

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**της σπουδάστριας
ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗΣ**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2002

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**της σπουδάστριας
ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗΣ**

**Επιβλέποντες καθηγητές: Λιναρδόπουλος Χρήστος
Κότσιρας Αναστάσιος**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2002

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	σελ.3
---------------	-------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1.Μαρούλι.....	σελ.4
1.2.Περιγραφή του φυτού.....	σελ.6
1.3.Θρεπτική αξία.....	σελ.7
1.4.Οικονομική Σημασία – Ποιοτικός Έλεγχος.....	σελ.8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΣΠΟΡΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

2.1.Γενικά.....	σελ.10
2.2.Λήθαργος Σπόρων Μαρουλιού.....	σελ.12
2.3.Μέξοδοι Σποράς.....	σελ.12
2.4.Συνθήκες στο Σπορείο.....	σελ.13
2.5.Μεταφύτευση.....	σελ.14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

3.1.Γενικά.....	σελ.16
3.2.Πλεονεκτήματα Υδροπονίας.....	σελ.17
3.3.Μειονεκτήματα Υδροπονίας.....	σελ.18
3.4.Συστήματα και Μέθοδοι Υδροπονικών Καλλιεργειών.....	σελ.19
3.5.Άρδευση Υδροπονικών Καλλιεργειών.....	σελ.26
3.6.Άρδευση Υδροπονικών Καλλιεργειών σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα.....	σελ.27
3.7.Άρδευση Υδροπονικών καλλιεργειών που αναπτύσσονται σε στερεό υπόστρωμα.....	σελ.27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ

4.1.Εισαγωγή.....	σελ.29
4.2.Σύνθεση Θρεπτικού διαλύματος.....	σελ.29
4.3.Χρησιμοποιούμενα Λιπάσματα.....	σελ.30
4.4.Κατάρτιση σύνθεσης θρεπτικών διαλυμάτων.....	σελ.31

4.5.Χαρακτηριστικά Θρεπτικών διαλυμάτων	σελ.32
---	--------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

5.1.Σύστημα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος	σελ.35
5.2.Σύστημα Αυτόματου Ελέγχου	σελ.37
5.3.Σύστημα Παροχής Θρεπτικού διαλύματος.....	σελ.38
5.4.Υποδοχείς Φυτών και Υποστρωμάτων	σελ.39
5.5.Υπόστρωμα Υδροπονίας	σελ.39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

6.1.Θερμοκρασία	σελ.41
6.2.Φωτισμός	σελ.42
6.3.Συγκομιδή	σελ.43
6.4.Ασθένειες και Ζωικά Παράσιτα.....	σελ.44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1.Γενικά	σελ.45
Εισαγωγή	σελ.45
Υλικά και Μέθοδοι	σελ.47
Συνθήκες στο Σπορείο.....	σελ.49
Το υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας	σελ.50
Εγκατάσταση καλλιέργειας σε πετροβάμβακα	σελ.50
Λειτουργία υδροπονικών συστημάτων σε πετροβάμβακα	σελ.51
Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος.....	σελ.53
Συνθήκες στο θερμοκήπιο	σελ.57
Η ανάπτυξη των φυτών και η συγκομιδή.....	σελ.58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

8.1.Στατιστική επεξεργασία	σελ.64
8.2.Σχολιασμός – Προτάσεις.....	σελ.70
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ.72
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	σελ.73

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πρόοδος που έγινε στη Γεωπονική Επιστήμη με τη μηχανοποίηση των καλλιεργειών και την εφαρμογή των νέων τεχνολογικών μεθόδων είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους, την αύξηση της παραγωγής και ταυτόχρονα την καλύτερευση της ποιότητας.

Τα λαχανικά ήταν πάντοτε μια σημαντική κατηγορία τροφών που παίζουν σπουδαίο ρόλο στην υγιεινή διατροφή του ανθρώπου. Έχουν μαζί με το ελαιόλαδο αποτελέσει βασικό συστατικό στην παραδοσιακή Μεσογειακή διαίτα, η αξία της οποίας εκτιμάται σήμερα σ' όλο τον κόσμο. Οι σαλάτες βρίσκονται καθημερινά στο τραπέζι με πιο δημοφιλή πλέον αυτές που περιέχουν μαρούλι.

Πέρα όμως από την υψηλή εκτίμηση που οι Έλληνες έχουν στα λαχανικά και ειδικότερα στο μαρούλι, η καλλιέργεια μαρουλιού έχει και ιδιαίτερη οικονομική σημασία για τη χώρα μας, με σημαντικά οφέλη στην εθνική μας οικονομία. Εξάλλου οι εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα, επιτρέπουν την καλλιέργεια μαρουλιού, την παραγωγή άριστης ποιότητας προϊόντων και την «εκτός εποχής» παραγωγή.

Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μια πολύ σημαντική προώθηση της καλλιέργειας των λαχανικών εκτός εδάφους (υδροπονία). Ένας από τους αρχικούς στόχους ήταν η προσπάθεια εξασφάλισης υψηλότερων αποδόσεων, η δυνατότητα καλύτερου ελέγχου των συνθηκών του ριζικού συστήματος και διατροφής και πρόσφατα η αποφυγή μόλυνσης του περιβάλλοντος από τα χημικά λιπάσματα και φυτοφάρμακα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1.Μαρούλι (*Lactuca Sativa L*)- Οικογένεια *Compositae*

Το καλλιεργούμενο ήμερο μαρούλι αναφέρεται ότι προήλθε από το άγριο είδος *L.Scariola* ή *Serriola* το οποίο αυτοφύεται στην Ελλάδα, όπως και μερικά άλλα είδη τα *L.Saligna*, *L.Virosa*, *L.Graeca*, *L.Crefica* κ.α. Συγγενικά είδη με το μαρούλι είναι το κιχώριο, το αντίδι, κ.α.

Το *L. Sativa* αναφέρεται καταγόμενο από τις ΝΔ χώρες της Ασίας (Μικρά Ασία, Περσία), ενώ ήταν γνωστό στους αρχαίους Έλληνες, Ρωμαίους και Αιγυπτίους. Το μαρούλι όπως αναφέρουν οι ιστορικοί υπήρξε στα τραπέζια των Βασιλέων πριν από το 550 π.Χ. Αναφέρεται επίσης από τον Ηρόδοτο, το Θεόφραστο και το Διοσκορίδη με το όνομα Θριδακίνη και Θρίδαξ. Ο τελευταίος το αναφέρει ως λαχανικό επίσπορο, ότι δηλαδή μπορεί να σπαρθεί πολλές φορές μέσα σε ένα έτος και μάλιστα περιγράφει τέσσερα διαφορετικά είδη. Στην Κίνα μεταφέρθηκε το 900 μ.Χ.

Το μαρούλι καλλιεργείται κυρίως για το φύλλωμά του, που τρώγεται νωπό (είναι το σημαντικότερο λαχανικό για τις σαλάτες) ή μαγειρεμένο.

Ο χυμός του ήμερου μαρουλιού *Lactuca Sativa* καθώς και των *Lactuca Virosa* και *Lactuca Capita* είναι φαρμακευτικός, λαμβάνεται δε από τομές που γίνονται στον ανθοφόρο βλαστό του φυτού. Φαρμακευτικό είναι επίσης και το «θρυδάκιον ύδωρ» το οποίο λαμβάνεται μετά από απόσταξη των φύλλων του μαρουλιού. Τέλος με σύνθλιψη του ανθοφόρου βλαστού λαμβάνεται η θριδακία η οποία χρησιμοποιείται στην παρασκευή του φημισμένου σαπουνιού *tridace* (Γενάδιος 1959).

Το μαρούλι είναι ένα από τα ευαίσθητα λαχανικά στις επιδράσεις του περιβάλλοντος. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλών τύπων, όχι και τόσο καλής ποιότητας. Έτσι και οι καλλιεργητές, ακόμα και σήμερα, προτιμούν να παράγουν τους δικούς τους σπόρους παρά να αγοράζουν στην αγορά σπόρους που δεν είναι κατάλληλοι για το περιβάλλον που θα καλλιεργηθούν. Έτσι σήμερα το μαρούλι σε αντίθεση με πολλά άλλα λαχανικά που καλλιεργούνται σε εξειδικευμένες περιοχές, έχει διαδοθεί και καλλιεργείται σε όλα τα μήκη και πλάτη.

Στην Ελλάδα το μαρούλι καλλιεργείται κυρίως σαν υπαίθρια καλλιέργεια σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, αλλά κυρίως από νωρίς το φθινόπωρο μέχρι αργά την άνοιξη. Το καλοκαίρι η παραγωγή είναι περιορισμένη λόγω των προβλημάτων που δημιουργούνται (σχηματισμός ανθικών στελεχών) από τις υψηλές θερμοκρασίες και το μεγάλο μήκος ημέρας, μιας και το μαρούλι είναι φυτό μακράς ημέρας, δηλαδή αυξάνοντας τη διάρκεια του φωτισμού ανθίζει γρήγορα σχηματίζοντας λίγα φύλλα. Το πρόβλημα αυτό, γίνονται προσπάθειες να ξεπεραστεί, με επιλογή ποικιλιών ανθεκτικών στον πρόωμο σχηματισμό ανθικών στελεχών.

Η ζήτηση μαρουλιού είναι πολύ μεγάλη και το καλοκαίρι. Εκτός από τις υπαίθριες καλλιέργειες, τα τελευταία χρόνια καλλιεργούνται μαρούλια και στα θερμοκήπια κατά τη διάρκεια του χειμώνα, γιατί η ανάπτυξη γίνεται πιο γρήγορα και παράγεται προϊόν πολύ καλής ποιότητας. Το μαρούλι καλλιεργείται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας, οι μεγαλύτερες όμως εκτάσεις συγκεντρώνονται γύρω από τα μεγάλα αστικά κέντρα όπου βρίσκονται και οι περισσότεροι καταναλωτές.

Αποκλειστικά το παραγόμενο μαρούλι καταναλώνεται στη χώρα μας, εξαγωγές δε γίνονται. Λόγω όμως των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει η χώρα μας ως προς το κλίμα θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν ποικιλίες που προτιμώνται στο εξωτερικό και να εξαχθούν στις χώρες της Β. Ευρώπης κατά το χειμώνα.



Εικ. 1. Καλλιέργεια μαρουλιού

1.2.Περιγραφή του Φυτού

Το καλλιεργούμενο μαρούλι ή μαρούλι το εδάδιμο ή ήμερο μαρούλι είναι διπλοειδές και έχει 2 $n=18$ χρωμοσώματα. Υπάρχουν ωστόσο και τετραπλοειδείς μορφές με 4 $n=36$ χρωμοσώματα. Είναι φυτό «μακράς ημέρας», που σημαίνει ότι δεν παράγει ανθικό στέλεχος και άνθη εφόσον η διάρκεια της ημέρας δεν ξεπεράσει κατά πολύ τις 12 ώρες φωτός.

Το μαρούλι είναι φυτό ετήσιο, ποώδες, με ρίζα πασσαλώδη, η οποία κατά τη μεταφύτευση συνήθως καταστρέφεται για να αναπτυχθεί αργότερα ένα επιπόλαιο θυσσανώδες ριζικό σύστημα. Τα φύλλα σχηματίζονται από ένα βραχύ στέλεχος, είναι πλατιά, ποικίλου μεγέθους και σχήματος, με επιφάνεια λεία ή κυματοειδή χρώματος πράσινου ή πρασινοκίτρινου και σε μερικές ποικιλίες με απόχρωση κόκκινη. Είναι πολύ κοντά το ένα με το άλλο με τέτοιο τρόπο που σχηματίζουν κατά την ανάπτυξη του φυτού σφαιροειδή ή προμήκη κεφαλή.

Κατά την εποχή της αναπαραγωγής το στέλεχος του φυτού επιμηκύνεται φτάνοντας συνήθως το ύψος των 0,8-1,2m και σχηματίζει διακλαδώσεις, οι οποίες καταλήγουν σε ταξιανθίες με 15-25 η καθεμία ερμαφρόδιτα άνθη. Αυτά είναι μικρά, κίτρινα με στεφάνη από 5 ενωμένα πέταλα και 5 στήμονες που σχηματίζουν σωλήνα γύρω από το στύλο. Σε αυτή την περίπτωση η αυτογονιμοποίηση είναι ο κανόνας, σπάνια δε συμβαίνει να σταυρογονιμοποιηθούν μερικά άνθη.

Ο σπόρος, που πρόκειται για καρπό (αχαίνιο), είναι μικρός επιμήκης, ποικίλου χρώματος ανάλογα με την ποικιλία και είναι εφοδιασμένος με πάππο (φούντα) από λεπτές και λευκές τρίχες.

Ανάλογα με τη μορφή και τη διάταξη των φύλλων το *L.Sativa* διακρίνεται σε:

1. *L.Sativa var capitata DC* η οποία σχηματίζει σφαιροειδή κεφαλή (λείοι και κατσαρά κεφαλωτά μαρούλια)
2. *L.Sativa var romana DC* με κεφαλή επιμήκη (η καλλιεργούμενη στη χώρα μας Ρωμάννα) σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και τα μαρούλια που καλλιεργούνται στο πειραματικό μέρος.
3. Σε μερικές άλλες μορφές που δε σχηματίζουν κεφαλή, οι οποίες αυτοφύονται ή και καλλιεργούνται για τα φύλλα τους (αντιδομάρουλα) ή τους βλαστούς τους.



*Εικ.2. Αριστερά ποικιλία L.Sativa var romana DC
Δεξιά ποικιλία L.Sativa var capitata DC*

1.3.Θρεπτική αξία

Το μαρούλι τύπου Ρωμάνα είναι πιο θρεπτικό από τους κεφαλωτούς τύπους, διότι έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνες Α και C. Επίσης είναι μια καλή πηγή Ca και P.

Η κεφαλή του τύπου Ρωμάνα περιέχει 96% νερό, 1,2% πρωτεΐνες, 1,2% υδατάνθρακες και 0,2% λίπη. Είναι επίσης πλούσιο σε βιταμίνες B₁, B₂ κ.α. Η περιεκτικότητα των διαφόρων τύπων μαρουλιού σε διάφορα στοιχεία παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Σε αυτόν φαίνεται η κατά προσέγγιση περιεκτικότητα στοιχείων σε 100gr φαγώσιμου προϊόντος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Στοιχεία	Κεφαλωτό	Ρωμάνα	Κατσαρό κεφαλωτό
Ενέργεια (θερμίδες)	11	16	11
Νερό (gr)	96	94	95
Πρωτεΐνες(gr)	1,2	1,6	0,8
Λίπη(gr)	0,2	0,2	0,1
Υδατάνθρακες (gr)	1,2	2,1	2,3
Βιταμίνη Α (mg)	1200	2600	300
Βιταμίνη Β ₁ (mg)	0,07	0,10	0,07
Βιταμίνη Β ₂ (mg)	0,07	0,10	0,03
Βιταμίνη C (mg)	9	24	5
Νιασύνη (mg)	0,4	0,5	0,3
Άλατα Ca (mg)	40	36	3
Άλατα Fe (mg)	1,1	1,1	1,5
Άλατα Mg (mg)	1,6	6	7
Άλατα P (mg)	31	45	25

Πηγή: Howard et al (1962)

1.4.Οικονομική Σημασία – Ποιοτικός Έλεγχος

Το μαρούλι όπως έχει αναφερθεί είναι το σημαντικότερο φυλλώδες λαχανικό που χρησιμοποιείται νωπό σε σαλάτες στην Ελλάδα, κυρίως το φθινόπωρο έως την άνοιξη. Σημαντικό είναι επίσης σε πολλές χώρες του κόσμου όπως στις ΗΠΑ, στις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης κ.α.

Για την εμπορία του μαρουλιού έχουν θεσπιστεί προεδρικά διατάγματα περί επιβολής ποιοτικού ελέγχου κατά την εξαγωγή του. Με τα διατάγματα αυτά καθορίζονται διατάξεις σχετικά με την εξαγωγήμη ποικιλία, τις προϋποθέσεις εξαγωγής, κατατάξεις σε ποιοτικές κατηγορίες.

Καθορίζονται επιπλέον τα ελάχιστα χαρακτηριστικά ποιότητας, τα χαρακτηριστικά ποιοτικών κατηγοριών, οι ποιοτικές επιτρεπτές ανοχές, οι

μέθοδοι συσκευασίας, η εμφάνιση του προϊόντος που συσκευάζεται και τέλος γίνεται η κατάταξη κατά μέγεθος.

Παρόμοια διατάγματα θα έπρεπε να ισχύουν και για την εσωτερική αγορά για την οποία προορίζεται η μεγαλύτερη ποσότητα από τα καλλιεργούμενα μαρούλια. Δυστυχώς όμως κάτι τέτοιο δεν έχει γίνει εφικτό μέχρι σήμερα (βλέπε παράρτημα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΣΠΟΡΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

2.1.Γενικά

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

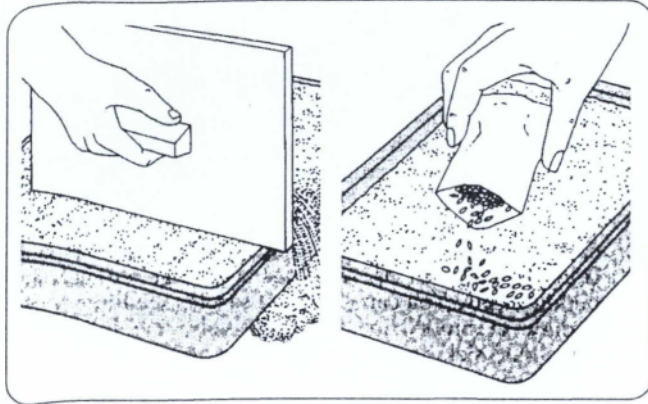
Η σπορά γίνεται συνήθως σε ψυχρά σπορεία ή και σε θερμαινόμενα κατά τη χειμερινή περίοδο στις ψυχρές περιοχές. Δεν συνηθίζεται να σπέρνουν απευθείας στον αγρό, όπως σε άλλες χώρες που χρησιμοποιούν πολύ μεγάλες εκτάσεις για την καλλιέργεια αυτή.

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

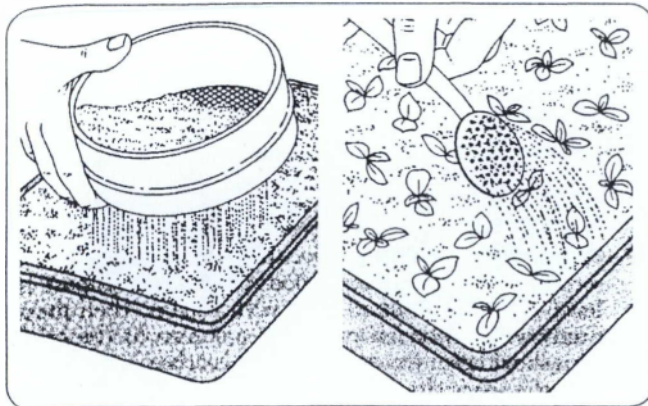
Οι μοντέρνες μέθοδοι παραγωγής φυταρίων σκοπεύουν στην αρχή της επιτάχυνσης της ανάπτυξης των φυτών, ώστε να συντομευτεί στο ελάχιστο ο χρόνος μέχρι τη συγκομιδή. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στην προετοιμασία των φυτών και το πρόσθετο κόστος που απαιτείται δικαιολογείται από τα καλύτερα αποτελέσματα που εξασφαλίζονται. Αυτό έχει ως όφελος τη μείωση της χρονικής διάρκειας που παραμένει η καλλιέργεια στο θερμοκήπιο. Ανεξάρτητα από τη μέθοδο παραγωγής των φυταρίων, κατά τη μεταφύτευση πρέπει να γίνεται διαλογή, ώστε να εξασφαλίζεται ομοιομορφία μεγέθους και να διαλέγονται φυτά δυνατά και υγιή.

Ως σπορείο χρησιμοποιείται έδαφος καλής φυσικής σύστασης, προφυλαγμένο από τους ψυχρούς ανέμους, εμπλουτισμένο με κοπριά και χημικά λιπάσματα καλά απολυμασμένα, όπως απολυμαίνονται τα σπορεία των σολανωδών. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και διάφορα έτοιμα υποστρώματα του εμπορίου, η σύνθεση των οποίων μπορεί να ποικίλει όσον αφορά τα κύρια χαρακτηριστικά (φυτόχωμα, τύρφη, περλίτης, άμμος έδαφος

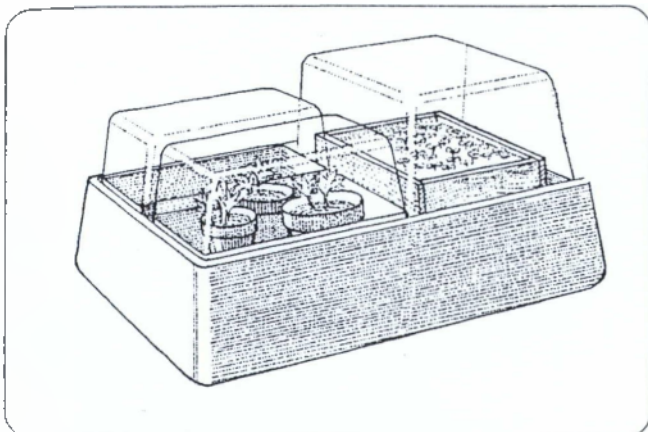
κ.α.). Απολυμασμένα ακόμα πρέπει να είναι τα εργαλεία και ο εξοπλισμός του σπορείου που χρησιμοποιείται.



