1,68	0,32

Εφαρμόστηκε η στατιστική διάταξη των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με 12 επεμβάσεις (Πίνακας 4.1.2). Το πειραματικό σχέδιο ήταν παραγοντικό των έξι επαναλήψεων (έξι δοχεία) με δυο επίπεδα CaCO<sub>3</sub> (πλούσιο και πτωχό έδαφος σε CaCO<sub>3</sub>), δυο επίπεδα K (πλούσιο και πτωχό έδαφος σε K) και τρεις αναλογίες NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> στο θρεπτικό διάλυμα δηλ. 50:50, 25:75 και 0:100. Στον πίνακα 4.1.3 παρουσιάζεται η μέση χημική σύσταση του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων καθώς και η μέση χημική σύσταση των διαλυμάτων κατά τη διάρκεια του πειραματικού.

**Πίνακας 4.1.3.** Πειραματικό σχέδιο

α/α	Θρεπτικό διάλυμα	Έδαφος	
		CaCO <sub>3</sub>	K
1	NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (50:50)	πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K
2			πλούσιο σε K
3		πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K
4			πλούσιο σε K
5	NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (25:75)	πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K
6			πλούσιο σε K
7		πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K
8			πλούσιο σε K
9	NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (0:100)	πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K
10			πλούσιο σε K
11		πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K
12			πλούσιο σε K

**Πίνακας 4.1.4.** Μέση χημική σύσταση του νερού και των θρεπτικών διαλυμάτων κατά της διάρκειας του πειραματικού.

	E.C.	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	Na	NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
	mS/cm	mmol/l						
Νερό	0,71	<0,07	0,09	1,76	0,91	1,39	0,07	4,1
<b>Θρεπτικό διάλυμα</b>								
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (50:50)	2,41	4,10	9,81	1,65	2,02	2,04	4,80	0,35
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (25:75)	2,09	3,09	5,76	2,35	1,80	1,91	7,50	1,40
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (0:100)	2,16	0,54	6,15	3,00	2,43	2,02	10,86	1,65

Η υδρολίπανση γινόταν ανά τριήμερο με περίπου 500-550 ml/φυτό μέχρι απορροής ώστε να διατηρηθεί σταθερή η συγκέντρωση του θρεπτικού διαλύματος στο ριζόστρωμα.

Η αφαίρεση των ζιζανίων από τις γλάστρες γινόταν συστηματικά με το χέρι. Έγιναν μακροσκοπικές παρατηρήσεις όσο αφορά την τοξικότητα της εφαρμοζόμενης λίπανσης.

Τα φυτά συγκομίσθηκαν στο μέγιστο εμπορικό μέγεθος, το πρωί ηλιόλουστης μέρας, στις 28/3/2005. Το υπέργειο τμήμα, ζυγίστηκε, (νωπό βάρος), και ξηράθηκε σε χάρτινες σακουλές για 48 ώρες σε θερμοκρασία 80 °C και μετά ζυγίστηκε (ξηρό βάρος). Ακολούθησε άλεση των δειγμάτων και προσδιορισμός του ολικού N, K και NO<sub>3</sub>.

### **Χημική ανάλυση του νερού άρδευσης και εδάφους**

Η Ε.Σ. προσδιορίστηκε με αγωγιμόμετρο, το Κ και το Να με φλωγοφωτόμετρο, το Ca και το Mg με ατομική απορρόφηση, τα  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , ο P (είτε ορθο-P είτε συνολικός-P), και το Cl<sup>-</sup> χρωματομετρικά με φωτόμετρο της εταιρίας Lovibond και τα  $\text{HCO}_3^-$  προσδιορίστηκαν με τιτλοδότηση 0,01 N HCl. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων εκφράστηκαν σε mg/l. Τέλος η κοκομετρική σύσταση του εδάφους προσδιορίστηκε με τη μέθοδο του Bouyoukos και το ολικό ανθρακικό ασβέστιο με ασβεστόμετρο Bernard.

### **Χημική ανάλυση φυτικών ιστών**

Το ολικό N προσδιορίστηκε με την μέθοδο Kjeldahl. Στη ξηρή ουσία προσδιορίστηκαν τα  $\text{NO}_3^-$  με τη μέθοδο Cataldo. Για τον προσδιορισμό του μακροθρεπτικού Κ χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της αποτέφρωσης (Dry ashing) με καύση των δειγμάτων στους 480° C για 5 ώρες και το ολικό Κ προσδιορίστηκε στο φλωγοφωτόμετρο.

### **Στατιστική ανάλυση**

Τα δεδομένα για κάθε κατηγορία μετρούμενης μεταβλητής αναλύθηκαν στατιστικά (πρόγραμμα SPSS) και συγκρίθηκαν οι μέσοι όροι των επεμβάσεων με τη μέθοδο Duncan (Duncan's multiple range test), για  $p=0,05$ .



## 4.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### Φαινολογικά χαρακτηριστικά:

**Πίνακας 4.2.1.** Εμφάνιση βοτρυτή στα φύλλα του μαρουλιού

0.Μη εμφάνιση συμπτωμάτων. 1.Μερική εμφάνιση βοτρυτή. 2.Εμφάνιση βοτρυτη.		NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>			Μ.Ο.
CaCO <sub>3</sub>	Λίπανση με Κ	50:50	25:75	0:100	
Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πλούσιο σε Κ	0,00	0,00	0,00	0,00
	Πτωχό σε Κ	0,00	0,00	0,00	0,00
Μ.Ο		0,00	0,00	0,00	0,00
Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πλούσιο σε Κ	0,50	0,20	0,30	0,33
	Πτωχό σε Κ	0,20	0,20	0,20	0,20
Μ.Ο		0,35	0,20	0,25	0,27
Γενικός Μ.Ο.		0,18	0,10	0,13	0,13

Τα συμπτώματα βοτρυτή εμφανίστηκαν στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος πτωχό σε CaCO<sub>3</sub> και ήταν περισσότερο έντονα στις μεταχειρίσεις με αναλογία NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, 50:50.