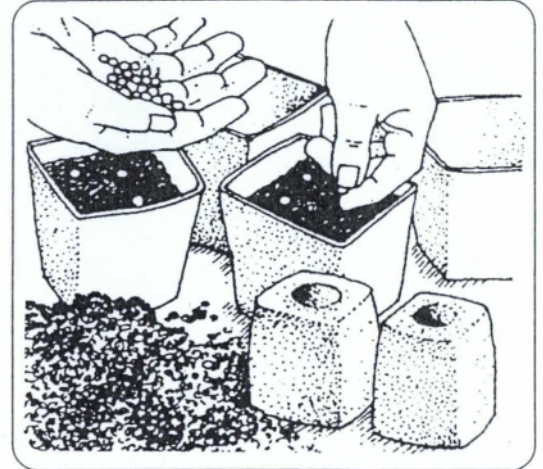
1. σπορά σε σπορείο: αριστερά, προετοιμασία του φυτοχώματος· δεξιά, σπορά.



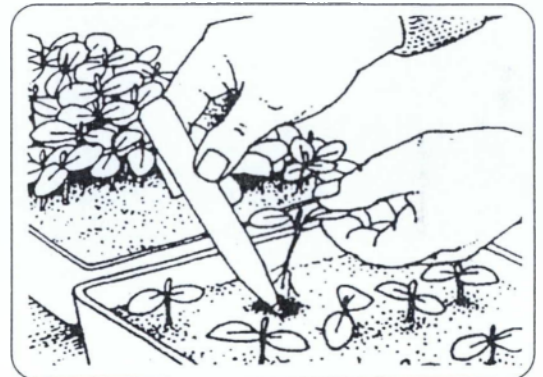
2. σπορά σε σπορείο: αριστερά, κάλυψη των σπόρων με λεπτό στρώμα φυτοχώματος· δεξιά, προσεκτικό πότισμα με το στόμιο του ποτιστηριού ανάποδα.



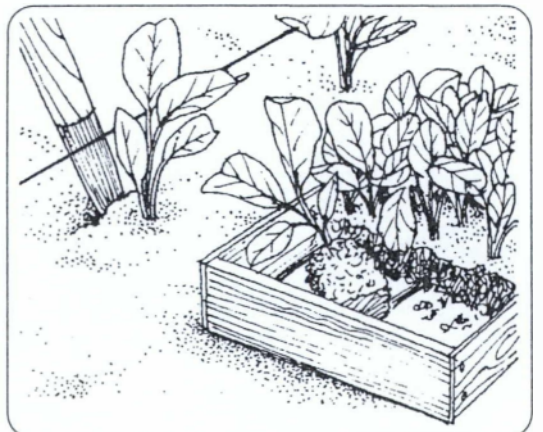
3. καλυμμένο σπορείο, που χρησιμοποιείται σε ψυχρές περιοχές ή σε πρώιμες καλλιέργειες.



4. σπορά σε γλαστράκια, γεμισμένα με φυτόχωμα· μπροστά, διογκωμένα πηλακίδια τύρφης για σπορά των μεγαλύτερων σπόρων.



5. προσεκτική εξαγωγή των φυταρίων με το φυτευτήρι.



6. εξαγωγή των μεγαλύτερων φυταρίων με μπάλα χώματος.

2.2.Λήθαργος Σπόρων Μαρουλιού

Ο χρησιμοποιούμενος σπόρος είναι φρόνιμο να μην έχει συγκομιστεί πρόσφατα, διότι συνήθως λόγω ληθάργου δεν έχει καλή βλαστική ικανότητα. Το ποσοστό των σπόρων που ληθαργούν μειώνεται αρκετά μετά 2-3 μήνες από τη συγκομιδή τους. Αυτό το είδος ληθάργου αναφέρεται ως λήθαργος φρέσκου σπόρου. Ωστόσο υπάρχει και ο λήθαργος λόγω υψηλής θερμοκρασίας όταν οι σπόροι εκτελούν για βλάστηση σε θερμοκρασίες πάνω από 20°C ενώ το φαινόμενο γίνεται πολύ πιο έντονο όταν η θερμοκρασία βλάστησης βρίσκεται γύρω ή ξεπεράσει τους 27°C. Τα μέτρα που πρέπει να πάρουμε για να αποφύγουμε αυτό το φαινόμενο θα πρέπει να αποσκοπούν στη μείωση της θερμοκρασίας στο άμεσο περιβάλλον των σπόρων.

2.3.Μέθοδοι Σποράς

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι παραγωγής φυταρίων μαρουλιού, οι οποίες παρουσιάζουν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους που έχουν σχέση με το κόστος και την εποχή εφαρμογής τους, μιας και ο πολλαπλασιασμός γίνεται σε περιόδους, από τον Αύγουστο-Σεπτέμβρη μέχρι το Φεβρουάριο, που διαφέρουν σημαντικά όσον αφορά τις κλιματολογικές συνθήκες. Οι κυριότερες μέθοδοι που εφαρμόζονται είναι οι παρακάτω:

Αυτόματη σπορά καλυμμένων σπόρων σε κύβους εδάφους

Για την καλύτερη αποτελεσματικότητα της μεθόδου αυτής απαιτείται σπαρτική μηχανή. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για μεγάλες επιχειρήσεις, όπου απαιτείται μεγάλος αριθμός φυταρίων μιας και προϋποθέτει επενδύσεις σε μηχανήματα και φυτώρια. Για μικρούς καλλιεργητές είναι δύσκολο και ασύμφορο να εφαρμοστεί η πιο πάνω μέθοδος. Επίσης το κόστος των καλυμμένων σπόρων είναι αρκετά υψηλότερο από αυτό του κανονικού σπόρου.

Με το χέρι σπορά κανονικού σπόρου σε κύβους εδάφους

Ο σπόρος που χρησιμοποιούμε είναι κανονικός και έχει το πλεονέκτημα του χαμηλότερου κόστους σε σύγκριση με τον καλυμμένο. Η μέθοδος ωστόσο μειονεκτεί στο ότι απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος μέχρι να φυτρώσει ο σπόρος, ενώ παράλληλα παρουσιάζει μικρότερη βλαστικότητα. Επίσης η μέθοδος αυτή επειδή γίνεται με το χέρι είναι χρονοβόρα και έχει μεγάλο κόστος σε εργατικά.

Σπορά σε κιβώτια και μεταφύτευση σε κύβους εδάφους

Η μέθοδος αυτή ξεκινά με πυκνή σχετικά σπορά σε κιβώτια σποράς και μεταφύτευση στη συνέχεια των πολύ νεαρών φυταρίων (στάδιο δύο κοτυληδονόφυλλων) στους κύβους εδάφους. Η μέθοδος παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι κατά τη μεταφύτευση, επιλέγονται μόνο τα υγιή και δυνατά φυτάρια. Έχει όμως το μειονέκτημα του υψηλού κόστους των εργατικών που απαιτούνται κατά τη μεταφύτευση και απαιτεί την ύπαρξη εξειδικευμένου προσωπικού.

Η σπορά στα κιβώτια που βρίσκονται στο σπορείο γίνεται αραιά είτε στα πεταχτά, είτε σε γραμμές γεγονός που διευκολύνει τη μεταφύτευση. Το βάθος σποράς πρέπει να είναι γύρω στα 0,75-1εκ.

2.4.Συνθήκες στο Σπορείο

Φωτισμός

Η πιο οικονομική πηγή φωτός για τον φωτισμό των σπορείων είναι ο ήλιος. Στη χώρα μας δεν απαιτείται συχνά χρήση τεχνικού συμπληρωματικού φωτισμού, όπως συμβαίνει στις Βόρειες χώρες. Όταν όμως ο φυσικός φωτισμός δεν είναι επαρκής το πρόβλημα, αντιμετωπίζεται με κατάλληλους λαμπτήρες στο σπορείο που είναι λαμπτήρες φωτισμού, λαμπτήρες υδραργύρου, λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου και λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης.

Ανάλογα με την εποχή του έτους η εφαρμογή τεχνητού φωτισμού στα σπορεία μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι και 10 μέρες λιγότερης παραμονής. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στην καλύτερη αξιοποίηση του χώρου του σπορείου και αποτελεί τελικά το κυριότερο κριτήριο εφαρμογής του τεχνητού φωτισμού.

Θερμοκρασία

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

Υγρασία

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

2.5.Μεταφύτευση

Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν μετά από 5-10 ημέρες από τη σπορά ακολουθεί το φύτευμα. Τα ποτίσματα συνεχίζονται και γίνονται Βοτανίσματα και αραιώση φυταρίων όπου εμφανίζονται πυκνά. Από τα κιβώτια σποράς τα νεαρά φυτάρια μεταφυτεύονται στο στάδιο των δύο κοτυληδονόφυλλων σε γλαστράκια τύρφης ή σε κύβους εδάφους. Κατά τη μεταφύτευση φροντίζεται τα φυτάρια να έχουν το μεγαλύτερο μέρος του ριζικού συστήματος και μεταφυτεύονται για δεύτερη φορά όταν αποκτήσουν 35 φύλλα στην οριστική τους θέση στο θερμοκήπιο. Εάν η ανάπτυξη των φυτών γίνεται σε μικρότερους κύβους ή σε μικρού όγκου υποστρώματα η μεταφύτευση γίνεται πιο νωρίς, όταν δηλαδή τα φυτά έχουν 2-3 φύλλα. Η τελική μεταφύτευση των φυταρίων από το σπορείο στο θερμοκήπιο γίνεται 1-1,5 μήνα μετά τη σπορά. Σε περίπτωση που κάποια από τα φυτά αποτύχουν, ιδίως κατά την πρώτη μεταφύτευση, αντικαθίστανται με καινούρια και απαιτείται καλό πότισμα. Κατά τη διάρκεια που βρίσκονται στο σπορείο

γίνεται πότισμα με διάφορα μυκητοκτόνα προληπτικά, για αποφυγή τυχών προσβολών που θα οδηγούσαν σε αποτυχία.



Εικ.3. Μέγεθος φυταρίου κατά την τελική μεταφύτευση από το σπορείο στο θερμοκήπιο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

3.1 Γενικά

Όπως ήδη έχει αναφερθεί εκτός από τις υπαίθριες καλλιέργειες τα τελευταία χρόνια καλλιεργείται μαρούλι και σε θερμοκήπια κατά τη διάρκεια του χειμώνα με μεγάλη επιτυχία, διότι η ανάπτυξη τους είναι γρηγορότερη και η ποιότητά τους πολύ καλή. Για θερμοκηπιακές καλλιέργειες μαρουλιού, εκτός από την καλλιέργεια στο έδαφος παρέχεται η δυνατότητα της ανάπτυξης των φυτών σε υδροπονικές καλλιέργειες.

Με την ευρεία έννοια του όρου υδροπονία ή ανεδάφιο καλλιέργεια εννοούμε τη χρήση οποιασδήποτε μεθόδου καλλιέργειας φυτών που δεν έχει σχέση με το φυσικό έδαφος ή με ειδικά μίγματα εδάφους. Αναφέρεται και ως χημική καλλιέργεια, τεχνητή καλλιέργεια, ανεδάφιος γεωργία και υδροκαλλιέργεια.

Ο πιο γνωστός όμως και διεθνώς διαδεδομένος όρος είναι η ελληνική λέξη υδροπονία.

Με τη μέθοδο της υδροπονίας τα φυτά καλλιεργούνται είτε πάνω σε αδρανή υποστρώματα στα οποία προστίθεται θρεπτικό διάλυμα ή σε σκέτο θρεπτικό διάλυμα.

Γενικά για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών είναι απαραίτητη στη ρίζα τους να υπάρχει άφθονο οξυγόνο και νερό, με διαλυμένο μέσα του τα απαραίτητα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, στις σωστές αναλογίες που εμείς καθορίζουμε. Στην καλλιέργεια εδάφους είναι δύσκολο να πετύχουμε ένα τέτοιο συνδυασμό, όπου συνήθως όσο περισσότερο νερό υπάρχει τόσο λιγότερο οξυγόνο μένει και αντίθετα.

Στο έδαφος σημαντικό είναι επίσης και το πρόβλημα της διαθεσιμότητας των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων, για τη ρίζα του φυτού. Μπορεί να προστίθενται ανόργανα θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος, αλλά αυτά δεν είναι πάντα διαθέσιμα στη ρίζα, διότι δεσμεύονται στα συστατικά του εδάφους ή μετακινούνται δύσκολα προς την περιοχή της ρίζας.

Με τις υδροπονικές καλλιέργειες τα προβλήματα αυτά λύνονται με τη ρύθμιση της παροχής του θρεπτικού διαλύματος και τη χρησιμοποίηση υλικών με πολύ υψηλό πορώδες και χημικά αδρανή.

Στις μέρες μας η υδροπονική καλλιέργεια είναι μια διαρκώς επεκτεινόμενη δραστηριότητα η οποία αυξάνει τις αποδόσεις των φυτών και βελτιώνει την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Επίσης παρέχει τη δυνατότητα να καλλιεργηθούν φυτά σε περιοχές με πολύ κακή ποιότητα εδαφών (πολύ αλατούχα, πολύ συνεκτικά) ή σε θέσεις χωρίς καθόλου φυσικό έδαφος.

Η υδροπονική καλλιέργεια, ιδιαίτερα όταν γίνεται στο θερμοκήπιο απαιτεί μεγάλο βαθμό τεχνικής επιδεξιότητας και καλή γνώση της θρέψης των φυτών. Οι περιποιήσεις των φυτών που καλλιεργούνται στο έδαφος ως προς τη δημιουργία του περιβάλλοντος της ρίζας, είναι όμως ίδιες ως προς τη δημιουργία του περιβάλλοντος της κόμης, καθώς και στις καλλιεργητικές εργασίες όπως καταπολέμηση παρασίτων. Τα προϊόντα της υδροπονικής καλλιέργειας δε διαφέρουν σε γεύση και άρωμα από αυτά που καλλιεργούνται με το συνηθισμένο τρόπο στο έδαφος. Μάλιστα παρέχουν θρεπτικά στοιχεία και βιταμίνες ακριβώς στην ίδια ποσότητα με τα υψηλής ποιότητας προϊόντα εδάφους.

Μελέτες πάνω στις υδροπονικές καλλιέργειες μαρουλιού τύπου *Trocadero* και *Romana* που έγιναν από το Ινστιτούτο Χημικής Γεωπονικής της Ρώμης, επέτρεψαν να καθοριστεί ότι είναι δυνατό κατά τη διάρκεια του χρόνου να πραγματοποιηθούν έξι καλλιέργειες. Η ποιότητα εξάλλου είναι καλύτερη αφού τα εξωτερικά φύλλα είναι τελείως υγιή και είναι βρώσιμα, διότι δεν έρχονται σε επαφή με το χώμα και δεν υφίστανται επιθέσεις από τα παράσιτα. Στις παραπάνω δομικές οι αποδόσεις του μαρουλιού τύπου *Romana* ήταν τέσσερις φορές ανώτερες από την παραγωγή σε κανονικά χώματα χωραφιού, ενώ η παραγωγή του *Trocadero* ήταν έξι φορές μεγαλύτερη.

3.2. Πλεονεκτήματα Υδροπονίας

Αρχικά αναφέρεται ότι με την υδροπονική καλλιέργεια αντιμετωπίζονται ριζικά τα προβλήματα των μεταδιδόμενων μέσω του εδάφους ασθενειών, σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες όπως φουζάρες πύθιο, φυτόφθορα κ.α. Πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχει μια μικρή πιθανότητα να εμφανιστεί πρόβλημα από τα παραπάνω παθογόνα αν είναι μολυσμένο το νερό άρδευσης ή αν δεν έχει απομονωθεί καλά η υδροπονική καλλιέργεια από το έδαφος του θερμοκηπίου.

Εφόσον κατά την υδροπονική καλλιέργεια δε χρησιμοποιείται το έδαφος δε χρειάζεται απολύμανσή του. Η απολύμανση του εδάφους είναι επικίνδυνη για τους εργατές που την κάνουν, κυρίως όταν χρησιμοποιούνται χημικά μέσα και έχει σχετικά υψηλό κόστος.

Επίσης λύνεται το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας των εδαφών, είτε λόγω υπερντατικής εκμετάλλευσης, είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων.

Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η υδροπονία στην περίπτωση που το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα.

Στις υδροπονικές καλλιέργειες το κόστος θέρμανσης είναι μειωμένο και η καλλιέργεια παύει να εξαρτάται από το έδαφος του θερμοκηπίου. Τα ριζοστρώματα μπορούν εύκολα να θερμανθούν με διάφορες μεθόδους.

Έχει επανειλημμένα αποδειχθεί ότι καλλιεργώντας υδροπονικά έχουμε σημαντική προώθηση της πρώτης συγκομιδής, λόγω υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα.

Επίσης η θρέψη είναι πιο ακριβής. Έτσι εξοικονομείται νερό και θρεπτικά στοιχεία, γιατί περιορίζονται οι απώλειες από επιφανειακές απορροές και βαθιά διήθηση του νερού στο έδαφος.

Μειώνεται ο αριθμός των εργασιών της παραγωγικής επιχείρησης γιατί δεν απαιτείται η δημιουργία ειδικών εδαφικών μιγμάτων για την ανάπτυξη των νεαρών φυταρίων. Επίσης ο καλλιεργητής απαλλάσσεται από τις εργασίες προετοιμασίας, κατεργασίας του εδάφους, ζιζανιοκτονίας, φυτέματος κ.α. Παράλληλα περιορίζεται η σκληρή χειρονακτική εργασία.

Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε σύγκριση με το έδαφος, η αριστοποίηση της θρέψης και η διατήρηση υψηλών θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά τη διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους, έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων.

3.3.Μειονεκτήματα Υδροπονίας

Τα μειονεκτήματα της υδροπονίας γενικά είναι λιγότερο σημαντικά από τα πλεονεκτήματα που αυτή παρουσιάζει. Σε ορισμένες όμως θερμοκηπιακές μονάδες τα μειονεκτήματα αυτά ενδέχεται να έχουν μεγαλύτερη σημασία, επομένως θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Το βασικότερο μειονέκτημα είναι ότι απαιτούνται αρκετά μεγάλες δαπάνες επένδυσης. Δαπάνες για αγορά

παγίων εγκαταστάσεων, συστημάτων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος, έξοδα για την προμήθεια του υποστρώματος.

Επίσης είναι σχετικά ευαίσθητο σύστημα καλλιέργειας, χωρίς μεγάλες ανοχές λαθών, σε περίπτωση λανθασμένου χειρισμού.

Η εφαρμογή της υδροπονίας σε μια θερμοκηπιακή μονάδα, προϋποθέτει μεγάλες ανοχές λαθών, σε περίπτωση λανθασμένου χειρισμού.

Η εφαρμογή της υδροπονίας σε μια θερμοκηπιακή μονάδα, προϋποθέτει ο επικεφαλής της επιχείρησης να διαθέτει εξειδικευμένες γνώσεις.

Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μιας μόλυνσης, μέσω του ανακυκλωμένου θρεπτικού διαλύματος, εφόσον προσβληθεί ένα φυτό. Σε περίπτωση ανοιχτών υδροπονικών συστημάτων η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με το έδαφος, αφού ένα μέρος από το θρεπτικό διάλυμα εκπλύνεται και χάνεται χωρίς να απορροφηθεί από τα φυτά.

3.4.Συστήματα και Μέθοδοι Υδροπονικών Καλλιιεργειών

Τα διάφορα υδροπονικά συστήματα διακρίνονται σε ανοιχτά και κλειστά ανάλογα με το αν το θρεπτικό διάλυμα που περισσεύει και εκπλύνεται από το χώρο του ριζοστρώματος συλλέγεται και επαναχρησιμοποιείται ή όχι.

Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει από το χώρο του ριζοστρώματος, συλλέγεται και ανακυκλώνεται. Έτσι στα συστήματα αυτά δεν υπάρχει επιβάρυνση του περιβάλλοντος με λιπάσματα αφού το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει επαναχρησιμοποιείται. Εκτός αυτού χάρη στην ανακύκλωση του απορρέοντος διαλύματος γίνεται σημαντική εξοικονόμηση τόσο στο νερό όσο και σε λιπάσματα.

Απέναντι σε αυτά τα πλεονεκτήματα των κλειστών υδροπονικών συστημάτων υπάρχουν και ορισμένα βασικά μειονεκτήματα, τα οποία κάνουν δύσκολη την εφαρμογή και παράλληλα αυξάνουν τους κινδύνους για την καλλιέργεια. Κατ' αρχήν υπάρχει κίνδυνος, μέσω της ανακύκλωσης του διαλύματος να μολυνθεί όλη η καλλιέργεια με διάφορες ασθένειες, εάν προσβληθεί έστω και ένα φυτό. Εκτός αυτού με τη συμπλήρωση μόνο του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει και ανακυκλώνεται με καινούργιο διάλυμα σε αντικατάσταση των ποσοτήτων που καταναλώνονται από τα φυτά, οδηγεί αναγκαστικά στη συσσώρευση ορισμένων ανόργανων ιόντων που δεν προσλαμβάνονται ευχερώς από τα φυτά.