**Πίνακας 4.2.2.** Αλλοίωση των φύλλων του μαρουλιού στην κορυφή.

0.Μη εμφάνιση συμπτωμάτων. 1.Μερική αλλοίωση του φύλλου στην κορυφή από τον βοτρυτή. 2.Αλλοίωση του φύλλου στην κορυφή από βοτρυτή.		NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>			Μ.Ο.
CaCO <sub>3</sub>	Λίπανση με Κ	50:50	25:75	0:100	
Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πλούσιο σε Κ	0,00	0,00	0,10	0,03
	Πτωχό σε Κ	0,00	0,00	0,00	0,00
Σύνολο		0,00	0,00	0,05	0,02
Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πλούσιο σε Κ	0,80	0,40	0,40	0,53
	Πτωχό σε Κ	0,30	0,30	0,20	0,27
Μ.Ο		0,55	0,35	0,30	0,40
Γενικός Μ.Ο.		0,28	0,18	0,18	0,21

Η αλλοίωση των φύλλων του μαρουλιού στην κορυφή ήταν εμφανής μόνο στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος πτωχό σε CaCO<sub>3</sub>. Η αλλοίωση αυτή ήταν περισσότερο εμφανής στη μεταχείριση με αναλογία NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 50:50 και έδαφος πλούσιο σε Κ.

**Πίνακας 4.2.3.** Χρωματισμός φύλλων μαρουλιού.

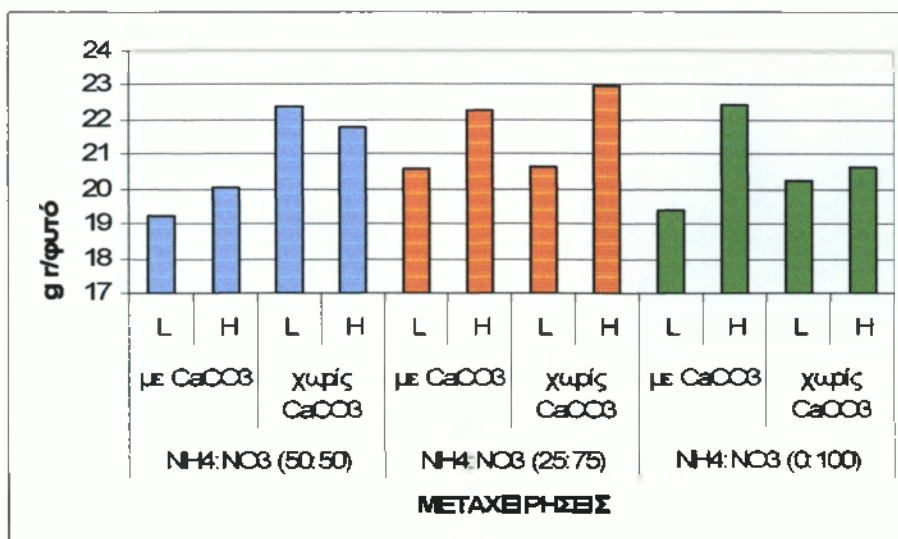
0.Ελαφρώς πράσινο. 1.Σκούρο πράσινο.		NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>			Μ.Ο.
CaCO <sub>3</sub>	Λίπανση με Κ	50:50	25:75	0:100	
Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πλούσιο σε Κ	0,10	0,30	0,20	0,20
	Πτωχό σε Κ	0,20	0,00	0,00	0,07
Σύνολο		0,15	0,15	0,10	0,13
Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πλούσιο σε Κ	0,00	0,00	0,00	0,00
	Πτωχό σε Κ	0,00	0,00	0,00	0,00
Μ.Ο.		0,00	0,00	0,00	0,00
Γενικός Μ.Ο.		0,08	0,08	0,08	0,07

Τα φύλλα των φυτών του μαρουλιού που αναπτύχθηκαν σε έδαφος πλούσιο σε CaCO<sub>3</sub> εμφάνισαν εντονότερο πράσινο χρώμα σε σύγκριση με τα φυτά στις μεταχειρίσεις με έδαφος πτωχό σε CaCO<sub>3</sub>. Ο πράσινος χρωματισμός ήταν εντονότερος στο έδαφος πλούσιο σε Κ.

**Πίνακας 4.2.4. Εδαφικές ιδιότητες ανά μεταχείριση στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου.**

α/α	Θρεπτικό διάλυμα	Έδαφος		pH	E. C.	Ca exc me/100g	Mg exc) me/100g	K exc me/100g	Na exc me/100g
		CaCO <sub>3</sub>	K						
1	NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (50:50)	πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K	7,51	2,93	30,10	1,63	2,31	0,41
2			πλούσιο σε K	7,55	2,77	30,70	1,56	3,01	0,44
3		πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K	6,42	3,13	7,80	1,46	1,3	0,34
4			πλούσιο σε K	6,21	5,68	7,50	1,84	2,21	0,31
5	NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (25:75)	πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K	7,55	3,54	28,9	1,58	1,04	0,53
6			πλούσιο σε K	7,63	3,00	28,8	1,46	1,34	0,55
7		πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K	6,76	2,88	8,1	1,84	0,80	0,42
8			πλούσιο σε K	6,82	3,18	9,1	1,76	1,03	0,45
9	NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (0:100)	πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K	7,68	3,31	28,3	1,93	1,39	0,49
10			πλούσιο σε K	7,63	2,99	26,90	1,44	1,12	0,48
11		πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	πτωχό σε K	6,47	2,46	8,3	1,88	0,76	0,32
12			πλούσιο σε K	7,66	2,42	8,4	1,62	1,03	0,56

**Υπέργειο ξηρό βάρος (γρ./ φυτό):**



**Γράφημα 4.2.1.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλιούχου λίπανσης στο υπέργειο ξηρό βάρος (γρ/φυτό) θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>. (L: έδαφος πτωχό σε K, H: έδαφος πλούσιο σε K).

**Πίνακας 4.2.5.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλιούχου λίπανσης στο υπέργειο ξηρό βάρος (γρ/φυτό) θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>.