Ένα τρίτο πρόβλημα που δημιουργείται όταν γίνεται ανακύκλωση του διαλύματος είναι η βαθμιαία αλλαγή της σύστασης του δεδομένου ότι τα φυτά διακρίνονται από εκλεκτικότητα κατά την απορρόφηση των ιόντων με συνέπεια η αναλογία απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων να μη συμπίπτει με την αναλογία που υφίσταται στο διάλυμα. Για όλους αυτούς τους λόγους τα κλειστά υδροπονικά συστήματα δε χρησιμοποιούνται συνήθως.

Όταν όμως εφαρμόζεται ανακύκλωση του διαλύματος οι λόγοι που υπαγορεύουν την επιλογή αυτή σχετίζονται με την προσπάθεια αποφυγής επιβάρυνσης του περιβάλλοντος και κυρίως του πόσιμου νερού, του εδάφους με τα λιπάσματα που περιέχονται στο απορρέον διάλυμα και ιδιαίτερα με τα νιτρικά ιόντα.

Το δεύτερο χαρακτηριστικό με βάση το οποίο ταξινομούνται οι υδροπονικές καλλιέργειες είναι η παρουσία ή όχι υποστρώματος. Έτσι οι υδροπονικές καλλιέργειες μπορούν να χωριστούν σε αυτές που καλλιεργούνται πάνω σε υπόστρωμα και σε εκείνες που καλλιεργούνται πάνω σε στάσιμο ή ρέον θρεπτικό διάλυμα. Επίσης διάκριση γίνεται ανάλογα με τον τύπο του υποστρώματος.

Οι δύο αυτοί όροι περιγράφουν δύο ξένα υποσύνολα μεταξύ τους από τα οποία απαρτίζεται το σύνολο των υδροπονικών καλλιεργειών. Τα περισσότερα υδροπονικά συστήματα καλλιεργειών μπορούν να λειτουργήσουν τόσο ως κλειστά όσο και ως ανοικτά, ανάλογα με τις εγκαταστάσεις που διατίθενται ώστε να είναι δυνατή ή όχι η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ (ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ)			
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ (ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ)	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΕ ΣΕΤΕΡΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ		
	ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΥΛΙΚΑ	ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	
	<u>ΦΥΣΙΚΑ ΥΛΙΚΑ</u>	<u>ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ</u>	
1. ΣΤΑΣΙΜΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ	1. ΑΜΜΟΣ	1. ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ	1. ΠΡΙΟΝΙΔΙ
2. ΕΠΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΜΕΝΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ (NFT)	2. ΧΑΛΙΚΙ	2. «OASIS» (ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΣΦΟΥΓΓΑΡΙ)	2. ΦΛΟΙΟΣ
3. ΑΕΡΟΠΟΝΙΑ	3. ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ	3. «HYDROGEL»	3. ΞΥΣΜΑΤΑ ΞΥ
	4. ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑΣ		4. ΤΥΡΦΗ
	5. ΠΕΡΙΛΙΤΗΣ		5. ΜΑΛΛΙ
	6. ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ		6. ΣΤΕΜΦΥΛΑ
	7. ΕΛΑΦΡΟΠΕΤΡΑ		7. ΙΝΕΣ ΚΟΚΚΟΚΑΡΥ.
	8. ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΑΡΓΙΛΟΣ		
	9. ΖΕΟΛΙΘΟΣ		
	10. ΥΦΑΙΣΤΕΙΟΓΕΝΗ ΥΛΙΚΑ		
	11. ΣΕΠΙΟΛΙΤΗΣ		

Πηγή: *Ammerlaan (1994)*

Καλλιέργεια σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα

Ως επί το πλείστον τα συστήματα αυτά είναι μιας και δεν υπάρχει κάποιο μέσο που να συγκρατεί το θρεπτικό διάλυμα, αλλά μια συνεχή κυκλοφορία θρεπτικού διαλύματος. Σε αυτή την καλλιέργεια συγκεντρώνονται όλα τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κλειστού υδροπονικού συστήματος.

α) Καλλιέργεια σε δοχεία γεμισμένα με θρεπτικό διάλυμα.

Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται παλαιότερα, αλλά δε βρήκαν εφαρμογή λόγω των αυξημένων προβλημάτων που παρουσιάζουν. Το

σημαντικότερο από αυτά είναι οι δυσκολίες αερισμού και οξυγόνωσης των ριζών που οδηγεί σε σήψεις και καταστροφές στο ριζικό σύστημα των φυτών.

β) Σύστημα N - F - T

Στο σύστημα αυτό τα φυτά βρίσκονται γυμνόριζα, οπότε το μεγαλύτερο μέρος τους καλύπτεται από μια λεπτή στρώση του ρέοντος θρεπτικού διαλύματος. Το NFT παρουσιάζει τα μειονεκτήματα των κλειστών υδροπονικών συστημάτων, αναγκαιότητα συχνών αναλύσεων, αναπροσαρμογή στη σύνθεση, συσσώρευση ιόντων Na και Cl που δρουν τοξικά σε περίπτωση που χαλάσει η αντλία που επανατροφοδοτεί το θρεπτικό διάλυμα, κίνδυνος διασποράς μολύσματος. Στα πλεονεκτήματα εκτός της προστασίας του περιβάλλοντος, υπάρχει και το μηδενικό κόστος για την απόκτηση του υποστρώματος.

γ) Αεροπονία

Στη μέθοδο αυτή το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται πάνω στο ριζικό σύστημα του φυτού, με ακροφύσια που βρίσκονται πάνω στο χώρο του ριζοστρώματος. Η αεροπονία είναι ένα κλειστό υδροπονικό σύστημα με τα ίδια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν στο NFT.

Καλλιέργεια σε κοκκώδη ανόργανα υποστρώματα

α) Καλλιέργεια σε άμμο

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι ο καλός αερισμός του ριζικού συστήματος, το φθινό κόστος κτήσης της και η θεωρητική απεριόριστη διάρκεια ζωής της. Καλό είναι πριν από καλλιέργεια σε άμμο να προηγείται απολύμανσή της. Λόγω όμως του χαμηλού πορώδους της άμμου, που έχει ως αποτέλεσμα να παρουσιάζει μικρή ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, συγκρινόμενη με άλλα υποστρώματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να απαιτείται συχνή εφαρμογή θρεπτικού διαλύματος το οποίο συνεπάγεται σημαντικές απώλειες σε θρεπτικό διάλυμα και νερό.

β) Καλλιέργεια σε χαλίκι

Η καλλιέργεια σε χαλίκι μειονεκτεί, διότι έχει μηδενική ικανότητα συγκράτησης θρεπτικού διαλύματος και νερού, που συνεπάγεται μεγάλες απώλειες λιπάσματος και νερού. Επίσης έχει υψηλό ειδικό βάρος που καθιστά προβληματική τη μεταφορά του και τους χειρισμούς κατά την εγκατάσταση

της καλλιέργειας δύσκολη, επίπονη και αρκετά δαπανηρή. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει είναι ίδια με της άμμου.

γ) Καλλιέργεια σε διογκωμένο περλίτη

Ο περλίτης είναι ηφαιστειακό υαλώδες αργιλλοπυριτικό πέτρωμα λευκού χρώματος. Τα πλεονεκτήματά του είναι ότι έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού ενώ παράλληλα εξασφαλίζει και ικανοποιητικό αερισμό. Είναι ένα χημικά αδρανές υπόστρωμα. Επίσης ένα σημαντικό πλεονέκτημα του είναι το φθινό κόστος κτήσης.

Μειονεκτεί διότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δεύτερη ή Τρίτη καλλιέργεια επειδή οι κόκκοι του θρυμματίζονται γρήγορα. Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι απαιτούνται μεγάλες ποσότητες περλίτη ανά φυτό.

δ) Καλλιέργεια σε διογκωμένη άργιλο

Η διογκωμένη άργιλος είναι ένα προϊόν θέρμανσης σχιστόλιθου στους 1200°C. Το αποτέλεσμα είναι το υλικό να συμπεριφέρεται ως αδρανές. Ενώ η διάρκεια ζωής της σαν υπόστρωμα είναι μεγάλη έχει επίσης μεγάλη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας στο υπόστρωμα.

Το μόνο μειονέκτημα που παρουσιάζει είναι το σχετικά υψηλό κόστος είναι η ανάγκη καθαρισμού και απολύμανσης πριν από κάθε επαναχρησιμοποίησή της ως υπόστρωμα υδροπονικής καλλιέργειας.

Καλλιέργεια σε πλάκες πετροβάμβακα

Είναι η πλέον διαδεδομένη μέθοδος καλλιέργειας. Η μεγάλη εξάπλωσή της κατ' αρχήν οφείλεται στην ύπαρξη πετροβάμβακα σε αφθονία στις χώρες που πρώτες αναγκάστηκαν να μεταπηδήσουν στην υδροπονία για εμπορική καλλιέργεια, κηπευτικών και ανθοκομικών σε μεγάλη κλίμακα. Εξίσου σπουδαίο ρόλο έπαιξαν βέβαια και οι άριστες ιδιότητες του πετροβάμβακα που τον καθιστούν ιδεώδες υπόστρωμα για την καλλιέργεια φυτών. Για το λόγο αυτό ο πετροβάμβακας θα αναφερθεί παρακάτω πιο διεξοδικά.

Περιγραφή υποστρώματος

Ο πετροβάμβακας παράγεται με θερμική επεξεργασία ενός μίγματος που αποτελείται κατά 60% από διαβάση, 20% ασβεστόλιθο και 20% άνθρακα. Το μίγμα θερμαίνεται στους 1600 °C. Το αποτέλεσμα μετά από κατάλληλη

επεξεργασία είναι η δημιουργία ενός ανόργανου ινώδους υλικού, το οποίο έχει περίπου 92-96% πορώδες ειδικό βάρος 60-100kg/m³ και μπορεί να λάβει οποιοδήποτε σχήμα. Τα διάφορα οξείδια που συμμετέχουν στη σύνθεση του πετροβάμβακα είναι πρακτικά αδιάλυτα σε ΡΗ ανάμεσα 5,5-6,5. Επίσης ο πετροβάμβακας στερείται ανταλλακτικής ικανότητας, για το λόγο αυτό θεωρείται χημικά αδρανές υλικό. Πρέπει όμως να τονιστεί ότι παρόλο που ο πετροβάμβακας σε όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας συμπεριφέρεται ως ένα χημικά αδρανές υλικό, κατά την αρχική του διαβροχή με θρεπτικό διάλυμα η τιμή του ΡΗ ανυψώνεται κατά 1-2 μονάδες.

Για το λόγο αυτό η τιμή του ΡΗ του θρεπτικού διαλύματος κατά την αρχική διαβροχή των πλακών του πετροβάμβακα θα πρέπει να είναι χαμηλότερη (ΡΗ περίπου 4,5-5) από την τιμή που θα έχει αργότερα (ΡΗ 5,5-5,7), όταν δηλαδή τοποθετηθούν τα φυτά πάνω του. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να συγκρατηθεί το ΡΗ στις πλάκες μεταξύ 6-6,5.

Η άριστη συμπεριφορά του πετροβάμβακα ως υπόστρωμα καλλιέργειας οφείλεται κατ' αρχήν στην υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού και την επίτευξη άριστης αναλογίας μεταξύ νερού και αέρα στο πορώδες του. Επίσης οφείλεται στο γεγονός ότι στο σύνολο του το νερό που συγκρατεί ο πετροβάμβακας είναι διαθέσιμο στα φυτά.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό που καθιστά τον πετροβάμβακα τόσο διαδεδομένο είναι η χημική του αδράνεια. Αυτή δίνει τη δυνατότητα στον καλλιεργητή να καθορίζει και να ελέγχει τη θρέψη των φυτών, που αναπτύσσονται πάνω του, μέσω της σύνθεσης του θρεπτικού διαλύματος.

Σημαντικό πλεονέκτημα είναι η απουσία παθογόνων ζωικών εχθρών και ζιζανίων, με συνέπεια να παρέχεται αποτελεσματική προστασία στην καλλιέργεια από ζιζάνια και ασθένειες εδάφους.

Επίσης υπάρχει δυνατότητα να καθορίζεται εύκολα όχι μόνο ο όγκος που θα χρησιμοποιηθεί, αλλά και το σχήμα του (πλάκες, κύβοι, κ.λπ.) χωρίς να εξαρτάται κανένα από τα δύο από τα υλικά της συσκευασίας του (σάκκα, κ.λπ.) ή υποδοχής του στο χώρο του θερμοκηπίου (γλάστρες, φυτοδοχεία διαφόρων τύπων, κ.λπ.).

Για γεωργική χρήση ο πετροβάμβακας διατίθεται σε μορφή πλακών, διαστάσεων ανάλογα με το είδος του φυτού, που πρόκειται να καλλιεργηθεί πάνω τους. Για τα λαχανικά χρησιμοποιούνται πλάκες διαστάσεως 7,5cm πάχος, 15cm πλάτος και 100cm μήκος.

Καλλιέργεια σε πλάκες υαλοβάμβακα

Ο υαλοβάμβακας παράγεται από φυσικές πρώτες ύλες (χαλαζιακή άμμος) μετά από θερμική επεξεργασία. Συγκεκριμένα θερμαίνεται ένα μίγμα κρυσταλλικής άμμου, ασβεστόλιθου, βόρακα και ορισμένων άλλων ανόργανων φυσικών υλών σε θερμοκρασία 1400 °C. Η χρήση υαλοβάμβακα στις υδροπονικές καλλιέργειες δεν έχει εξαπλωθεί ιδιαίτερα λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής του σε σχέση με τον πετροβάμβακα. Ο υαλοβάμβακας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραπάνω από 1-2 καλλιεργητικές περιόδους. Εξαιτίας αυτού του προβλήματος δημιουργείται και το πρόβλημα της συσσώρευσης των χρησιμοποιηθέντων υαλοβαμβάκων που είναι ακατάλληλοι για καλλιέργεια. Λόγω των μεγάλων πόρων που διαθέτει έχει και μειωμένη ικανότητα συγκράτησης νερού.

Καλλιέργεια σε οργανικά ή μίγματα οργανικών και ανόργανων υλικών υποστρωμάτων

Το πιο συνηθισμένο οργανικό υπόστρωμα που χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια φυτών εκτός εδάφους είναι η τύρφη, που είναι φυσικό υλικό. Γενικά υπάρχουν δύο είδη τύρφης, η ξανθιά και η μαύρη.

Η ξανθιά έχει εκτεταμένο πορώδες (90-95% του όγκου της) ικανοποιητική αναλογία μικρών και μεγάλων πόρων και διακρίνεται από μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού και αέρα. Έχει ικανοποιητική ικανότητα συγκράτησης νερού και αέρα. Έχει ικανοποιητική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και χαμηλό PH (3,5-4) γι' αυτό είναι απαραίτητο να αναμιγνύεται με μια μικρή ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου για τη ρύθμιση του PH.

Άλλα οργανικά υλικά που έχουν κατά καιρούς δοκιμασθεί και χρησιμοποιηθεί ως υποστρώματα υδροπονίας είναι το πριονίδι, το πυρηνόξυλο, φλοιοί δένδρων, αλεσμένες κληματίδες αμπελιών, άχυρο, χαρτοπολτός, στέμφυλα οινοποιίας.

Κανένα όμως από τα προαναφερθέντα υλικά δεν είναι χημικά αδρανή. Για το λόγο αυτό κατά την κατακράτηση της σύνθεσης των θρεπτικών διαλυμάτων που προορίζονται για καλλιέργειες σε οργανικά υποστρώματα. Θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η σύσταση των υλικών αυτών σε διαθέσιμα για τα φυτά θρεπτικά στοιχεία. Θα πρέπει επίσης να λαμβάνουν υπόψη και οι υπόλοιπες επιδράσεις αυτών στο διάλυμα, οι οποίες σχετίζονται με τη χημική τους δραστηριότητα, ανταλλακτική ικανότητα, επίδραση στο PH του

διαλύματος κ.α. Δεν έχουν επίσης καλή συγκράτηση νερού και αέρα με τη χημική τους δραστηριότητα, ανταλλακτική ικανότητα, επίδραση στο ΡΗ του διαλύματος κ.α. Δεν έχουν επίσης καλή συγκράτηση νερού και αέρα με αποτέλεσμα να μην έχουν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών. Τα υλικά μειονεκτούν και για το λόγο ότι πριν τη χρησιμοποίησή τους πρέπει να υποστούν βιολογική αποδόμηση διαφορετικά είναι τοξικά για τα φυτά. Τέλος η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος θα πρέπει να εξατομικεύεται στον συγκεκριμένο τύπο υποστρώματος που χρησιμοποιούμε κάθε φορά.

3.5.Άρδευση Υδροπονικών Καλλιεργειών

Η άρδευση των υδροπονικών καλλιεργειών γίνεται μέσω του θρεπτικού διαλύματος, δεδομένου ότι η παροχή του νερού συνδέεται άμεσα με τη χορήγηση λιπασμάτων. Για το λόγο αυτό ποτέ δεν αρδεύουμε με καθαρό νερό. Σκοπός, μέσα από τη χορήγηση του θρεπτικού διαλύματος, είναι να καλύψουμε τις ανάγκες των φυτών σε νερό.

Στις υδροπονικές καλλιέργειες ο όγκος του υποστρώματος και συνεπώς του θρεπτικού διαλύματος, που αντιστοιχεί σε κάθε φυτό είναι μειωμένος σε σύγκριση με το έδαφος. Έτσι στην υδροπονία για να έχουμε ικανοποιητική άρδευση θα πρέπει να χορηγούμε πολύ πιο συχνά θρεπτικό διάλυμα, ενώ παράλληλα η αρδευτική δόση κάθε φορά είναι αναλόγως μειωμένη. Εάν εφαρμοστεί μεγάλη ποσότητα θρεπτικού διαλύματος και ιδίως όταν το υδροπονικό σύστημα είναι ανοιχτό, οδηγεί σε κατασπάλιση νερού και λιπασμάτων με βλαπτικές επιδράσεις στο περιβάλλον.

Στην υδροπονία η συχνότητα άρδευσης εξαρτάται από την ηλιοφάνεια, τον ζεστό καιρό, την ηλικία του φυτού, από το στάδιο ανάπτυξης, ανάλογα με το είδος του υποστρώματος και τον όγκο του ριζοστρώματος κάθε φυτού.

Συχνότερη εφαρμογή άρδευσης δε συνεπάγεται και κατανάλωση σε θρεπτικό διάλυμα, γιατί η δόση άρδευσης είναι μικρότερη σε σχέση με τις καλλιέργειες εδάφους. Η ανάγκη τόσο συχνής χορήγησης νερού στα φυτά που αναπτύσσονται υδροπονικά απαιτεί ύπαρξη κατάλληλου εξοπλισμού, ώστε να είναι δυνατή η αυτοματοποίηση της άρδευσης διαφορετικά το κόστος σε εργατικά είναι μεγάλο. Στη συνέχεια θα επισημανθούν οι βασικές αρχές άρδευσης των υδροπονικών καλλιεργειών, ανάλογα με το σύστημα καλλιέργειας, καθαρό θρεπτικό διάλυμα ή στερεό υπόστρωμα.

3.6. Άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα

Γενικά αυτού του είδους τα υδροπονικά συστήματα είναι κατά κανόνα κλειστά και η παροχή του θρεπτικού διαλύματος είναι συνεχής μιας και δεν υπάρχει πρόβλημα απωλειών, διότι το θρεπτικό διάλυμα που περισσεύει συλλέγεται και αφού εμπλουτιστεί με τα θρεπτικά στοιχεία που του λείπουν επανατροφοδοτείται στα φυτά.

Στην περίπτωση που έχουμε στάσιμο διάλυμα, η χορήγηση του διαλύματος στα επιμέρους δοχεία ελέγχεται με πλωτήρα. Σε αυτά η ποσότητα και συχνότητα άρδευσης εξαρτάται πλήρως από την κατανάλωση των φυτών.

3.7. Άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών που αναπτύσσονται σε στερεό υπόστρωμα

Τα υδροπονικά συστήματα που αναπτύσσονται σε στερεά υποστρώματα έχουν το κοινό γνώρισμα ότι το υπόστρωμα είναι σε θέση να συγκρατεί μια ποσότητα νερού, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας είναι διαθέσιμο στα φυτά.

Σε κάθε άρδευση η παροχή του θρεπτικού διαλύματος θα πρέπει να φτάνει τουλάχιστον την υδατοϊκανότητα του υποστρώματος. Εάν η άρδευση είναι μικρότερη υπάρχει κίνδυνος μη επαρκούς τροφοδοσίας με θρεπτικό διάλυμα μέχρι την επόμενη άρδευση. Εάν πάλι υπάρχει περίσσεια διαλύματος, σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα στα οποία γίνεται χρήση υποστρώματος, η σπατάλη νερού και λιπάσματος είναι αυξημένη.

Εφόσον κάθε φορά το υπόστρωμα πρέπει να βρίσκεται στην υδατοϊκανότητα του, θα πρέπει κάθε φορά να προστίθεται η ποσότητα που καταναλώθηκε από τα φυτά. Η ποσότητα θρεπτικού διαλύματος που χορηγείται είναι 15-30% μεγαλύτερη από αυτή που καταναλώθηκε, με σκοπό την έκπλυση των βλαβερών αλάτων που συσσωρεύονται στο υπόστρωμα.