**Πίνακας 4.2.5.α.**

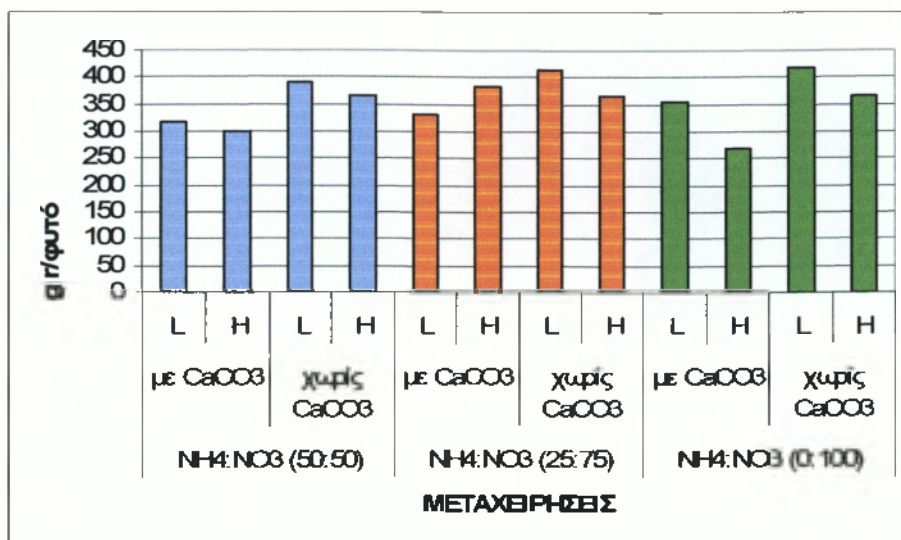
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub>	Έδαφος		Υπέργειο ξηρό βάρος (γρ/φυτό)
	CaCO <sub>3</sub>	Λίπανση με K	
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (50:50)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	19,22
		Πλούσιο σε K	20,03
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	22,39
		Πλούσιο σε K	21,8
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (25:75)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	20,6
		Πλούσιο σε K	22,26
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	20,66
		Πλούσιο σε K	22,98
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (0:100)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	19,38
		Πλούσιο σε K	22,43
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	20,24
		Πλούσιο σε K	20,61

**Πίνακας 4.2.5.β.**

$\text{NH}_4:\text{NO}_3$		$\text{CaCO}_3$		Λίπανση με Κ	
(gr /φυτό)		(gr /φυτό)		(gr /φυτό)	
$\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 50:50	21	Πλούσιο σε $\text{CaCO}_3$	21	Πλούσιο σε Κ	20
$\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 25:75	22	Πτωχό σε $\text{CaCO}_3$	21	Πτωχό σε Κ	22
$\text{NH}_4:\text{NO}_3$ 0:100	21				

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων ως προς τη παραγωγή ξηρής βιομάζας.

**Υπέργειο νωπό βάρος (gr/φυτό):**



**Γράφημα 4.2.2.** Επίδραση της αναλογίας  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  και της καλιούχου λίπανσης στο υπέργειο νωπό βάρος (gr/φυτό) θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε  $\text{CaCO}_3$ . (L: έδαφος πτωχό σε K, H: έδαφος πλούσιο σε K).

**Πίνακας 4.2.6.** Επίδραση της αναλογίας  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  και της καλιούχου λίπανσης στο υπέργειο νωπό βάρος (gr /φυτό) θερμοκηπιακή καλλιέργεια μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε  $\text{CaCO}_3$ .

**Πίνακας 4.2.6.α.**

$\text{NH}_4:\text{NO}_3$	Έδαφος		Υπέργειο νωπό βάρος (gr/φυτό)
	$\text{CaCO}_3$	Λίπανση με K	
$\text{NH}_4:\text{NO}_3$ (50:50)	Πλούσιο σε $\text{CaCO}_3$	Πτωχό σε K	318
		Πλούσιο σε K	298
	Πτωχό σε $\text{CaCO}_3$	Πτωχό σε K	392
		Πλούσιο σε K	365
$\text{NH}_4:\text{NO}_3$ (25:75)	Πλούσιο σε $\text{CaCO}_3$	Πτωχό σε K	330
		Πλούσιο σε K	385
	Πτωχό σε $\text{CaCO}_3$	Πτωχό σε K	415
		Πλούσιο σε K	366
$\text{NH}_4:\text{NO}_3$ (0:100)	Πλούσιο σε $\text{CaCO}_3$	Πτωχό σε K	354
		Πλούσιο σε K	267
	Πτωχό σε $\text{CaCO}_3$	Πτωχό σε K	419
		Πλούσιο σε K	365

**Πίνακας 4.2.6.β.**

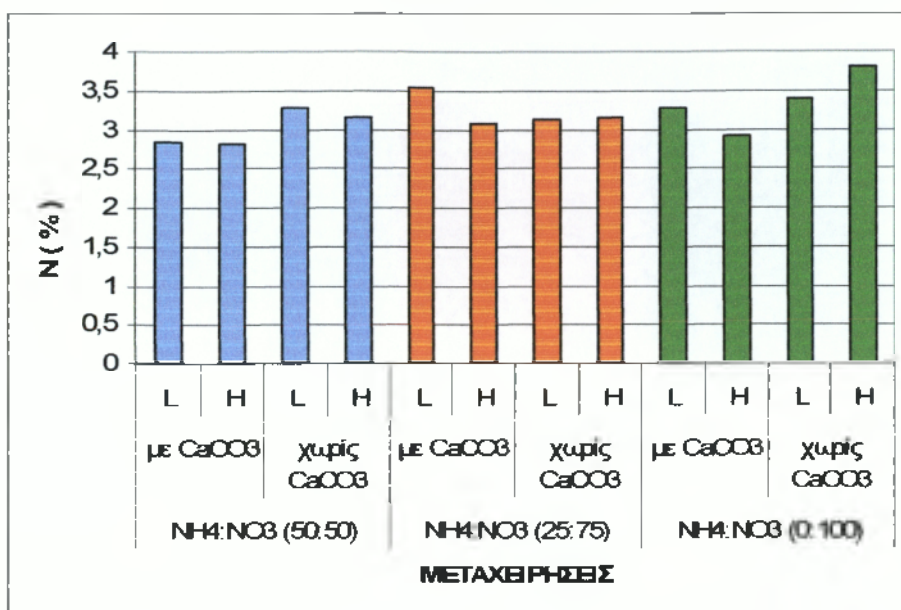
<b>NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub></b>		<b>CaCO<sub>3</sub></b>		<b>Λίπανση με K</b>	
<b>(gr /φυτό)</b>		<b>(gr/φυτό)</b>		<b>(gr/φυτό)</b>	
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 50:50	343	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	326 <b>α</b>	Πλούσιο σε K	371
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 25:75	374	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	387 <b>β</b>	Πτωχό σε K	341
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 0:100	352				