Ο χρόνος έναρξης της νέας άρδευσης θα πρέπει να ρυθμίζεται ώστε να τροφοδοτεί τα υποστρώματα, όταν αυτά έχουν χάσει το 20-30% περίπου του νερού που περιέχουν πριν τους χορηγηθεί ξανά διάλυμα.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η επιλογή του χρόνου έναρξης της άρδευσης και της διάρκειας της, πρέπει να γίνονται με τέτοιο τρόπο, ώστε η άρδευση να αρχίζει αμέσως μόλις το υπόστρωμα χάσει το 20-30% του νερού που περιέχει στην κατάσταση της υδατοϊκανότητας του και η άρδευση να διαρκεί τόσο ώστε η χορηγούμενη ποσότητα διαλύματος στην καλλιέργεια να

ξεπερνά κατά 15-30% την ποσότητα που απαιτείται για να φθάσει το υπόστρωμα ξανά στην κατάσταση της υδατοϊκανότητάς του.

Η διάρκεια των ποτισμάτων εξαρτάται από την ικανότητα συγκράτησης νερού του υποστρώματος, την χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας, τον διαθέσιμο όγκο υποστρώματος ανά φυτό, ενώ ο χρόνος έναρξης εξαρτάται από τη συνεχώς μεταβαλλόμενη ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και το εκάστοτε μέγεθος των φυτών. Από τα παραπάνω βγαίνει το συμπέρασμα ότι η διάρκεια των ποτισμάτων είναι σταθερή και αυτό που θα πρέπει συνεχώς να μεταβάλλεται είναι ο χρόνος έναρξης κάθε ποτίσματος, για να υπάρχει μια ικανοποιητική άρδευση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ

4.1.Εισαγωγή

Η λίπανση και η ανόργανη θρέψη των φυτών που καλλιεργούνται υδροπονικά, γίνεται αποκλειστικά και μόνο μέσω του θρεπτικού διαλύματος. Εκείνο που παίζει βασικό ρόλο στα θρεπτικά διαλύματα είναι η σύνθεσή τους, η διαδικασία παρασκευής τους, ο τρόπος χορήγησής τους στα φυτά και ορισμένα χαρακτηριστικά που έχουν ενδιαφέρον από καλλιεργητική άποψη.

Ένα άλλο σημαντικό θέμα είναι η εποπτεία και ο έλεγχος του θρεπτικού διαλύματος στο χώρο του ριζοστρώματος. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εύκολη η έγκαιρη διάγνωση κάθε προβλήματος που πιθανόν να υπάρξει και οι διορθωτικές παρεμβάσεις σε περίπτωση που οι ιδιότητες του διαλύματος εμφανίσουν αποκλίσεις από τις επιθυμητές τιμές (όπως το ΡΗ, τις απόλυτες συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων κ.α.).

4.2.Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος

Όπως γνωρίζουμε τα ανώτερα φυτά για να αναπτυχθούν και να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο, έχουν την ανάγκη 16 χημικών στοιχείων. Από αυτά τα στοιχεία αυτά 9 είναι απαραίτητα σε μεγάλες ποσότητες και ονομάζονται μακροστοιχεία, ενώ τα υπόλοιπα 7 είναι απαραίτητα μόνο σε μικρές ποσότητες και ονομάζονται ιχνοστοιχεία (η αναλογία περιεκτικότητας μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων στους φυτικούς ιστούς είναι περίπου 1:500 έως 1:2000). Τα μακροστοιχεία είναι ο άνθρακας C, το οξυγόνο O, το υδρογόνο H, το άζωτο N, ο φώσφορος P, το θείο S, το κάλιο K, το ασβέστιο Ca και το μαγνήσιο Mg. Τα ιχνοστοιχεία είναι ο σίδηρος Fe, το μαγγάνιο Mn, ο ψευδάργυρος Zn, ο χαλκός Cu, το βόριο B, το μολυβδαίνιο Mo και το χλώριο Cl.

Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται πλήρη θρεπτικά διαλύματα, που περιέχουν όλα τα θρεπτικά στοιχεία, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών, εκτός από τον άνθρακα, τον οποίο προσλαμβάνουν τα φυτά από την ατμόσφαιρα, μέσω του διοξειδίου του άνθρακα.

Το οξυγόνο προσλαμβάνεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα (με τη διαδικασία της αναπνοής). Το χλώριο περιέχεται σχεδόν πάντα σε επαρκείς

ποσότητες στο χρησιμοποιούμενο νερό, που χρειάζεται για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος.

Η μορφή υπό την οποία θα πρέπει να βρίσκονται τα θρεπτικά στοιχεία στο θρεπτικό διάλυμα δε διαφέρει από εκείνη που έχουν υπό φυσικές συνθήκες στο εδαφικό διάλυμα, που αντιστοιχεί σε ιόντα.

4.3.Χρησιμοποιούμενα Λιπάσματα

Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων επιλέγονται με βάση τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά, όπως διαλυτότητα και καθαρότητα καθώς και το κόστος τους. Έτσι ως λιπάσματα χρησιμοποιούνται κυρίως απλά, υδατοδιαλυτά καθώς επίσης και ορισμένα οξέα, ενώ ειδικά ο σίδηρος χορηγείται σε μορφή οργανομεταλλικών συμπλόκων (χημικές ενώσεις σιδήρου).

Σύνθετα πλήρη υδατοδιαλυτά λιπάσματα, που περιέχουν μίγμα απλών λιπασμάτων δε συνίσταται να χρησιμοποιούνται. Συγκεκριμένα δε μπορούν να περιέχουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία π.χ. εάν περιέχουν φώσφορο και θείο δεν είναι δυνατό να περιέχουν ταυτόχρονα και ασβέστιο. Κάτι τέτοιο θα είχε ως αποτέλεσμα την κατακρήμνιση αλάτων φωσφορικού ασβεστίου και θεικού ασβεστίου που θα δημιουργούσαν πρόβλημα στην τροφοδοσία του φυτού με τα παραπάνω θρεπτικά στοιχεία. Επίσης η χρήση ενός σύνθετου λιπάσματος κάνει δύσκολη την προσαρμογή της θρέψης στις εκάστοτε καλλιεργητικές απαιτήσεις και δυσκολεύει την πραγματοποίηση διορθωτικών επεμβάσεων, οπότε αυτό κρίνεται απαραίτητο για την αποκατάσταση της θρέψης.

Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται λοιπόν στην υδροπονία είναι απλά υδατοδιαλυτά και αποτελούνται από μια χημική ένωση (με εξαίρεση το νιτρικό ασβέστιο), που συνοδεύεται και από νερό, είτε σε κρυσταλλική μορφή, είτε ως διαλυτή. Όλα σχεδόν τα λιπάσματα ως πηγές μακροστοιχείων κατά την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων αποτελούνται από δύο ιόντα θρεπτικών στοιχείων, ένα κατιόν και ένα ανιόν. Τα υδατοδιαλυτά άλατα αυτών, ενώ το ένα ιόν είναι θρεπτικό μακροστοιχείο και το άλλο όχι, δε χρησιμοποιούνται ως λιπάσματα μακροστοιχείων στην υδροπονία, επειδή υπάρχει ο κίνδυνος της επιβάρυνσης του θρεπτικού διαλύματος με ένα ανεπιθύμητο ιόν σε υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις με επιβλαβή αποτελέσματα στα φυτά στα οποία θα χορηγηθεί ένα τέτοιο θρεπτικό διάλυμα.

4.4. Κατάρτιση Σύνθεσης Θρεπτικών Διαλυμάτων

Η σύνθεση των θρεπτικών διαλυμάτων αλλάζει ανάλογα με το ύψος των συγκεντρώσεων των επιμέρους θρεπτικών στοιχείων αφενός, και με τις αναλογίες μεταξύ των συγκεντρώσεων αυτών, αφετέρου. Οι αλλαγές αυτές στη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος εξαρτώνται από τις διαφορετικές ανάγκες που έχουν τα διάφορα φυτικά είδη, καθώς επίσης και αλλαγές στη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος μπορεί να καταστούν αναγκαίες στα διάφορα στάδια ανάπτυξης των φυτών, καθώς και σε εξωγενείς παράγοντες (κλιματολογικές συνθήκες).

Πιο συγκεκριμένα η κατάρτιση της σύνθεσης ενός θρεπτικού διαλύματος θα πρέπει να βασίζονται στις εξής αρχές:

- Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος θα πρέπει να προσαρμόζεται στο είδος του καλλιεργούμενου φυτού, στο στάδιο ανάπτυξης του καθώς και στις καιρικές συνθήκες που επικρατούν την εποχή που χρησιμοποιείται. Σε ορισμένες περιπτώσεις εξαρτάται και από το υπόστρωμα καλλιέργειας που χρησιμοποιείται.
- Για κάθε συγκεκριμένη σύνθεση διαλύματος η συνολική συγκέντρωση αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει να καθορίζεται ειδικά με κριτήρια το είδος του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης, τις καιρικές συνθήκες και το είδος του χρησιμοποιούμενου νερού. Η συνολική συγκέντρωση αλάτων στην πράξη εκφράζει την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος.
- Η απόλυτη συγκέντρωση ενός εκάστου από τα θρεπτικά στοιχεία στο διάλυμα δεν είναι τόσο σημαντική όσο οι αμοιβαίες αναλογίες μεταξύ των συγκεντρώσεων.
- Το ΡΗ του θρεπτικού διαλύματος θα πρέπει να κυμαίνεται εντός των δεδομένων ορίων και ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε καλλιέργειας.

Μεγάλη σημασία στην παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος παίζει και το νερό που χρησιμοποιείται. Πολλές φορές το νερό από μόνο του περιέχει θρεπτικά στοιχεία ίδια με αυτά που προστίθενται στο διάλυμα μέσω των λιπασμάτων, με αποτέλεσμα να χρειάζεται τροποποίηση στις ποσότητες των

λιπασμάτων που χρειάζονται και αναπροσαρμογή στις νέες απαιτήσεις (αυτό γίνεται πιο εύκολο όταν χρησιμοποιούνται απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα).

4.5.Χαρακτηριστικά Θρεπτικών Διαλυμάτων

Ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C)

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός υδατικού διαλύματος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων που βρίσκονται διαλυμένα σε αυτό. Έτσι στην περίπτωση των νερών άρδευσης και των θρεπτικών διαλυμάτων είναι μέτρο της περιεκτικότητάς τους σε θρεπτικά στοιχεία και άλλα ανόργανα άλατα. Ως μονάδες μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έχει καθιερωθεί διεθνώς το dS/m. Πρέπει να σημειωθεί ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα δε δίνει καμία πληροφορία για το είδος των αλάτων που είναι διαλυμένα σε ένα διάλυμα, αλλά μόνο για τη συνολική τους συγκέντρωση.

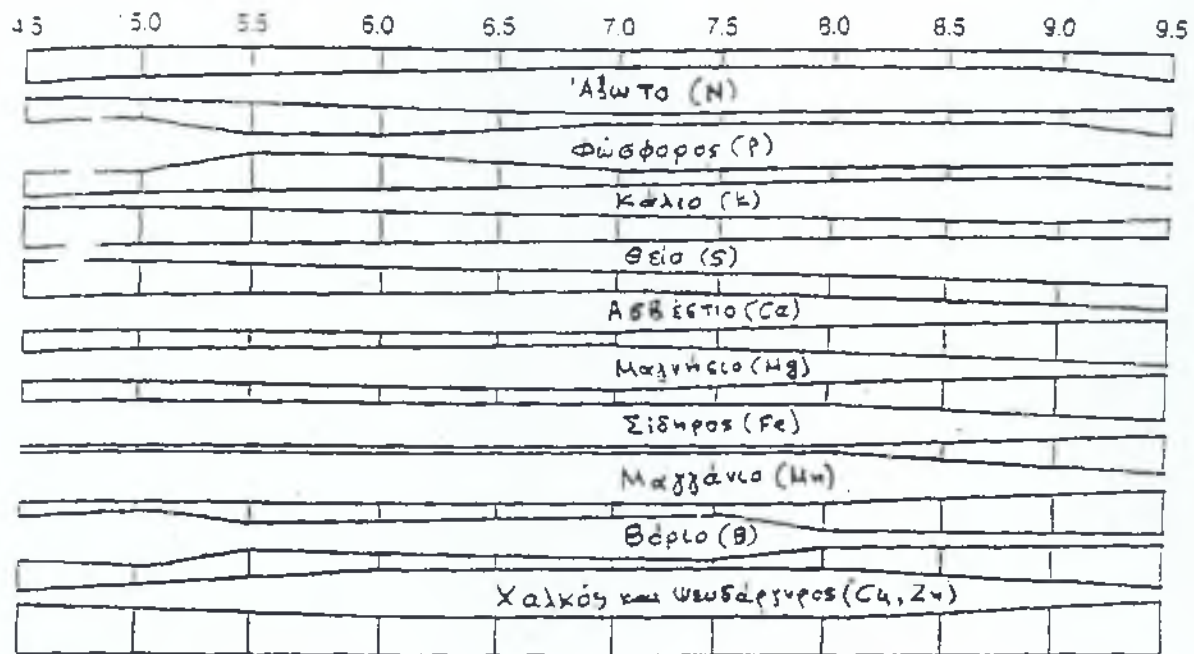
Χαμηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας υποδηλώνουν ότι η περιεκτικότητα του διαλύματος σε ορισμένα τουλάχιστον θρεπτικά στοιχεία είναι ανεπαρκής. Αντίθετα υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας δηλώνουν αλατούχο καταπόνηση για τα φυτά. Οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ενός διαλύματος κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 2 έως 3 σπανιότερα 4 dS/m.

Σε περιόδους που επικρατεί ζεστός καιρός και ηλιοφάνεια και γενικά συνθήκες που ευνοούν υψηλούς ρυθμούς διαπνοής, οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας θα πρέπει να τείνουν στα κατώτερα όρια. Αντίθετα κάτω από συνθήκες χαμηλών ρυθμών διαπνοής, συννεφιά, υγρό καιρό και χαμηλές τιμές θερμοκρασίας ενδείκνυται τιμές κοντά στα κατώτερα όρια. Αντίθετα κάτω από συνθήκες χαμηλών ρυθμών διαπνοής, συννεφιά, υγρό καιρό και χαμηλές τιμές θερμοκρασίας ενδείκνυται τιμές κοντά στα ανώτερα όρια, που συνιστάται στο συγκεκριμένο φυτό και στο στάδιο καλλιέργειας. Μικρές αυξήσεις στην τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μπορούν να πετύχουν ομοιόμορφη ανύψωση της συγκέντρωσης όλων των θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται στο διάλυμα, έτσι ώστε οι μεταξύ τους αναλογίες να παραμένουν σταθερές.

Το ΡΗ των θρεπτικών διαλυμάτων

Το ΡΗ του θρεπτικού διαλύματος είναι καθοριστικής σημασίας κριτήριο για την καταλληλότητά του. Το ΡΗ εκφράζει τον αρνητικό λογαριασμό της συγκέντρωσης υδρογονοκατιόντων και είναι το μέτρο της περιεκτικότητας του θρεπτικού διαλύματος σε ιόντα υδρογόνου, δηλαδή είναι ένδειξη της ενεργούς οξύτητάς του.

Όταν το ΡΗ είναι υψηλότερο ή χαμηλότερο από κάποιες τιμές που θεωρούνται ανώτερα ή κατώτερα επιθυμητά όρια πολλά θρεπτικά στοιχεία καθίστανται δυσδιάλυτα (κυρίως Ρ, Fe, Μn σε υγρό ΡΗ), οπότε η απορρόφησή τους από τα φυτά δυσχεραίνεται, ενώ άλλα απορροφώνται με ταχύτερους από τους συνήθεις ρυθμούς. Τα αποτελέσματα είναι να εμφανίζονται διαταραχές στη θρέψη των φυτών (τροφοπενίες, τοξικότητες). Για περισσότερα είδη κηπευτικών το ΡΗ του θρεπτικού διαλύματος πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5,5 και 6,5. Η διαθεσιμότητα των διαφόρων στοιχείων σε σχέση με το ΡΗ φαίνεται στον πίνακα 3.



Πηγή: Ammerlaan (1994)

Διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων στο χώρο των ριζών των φυτών σε συνάρτηση με την τιμή του pH.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Η υδροπονική εγκατάσταση με τη βοήθεια της οποίας πραγματοποιείται η καλλιέργεια του μαρουλιού από άποψη εξοπλισμού διακρίνεται σε τέσσερα επιμέρους τμήματος α) το σύστημα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος, β) το σύστημα παροχής του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά, γ) τους υποδοχείς των φυτών και των υποστρωμάτων στο θερμοκήπιο και δ) το υπόστρωμα της καλλιέργειας.

5.1. Σύστημα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος

Το σύστημα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος αποτελείται από την εγκατάσταση παροχής νερού, που είναι το αρδευτικό δίκτυο από το οποίο περνά νερό καλής ποιότητας, πόσιμο. Το νερό αυτό περνά μέσα από φίλτρα έτσι ώστε να συγκρατούνται ξένες ουσίες και να καθαρίζεται. Τα δοχεία των πυκνών διαλυμάτων στα οποία περιέχονται τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος με το οποίο τροφοδοτούνται τα φυτά αρχικά τοποθετούνται σε μεγάλα δοχεία χωρητικότητας 120 λίτρων και 80 λίτρων του οξέος. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι πλήρως υδατοδιαλυτά. Οι ποσότητες των λιπασμάτων που τοποθετούνται μέσα στο δοχείο είναι πολλαπλάσιες αυτών που χρειάζονται τα φυτά. Επομένως τα διαλύματα που προκύπτουν είναι πυκνά μητρικά διαλύματα. Για τα βαρέλια η αραιώση είναι 1:40. Επειδή πρέπει να δημιουργηθούν διάφορα επίπεδα στις συγκεντρώσεις του θρεπτικού διαλύματος, χρησιμοποιούνται πολλά βαρέλια έτσι ώστε να εξασφαλιστούν οι ακριβείς συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο εκάστοτε θρεπτικό διάλυμα.

Όπως ήδη έχει αναφερθεί ορισμένα λιπάσματα δεν μπορούν να τοποθετηθούν μαζί μέσα στο ίδιο δοχείο πυκνών διαλυμάτων και να αναμιχθούν μεταξύ τους. Για το λόγο αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται περισσότερα από ένα τέτοια δοχεία, δεδομένου ότι το νιτρικό ασβέστιο δεν μπορεί να τοποθετηθεί στο ίδιο δοχείο με φωσφορικά και θειικά λιπάσματα, σε τόσο μεγάλες συγκεντρώσεις. Κάτι τέτοιο θα είχε ως συνέπεια την κατακρήμνιση αλάτων φωσφορικού ασβεστίου και θειικού ασβεστίου, λόγω της χαμηλής διαλυτότητας που έχουν αυτά τα δύο άλατα. Συνήθως το δοχείο

στο οποίο τοποθετείται το οξύ είναι ξεχωριστό. Οι ποσότητες λιπασμάτων που πρέπει να προστεθούν στο νερό για την παρασκευή ορισμένου όγκου πυκνών διαλυμάτων αποτελούν τη λεγόμενη υδροπονική πράξη, συνταγή παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος.

Τα δοχεία των πυκνών μητρικών διαλυμάτων συνδέονται με ένα σύστημα μίξης το οποίο αραιώνει ισότοπα τα μητρικά διαλύματα. Η αναλογία αραιώσης είναι τόση όσες φορές πιο πυκνά έχουν παρασκευασθεί τα μητρικά διαλύματα, αναφορικά με το αραιό διάλυμα με το οποίο θα τροφοδοτηθούν τα φυτά. Η αναλογία συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων μεταξύ των αραιών και των μητρικών διαλυμάτων είναι περίπου 1:40. Η μεγάλη συγκέντρωση των πυκνών διαλυμάτων δεν είναι συνήθως εφικτή, εξαιτίας των ορίων που θέτει η διαλυτότητα των λιπασμάτων.

Μονάδα αραιώσης πυκνών διαλυμάτων

Η μονάδα αραιώσης των πυκνών διαλυμάτων είναι ένας αυτόματος μίκτης λιπασμάτων, ειδικά κατασκευασμένος για χρήση στις υδροπονικές καλλιέργειες.

Αραιώση πυκνών διαλυμάτων με αυτόματο μίκτη λιπασμάτων

Οι περισσότερες υδροπονικές μονάδες στις μέρες μας χρησιμοποιούν πολύπλοκες εγκαταστάσεις για την αραιώση των πυκνών διαλυμάτων, τους αυτόματους μίκτες λιπασμάτων, οι οποίοι εργάζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια και προσφέρουν περισσότερη ευελιξία, ως προς τους χειρισμούς του θρεπτικού διαλύματος, ενώ είναι σημαντικά αυξημένες και οι δυνατότητες αυτοματισμού που παρέχουν.

Ο αυτόματος μίκτης περιλαμβάνει:

- 1) Ένα δοχείο στο οποίο γίνεται η ανάμιξη του νερού με τα πυκνά διαλύματα.
- 2) Έναν πλωτήρα για τον έλεγχο της στάθμης του νερού στο δοχείο αυτό.
- 3) Ένα σωλήνα εισόδου του νερού του δικτύου στον κάδο ανάμιξης.
- 4) Ένα σωλήνα επιστροφής στον κάδο ανάμιξης του χρησιμοποιούμενου θρεπτικού διαλύματος που επανασυλλέγεται σε περίπτωση που έχουμε ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος (κλειστό υδροπονικό σύστημα).