Η επίδραση της διαφορετικής αναλογίας αμμωνιακών και νιτρικών στο θρεπτικό διάλυμα δεν είχε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα στο υπέργειο νωπό βάρος των φυτών. Η υψηλότερη παραγωγή σε νωπή βιομάζα παρατηρήθηκε στα φυτά με αναλογία NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> στο θρεπτικό διάλυμα 25:75 και τη μικρότερη με αναλογία 50:50. Είναι γνωστό ότι πολλά φυτά εμφανίζουν αυξημένη απόδοση όταν αναπτύσσονται με διάλυμα NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> σε σύγκριση με την απόδοση με διάλυμα μόνο με μια από τις δυο ανόργανες μορφές του αζώτου (Cox and Reisenauer, 1973).

Η επίδραση της περιεκτικότητας του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο είχε στατιστικό σημαντικό αποτέλεσμα στο υπέργειο νωπό βάρος. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν στο έδαφος πλούσιο σε ανθρακικό ασβέστιο παρουσίασαν σημαντικά μικρότερο νωπό βάρος σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος πτωχό σε ανθρακικό ασβέστιο (326 και 387gr/φυτό αντίστοιχα). Το αλκαλικό pH του εδάφους στις μεταχειρίσεις με υψηλή περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub> (Πίνακας 4.2.6.α. ) φαίνεται να επηρεάζει αρνητικά την απόδοση.

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε κάλιο δεν επηρέασε σημαντικά το τη παραγωγή νωπής βιομάζας. Πάντως το υπέργειο νωπό βάρος ευνοήθηκε από τη υψηλότερη περιεκτικότητα του εδάφους σε K για το λόγο ότι το μαρούλι είναι φυτό απαιτητικό σε K.

### Συγκέντρωση N (%) στα φύλλα:



**Γράφημα 4.2.3.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλιούχου λίπανσης στη συγκέντρωση του N (%) στα φύλλα θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>. (L: έδαφος πτωχό σε K, H: έδαφος πλούσιο σε K)

**Πίνακας 4.2.7.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλιούχου λίπανσης στη συγκέντρωση του N (%) στα φυτά θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>.

**Πίνακας 4.2.7.α.**

NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub>	Έδαφος		N (%)
	CaCO <sub>3</sub>	Λίπανση με K	
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (50:50)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	2,84
		Πλούσιο σε K	2,81
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	3,27
		Πλούσιο σε K	3,15
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (25:75)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	3,54
		Πλούσιο σε K	3,09
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	3,14
		Πλούσιο σε K	3,15
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (0:100)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	3,28
		Πλούσιο σε K	2,92
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	3,39
		Πλούσιο σε K	3,81

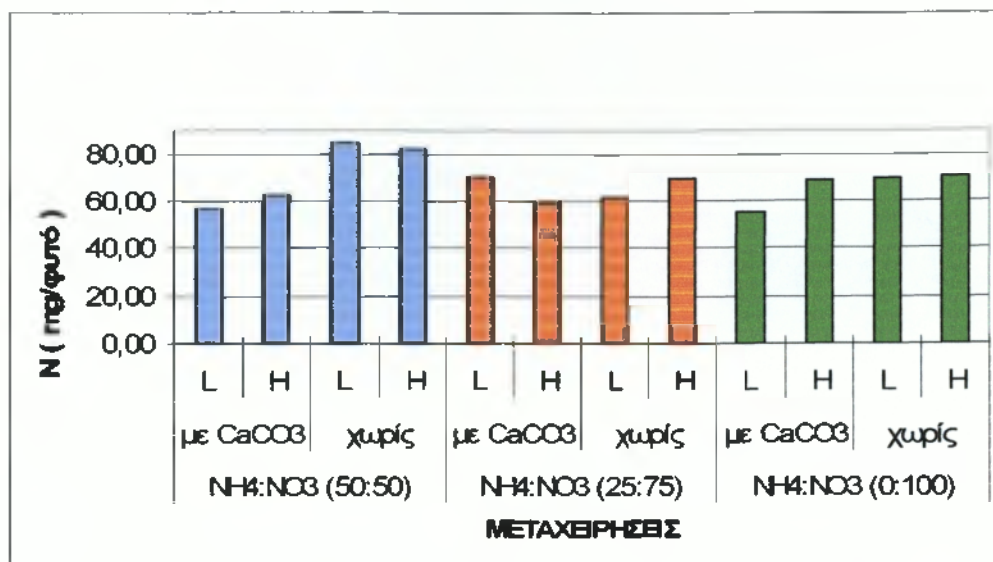


**Πίνακας 4.2.7.β.**

<b>NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub></b>		<b>CaCO<sub>3</sub></b>		<b>Λίπανση με Κ</b>	
<b>(%)</b>		<b>(%)</b>		<b>(%)</b>	
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 50:50	3,02	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	3,08	Πλούσιο σε Κ	3,24
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 25:75	3,23	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	3,32	Πτωχό σε Κ	3,16
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 0:100	3,35				

Σύμφωνα με τους Κουκουλάκη και Παλαδόπουλο, (2003) η συγκέντρωση του N στα φύλλα κυμάνθηκε σε επίπεδα χαμηλότερα από το εύρος άριστης επάρκειας (4,0-5,5%). Η επίδραση της διαφορετικής αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της περιεκτικότητας στο έδαφος σε ανθρακικό ασβέστιο και σε κάλιο στη συγκέντρωση του N στο φυτό δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Να σημειωθεί ότι όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν μόνο με NO<sub>3</sub>-N η συγκέντρωση του N στα φύλλα ήταν υψηλότερη σε σχέση με τα φυτά που τους χορηγήθηκε το 50 % του αζώτου υπό αμμωνιακή μορφή. Οι Malhi et al, (1988) υπέθεσαν ότι η μειωμένη πρόσληψη αζώτου από το λάχανο σε πειραματικό όπου χορηγήθηκε το N σε αμμωνιακή μορφή σε σύγκριση με τη νιτρική, οφειλόταν στην δέσμευση του NH<sub>4</sub>-N στο έδαφος.

**Πρόσληψη N (mg/φυτό) από το υπέργειο τμήμα:**



**Γράφημα 4.2.4.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλιούχου λίπανσης στη συνολική πρόσληψη του N (mg/φυτό) σε θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>. (L: έδαφος πτωχό σε K, H: έδαφος πλούσιο σε K).

**Πίνακας 4.2.8.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλιούχου λίπανσης στη συνολική πρόσληψη N (mg/φυτό) σε θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>.

**Πίνακας 4.2.8.α.**

NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub>	Έδαφος		N (mg/φυτό)
	CaCO <sub>3</sub>	Λίπανση με K	
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (50:50)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	56,96
		Πλούσιο σε K	62,53
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	84,33
		Πλούσιο σε K	81,89
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (25:75)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	70,54
		Πλούσιο σε K	58,87
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	61,82
		Πλούσιο σε K	69,52
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (0:100)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	55,17
		Πλούσιο σε K	68,97
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	69,38
		Πλούσιο σε K	70,18

**Πίνακας 4.2.8.β.**

NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub>		CaCO <sub>3</sub> στο έδαφος		K στο έδαφος	
(mg N /φυτό)		(mg N /φυτό)		(mg N /φυτό)	
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 50:50	71	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	62 α	Πλούσιο σε K	66
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 25:75	65	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	73 β	Πτωχό σε K	69
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 0:100	66				

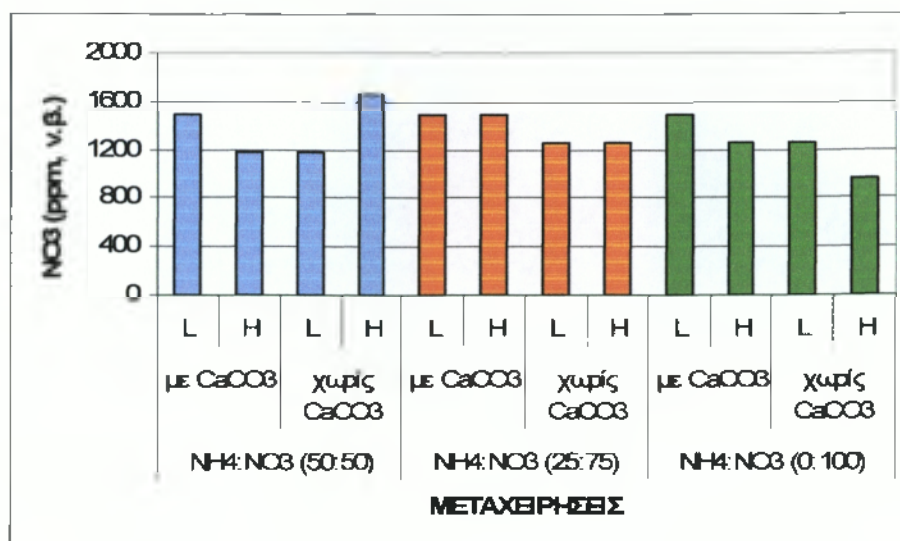
\* Οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Duncan στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Η επίδραση της διαφορετικής αναλογίας αμμωνιακών και νιτρικών στο θρεπτικό διάλυμα δεν είχε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα στην πρόσληψη του N από την υπέργεια βιομάζα των φυτών μαρουλιού.

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο επέδρασε στατιστικά σημαντικά στην πρόσληψη του N από την υπέργεια βιομάζα. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν στο έδαφος πλούσιο σε ανθρακικό ασβέστιο παρουσίασαν σημαντικά, μικρότερη πρόσληψη N σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος πτωχό σε ανθρακικό ασβέστιο (62 και 75 mg N /φυτό αντίστοιχα). Το αποτέλεσμα αυτό φαίνεται να συνδέεται με την επίδραση της μεταχείρισης αυτής στο υπέργειο νωπό βάρος (Πίνακας 4.2.6.α ).

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε κάλιο δεν επηρέασε σημαντικά την πρόσληψη του N.

**Συγκέντρωση NO<sub>3</sub> (ppm, v.β.) στα φύλλα:**



**Γράφημα 4.2.5.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλίουχου λίπανσης στη συγκέντρωση NO<sub>3</sub> (ppm, v.β.) στα φύλλα θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>. (L: έδαφος πτωχό σε K, H: έδαφος πλούσιο σε K).

**Πίνακας 4.2.9.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλίουχου λίπανσης στη συγκέντρωση NO<sub>3</sub> (ppm, v.β.) στα φύλλα θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>.