- 5) Σωλήνες εισαγωγής των πυκνών διαλυμάτων στον κάδο ανάμιξης σε αριθμό ίσο με τον αριθμό των μητρικών διαλυμάτων.
- 6) Ηλεκτροβάνες για τον έλεγχο εισαγωγής του νερού του δικτύου και των πυκνών διαλυμάτων στον κάδο ανάμιξης, από μια για κάθε σωλήνα εισαγωγής. Οι ηλεκτροβάνες αυτές λειτουργούν και σαν βάνες αντεπιστροφής στην περίπτωση που παρέχουν μεγαλύτερο μέρος από το μητρικό διάλυμα που απαιτείται για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος, ένα μέρος από το πυκνό μητρικό διάλυμα που περισσεύει οδηγείται πίσω στο μητρικό βαρέλι και αποθηκεύεται.
- 7) Από το σωλήνα εξαγωγής του έτοιμου διαλύματος από τον κάδο ανάμιξης προς τα φυτά.
- 8) Αισθητήρες για τη μέτρηση του PH και της EC του διαλύματος μέσα στον κάδο ανάμιξης και κατά την έξοδο του από αυτό το σωλήνα εξαγωγής, του έτοιμου διαλύματος.

Η έγχυση των πυκνών διαλυμάτων και των οξέων στον κάδο ανάμιξης ελέγχεται όπως προαναφέρθηκε από ηλεκτροβάνες και μικροαντλίες οι οποίες με τη σειρά τους είναι συνδεδεμένες με το σύστημα αυτομάτου ελέγχου του μίκτη λιπασμάτων.

5.2.Σύστημα Αυτόματου Ελέγχου

Το σύστημα αυτόματου ελέγχου αποτελείται από πολυδύναμους μίκτες λιπασμάτων εφοδιασμένους με πολλά δοχεία. Ο μίκτης λιπασμάτων έχει τόσες ηλεκτροβάνες και μικροαντλίες εισαγωγής πυκνών διαλυμάτων στον κάδο ανάμιξης όσα και τα βαρέλια μητρικών διαλυμάτων. Η όλη λειτουργία της μονάδας ελέγχεται από κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα επίτευξης άπειρων συνδυασμών στις συγκεντρώσεις των επιμέρους θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα, μέσω κατάλληλου προγραμματισμού του ηλεκτρονικού υπολογιστή και μόνο, οπότε δεν απαιτείται η παρασκευή νέων πυκνών διαλυμάτων κάθε φορά που είναι απαραίτητη κάποια τροποποίηση στην ιοντική σύνθεση του παρεχομένου στα φυτά διαλύματος.

Όταν μετά από τη χημική ανάλυση του θρεπτικού διαλύματος, αυτό γίνεται αυτόματα εισάγοντας μόνο τα δεδομένα της ανάλυσης στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

5.3.Σύστημα Παροχής του Θρεπτικού Διαλύματος

Για την μεταφορά του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά είναι απαραίτητη κατ' αρχήν μια αντλία κατάλληλης παροχής η οποία είναι ενσωματωμένη πάνω στο μίκτη λιπασμάτων και είναι συνδεδεμένη με την έξοδο του αραιού διαλύματος από τον κάδο ανάμιξης. Επειδή η καλλιέργεια γίνεται σε κανάλια, και κάθε κανάλι τροφοδοτείται με διαφορετικό θρεπτικό διάλυμα, υπάρχει ένας πίνακας με ηλεκτροβάνες, έτσι ώστε η κάθε ηλεκτροβάνη να αντιστοιχεί και σε ένα κανάλι. Έτσι αυτόματα μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, υπολογίζεται η συγκέντρωση του θρεπτικού διαλύματος και το κανάλι που τροφοδοτείται με αυτό.

Τα φυτά αναπτύσσονται σε στερεό υπόστρωμα, η ανώτερη επιφάνεια του οποίου δε βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο σε όλο το μήκος των γραμμών των φυτών, είναι η πιο συνηθισμένη στην υδροπονική πράξη.

Η μεταφορά του διαλύματος στα φυτά γίνεται μέσω ενός δικτύου εύκαμπτων σωλήνων από μαύρο πλαστικό πολυαιθυλένιο κατάλληλης διατομής, όμοιο με τις συνηθισμένες εγκαταστάσεις στάγδην άρδευσης οι οποίες χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες εδάφους. Ο κεντρικός αγωγός που ξεκινάει από το μίκτη λιπασμάτων διαμέτρου «Φ-20», συνδέεται με τον πίνακα με τις ηλεκτροβάνες και συνεχίζει πάλι με αγωγό διαμέτρου Φ-20, έως τα κανάλια της υδροπονίας.

Κάθε αγωγός τροφοδοτεί με διάλυμα μια γραμμή φυτών. Οι αγωγοί αυτοί φέρουν μικροσωλήνες (μακαρονάκια) σε κάθε θέση φυτού, μέσω των οποίων γίνεται η διανομή του θρεπτικού διαλύματος. Στην περίπτωση μας εκτός από τους μικροσωλήνες χρησιμοποιούνται και σταλάκτες, που υπάρχουν στο τέλος των μικροσωλήνων για να έχουμε μείωση των απωλειών λόγω της έκπλυσης του θρεπτικού διαλύματος, αλλά και η παροχή του θρεπτικού διαλύματος που δίνουν οι σταλάκτες αυτοί να επαρκεί και να είναι ομοιόμορφη σε όλη τη γραμμή άρδευσης.

5.4.Υποδοχείς Φυτών και Υποστρωμάτων

Το έδαφος του θερμοκηπίου ισοπεδώνεται πλήρως. Για το λόγο ότι η υδροπονία χρησιμοποιείται επί μονίμου βάσεως, το έδαφος έχει στρωθεί με μπετόν, ώστε να μην υπάρχουν ανομοιομορφίες στο έδαφος, με αποτέλεσμα να διευκολύνεται ο καλλιεργητής. Πάνω στο μπετό εγκαθίσταται ένα σύστημα παράλληλης τοποθέτησης υδρορροών (καναλιών), μέσα στις οποίες θα τοποθετηθεί το υπόστρωμα καλλιέργειας, έτσι ώστε να μπορεί να συγκεντρώνεται το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει από το υπόστρωμα, σε περίπτωση που σύστημα λειτουργήσει ως κλειστό υδροπονικό. Οι υδρορροές είναι κατασκευασμένες από γαλβανισμένες μεταλλικές λαμαρίνες, έχουν πλάτος 25-30εκ. και μήκος που μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με τις απαιτήσεις.

Για να είναι δυνατή η φυσική ροή του διαλύματος που απορρέει, οι υδρορροές τοποθετούνται πάνω σε ειδικά στηρίγματα, ώστε να έχουν κλίση γύρω 1,5-2% κατά μήκος. Πάνω στις υδρορροές στρώνονται φύλλα πλαστικού πολυαιθυλενίου, τα οποία καλύπτουν όλη την υδρορροή.

Τα πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου είναι συνήθως 3 χιλ.πάχους και έχουν μαύρο χρώμα στην κάτω επιφάνεια, που έρχεται σε επαφή με το μέταλλο της υδρορροής και λευκό γαλακτώδες στην πάνω επιφάνεια. Έτσι αφενός μεν δεν έχουμε διάβρωση του μετάλλου, λόγω των αλάτων του θρεπτικού διαλύματος και δημιουργία αλγών, και αφετέρου η ηλιακή ακτινοβολία ανακλάται πάνω στη λευκή άνω επιφάνεια του πλαστικού και διαχέεται μέσα στο θερμοκήπιο, αυξάνοντας τη φωτεινότητα στα κατώτερα τμήματα των φυτών, γεγονός που είναι ιδιαίτερα χρήσιμο κατά τους φτωχούς σε ηλιοφάνεια χειμερινούς μήνες.

Τέλος πάνω στο πλαστικό φύλλο τοποθετούνται τα υπόλοιπα υλικά της εγκατάστασης, από τα οποία σπουδαιότερο είναι το υπόστρωμα καλλιέργειας. Πάνω σ' αυτό, σε συγκεκριμένες αποστάσεις τοποθετούνται τα φυτά, ανάλογα με τις απαιτήσεις του είδους που καλλιεργείται κάθε φορά.

5.5.Υπόστρωμα Υδροπονίας

Στις υδροπονικές καλλιέργειες το υπόστρωμα αποτελεί ένα υποκατάστατο του εδάφους και επομένως θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτελεί όλες τις λειτουργίες που γίνονται από το χώμα και μάλιστα με

καλύτερο τρόπο. Μόνο όταν πληρείται αυτή η προϋπόθεση είναι οικονομικά σκόπιμη η χρήση υποστρώματος, αντί της καλλιέργειας στο έδαφος.

Η χρησιμότητα του εδάφους για τα φυτά συνίσταται στην εξασφάλιση της ανόργανης θρέψης τους και στην παροχή μηχανικής υποστήριξης στα φυτά. Πρόβλημα στήριξης των φυτών όμως δεν υφίσταται στις υδροπονικές καλλιέργειες στις οποίες γίνεται χρήση υποστρώματος, μιας και τα χαμηλής ανάπτυξης φυτά, όπως το μαρούλι στηρίζονται ικανοποιητικά από το υπόστρωμα. Η βασική λειτουργία που καλούνται επομένως να επιτελέσουν επιτυχώς τα υποστρώματα είναι η εξασφάλιση καλής και ισόρροπης θρέψης.

Για να είναι σε θέση ένα υπόστρωμα να επιτελεί με τον καλύτερο τρόπο τον ρόλο για τον οποίο προορίζεται θα πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- 1) Σταθερή δομή, ώστε να μην αποσυντίθενται εύκολα.
- 2) Ικανοποιητική αναλογία μεταξύ νερού και αέρα στην κατάσταση της υδατοϊκανότητας.
- 3) Ομοιομορφία στη σύσταση, στην εμφάνιση και στην συμπεριφορά από άποψη θρέψης.
- 4) Απαλλαγμένο από παθογόνα, ζωικούς εχθρούς και σπόρους ζιζανίων.
- 5) Εύκολο στη χρήση του και γενικά στους καλλιεργητικούς χειρισμούς.
- 6) Σχετικά χαμηλό κόστος.

Εκτός από τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ένα καλό υπόστρωμα θα πρέπει ή να είναι χημικά αδρανές ή να διαθέτει μεγάλη ανταλλακτική ικανότητα και κατάλληλο ΡΗ εφόσον είναι χημικά αδρανές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Για να είναι επιτυχής μια υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού εκτός της καλής τροφοδοσίας με νερό, οξυγόνο και θρεπτικά στοιχεία στο χώρο του ριζοστρώματος, θα πρέπει οι συνθήκες, με κυριότερες τα επίπεδα θερμοκρασίας και φωτισμού που δρουν στην κόμη του φυτού, να βρίσκονται σε ένα άριστο συνδυασμό. Στη συνέχεια θα γίνει μια λεπτομερής αναφορά στους παρακάτω παράγοντες.

6.1.Θερμοκρασία

Το μαρούλι ευδοκίμει καλύτερα στη χώρα μας κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, μέχρι την άνοιξη. Αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες ακόμη και κάτω των -5°C , ενώ υπό συνθήκες θερμές έχει τάση να αναπτύσσει πρώιμα ανθοφόρο βλαστό, ιδιαίτερα δε όταν οι υψηλές θερμοκρασίες συνδυάζονται και με μεγάλη φωτοπερίοδο καλλιέργειας που γίνονται νωρίς το φθινόπωρο ή αργά την άνοιξη αποτυγχάνουν πολλές φορές, γι' αυτό ακριβώς το λόγο. Δεν προφταίνουν να σχηματίσουν κεφαλή, γιατί εκπτύσσουν γρήγορα ανθοφόρο βλαστό.

Γενικώς τα μαρούλια και ιδιαίτερα τα κεφαλωτά απαιτούν, κατά την περίοδο κυρίως του σχηματισμού της κεφαλής, χαμηλές θερμοκρασίες. Και αν ακόμα σχηματίσουν κεφαλή, αυτή θα είναι μάλλον χαλαρή, και η γεύση των φύλλων υπόπικρη. Οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, από την άλλη, δεν είναι πολύ ευνοϊκές για την καλή ανάπτυξη του φυτού. Κατά τη χειμερινή περίοδο για καλλιέργειες κεφαλωτών μαρουλιών μέσα στο θερμοκήπιο θα ήταν ευνοϊκές θερμοκρασίες $15-20^{\circ}\text{C}$ κατά την ημέρα και $10-15^{\circ}\text{C}$ κατά τη νύχτα.

Για τα κατσαρά κεφαλωτά μαρούλια που καλλιεργούνται μέσα σε θερμοκήπια θα ήταν ευνοϊκές θερμοκρασίες $10-15^{\circ}\text{C}$, κατά την νύχτα και $13-21^{\circ}\text{C}$ την ημέρα. Η διακύμανση της θερμοκρασίας που παρατηρείται εξαρτάται και από την ένταση του φωτισμού. Όσον πιο υψηλή είναι η ένταση του φωτισμού που επικρατεί, τόσο προς το υψηλό επίπεδο πρέπει να βρίσκεται η θερμοκρασία και αντίστροφα.

Πολλές ποικιλίες που ανήκουν σε διάφορους τύπους, έχουν ικανότητα ευρείας προσαρμογής σε διάφορες θερμοκρασίες και έτσι μπορούν να

καλλιεργηθούν και σε διάφορες εποχές. 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. Υψηλές θερμοκρασίες νωρίς την άνοιξη, ακόμα και για μικρό χρονικό διάστημα προκαλούν κάψιμο του άκρου των φύλλων μαρουλιού ή της περιφέρειάς τους.

6.2.Φωτισμός

Ένας από τους βασικότερους παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο σε μια καλλιέργεια θερμοκηπίου, είναι ο φωτισμός. Από το φως που φθάνει στο υλικό κάλυψης μόνο το 70% της συνολικής ποσότητας που φθάνει το διαπερνά ενώ το υπόλοιπο ανακλάται, με την προϋπόθεση ότι το υλικό κάλυψης έχει τα καλύτερα αποτελέσματα και από την ποσότητα που έχει περάσει μόνο το 70% αξιοποιείται από τα φυτά. Από το μέρος που απορροφάται ένα πολύ μικρό μέρος χρησιμοποιείται για τη φωτοσύνθεση, ενώ το άλλο μετατρέπεται σε θερμότητα που αποβάλλεται κυρίως με τη διάχυση, αλλά και με επαγωγή και ακτινοβολία.

Τα λαχανοκομικά φυτά για καλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα έχουν μεγάλες ανάγκες σε φωτεινή ενέργεια. Οι καλλιέργειες αυτές επομένως, κατά τη διάρκεια του μεγαλύτερου μέρους του έτους, όσο εντονότερο φωτισμό δέχονται, τόσο μεγαλύτερη παραγωγή δίνουν. Στη χώρα μας όμως κατά τις χειμερινές μέρες ο φυσικός φωτισμός του θερμοκηπίου δεν καλύπτει πλήρως τις ανάγκες τους, γι' αυτό και η καλλιέργεια υποβοηθάτε με τη χρησιμοποίηση τεχνητού φωτισμού.

Παράλληλα με το φωτισμό και η λίπανση και το πότισμα πρέπει να διαμορφώνονται ανάλογα ώστε όλοι μαζί οι παράγοντες να συμβάλλουν την αύξηση του ρυθμού και του τελικού μεγέθους των φυτών.

Η ρύθμιση των πιο πάνω παραγόντων μπορεί να γίνει με ένα πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή, το οποίο μετρά ακτινοβολία, μετρά και ρυθμίζει θερμοκρασία, την υγρασία και ανάλογα ρυθμίζει το ποσό και τη συχνότητα της υδρολίπανσης.

6.3. Συγκομιδή

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

Γενικά η συγκομιδή σε μια καλλιέργεια είναι τμηματική. Στον τύπο «Ρωμάνω» η συγκομιδή γίνεται όταν έχει σχηματιστεί καλά η κεφαλή, όταν δηλαδή έχει κλείσει και πριν αρχίσει να σχηματίζεται το ανθικό στέλεχος, ενώ τα φυλλώδη μαρουλάκια μαζεύονται μόλις μεγαλώνουν τα φύλλα τους και υπάρχει ζήτηση στην αγορά. Συνήθως τα μαρούλια κόβονται από τη βάση τους, όχι όμως σπάνια φέρονται στην αγορά με τη ρίζα τους για καλύτερη διατήρηση. Τα κεφαλωτά μαρούλια, τα οποία είναι κατάλληλα και για εξαγωγή συγκομίζονται όταν έχει σχηματιστεί πλήρως η κεφαλή, με κοπή λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, κατά τις ώρες που δεν έχουν πάνω τους υγρασία. Δεν κόβονται υγρά διότι σχίζονται τα φύλλα τους.

Μετά τη συγκομιδή αφαιρούνται τα κατεστραμμένα εξωτερικά φύλλα και τα φυτά συσκευάζονται, αφού προηγουμένως πλυθούν, για να σταλούν στην αγορά. Η συσκευασία γίνεται σε ειδικά κιβώτια. Οι κεφαλές γίνεται σε ειδικά κιβώτια. Οι κεφαλές σκευάζονται κατά μέγεθος με το κοτσάνι τους προς τα κάτω.

Για καλύτερη συντήρηση κάθε κεφαλή τοποθετείται σε πλαστική σακούλα.

Η εποχή συγκομιδής εξαρτάται από την εποχή σποράς και από την ποικιλία. Γενικώς από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή περνούν 3-5 μήνες ή και περισσότερο στις χειμερινές καλλιέργειες και εφόσον πρόκειται για όψιμες ποικιλίες όπως συνήθως είναι οι Ρωμάνες.

Οι αποδόσεις ποικίλουν από 2000 έως 2500 χγρ. Κατά στρέμμα για τα κεφαλωτά μαρούλια και από 2500 έως 3500 συνήθως για τις Ρωμάνες.

Η διατήρηση τους σε συνθήκες δωματίου είναι πολύ σύντομη. Σε συνθήκες ψυγείου μπορούν να διατηρηθούν για 20 περίπου ημέρες στους 0 °C και σχετική υγρασία 90-95%, ενώ σε μακρινές αγορές μεταφέρονται με ψύξη.

6.4.Αθένειες και Ζωικά Παράσιτα

Μεταξύ των κυριότερων ασθενειών και ζωικών παρασίτων που προσβάλλουν το μαρούλι είναι:

- Τήξη σπορείων: οφείλεται σε διάφορους μύκητες, που προσβάλλουν τα φυτάρια στο λαιμό.
- Περονόσπορος: προκαλείται ύστερα από βροχή.
- Ωίδιο: οφείλεται στο μύκητα *Erysiphe Cichoracearum*, που ευνοείται από υψηλή υγρασία και θερμοκρασία.
- Σκληρωτινίαση: πρόκειται για υγρή σήψη που οφείλεται στο μύκητα *Sclerotinia Sclero Eiodum* και συνιστάται σε ελάττωση υγρασίας στο λαιμό του φυτού. Εμφανίζεται στο στέλεχος.
- Ιώσεις: μεταδίδονται λόγω μολυσμένου σπόρου και των ζωικών παρασίτων.

Από τα ζωικά παράσιτα περισσότερο βλαβερά είναι οι αφίδες, ο αλευρώδης, τα σαλιγκάρια, η λυριόμιζα που προσβάλλουν τα φύλλα του μαρουλιού και υποβαθμίζουν την ποιότητά του καθώς και έντομα εδάφους σε περίπτωση που η καλλιέργεια γίνεται σε έδαφος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7" ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1)Γενικά

Μια ποικιλία μαρουλιού καλλιεργήθηκε υδροπονικά, σε ανοιχτό υδροπονικό σύστημα πάνω σε αδρανές υπόστρωμα που αποτελείται από πλάκες πετροβάμβακα, σε πειράματα θερμοκηπίου, σχεδιασμένα να ερευνήσουν την επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην παραγωγή μαρουλιού. Έγιναν 5 μεταχειρίσεις σε 5 διαφορετικά επίπεδα αζώτου δύο επαναλήψεις για κάθε επίπεδο όπου σε καθένα υπήρχαν συγκεντρώσεις αζωτούχου λίπανσης: 20ppm-N, 80ppm-N, 140ppm-N, 200ppm-N, 260ppm-N.

Σκοπός της πειραματικής διαδικασίας αυτής είναι η διεύρυνση της παροχής ποσοτήτων θρεπτικών στοιχείων και συγκεκριμένα αζωτούχων λιπαντικών στοιχείων σε συνδυασμό με την παραγωγή σε υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού τύπου Ρωμάνα. Στόχος της έρευνας είναι η επίτευξη μέγιστης παραγωγής προϊόντος άριστης ποιότητας με την χρησιμοποίηση μικρότερων ποσοτήτων αζωτούχων λιπασμάτων.

Είναι γεγονός ότι η αλόγιστη προσθήκη νιτρικών λιπασμάτων εκτός από την επιβάρυνση του περιβάλλοντος προκαλεί και συσσώρευση νιτρικών στα φύλλα των λαχανικών με αποτέλεσμα να επιβαρύνεται άμεσα η ανθρώπινη υγεία. Για το λόγο αυτό έχει παρατηρηθεί μια παγκόσμια ευαισθητοποίηση και έχει ξεκινήσει μια προσπάθεια για πιο λογική και συγκρατημένη αζωτούχο λίπανση των καλλιεργειών χωρίς να βαίνει σε βάρος των αποδόσεων.