**Πίνακας 4.2.9.α.**

NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub>	Έδαφος		N (ppm, v.β.)
	CaCO <sub>3</sub>	Λίπανση με K	
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (50:50)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	1990
		Πλούσιο σε K	2265
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	231
		Πλούσιο σε K	231
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (25:75)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	2020
		Πλούσιο σε K	571
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	229
		Πλούσιο σε K	229
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (0:100)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	2585
		Πλούσιο σε K	224
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	3249
		Πλούσιο σε K	281

**Πίνακας 4.2.9.β.**

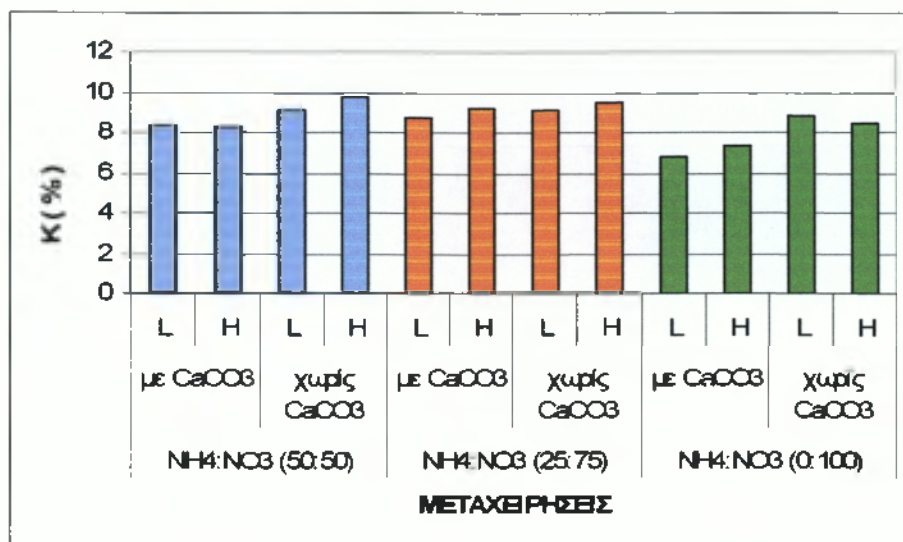
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub>		CaCO <sub>3</sub>		Λίπανση με Κ	
NO <sub>3</sub> (ppm, v.β.)		NO <sub>3</sub> (ppm, v.β.)		NO <sub>3</sub> (ppm, v.β.)	
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 50:50	1234	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	2109 β	Πλούσιο σε Κ	1715
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 25:75	1295	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	739 α	Πτωχό σε Κ CaCO <sub>3</sub>	1133
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 0:100	1309				

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων ως προς την συγκέντρωση των νιτρικών, εκτός από της μεταχειρίσεις με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub> στο έδαφος. Η συγκέντρωση NO<sub>3</sub> στα φυτά που αναπτύχθηκαν στο έδαφος πλούσιο σε CaCO<sub>3</sub> ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος πτωχό σε CaCO<sub>3</sub> (2109 και 739 ppm αντίστοιχα). Η μεγαλύτερη συγκέντρωση των νιτρικών στο έδαφος πλούσιο σε CaCO<sub>3</sub> οφείλεται στο γεγονός ότι στα όξινα εδάφη η νιτροποίηση περιορίζεται (Πολυζόπουλος 1976).

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών, στα εξεταζόμενα δείγματα, κυμάνθηκαν σε σχετικά χαμηλά επίπεδα. Σύμφωνα με τον κανονισμό της Ε.Ε. αριθμ. 194 / 97, τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια συγκέντρωσης νιτρικών για το μαρούλι, κυμαίνονται ανάλογα με την εποχή συγκομιδής ως εξής :

- α) 4500 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> / Kgr νωπού προϊόντος, από 1<sup>ης</sup> Οκτωβρίου μέχρι 31 Μαρτίου περιόδου συγκομιδής.
- β) 3500 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> / Kgr νωπού προϊόντος, από 1<sup>ης</sup> Απριλίου μέχρι 30 Σεπτεμβρίου περιόδου συγκομιδής.
- γ) 2500 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> / Kgr νωπού προϊόντος, από 1<sup>ης</sup> Μαΐου μέχρι 31 Αυγούστου περιόδου συγκομιδής, εκτός από τα μαρούλια που καλλιεργούνται στη ύπαιθρο.

### Συγκέντρωση Κ (%) στα φύλλα:



**Γράφημα 4.2.6.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλίουχου λίπανσης στη συγκέντρωση σε Κ (%) στα φύλλα θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>. (L: έδαφος πτωχό σε Κ, H: έδαφος πλούσιο σε Κ).

**Πίνακας 4.2.10.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλίουχου λίπανσης στη συγκέντρωση σε Κ (%) στα φύλλα θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>.

**Πίνακας 4.2.10.α.**

NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub>	Εδαφός		Κ (%)
	CaCO <sub>3</sub>	Λίπανση με Κ	
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (50:50)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε Κ	8,36
		Πλούσιο σε Κ	8,29
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε Κ	9,10
		Πλούσιο σε Κ	9,73
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (25:75)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε Κ	8,73
		Πλούσιο σε Κ	9,18
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε Κ	9,13
		Πλούσιο σε Κ	9,47
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (0:100)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε Κ	6,82
		Πλούσιο σε Κ	7,31
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε Κ	8,87
		Πλούσιο σε Κ	8,43

**Πίνακας 4.2.10.β.**

<b>NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub></b>		<b>CaCO<sub>3</sub></b>		<b>Λίπανση με K</b>	
<b>K, %</b>		<b>K, %</b>		<b>K, %</b>	
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 50:50	8,87 β	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	8,12	Πλούσιο σε K	8,50
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 25:75	9,13 β	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	9,02	Πτωχό σε K	8,74
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> 0:100	7,86 α				