Στην παρούσα έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε σε θερμοκήπιο του ιδιώτη γεωπόνου κ. Λαϊνά στην περιοχή Λεχαινών Ηλείας προτείνεται η μέθοδος Υδροπονικής Καλλιέργειας Μαρουλιού. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται αδρανές υπόστρωμα με αποτέλεσμα να υπάρχει άμεσος έλεγχος της θρέψης του φυτού.

Εισαγωγή

Το μαρούλι συνηθίζεται να παράγεται υδροπονικά σε θερμοκήπια που χρησιμοποιούν την επανακυκλοφορούμενη τεχνική του θρεπτικού διαλύματος λεπτής στοιβάδας, χωρίς τη χρήση υποστρώματος.

Το μαρούλι όμως μπορεί να καλλιεργηθεί εξίσου καλά και σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα, δηλαδή μη επανακυκλοφορούμενα, όπου χρησιμοποιούνται υποστρώματα ως επί το πλείστον αδρανή. Αυτά τα συστήματα είναι τα πλέον διαδεδομένα μεταξύ των καλλιεργητών και βρίσκουν ευρεία εφαρμογή, επειδή έχουν λιγότερα προβλήματα έναντι των κλειστών. Παρόλα αυτά η περίσσεια του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει από το υπόστρωμα καλλιέργειας προς το περιβάλλον, είναι σημαντικά μεγαλύτερη από ότι σε ένα κλειστό υδροπονικό σύστημα, με αποτέλεσμα τη μόλυνση του περιβάλλοντος και την εμφάνιση φαινομένων, όπως του ευτροφισμού. Η άφθονη προσθήκη βακτηριακών πληθυσμών από τα γεωργικά λιπάσματα και τα αστικά λύματα παρέχει άφθονη τροφή στους ζωικούς οργανισμούς και ταυτόχρονα εξουδετερώνει την περιοριστική δράση του φωσφόρου και του αζώτου. Εξαιτίας αυτής της διαδικασίας παρατηρούνται οι χαρακτηριστικές ανθήσεις φυκιών δηλαδή εκρηκτική ανάπτυξη φυτικών πληθυσμών. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως ευτροφισμός.

Επίσης υπάρχουν εισαγωγές θρεπτικών στοιχείων στο νερό του εδάφους και στα υδροφόρα στρώματα νερού από τις εφαρμογές λιπασμάτων στις καλλιέργειες. Η εισαγωγή αυτών των θρεπτικών στοιχείων και ειδικότερα των νιτρικών γίνεται με μεγάλους ρυθμούς, που την καθιστούν επικίνδυνη για τη δημόσια υγεία. Ακόμα και η καλλιέργεια σε θερμοκήπια συνδέεται τυπικά με εισαγωγές ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στο περιβάλλον. Σύμφωνα με αναφορές ένα μέσο θερμοκήπιο μπορεί να συνεισφέρει 1000-4000 λίτρα θρεπτικού διαλύματος, που περιέχει 900-3600 κιλά λιπάσματος ανά στρέμμα καλλιέργειας (πηγή: B.C. Ministry of Agriculture 1994).

Ανάμεσα στα μακροστοιχεία που περιέχονται στο θρεπτικό διάλυμα, τα ($\text{NO}_3\text{-N}$) νιτρικά πιστεύεται ότι θέτουν το μεγαλύτερο κίνδυνο. Σαν ειρωνεία αυτά τα στοιχεία είναι παρόν στις υψηλότερες πυκνότητες, περισσότερο από τα άλλα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία στο θρεπτικό διάλυμα.

Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα η θέσπιση νομοθεσίας σε πολλές χώρες είναι πολύ λιγότερο ανεκτική σε τέτοιου είδους ζημιά. Ο κύριος σκοπός αυτής της μελέτης είναι να ερευνηθεί ο βαθμός στον οποίο μπορεί να μειωθεί η συγκέντρωση των νιτρικών, που είναι και η κύρια πηγή αζωτούχου λίπανσης στα θρεπτικά διαλύματα που χρησιμοποιούμε για την θρέψη καλλιέργειας μαρουλιού που αναπτύσσεται υδροπονικά. Ενώ ταυτόχρονα να εξασφαλίζουμε ικανοποιητική παραγωγή μαρουλιού, χωρίς να έχουμε απώλειες ποιότητας στα

καλλιεργούμενα μαρούλια. Η επιλογή μας να καλλιεργήσουμε υδροπονικά το μαρούλι πάνω σε αδρανές υπόστρωμα αποτελούμενο από πλάκες πετροβάμβακα δεν είναι τυχαία. Έγινε με βάση το γεγονός ότι το υπόστρωμα που χρησιμοποιούμε είναι χημικά αδρανές και δεν επηρεάζει καθόλου τη σύσταση του θρεπτικού διαλύματος σε διαθέσιμα για τα φυτά μαρουλιού θρεπτικά στοιχεία. Έτσι είμαστε σίγουροι ότι το θρεπτικό διάλυμα με το οποίο τροφοδοτούμε τα φυτά μας ανταποκρίνεται στη συγκέντρωση που εμείς επιλέγαμε, κάθε φορά, στα διάφορα επίπεδα που μελετάμε. Εδώ τα αποτελέσματα των μαρουλιών που παίρνουμε ανταποκρίνονται με σιγουριά στις εκάστοτε συγκεντρώσεις αζωτούχου λίπανσης (μιας και όλα τα άλλα θρεπτικά στοιχεία που χρησιμοποιούμε για τη σύνθεση των θρεπτικών διαλυμάτων παραμένουν σταθερά στα εκάστοτε διαλύματα).

Υλικά και Μέθοδοι

1. Βλάστηση σπόρων και ανάπτυξη των φυτών

Γενικά το μαρούλι πολλαπλασιάζεται με σπόρο, που είναι απολυμασμένος, ώστε να είναι απαλλαγμένος από παθογόνα. Επίσης καλό είναι ο σπόρος να μην έχει συγκομισθεί πρόσφατα διότι συνήθως, λόγω λήθαργου δεν έχει καλή βλαστική ικανότητα.

Τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας Ρωμάνο είναι φυτά όρθια, ψηλά με μικρή, επιμήκη κεφαλή στο εσωτερικό και λεπτά μακριά φύλλα στο εξωτερικό, ψηλά με μικρή, επιμήκη κεφαλή στο εσωτερικό και λεπτά μακριά φύλλα στο εξωτερικό, με χρώμα συνήθως σκούρο πράσινο.

Οι σπόροι μαρουλιού σπέρνονται σε κιβώτια σποράς (ξύλινα ή από φeniζόλ), διαστάσεων 30*50 εκατοστά περίπου, ή και μεγαλύτερα. Η σπορά γίνεται στα πεταχτά, αφού προηγουμένως ισοπεδώσουμε και πιέσουμε ελαφρά την επιφάνεια του υποστρώματος που βρίσκεται εντός του κιβωτίου σποράς. Το συνθετικό μίγμα υποστρώματος που χρησιμοποιούμε, αποτελείται από φυτόχωμα και περλίτη σε αναλογία 6:1 και πρέπει να είναι καλά απολυμασμένο. Απολυμασμένα επίσης πρέπει να είναι όλα τα κιβώτια σποράς, καθώς και τα εργαλεία που χρησιμοποιούμε. Έπειτα σκορπίζουμε το σπόρο, στην επιφάνεια του υποστρώματος, έτσι, ώστε οι αποστάσεις μεταξύ των σπόρων να είναι γύρω στα 0,5 εκατοστά, τον σκεπάζουμε με της ίδιας σύστασης εδαφικό μίγμα και τον παραχώνουμε σε βάθος 0,5-1 εκατοστά, που είναι και το επιθυμητό βάθος σποράς για το μαρούλι.

Στη συνέχεια πιέζουμε ελαφρά το υποστρώμα με ξύλο ή χαρτόνι ή άλλο υλικό, για να γίνει καλή επαφή σπόρου και υποστρώματος και ακολουθεί πότισμα. Το πότισμα γίνεται αφού προηγουμένως τοποθετήσουμε στην επιφάνεια του υποστρώματος διηθητικό χαρτί, ώστε κατά την εφαρμογή του νερού να μην επιτρέπεται η διαταραχή της επιφάνειας του υποστρώματος και η μετακίνηση των σπόρων. Το πότισμα, με αυτό τον τρόπο συνεχίζεται μέχρι να φυτρώσουν οι σπόροι. Κατόπιν τοποθετούμε τα κιβώτια σποράς στον χώρο του σπορείου, στις απαραίτητες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτισμού για τη βλάστηση των σπόρων μαρουλιού.

2.Μεταφύτευση σε ατομικά γλαστράκια τύρφης

Από τα κιβώτια σποράς μεταφυτεύουμε τα νεαρά φυτάρια στο στάδιο των δύο κοτυληδόνων σε γλαστράκια τύρφης διαφόρων τύπων. Στα γλαστράκια αυτά θα παραμείνουν τα φυτά μέχρι την τελική μεταφύτευση στο θερμοκήπιο.

Η μεταφύτευση γίνεται με το χέρι και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή, έτσι ώστε να μεταφυτεύουμε τα φυτάρια με όσο το δυνατό μεγαλύτερο μέρος του ριζικού τους συστήματος. Γεμίζουμε τα γλαστράκια τύρφης με μίγμα φυτοχώματος και περλίτη σε αναλογία 6:1 αντίστοιχα και ποτίζουμε 1-2 ημέρες πριν τη μεταφύτευση για να μπορεί να ανοίγεται τρύπα στη μέση, που θα υποδεχτεί το ριζικό σύστημα του νεαρού φυταρίου. Στο κιβώτιο σποράς εφαρμόζουμε πότισμα την προηγούμενη της μεταφύτευσης ημέρα, ώστε να έχει στραγγίσει το νερό κατά τη διάρκειά της.

Τα νεαρά φυτάρια με τη βοήθεια μιας σπάτουλας ανασύρονται από το κιβώτιο σποράς και μεταφέρονται στο γλαστράκι τύρφης, σε τρύπα που έχει ανοιχτεί με ένα φυτευτήρι σχήματος μολυβιού ή στυλό. Οι τρύπες που ανοίγονται επιτρέπουν την είσοδο των ριζών χωρίς αυτές να διπλώνουν. Κατά τη μεταφορά και μεταφύτευση των φυταρίων μαρουλιού πρέπει να κρατούνται από τα κοτυληδονόφυλλα και όχι από τον τρυφερό και εύθραυστο βλαστό.

Το βάθος φύτευσης είναι λίγο πάνω από το λαιμό των νεαρών φυταρίων έτσι ώστε τα νεαρά κοτυληδονόφυλλα να βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια του υποστρώματος. Γενικά το μαρούλι μπορεί να ξεπερνά σχετικά εύκολα το μεταφυτευτικό σοκ που παθαίνει, λόγω των απωλειών του ριζικού του συστήματος.

Ακολουθεί ελαφρά πίεση του υποστρώματος, για να έρθει σε επαφή ρίζα και υπόστρωμα και κατόπιν πότισμα.

Μετά τη μεταφύτευση στα γλαστράκια τύρφης, τα φυτά παραμένουν για 3-4 εβδομάδες σε ειδικό χώρο του σπορείου, στον οποίο εφαρμόζουμε πρόσθετο τεχνητό φωτισμό με λάμπες αλογόνου. Κατόπιν τα φυτάρια όταν αποκτήσουν 2-3 φύλλα μεταφυτεύονται στο υπόστρωμα της υδροπονίας όπου θα αναπτυχθούν.

Συνθήκες στο Σπορείο

Θερμοκρασία

Η άριστη θερμοκρασία για τη βλάστηση των σπόρων του μαρουλιού κυμαίνεται μεταξύ 15-20 °C. Οι απαιτήσεις βέβαια των διαφόρων ποικιλιών ποικίλουν.

Φως

Η παρουσία φωτός μετά τη σπορά του μαρουλιού είναι σημαντική για την ομοιόμορφη βλάστηση και τη γρήγορη ανάπτυξη των φυταρίων. Για το λόγο αυτό επιλέγουμε να εφαρμόσουμε πρόσθετο τεχνητό φωτισμό, δεδομένου ότι το πειραματικό πραγματοποιήθηκε σε εποχή φτωχή σε φωτισμό (π.χ. χειμώνας).

Τεχνητός φωτισμός στο σπορείο

Πρόσθετος τεχνητός φωτισμός στο σπορείο εφαρμόζεται όταν ο φυσικός φωτισμός την περίοδο σποράς και ανάπτυξης των νεαρών φυταρίων είναι πολύ περιορισμένος. Στην περίπτωση μας όπου η φύτευση έγινε στην αρχή και στα μέσα του χειμώνα, όπου ο φωτισμός ήταν ιδιαίτερα χαμηλός, εφαρμόσαμε πρόσθετο τεχνητό φωτισμό στο στάδιο από τη βλάστηση, μέχρι την εγκατάσταση των φυταρίων στο θερμοκήπιο, στην υδροπονία. Από τα μέχρι στιγμής δεδομένα δε φαίνεται να υπάρχει πρόβλημα ενθάρρυνσης σχηματισμού ανθικού στελέχους, από τον συνεχή φωτισμό στα φυτάρια, ακόμη και μέχρι εφαρμογής φωτισμού 14 ημερών σε επίπεδα έντασης 5400 *Lux*. Οι λαμπτήρες που χρησιμοποιήσαμε ήταν λάμπες φθορισμού αλογόνου. Με την τεχνική αυτή καταφέραμε να εξοικονομήσουμε μέχρι 10 ημέρες λιγότερη παραμονή των φυταρίων στο σπορείο.

Το Υδροπονικό Σύστημα Καλλιέργειας

Το υδροπονικό σύστημα που χρησιμοποιούμε για την καλλιέργεια μαρουλιού είναι ανοιχτό και γίνεται χρήση αδρανούς υποστρώματος. Το υπόστρωμα αποτελείται από πλάκες πετροβάμβακα τοποθετημένες μέσα σε γαλβανισμένα μεταλλικά κανάλια, επενδεδυμένα με ειδικό πλαστικό. Επιλέγουμε να καλλιεργήσουμε τα φυτά μαρουλιού υδροπονικά επειδή μπορούμε με μεγάλη ακρίβεια να ελέγξουμε την θρέψη του μέσω του θρεπτικού διαλύματος.

Εγκατάσταση Καλλιέργειας σε Πετροβάμβακα

Αφού πάρουμε τα φυτάριά μας που έχουν μεταφυτευθεί σε κύβους τύρφης, ακολουθεί η μεταφύτευσή τους σε πλάκες πετροβάμβακα. Σε γενικές γραμμές η μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο θα πρέπει να γίνεται όταν τα φυτά έχουν αποκτήσει 2-3 πραγματικά φύλλα και όταν το ριζικό σύστημα έχει αναπτυχθεί αρκετά στον κύβο και τα νεαρά, λευκά, ριζικά τριχίδια αρχίζουν να εξέρχονται και να φαίνονται στην κάτω επιφάνειά του.

Κατά τον χρόνο παραμονής των κύβων με τα σπορόφυτα στο σπορείο, θα πρέπει να προετοιμάζεται το θερμοκήπιο για να υποδεχθεί την καλλιέργεια.

Οι προπαρασκευαστικές εργασίες που πρέπει να γίνουν είναι η κάλυψη των καναλιών με πολυαιθυλένιο και η εγκατάσταση του συστήματος άρδευσης. Στην συνέχεια ακολουθεί η τοποθέτηση των πλακών του πετροβάμβακα τοποθετούμε πέντε φυτά ανά τεμάχιο υποστρώματος μήκους 1μ. πλάτους 15εκ. και ύψος 7,5 εκ., ενώ σε κάθε κανάλι τοποθετούμε τέσσερις πλάκες πετροβάμβακα, δηλαδή 20 φυτά.

Οι παράγοντες που καθορίζουν τον αριθμό των φυτών ανά τεμάχιο εξαρτώνται:

- 1) Η θεωρούμενη ως πλέον ενδεδειγμένη για το συγκεκριμένο φυτό, πυκνότητα φύτευσης καθώς και η διάταξη φύτευσης που συνίσταται και εξυπηρετεί καλύτερα στην συγκεκριμένη καλλιέργεια.
- 2) Το κόστος των υποστρωμάτων.
- 3) Ο ελάχιστος όγκος υποστρώματος ανά φυτό που μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα με τη συγκεκριμένη καλλιέργεια.

Αφού οι πλάκες του πετροβάμβακα τοποθετηθούν στο θερμοκήπιο ανοίγονται τρύπες στην πάνω επιφάνεια του πλαστικού περιτυλίγματος με τη βοήθεια ενός μαχαιριού, μέσα στις οποίες θα τοποθετήσουμε τα γλαστράκια

τύρφης. Οι διαστάσεις των ανοιγμάτων, τα οποία για λόγους ευκολίας είναι συνήθως κυκλικά, είναι ανάλογες με το μέγεθος των κύβων ανάπτυξης των σποροφύτων. Οι σωληνίσκοι που διανέμουν το θρεπτικό διάλυμα στα φυτά στερεώνονται με ειδικές πλαστικές καρφίτσες πάνω στο υπόστρωμα, με τέτοιο τρόπο, ώστε το θρεπτικό διάλυμα που εξέρχεται να πέφτει πάνω στα ανοίγματα που πρόκειται να υποδεχθούν τα φυτά, προσέχοντας όμως να μη βρέχεται ο λαιμός του φυτού.

Αφού πλέον τόσο το σύστημα άρδευσης όσο και το υπόστρωμα έχουν τοποθετηθεί στο χώρο που θα λάβει χώρα η καλλιέργεια τίθεται σε λειτουργία η εγκατάσταση παρασκευής και το σύστημα παροχής του θρεπτικού διαλύματος. Κατόπιν το υπόστρωμα διαβρέχεται με θρεπτικό διάλυμα μέχρι να κορεστεί πλήρως ολόκληρος ο όγκος του.

Μια δύο ημέρες μετά τον κορεσμό του υποστρώματος με διάλυμα, μεταφυτεύουμε τα φυτά, που είναι αναπτυγμένα μέσα στα γλαστράκια τύρφης στις οριστικές τους θέσεις, πάνω στις οπές που έχουν ανοιχτεί στα υποστρώματα. Φροντίζουμε μάλιστα τα τοιχώματα από τα γλαστράκια να περιβάλλονται από τον πετροβάμβακα και πιέζουμε ελαφρά για καλύτερη επαφή.

Πριν την εργασία της μεταφύτευσης στο κάτω μέρος των πλαστικών θηκών που περιβάλλουν τον πετροβάμβακα, ανοίγουμε δυο κάθετες σχισμές με ένα ξυράφι, με στόχο την απορροή του διαλύματος που δεν συγκρατείται από το υπόστρωμα και περισσεύει μετά από κάθε πότισμα.

Λειτουργία Υδροπονικών Συστημάτων σε Πετροβάμβακα

Από τη στιγμή που τα φυτά μεταφυτεύονται στο θερμοκήπιο, το ριζικό σύστημα του μαρουλιού αρχίζει να διεισδύει μέσα στις πλάκες και να τρέφεται από το θρεπτικό διάλυμα που περιέχουν. Η καλλιεργητική τεχνική επομένως θα πρέπει να αποσκοπεί στην τακτική συμπλήρωση του καταναλωθέντος θρεπτικού διαλύματος με νέο διάλυμα, μέσω του συστήματος άρδευσης, όπου με τη βοήθεια μιας αντλίας οδηγείται από τον κάδο ανάμιξης στα κανάλια και στις θέσεις όπου βρίσκονται τα φυτά μαρουλιού.

Εκτός όμως από την ποσοτική συμπλήρωση του διαλύματος που απορροφάται από τα φυτά, θα πρέπει να διατηρείται και η σύστασή του όσο γίνεται σταθερή, χωρίς να αποκλίνει σημαντικά από το σχήμα θρέψης που ακολουθείται. Αυτό στην περίπτωσή μας έχει ιδιαίτερη σημασία, μιας και

πρέπει να τροφοδοτούμε τα κανάλια με πέντε διαφορετικά σχήματα θρέψης, προσέχοντας κάθε φορά να έχουμε το επιθυμητό θρεπτικό διάλυμα.

Στο σημείο αυτό θα γίνει μια συμπληρωματική αναφορά, με στόχο να εξειδικευθούν ορισμένα θέματα σχετικά με τις καλλιέργειες σε πετροβάμβακα, τα οποία είναι τα εξής:

- Ο συνολικός ημερήσιος όγκος διαλύματος ανά φυτό που παρείχαμε στην καλλιέργεια ήταν 15-25% αυξημένος σε σύγκριση με την ποσότητα που απορροφάται από την καλλιέργεια. Αυτή η επιπλέον ποσότητα εφόσον δε θα καταναλωθεί, θα απορρέει από τις σχισμές που υπάρχουν στο πλαστικό περιτύλιγμα, στο κάτω μέρος των πλακών και κατόπιν στην υδροροή. Με αυτό τον τρόπο εκπλύνονται από το εσωτερικό του υποστρώματος ορισμένα ιόντα αλάτων τα οποία διαφορετικά θα έτειναν να συσσωρευτούν εκεί δημιουργώντας τοξικά προβλήματα στα φυτά στο χώρο του ριζοστρώματος.
- Η συχνότητα παροχής διαλύματος στα φυτά, μέσα σε μια ημέρα και η εκάστοτε διάρκεια παροχής, ήταν προσαρμοσμένες στις καιρικές συνθήκες (ηλιοφάνεια, θερμοκρασία) κάθε εποχή και περιοχή, καθώς και στις διακυμάνσεις αυτών κατά την διάρκεια του εικοσιτετραώρου. Γενικά τις ημέρες με πολύ ζέστη και έντονη ηλιοφάνεια κάναμε περισσότερα ποτίσματα ανά ημέρα.
- Η διάρκεια των ποτισμάτων καθορίστηκε κυρίως με βάση την ποσότητα του διαθέσιμου όγκου υποστρώματος ανά φυτό, με στόχο ο εκάστοτε όγκος του παρεχομένου διαλύματος να μην υπερβίνει περισσότερο από 15-25% την ποσότητα που μπορεί να συγκρατήσει το υπόστρωμα. Διαφορετικά η απορροή διαλύματος θα είναι πολύ μεγάλη με αποτέλεσμα να γίνεται σπατάλη νερού και λιπασμάτων και να ρυπαίνεται το περιβάλλον.
- Το PH και η EC του διαλύματος που περιέχεται μέσα στις πλάκες του πετροβάμβακα ελεγχόταν τακτικά. Η λήψη δειγμάτων διαλύματος μέσα από τον πετροβάμβακα γινόταν εύκολα χρήση μιας μεγάλης σύριγγας. Στη συνέχεια οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν εύκολα με ένα φορητό αγωγιμόμετρο και ένα επίσης

φορητό πεχάμετρο. Σε τακτά χρονικά διαστήματα γινόταν έλεγχος της περιεκτικότητας του διαλύματος σε όλα τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία.