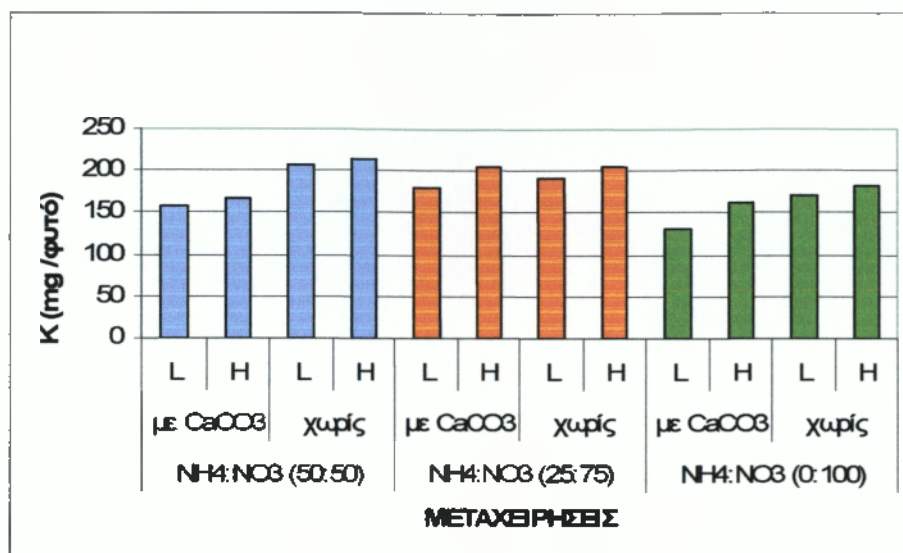
\* Οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Duncan στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Η επίδραση διαφορετικής αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> είχε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα στην περιεκτικότητα του K στο φυτό. Η συγκέντρωση του K στα φυτά που αναπτύχθηκαν με λίπασμα NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> 0:100 (7,86 %) ήταν σημαντικά μικρότερη από τις συγκεντρώσεις του K στα φυτά που τους χορηγήθηκε άζωτο σε αναλογία 50:50 και 25:75 (8,87 και 9,13 % αντίστοιχα). Η ανταγωνιστική δράση μεταξύ του NH<sub>4</sub>-N και του K (Κουκουλάκης και Παπαδόπουλος, 2003) δεν προκύπτει από τα δικά μας αποτελέσματα.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τη συγκέντρωση του K στα φύλλα του μαρουλιού στις μεταχειρίσεις με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub> και K. Η μικρότερη συγκέντρωση K στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος πλούσιο σε CaCO<sub>3</sub> σε σύγκριση με τα φυτά στο έδαφος πτωχό σε CaCO<sub>3</sub> είναι αποτέλεσμα ανταγωνισμού μεταξύ Ca και K.

Σύμφωνα με τους Κουκουλάκη και Παπαδόπουλο (2003), η συγκέντρωση του K στα φύλλα κυμάνθηκε σε επίπεδα υψηλότερα από το εύρος άριστης επάρκειας (4,2-6,0%).

**Πρόσληψη K (mg/φυτό) από το υπέργειο τμήμα:**



**Γράφημα 4.2.7.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλιούχου λίπανσης στη συνολική πρόσληψη του K (mg/φυτό) σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>. (L: έδαφος πτωχό σε K, H: έδαφος πλούσιο σε K).

**Πίνακας 4.2.11.** Επίδραση της αναλογίας NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> και της καλιούχου λίπανσης στη συνολική πρόσληψη του K (mg/φυτό) σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε δυο εδάφη με διαφορετική περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub>.

**Πίνακας 4.2.11.α.**

NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub>	Έδαφος		K (mg/φυτό)
	CaCO <sub>3</sub>	Λίπανση με K	
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (50:50)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	157,30
		Πλούσιο σε K	165,82
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	206,82
		Πλούσιο σε K	213,93
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (25:75)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	179,31
		Πλούσιο σε K	205,43
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	190,58
		Πλούσιο σε K	203,89
NH <sub>4</sub> :NO <sub>3</sub> (0:100)	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	131,53
		Πλούσιο σε K	162,17
	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	Πτωχό σε K	170,84
		Πλούσιο σε K	182,58



**Πίνακας 4.2.11.β.**

<b>NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub></b>		<b>CaCO<sub>3</sub></b>		<b>Λίπανση με K</b>	
<b>(mg K /φυτό)</b>		<b>(mg K /φυτό)</b>		<b>(mg K /φυτό)</b>	
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 50:50	186 β	Πλούσιο σε CaCO <sub>3</sub>	167 α	Πλούσιο σε K	173
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 25:75	195 β	Πτωχό σε CaCO <sub>3</sub>	195 β	Πτωχό σε K	189
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 0:100	162 α				

\* Οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Duncan στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Η επίδραση της διαφορετικής αναλογίας αμμωνιακών και νιτρικών στο θρεπτικό διάλυμα δεν είχε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα στην πρόσληψη του K από την υπέργεια βιομάζα των φυτών του μαρουλιού (Πίνακας 3β).

Η επίδραση της περιεκτικότητας του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο είχε στατιστικό σημαντικό αποτέλεσμα στην πρόσληψη του K από την υπέργεια βιομάζα. Το αποτέλεσμα αυτό συνδέεται με την αντίδραση της παραγωγής σε νωπό βάρος στη περιεκτικότητα του εδάφους σε CaCO<sub>3</sub>. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν στο έδαφος πλούσιο σε ανθρακικό ασβέστιο παρουσίασαν στατιστικά σημαντική, μικρότερη πρόσληψη K σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος πτωχό σε ανθρακικό ασβέστιο (167 και 195 mg K /φυτό αντίστοιχα).

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε κάλιο δεν επηρέασε σημαντικά την πρόσληψη του K.

### 4.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Τα φυτά του μαρουλιού στις μεταχειρίσεις με έδαφος πτωχό σε  $\text{CaCO}_3$  και με αναλογία  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  στο θρεπτικό διάλυμα 50:50 εμφάνισαν περισσότερα συμπτώματα προσβολής στα φύλλα από το βοτρυτή και είχαν ανοιχτότερο χρωματισμό σε σύγκριση με τα φυτά στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις.
2. Η συγκέντρωση των νιτρικών σε νωπό βάρος στα φύλλα κυμάνθηκε σε επίπεδα (229-3249 ppm, v.β.) χαμηλότερα από το ανώτερο όριο νιτρικών που έχει οριστεί από την Ε.Ε. Οι συγκεντρώσεις του N (2,84-3,81%) και K (7,31-9,73%) βρέθηκαν εκτός του άριστου εύρους επάρκειας.
3. Η αναλογία  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  στο θρεπτικό διάλυμα είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση των  $\text{NO}_3$  στα φύλλα καθώς και στη συγκέντρωση και συνολική πρόσληψη του K στα φύλλα. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε διάλυμα  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  50:50 είχαν σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση νιτρικών στα φύλλα σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε διαλύματα  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  25:75 και 0:100. Επίσης το K στα φύλλα των φυτών που έλαβαν  $\text{NH}_4:\text{NO}_3$  0:100 ήταν σημαντικά μικρότερο από αυτό στις υπόλοιπες δυο αζωτούχες μεταχειρίσεις.
4. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη παραγωγή νωπής βιομάζας, τη συνολική πρόσληψη του N και του K και τη συγκέντρωση των  $\text{NO}_3$  στα φύλλα. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε έδαφος πτωχό σε  $\text{CaCO}_3$  είχαν σημαντικά μεγαλύτερο υπέργειο νωπό βάρος και συσσωρεύαν περισσότερο N και K στα φύλλα τους. Το αντίθετο διαπιστώθηκε ως προς τη περιεκτικότητα των φύλλων σε  $\text{NO}_3$ .
5. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε K δεν επέδρασε στατιστικά σημαντικά σε καμία από τις μελετούμενες παραμέτρους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική βιβλιογραφία

- Αλεξιάδης Κ. Α., Φυσική και χημική ανάλυση του εδάφους. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη 1980.
- Αναλογίδης Δ. Τα γεωργικά λιπάσματα. Γεωργία – Κτηνοτροφία 9: 23-42. 1995.
- Ανδρέας Γ. Κανάκης. Καθηγητής ΤΕΙ Καλαμάτας. Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο. Τόμος Β'. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης. Αθήνα 2004.
- Αναστάσιος Αλκιμος. Κομπόστ. Οικολογικό εργαστήριο χουμοποίησης της βιομάζας. Εκδόσεις Ψυχάλου 2000.
- Δημητράκης Κ. Γ. Λαχανοκομία ΙΙΙ. Καλαμάτα 2002.
- Δημόπουλος Β. Φυτοπροστασία ανθοκηπευτικών. Καλαμάτα 1995.
- Κανάκης Α.Γ. Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο. Τόμος Α. Καλαμάτα 1997.
- Κανάκης Α. Γ. Μαθήματα γενικής λαχανοκομίας. Καλαμάτα 2000.
- Κανάκης Α. Γ. Μαθήματα λαχανοκομίας ΙΙΙ. Καλαμάτα 2002.
- Καραμπέτσος Ι. Φυσιολογία Φυτών. Καλαμάτα 1999.
- Κουκουλάκης Π. Χ. και Α. Η. Παπαδόπουλος. Η ερμηνεία της Φυλλοδιαγνωστικής. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., σελ. 515, 2003.
- Μαυρογιαννόπουλος Γ. Ν. Θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλης. Αθήνα 2001.
- Νικόλαος Κ. Σιδηράς. Οργανική λίπανση και αμειψισπορές. ΔΗΩ, 1997.
- Νικοπούλου-Κουφοπούλου. Σημειώσεις εργαστηρίου λαχανοκομίας Ι. Καλαμάτα 1996.
- Παπανικολάου Ε. και Χάρδας Γ. Δειγματοληψία εδαφών και φυτών για σωστή συμβουλευτική λίπανση. Γεωργία-Κτηνοτροφία 9: 62-71, 1995.
- Πολιζόπουλος Ν., 1976. Εδαφολογία. Α.Π.Θ. Εκδόσεις Π. Σακκουλα. σελ. 548

- Σιμώνης Αθ. Τα θρεπτικά στοιχεία των φυτών. Γεωργία-Κτηνοτροφία 9: 10-22, 1995.
- Τσαπκούνης Φάνης. Γεωπόνος. Βιολογική και ολοκληρωμένη καταπολέμηση στο θερμοκήπιο. Εκδόσεις Σταμούλης, 1996.
- Τσαπκούνης Φ. Θρέψη-Λίπανση των φυτών, Μέρος Β. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1997.
- Τσαπκούνης Φ. Θρέψη-Λίπανση των φυτών, Μέρος Δ. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1997.
- Ζαρμπούτης Γ., Γκακνή Ασπ. Καλλιέργειες σε θερμοκήπιο. Εκδόσεις Ίων. Αθήνα 1992.

#### **Ξένη βιβλιογραφία**

- Cox, W.J., and H.M. Reisenauer 1973. Growth and ion uptake by wheat supplied nitrogen as nitrate or ammonium or both. *Plant and soil* 38, 363-380.
- de Kreijl, C., Kavvadias, V., Assimakopoulou, A., Paschalidis, Chr., Paraskevopoulos, A., Geneadopoulos, A. and Lagopoulos, D., 2005. Fertigation: I. Methodology of 1:2 volume water extract. Proceedings of National conference with international participation 'Management, Use and Protection of soil resources', 15-19 May 2005, Sofia, Bulgaria.
- Geralson C.M. and Tyler, K.B. Plant analysis as an aid in Fertilizing vegetable Crops. In: *Soil Testing and Plant Analysis*, 3<sup>rd</sup> ed-SSSA Book Series, no 3, 550-562, 1990.
- Malhi S.S., M. Nyborg, H.G. Jahn and D.C. Penney, Yield and nitrogen uptake of rapeseed (*Brassica campestris* L.) with ammonium and nitrate. 1998.
- Marschner, H.,. Mineral nutrition in higher plants. Academic Press. London. p. 674, 1986.
- Sonneveld, C. and Van den Ende. Soil analysis by means of a 1:2 volume extract, *Plant and Soil*, 35: 505-516, 1971.
- Viets F. G. A perspective on two centuries of progress in Soil Fertility and Plant Nutrition. *Soil Sci. A. Jour.* 41: 242-249. 1977.

- Brandy, N. Nitrogen and sulfur economy of soils in: *The nature and properties of soils*. p. 315-350. Maxwell Macmillan International editions 1990.