Κάθε φορά που διαπιστώνονται ότι οι τιμές των προαναφερθέντων μεγεθών (EC, PH, συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων) ξέφευγαν από τα επιθυμητά όρια, γίνονται διορθωτικές επεμβάσεις με στόχο την επαναφορά τους στις επιθυμητές τιμές. Όταν η σύσταση του διαλύματος ήταν η ενδεδειγμένη, τυχούσες από κλίσεις στις τιμές του PH και της EC μέσα στην πλάκα του υποστρώματος, διορθώνονταν εύκολα, μέσω της ρύθμισης της συχνότητας και της διάρκειας της παροχής διαλύματος στα φυτά. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρειάστηκε και αλλαγή στη σύσταση του διαλύματος. Στην περίπτωση που παρατηρήθηκαν σοβαρές αποκλίσεις στις απόλυτες συγκεντρώσεις και ιδιαίτερα στις αναλογίες συγκεντρώσεων μεταξύ των θρεπτικών στοιχείων, η κατάσταση μπορούσε να διορθωθεί με μια μεγάλης διάρκειας έκπλυση των υποστρωμάτων με φρέσκο θρεπτικό διάλυμα.

Οι μετρήσεις των PH και EC μας δίνουν τη δυνατότητα να επιβεβαιώνουμε κάθε φορά ότι η σύνθεση του διαλύματος, που φθάνει στα φυτά, παραμένει αμετάβλητη όπως έχει ορισθεί από την αρχή. Με τον τρόπο αυτό, τυχόν βλάβες ή άλλου είδους προβλήματα που ενδέχεται να εμφανιστούν στο σύστημα παρασκευής και παροχής του διαλύματος, μπορούν να διαπιστώνονται και διορθώνονται έγκαιρα.

Οι μετρήσεις αυτές στην περίπτωσή μας γίνονται μόλις το θρεπτικό διάλυμα βγαίνει από τον κάδο ανάμιξης, για να οδηγηθεί στα κανάλια που είναι εγκατεστημένη η καλλιέργειά μας με τη βοήθεια ειδικών μηχανισμών που συνδέονται με το σύστημα αυτόματου ελέγχου και μας δίνουν άμεσα τις τιμές των παραπάνω μεγεθών.

Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος

Το θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιούμε σαν βάση αναφοράς για την έρευνά μας έχει την ίδια σύσταση με αυτή που προτείνουν οι *Sonneveld* και *Straver* (1989) η οποία έχει ως εξής:

$\text{NO}_3^- = 9,5 \text{ meq/lit}$, $\text{P}^{3-} = 1 \text{ meq/lit}$, $\text{S} = 2,25 \text{ meq/lit}$, $\text{NH}_4^+ = 0,5 \text{ meq/lit}$.

$\text{K}^+ = 5 \text{ meq/lit}$, $\text{Ca}^{2+} = 4,5 \text{ meq/lit}$, $\text{Mg}^{2+} = 1,5 \text{ meq/lit}$

Τα ιχνοστοιχεία είχαν ως εξής:

$Fe^{+2} = 35 \mu\text{mol}$, $Mn = 5 \mu\text{mol}$, $Zn = 3 \mu\text{mol}$, $Cu = 0,5 \mu\text{mol}$, $B = 20\mu\text{mol}$,
 $Mo = 0,5 \mu\text{mol}$

Στο προτεινόμενο θρεπτικό διάλυμα που αναφέραμε πιο πάνω έχουμε ως άριστο επίπεδο αζώτου για υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού τα 140 συνολικά (νιτρικό και αμμωνιακό). Σκοπός της έρευνάς μας είναι καλλιεργώντας υδροπονικά μαρούλια σε διάφορα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης και συγκεκριμένα: 20ppm N, 80ppm N, 140 ppm N, 200 ppm N και 260 ppm N, να μελετήσουμε την επίδραση αυτής της λίπανσης στην παραγωγή και απόδοσή του. Όπως προαναφέραμε η καλλιέργεια είναι εγκατεστημένη σε κανάλια υδροπονίας στο θερμοκήπιο. Κάθε κανάλι περιέχει 4 πλάκες πετροβάμβακα, πάνω στις οποίες βρίσκονται 20 φυτά ανά κανάλι. Για να μπορέσουμε να πραγματοποιήσουμε το πείραμά μας θα πρέπει κάθε κανάλι να το τροφοδοτούμε με θρεπτικό διάλυμα που εμείς επιθυμούμε, για να μπορέσουμε να εξασφαλίσουμε τα διάφορα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης.

Για να μπορέσουμε να προσθέσουμε τα θρεπτικά στοιχεία στις μορφές και στις συγκεντρώσεις που πρέπει, ώστε να εξασφαλίσουμε τα επίπεδα που αναφέραμε πιο πάνω έγινε χρήση απλών υδατοδιαλυτών λιπασμάτων. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούμε στο σύνολό τους είναι απλά υδατοδιαλυτά άλατα καθώς επίσης και ορισμένα οξέα, ενώ ειδικά ο σίδηρος χορηγήθηκε με μορφή οργανομεταλλικών συμπλοκών.

Αρχικά τοποθετούμε τα λιπάσματα σε μεγάλα δοχεία των 120 λίτρων, σε πολλαπλάσιες συγκεντρώσεις από αυτές που πρέπει να υφίστανται στο διάλυμα με το οποίο τροφοδοτούνται τα φυτά.

Τα διαλύματα που περιέχονται στα βαρέλια λέγονται μητρικά, ή απλώς πυκνά διαλύματα. Το διάλυμα που φτάνει στα φυτά προκύπτει από την αραιώση αυτών των πυκνών διαλυμάτων με νερό στον κάδο ανάμιξης. Το νέο διάλυμα ονομάζεται απλώς αραιό διάλυμα. Στην περίπτωσή μας χρησιμοποιούμε 7 βαρέλια με πυκνά διαλύματα, από τα οποία το ένα είναι το οξύ (είναι 80 λίτρων και χρησιμοποιείται για να ρυθμίζει το PH του διαλύματος).

Αναλυτικότερα σε καθένα από τα υπόλοιπα βαρέλια τοποθετούμε τα λιπάσματα σε τέτοιες ποσότητες, αναλογίες και συγκεντρώσεις, έτσι ώστε να μπορέσουμε να εξασφαλίσουμε θρεπτικά διαλύματα στα οποία η συγκέντρωση

του αζώτου να ανταποκρίνεται στις μεταχειρίσεις με τις οποίες θέλουμε να τροφοδοτήσουμε τα κανάλια καλλιέργειας. Έτσι η περιεκτικότητα κάθε βαρελιού σε λιπάσματα έχει ως εξής:

Στο βαρέλι «Α» έχουμε: 18,754 kgr $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
426,6 gr Fe

Στο βαρέλι «Β» έχουμε: 18,754 kgr $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
426,6 gr Fe

Στο βαρέλι «Γ» έχουμε: 2,364kgr MgSO_4 , 836,93 gr K_2SO_4
5,448kgr KNO_3 , 10,81gr MnSO_4
11,04gr ZnSO_4 , 1,598 gr Cu
24,39gr B, 1,548 gr Mo

Στο βαρέλι «Γ'» έχουμε: 2,364kgr M_2SO_4 , 836,4 gr K_2SO_4
10,81gr MnSO_4 11,04gr ZnSO_4 ,
1,598 gr Cu 24,39gr B,
1,548 gr Mo

Στο βαρέλι «Δ» έχουμε: 974,8gr $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
426,6 gr Fe

Τέλος στο βαρέλι του οξέος έχουμε: 0,254 λίτρα HNO_3
0,843 λίτρα H_3PO_4

Προσέχουμε πάντα κατά την παρασκευή των διαλυμάτων να τηρούμε τις γενικές οδηγίες ούτως ώστε να μην έχουμε τη δημιουργία ιζημάτων μεταξύ των λιπασμάτων που αναμιγνύουμε.

Σε όλα αυτά τα βαρέλια και συγκεκριμένα μεταξύ του Α, Β και Δ η μόνη διαφορά που εντοπίζουμε είναι οι διαφορετικές ποσότητες λιπασμάτων που περιέχουν άζωτο σε νιτρική κυρίως μορφή. Το ίδιο ισχύει και μεταξύ του Γ, Γ' και Ε. Οι διαφορές αυτές δεν είναι τυχαίες. Αναμιγνύοντας διαφορετικά βαρέλια κάθε φορά στη σωστή αναλογία αραιώσης θα μπορούσαμε να

συνθέσουμε διαλύματα, που να παρέχουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία στην καλλιέργειά μας, ενώ ταυτόχρονα να διαφέρουν σε συγκέντρωση αζώτου ανάλογα με τη μεταχείριση που τροφοδοτούμε κάθε φορά:

- Στην πρώτη μεταχείριση που θέλουμε συγκέντρωση αζώτου 20 θα χρησιμοποιήσουμε τα πυκνά θρεπτικά διαλύματα, που περιέχονται στο Γ' και Ε βαρέλι αντίστοιχα, αφού πρώτα αραιωθούν κατά 25% και θα τροφοδοτήσουμε το πρώτο και έκτο κανάλι.
- Στη δεύτερη μεταχείριση θέλουμε συγκέντρωση αζώτου 80 στο αραιό διάλυμα και θα χρησιμοποιήσουμε τα πυκνά θρεπτικά διαλύματα που περιέχονται στα βαρέλια Γ και Δ αντίστοιχα, τα οποία θα αραιωθούν κατά 25% και θα τροφοδοτήσουμε το δεύτερο και έβδομο κανάλι.
- Στην τρίτη μεταχείριση που θέλουμε συγκέντρωση αζώτου 200, χρησιμοποιούμε τα πυκνά θρεπτικά διαλύματα του Γ και Α βαρελιού αντίστοιχα, αλλά σε αραιώση 24% και τροφοδοτούμε το τέταρτο και ένατο κανάλι.
- Στην πέμπτη μεταχείριση που θέλουμε συγκέντρωση αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα 260 , χρησιμοποιούμε τα πυκνά θρεπτικά διαλύματα του Γ και Β βαρελιών, αφού πρώτα αραιωθούν κατά 25% και τροφοδοτούμε με αυτό το πέμπτο και δέκατο κανάλι.

Προσέχουμε η ανώτερη τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας να μην υπερβαίνει τα 3dS/m περίπου ενώ το ΡΗ του αραιού θρεπτικού διαλύματος να κυμαίνεται μεταξύ 5,5-6. Για τη ρύθμιση του ΡΗ χρησιμοποιούμε το βαρέλι του οξέος ούτως ώστε το ΡΗ να διατηρείται στο επίπεδο που αναφέραμε πιο πάνω.

Η ανάμιξη των πυκνών θρεπτικών διαλυμάτων γίνεται στον κάδο ανάμιξης με τη βοήθεια ενός αυτομάτου μίκτη, του οποίου η λειτουργία γίνεται μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή, ο οποίος υπολογίζει αυτόματα την ποσότητα από κάθε βαρέλι και με τη βοήθεια των μικροαντλιών τις οδηγεί στον κάδο ανάμιξης, ανάλογα με τα δεδομένα και τις απαιτήσεις που θέλουμε να έχει το εκάστοτε θρεπτικό διάλυμα.

Από εκεί το αραιό θρεπτικό διάλυμα με τη βοήθεια μιας αντλίας οδηγείται στα κανάλια καλλιέργειας. Αν με τη συγκέντρωσή του σε άζωτο, αυτόματα μέσω του υπολογιστή ανοίγουν οι ηλεκτροβάνες των καναλιών που

θέλουμε να τροφοδοτηθούν με αυτή τη συγκέντρωση (έτσι αν έχουμε συγκέντρωση 200 αζώτου, πρώτα θα ανοίξει η ηλεκτροβάννα που τροφοδοτεί το πρώτο κανάλι και αφού περάσει ο χρόνος άρδευσης αυτού κατόπιν θα ανοίξει η ηλεκτροβάννα που τροφοδοτεί το έκτο κανάλι).

Ο χρόνος παροχής είναι 2 λεπτά για κάθε κανάλι και έχει υπολογιστεί τόσο, ώστε να καλύπτει τις ανάγκες της καλλιέργειάς μας, ενώ ταυτόχρονα να μην έχουμε σημαντικές απώλειες λόγω έκπλυσης του απορρέοντος θρεπτικού διαλύματος, που δε μπορεί να συγκρατηθεί από το υπόστρωμα. Επίσης από αυτό το χρονικό διάστημα των δυο λεπτών είμαστε σίγουροι, σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έχουμε κάνει, ότι το διάλυμα που τροφοδοτεί το κάθε κανάλι έχει την ανάλογη συγκέντρωση που εμείς επιθυμούμε.

Για το χρονικό διάστημα που τροφοδοτούμε με το εκάστοτε θρεπτικό διάλυμα, τροφοδοτούμε επίσης το σύστημά μας με καθαρό νερό. Το καθαρό νερό οδηγείται στον κάδο ανάμιξης από το δίκτυο παροχής, ενώ ταυτόχρονα η αντλία του υδροπονικού συστήματος αδειάζει τον κάδο από το προηγούμενο θρεπτικό διάλυμα, που έχει παρασκευαστεί μέσα σε αυτόν, σε ειδικά δοχεία έξω από τα κανάλια (για να μη μολύνεται το περιβάλλον). αυτό γίνεται για τις ανάγκες της εργασίας μας. Η άρδευση αρχίζει κάθε μέρα στις 10π.μ. και επαναλαμβάνεται το απόγευμα στις 5μ.μ. Καθόλη τη διάρκεια της άρδευσης υπήρχε συνεχή επίβλεψη για αντιμετώπιση πιθανών προβλημάτων εμπλοκής του συστήματος, για έλεγχο των σταλακτήρων και προσεκτική παρακολούθηση της ανάπτυξης των φυτών.

Συνθήκες στο Θερμοκήπιο

Τα φυτά που ερευνήσαμε σε αυτή τη μελέτη μεγάλωσαν στο θερμοκήπιο, όπου η θερμοκρασία κυμαινόταν την ημέρα από 15-25°C, ανάλογα για την ηλιοφάνεια και την εξωτερική ατμοσφαιρική θερμοκρασία που επικρατούσε. Ενώ τη νύχτα ως ελάχιστη θερμοκρασία είχαμε τους 13°C. Τις κρύες νύχτες με ξαστεριά εφαρμόζαμε τεχνητή θέρμανση, μέσω του συστήματος κεντρικής θέρμανσης που διαθέτει το θερμοκήπιο, η λειτουργία του οποίου βασίζεται στην κυκλοφορία ζεστού νερού σε μεταλλικούς σωλήνες που περιβάλλουν το θερμοκήπιο. Ταυτόχρονα άνοιγαν οι θερμοκουρτίνες που συγκρατούσαν την μεγάλο μήκους θερμική ακτινοβολία των φυτών και του εδάφους.

Οι εποχιακές διαφοροποιήσεις στη θερμοκρασία καθώς και στην περίοδο και ένταση του φωτός είχαν βαθιά επιρροή στον ρυθμό ανάπτυξης των

φυτών μαρουλιού. Αυτό είχε ως συνέπεια κατά την διάρκεια της πρώτης μεταχείρισης η οποία έγινε από αρχές Νοεμβρίου- αρχές Ιανουαρίου όπου είχαμε χαμηλές θερμοκρασίες και μη ικανοποιητικό φωτισμό, όπως φαίνεται και από τις μετρήσεις παρακάτω, πήραμε φυτά μαρουλιού κατώτερα από αυτά της δεύτερης μεταχείρισης, η οποία εγκαταστάθηκε στο θερμοκήπιο Ιανουαρίου – αρχές Μαρτίου οπότε συλλέξαμε τα μαρούλια, όπου η θερμοκρασία και ο φωτισμός ήτα σε πιο ικανοποιητικά επίπεδα, για την ανάπτυξη των φυτών μαρουλιού.

Επίσης στην πρώτη μεταχείριση ο χρόνος από την εγκατάσταση της καλλιέργειας στο θερμοκήπιο μέχρι την συγκομιδή ήταν μεγαλύτερος της πρώτης μεταχείρισης.

Η ανάπτυξη των φυτών και η συγκομιδή

Ο χρόνος από την σπορά ως την συγκομιδή ήταν 8-10 εβδομάδες ανάλογα με την εποχή.

Στο μαρούλι που καλλιεργήσαμε, τύπου Ρωμάνο η συγκομιδή έγινε όταν εμφανίστηκε στο κέντρο του φυτού η μικρή κεφαλή. Τα φυτά κόπηκαν, κοντά ή λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια του εδαφικού μίγματος, μιας και υπήρχε ακόμα το γλαστράκι τύρφης. Στη συνέχεια αφαιρέθηκαν τα εξωτερικά κατεστραμμένα φύλλα αριθμήθηκαν και σημάνθηκαν. Στη συνέχεια τα μεταφέραμε σε ειδικό χώρο (εργαστήριο) όπου υπήρχε κατάλληλος εξοπλισμός για τη μέτρηση του αριθμού των φύλλων, του νωπού και ξηρού βάρους. Μετράμε τον αριθμό των φύλλων, του νωπού και ξηρού βάρους. Μετράμε τον αριθμό των φύλλων, μέχρι το μικρότερο που υπάρχει στην «καρδιά» του μαρουλιού, δηλαδή στο κέντρο του. έπειτα με τη βοήθεια ενός ζυγού ακριβείας μετρήσαμε το νωπό βάρος από κάθε μαρούλι και καταγράψαμε τις μετρήσεις με μεγάλη προσοχή. Στη συνέχεια και αφού προηγουμένως τυλίξαμε τα μαρούλια με αλουμινόχαρτο, τα τοποθετήσαμε σε αεριζόμενο φούρνο στους 80°C, για να μετρήσουμε τα ξηρά βάρη. Σε τακτά χρονικά διαστήματα μετρούσαμε τα ξηρά βάρη. Όταν δεν είχαμε διαφορές βαρών μεταξύ δύο διαδοχικών μετρήσεων, συμπεραίναμε ότι το φυτικό υλικό που είχαμε στο φούρνο είχε ξηραθεί πλήρως και δεν περιείχε άλλο νερό. Κατόπιν βγάλαμε τα φυτά από το φούρνο και αφού αφαιρέσαμε το αλουμινόχαρτο, με τη βοήθεια του ζυγού ακριβείας μετρήσαμε τα ακριβή ξηρά βάρη των μαρουλιών που είχαμε συγκομίσει και τα καταγράψαμε, με απώτερο σκοπό την μελέτη των παραπάνω μετρήσεων.

Έτσι ακολουθώντας την διαδικασία που προαναφέραμε για το πρώτο κανάλι, το οποίο τροφοδοτείται με θρεπτικό διάλυμα που περιέχει 20ppm, συνολικά αζώτου (νιτρικό και αμμωνιακό), έγιναν δύο μεταχειρίσεις, η μία κατά την περίοδο Νοεμβρίου – Ιανουαρίου και η δεύτερη κατά την περίοδο Ιανουαρίου- Μαρτίου. Σε κάθε μεταχείριση πάρθηκαν δέκα φυτά από το κανάλι καλλιέργειας των 20ppm και καταγράφηκαν τα στοιχεία που μας αφορούν, όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πρώτη μεταχείριση:

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	180,44	15,34	27
2	184,91	15,98	28
3	189,23	16,34	29
4	179,61	15,12	27
5	174,22	14,63	27
6	170,91	14,34	26
7	182,34	15,63	27
8	185,41	16,09	28
9	178,32	14,88	27
10	173,41	14,55	27

Δεύτερη μεταχείριση:

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	225,11	22,77	30
2	223,21	22,12	30
3	232,54	23,51	32
4	235,67	23,89	32
5	238,72	23,98	33
6	225,63	22,82	31
7	228,71	22,92	32
8	224,51	22,42	31
9	220,05	21,98	30
10	230,31	23,30	32

Για το δεύτερο κανάλι στο οποίο τα φυτά που καλλιεργούνται υδροπονικά τροφοδοτούνται με θρεπτικό διάλυμα, του οποίου η συγκέντρωση αζώτου είναι μεγαλύτερη από του πρώτου και κυμαίνεται στα 80ppm συνολικού αζώτου. Γίνονται δύο μεταχειρίσεις, την ίδια περίοδο όπως προηγουμένως, ενώ παίρνεται και ο ίδιος αριθμός φυτών για κάθε μεταχείριση, όπως και στην πρώτη περίπτωση. Αναλυτικά οι μετρήσεις έχουν ως εξής:

Πρώτη μεταχείριση:

a/a	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	201,87	16,79	29
2	205,39	17,29	29
3	189,42	15,59	28
4	193,65	16,12	28
5	197,34	16,62	29
6	195,35	16,48	29
7	209,75	17,64	30
8	204,75	17,09	29
9	205,56	17,32	30
10	193,41	16,08	29

Δεύτερη μεταχείριση:

a/a	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	230,46	21,85	32
2	236,87	22,73	33
3	233,51	22,23	32
4	238,82	23,29	33
5	240,74	24,15	32
6	246,66	24,58	32
7	249,18	24,87	34
8	249,32	24,92	34
9	240,51	24,05	32
10	238,15	23,15	33

Για το τρίτο κανάλι καλλιέργειας το οποίο τροφοδοτείται με θρεπτικό διάλυμα συγκέντρωσης 140ppm σε άζωτο γίνονται δύο μεταχειρίσεις και παίρνουμε δέκα φυτά από κάθε μεταχείριση, όπως και προηγουμένως. Αναλυτικότερα από το τρίτο κανάλι πήραμε τις παρακάτω μετρήσεις:

Πρώτη μεταχείριση:

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	221,50	17,68	30
2	227,32	18,26	30
3	225,76	17,95	30
4	220,43	17,58	29
5	218,23	17,34	29
6	213,48	16,98	28
7	218,53	17,41	29
8	230,54	18,78	31
9	219,30	17,51	29
10	220,78	17,60	30

Δεύτερη μεταχείριση:

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	242,77	23,28	32
2	250,21	23,98	33
3	250,50	24,02	33
4	246,13	23,78	32
5	249,50	24,05	33
6	246,73	23,91	32
7	253,48	24,93	34
8	252,37	24,81	33
9	248,67	24,36	33
10	257,43	25,29	34

Οι μετρήσεις που πήραμε από το τέταρτο κανάλι, το οποίο τροφοδοτείται με θρεπτικό διάλυμα συγκέντρωσης αζώτου που κυμαινόταν στα 200 ppm, φαίνονται στο παρακάτω σχήμα. Και σε αυτή την περίπτωση έγιναν δύο μεταχειρίσεις (δύο συνεχόμενες καλλιέργειες). Σε κάθε μεταχείριση πήραμε δέκα τυχαία φυτά.

Πρώτη μεταχείριση:

a/a	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	224,71	17,37	29
2	225,32	17,45	29
3	229,20	18,22	30
4	233,89	19,85	32
5	230,15	18,43	31
6	230,50	18,75	31
7	236,73	20,15	32
8	237,78	20,23	32
9	226,71	17,57	29
10	228,12	17,95	30

Δεύτερη μεταχείριση:

a/a	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	255,78	24,12	32
2	253,43	23,72	32
3	260,50	24,78	33
4	262,51	25,10	33
5	265,76	25,37	33
6	268,73	25,74	33
7	271,50	26,00	34
8	268,21	25,67	34
9	259,74	23,85	32
10	264,89	25,31	33

Οι μετρήσεις που πήραμε από το πέμπτο κανάλι στο οποίο τα φυτά μαρουλιού τροφοδοτούνται από θρεπτικό διάλυμα του οποίου η συγκέντρωση αζώτου συνολικά (νιτρικό και αμμωνιακό) κυμαινόταν στα 260 ppm.

Σε κάθε μεταχείριση πήραμε 10 τυχαία φυτά, από τα είκοσι που περιέχονται συνολικά στο κανάλι αυτό για κάθε μεταχείριση. Οι μετρήσεις που προέκυψαν φαίνονται στους παρακάτω πίνακες:

Πρώτη μεταχείριση:

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	230,6	19,45	29
2	228,71	19,37	29
3	225,61	19,05	29
4	232,54	19,75	30
5	235,64	20,11	31
6	234,37	19,89	30
7	237,44	20,32	31
8	235,21	19,95	30
9	238,12	20,45	32
10	235,50	20,05	31

Δεύτερη μεταχείριση:

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	279,39	24,89	33
2	283,73	25,12	33
3	289,85	25,39	34
4	285,22	25,30	34
5	290,15	25,52	35
6	292,47	26,05	35
7	295,71	26,74	35
8	283,41	25,10	33
9	294,51	26,74	35
10	294,10	26,67	35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

8.1.ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τα πέντε επίπεδα αζώτου που καλλιεργήθηκαν και χωριστά για κάθε μεταχείριση. Στη συνέχεια υπολογίζεται ο μέσος όρος των τιμών καθώς και η τυπική απόκλιση των πειραματικών μετρήσεων από τον μέσο όρο.

Κατόπιν, υπολογίζονται οι διαφορές από την προτεινόμενη ως άριστη συγκέντρωση νιτρικών στο θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιούνται για υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού, των 140 ppm. Οι διαφορές αυτές αφορούν το νωπό και ξηρό βάρος και τον αριθμό των φύλλων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

Αποτελέσματα πρώτου επιπέδου αζώτου (20 ppm)
1^η μεταχείριση

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	170,91	14,34	26
2	173,41	14,55	27
3	174,22	14,63	27
4	178,32	14,88	27
5	179,61	15,12	27
6	180,44	15,34	27
7	182,34	15,63	27
8	184,91	15,98	28
9	185,41	16,09	28
10	189,23	16,34	29
Μέση τιμή	179,88	15,29	27,3
Απόκλιση μέσης τιμής	4,586	0,586	0,62

2^η μεταχείριση

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	220,05	21,98	30
2	223,21	22,12	30
3	224,51	22,42	31
4	225,11	22,77	30
5	225,63	22,82	31
6	228,71	22,96	32
7	230,31	23,3	32
8	232,54	23,51	32
9	235,67	23,89	32
10	238,72	23,98	33
Μέση τιμή	228,446	22,975	31,3
Απόκλιση μέσης τιμής	4,744	0,556	0,9

Αποτελέσματα δεύτερου επιπέδου αζώτου (80 ppm)

1^η μεταχείριση

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	189,42	15,59	28
2	193,41	16,08	29
3	193,65	16,12	28
4	195,35	16,48	29
5	197,34	16,62	29
6	201,87	16,79	29
7	204,75	17,09	29
8	205,39	17,29	29
9	205,56	17,32	30
10	209,75	17,64	30
Μέση τιμή	199,649	16,702	29
Απόκλιση μέσης τιμής	5,815	0,524	0,4

2^η μεταχείριση

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	230,46	21,85	32
2	233,51	22,23	32
3	236,87	22,73	33
4	238,15	23,15	33
5	238,82	23,29	33
6	240,51	24,05	32
7	240,74	24,15	32
8	246,66	24,58	32
9	249,18	24,87	34
10	249,32	24,92	34
Μέση τιμή	240,422	23,582	32,7
Απόκλιση μέσης τιμής	4,86	0,932	0,7

Αποτελέσματα τρίτου επιπέδου αζώτου (140 ppm)

1^η μεταχείριση

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	213,48	16,98	28
2	218,23	17,34	29
3	218,53	17,41	29
4	219,3	17,51	29
5	220,43	17,58	29
6	220,78	17,6	30
7	221,5	17,68	30
8	225,76	17,95	30
9	227,32	18,26	30
10	230,54	18,76	31
Μέση τιμή	221,587	17,709	29,5
Απόκλιση μέσης τιμής	3,7718	0,3726	0,7

2^η μεταχείριση

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	242,77	23,28	32
2	246,13	23,78	32
3	246,73	23,91	32
4	248,67	24,36	33
5	249,5	24,05	33
6	250,21	23,98	33
7	250,5	24,02	33
8	252,37	24,81	33
9	253,48	24,93	34
10	257,43	25,29	34
Μέση τιμή	249,779	24,241	32,9
Απόκλιση μέσης τιμής	3,019	0,4852	0,54

Αποτελέσματα τέταρτου επιπέδου αζώτου (200 ppm)

1^η μεταχείριση

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	224,71	17,37	29
2	225,32	17,45	29
3	226,71	17,57	29
4	228,12	17,95	30
5	229,2	18,22	30
6	230,15	18,43	31
7	230,5	18,75	31
8	233,89	19,85	32
9	236,73	20,15	32
10	237,78	20,23	32
Μέση τιμή	230,311	18,597	30,5
Απόκλιση μέσης τιμής	3,5312	0,9184	1,1

2^η μεταχείριση

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	253,43	23,72	32
2	255,78	24,12	32
3	259,74	23,85	32
4	260,5	24,78	33
5	262,51	25,1	33
6	264,89	25,31	33
7	265,76	25,37	33
8	268,21	25,67	34
9	268,73	25,74	33
10	271,5	26	34
Μέση τιμή	263,105	24,966	32,9
Απόκλιση μέσης τιμής	4,713	0,6788	0,54

Αποτελέσματα πέμπτου επιπέδου αζώτου (260 ppm)

1^η μεταχείριση

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	225,61	19,05	29
2	228,71	19,37	29
3	230,6	19,45	29
4	232,54	19,75	30
5	234,37	19,89	30
6	235,21	19,95	30
7	235,5	20,05	31
8	235,64	20,11	31
9	237,44	20,32	31
10	238,12	20,45	32
Μέση τιμή	233,374	19,839	30,2
Απόκλιση μέσης τιμής	3,2072	0,3472	0,84

2^η μεταχείριση

α/α	Νωπό Βάρος	Ξηρό Βάρος	Αριθμός Φύλλων
1	279,39	24,89	33
2	283,41	25,1	33
3	283,73	25,12	33
4	285,22	25,3	34
5	289,85	25,39	34
6	290,15	25,52	35
7	292,47	26,05	35
8	294,1	26,67	35
9	294,51	26,74	35
10	295,71	26,74	35
Μέση τιμή	288,854	25,752	34,2
Απόκλιση μέσης τιμής	4,7332	0,6384	0,8

Υπολογισμός διαφοράς από την προτεινόμενη άριστη συγκέντρωση των 140 ppm.

	140 ppm	20 ppm (test 1)	80 ppm (test 2)	200 ppm (test 3)	260 ppm (test 4)
Νωπό Βάρος					
Μεταχείριση 1 ^η	221,587	179,88	199,649	230,311	233,374
t-t(test)	0	41,707	21,938	8,724	11,787
Μεταχείριση 2 ^η	249,779	228,449	240,422	263,105	288,854
t-t(test)	0	21,333	9,357	13,326	39,075
Ξηρό Βάρος					
Μεταχείριση 1 ^η	17,709	15,29	16,702	18,597	19,839
t-t(test)	0	2,419	1,007	0,888	2,13
Μεταχείριση 2 ^η	24,241	22,975	23,582	24,966	25,752
t-t(test)	0	1,266	0,659	0,725	1,511
Αριθμός Φύλλων					
Μεταχείριση 1 ^η	30	27	29	30	30
t-t(test)	0	3	1	0	0
Μεταχείριση 2 ^η	33	31	33	33	34
t-t(test)	0	2	0	0	1

8.2.ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από τα αποτελέσματα της έρευνας παρατηρείται ότι τα φυτά μαρουλιού μπορούν να προσαρμοστούν σε πολύ χαμηλότερη συγκέντρωση αζώτου στο θρεπτικό διάλυμα με το οποίο τροφοδοτούνται, από αυτή που προτείνεται ως άριστη από τους *Sonneveld* και *Straver* δηλαδή συγκέντρωση αζώτου στα 140ppm. Στα πειράματα όπου μόνο η συγκέντρωση του αζώτου διέφερε η ανάπτυξη και η απόδοση παρέμειναν σχετικά ανεπηρέαστες σύμφωνα με τις μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν. Η έρευνα αποδεικνύει ότι το μαρούλι μπορεί να προσαρμοσθεί σε χαμηλές εξωτερικές συγκεντρώσεις αζώτου, γεγονός που παρέχει τη δυνατότητα να επιτευχθούν ρυθμοί ανάπτυξης, απορρόφησης και απόδοσης στα φυτά μαρουλιού που μπορούν να συγκριθούν με αυτούς σε πολλαπλάσιες συγκεντρώσεις, με πολύ μικρές διαφορές στις αποδόσεις. Το συμπέρασμα απορρέει μελετώντας προσεκτικά τις μετρήσεις που πήραμε από κάθε μεταχείριση, και κάθε κανάλι. Έτσι είναι δυνατό να μειωθεί η συγκέντρωση νιτρικών στα 20 ppm με ικανοποιητική απόδοση. Ακόμα καλύτερα αποτελέσματα έχουμε στα 80 ppm όπου οι αποδόσεις είναι παρόμοιες με αυτές στα 140 ppm.

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούμε να προτείνουμε στους παραγωγούς που καλλιεργούν υδροπονικά μαρούλια να χρησιμοποιούν θρεπτικό διάλυμα, για την τροφοδοσία των φυτών με χαμηλή συγκέντρωση αζώτου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αισθάνονται πιο ασφαλείς χρησιμοποιώντας θρεπτικά διαλύματα που δεν έχουν υψηλή συγκέντρωση και δεν δημιουργούν τοξικά προβλήματα στα φυτά.

Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές ανησυχίες, μειώνοντας στο θρεπτικό διάλυμα το επίπεδο του αζώτου και κατ' επέκταση των νιτρικών που είναι η κύρια μορφή με την οποία βρίσκεται μέσα σ' αυτό, μειώνεται η πιθανότητα για απελευθέρωση νιτρικών στο περιβάλλον που δημιουργούν ευτροφικά προβλήματα και μόλυνση των υπογείων νερών.

Το πρόβλημα είναι εντονότερο στα μη επανακυκλοφορούμενα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα. Σε τέτοια συστήματα η εκροή στο περιβάλλον είναι τόσο υψηλή ώστε και μια μικρή μείωση στη συγκέντρωση των νιτρικών που εμφανίζονται στο θρεπτικό που απορρέει θα μείωναν σημαντικά πιθανή ζημιά στο περιβάλλον.

Επίσης με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας μας μπορούμε να εξασφαλίσουμε στους παραγωγούς οικονομία λόγω των μικρότερων

ποσοτήτων αζωτούχου λιπασμάτων που προσθέσουμε στο θρεπτικό διάλυμα, μιας και τα υδατοδιαλυτά λιπάσματα που χρησιμοποιούμε στην υδροπονία έχουν σημαντικό κόστος.

Ένας εξίσου βασικός παράγοντας που επιβάλλει την μείωση των νιτρικών στα διαλύματα είναι η θέσπιση νόμων που επιβάλλουν ανώτατο όριο στην τιμή των νιτρικών στα φυλλώδη λαχανικά.

Όπως αναφέρουν οι ειδικοί, υψηλές ποσότητες νιτρικών συσσωρεύονται στα φυλλώδη λαχανικά με βλαπτικές συνέπειες για την υγεία του καταναλωτή. Με τη βοήθεια της έρευνάς μας παρέχουμε τη δυνατότητα στους παραγωγούς, ώστε με μικρότερες συγκεντρώσεις νιτρικών στα θρεπτικά διαλύματα, με τα οποία τροφοδοτούν τα φυτά τους, να επιτυγχάνουν τις ίδιες αποδόσεις όπως εάν χρησιμοποιούσαν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών στα διαλύματα.

Αυτή η επιδιωκόμενη μείωση νιτρικών είναι ο τελικός στόχος μας, εξασφαλίζοντας έτσι φυτά υγιεινά, καλής ποιότητας και μορφολογίας, ενώ παράλληλα προστασία στο περιβάλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ζαμπούτης Β. Ιωάννης- Γκακνή Ι. Ασπασία, 1992, Γεωργικές Καλλιέργειες.
- Μαυρογιαννόπουλος Ν. Γεώργιος, 1994, Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα.
- Μαυρογιαννόπουλος Ν. Γεώργιος, 1994, Θερμοκήπια.
- Ολύμπιος Χρήστος, 1994, Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στο Θερμοκήπιο.
- Ολύμπιος Χρήστος, 1994, Στοιχεία Γενικής Λαχανοκομίας.
- Παρασκευόπουλος Π. Κοσμάς, Σύγχρονη λαχανοκομία.
- Σπάρτσης Ι. Νικ., 1995, Γενική και Ειδική Λαχανοκομία, Αθήνα.
- Σπάρτσης Ι. Νικ., 1995, Κηπευτικές Καλλιέργειες, Ευγενίδιο Ίδρυμα Αθηνών.
- Chowings J.W. & Day M.J., 1992, Vegetable Varieties for the Gardener.
- Ciufofini Ciro Εκδόσεις Ψυχάλου: Λαχανοκομία Κηπευτική Γενική και Ειδική.
- Doty Walter L., 1990, All about vegetables.
- IR Mc Pharlin and P.M. Aylomore, 1995, Nitrogen Requirements of Lettuce under sprinkler irrigation and trickle fertigation on a spearwood sand, journal of plant nutrition.
- Mason John, 1990, Commercial Hydroponics.
- Philips Roger and Rix Martin, 1993, The Garden Plant Series Vegetables.

INTERNET

<http://www.care.gr/enc/ecology/topic>

<http://lacec.agr.uth.gr/el/Activities/Education/Hydropon.../Introtoplant nutrition.L1.ht>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- * Διατάγματα
- * Φωτογραφίες Υδροπονικής Καλλιέργειας

ταξινομηθείσαι κατά μέγεθος» εάν δέν εφαρμόζηται ή ταξινόμησις κατά μέγεθος).

Βάρος ή αριθμός τεμαχίων (προαιρετικός).

ε) Κρατικόν Σήμα Έλέγχου.

Τό προβλεπόμενον υπό τής παρ. 8 του άρθρου 19 του Ν. 4035/60 «περί μέτρων έπεκτάσεως και βελτιώσεως των δενδροκηπευτικών καλλιεργειών κλπ.» Κρατικόν Σήμα είναι υποχρεωτικόν.

ΔΙΑΤΑΓΜΑ 890—Γιά τά νωπά μαρούλια, αντίδια κατσαρά, αντίδια μέ πλατιά φύλλα

Άρθρον 1.

Έξαγωγίμον είδος.

Αί διατάξεις του παρόντος άφορουν εις τά μαρούλια ποικιλίας, παραχθείσης υπό του «LACTUCA SATIVA L.» (έξαιρέσει του «LAITUES A COUPER»), τά κατσαρά αντίδια «CICHORIUM ENDIVIA L. VAR. CRISPA» και τά αντίδια μέ φύλλα πεπλατυσμένα «CICHORIUM ENDIVIA L. VAR. LATIFOLIA προοριζόμενα νά παραδοθουν εις τον καταναλωτήν εις νωπήν κατάστασιν.

Άρθρον 2.

Προϋποθέσεις έξαγωγής.

Η έξαγωγή μαρουλιών, κατσαρών αντίδιών και αντίδιών μέ φύλλα πεπλατυσμένα επιτρέπεται, έφ' όσον ταυτα πληρουν τους όρους του παρόντος Διατάγματος και συνοδεύονται υπό του έν παρ. 1 του άρθρου 12 του Ν.Δ. 3999/1959 «περί έλέγχου του έξαγωγικού έμπορίου και άλλων τινών διατάξεων» προβλεπομένου πιστοποιητικού.

Άρθρον 3.

Ποιοτικά κατηγορίαί.

Τά έξαγωγήμα μαρούλια, κατσαρά αντίδια και αντίδια μέ φύλλα πεπλατυσμένα, κατατάσσονται εις τρεις ποιοτικάς κατηγορίας ώς άκολουθως:

α) «I»

β) «II» και

γ) «III».

Τά προϊόντα τά κατατασσόμενα εις αυτάς τάς κατηγορίας κατά τό στάδιον τής άποστολής των μετά την διαλογήν, τυποποίησιν και συσκευασίαν, δέον όπως εμφανίζουσι τά έν άρθροις 4, 5 και 6 χαρακτηριστικά ποιότητας και μεγέθους, τά άφορώντα έκάστην κατηγορίαν.

Άρθρον 4.

Έλάχιστα χαρακτηριστικά ποιότητας.

1. Αί σαλάται δέον όπως είναι:

α) Άκέραιαι.

β) Ὑγιεῖς (ὑπό τὴν ἐπιφύλαξιν τῶν ἰδιαιτέρων διατάξεων τῶν ἐπιτρεπομένων δι' ἑκάστην κατηγορίαν).

γ) Νωπαί.

δ) Καθαραί καὶ περιποιημέναι, ἤτοι πρακτικῶς ἀπηλλαγμέναι παντός φύλλου λερωμένου μέ χῶμα, κοπρόχωμα ἢ ἄμμον, ὑπολειμμάτων λιπασμάτων καὶ φυτοφαρμάκων.

ε) Εὐρωσται.

στ) Οὐχί προχωρημένης ἀναπτύξεως.

ζ) Κανονικῆς ἐξωτερικῆς ὑγρασίας.

η) Ἀπηλλαγμέναι ξένων ὀσμῶν καὶ γεύσεων.

2. Αἱ σαλάται δέον ὅπως παρουσιάζουν κανονικὴν ἀνάπτυξιν, ἀναλόγως τῆς περιόδου παραγωγῆς καὶ ὅσον ἀφορᾷ τὰ μαρούλια ἐπιτρέπεται ἐν ἐλάττωμα χρώματος, φθάνον μέχρι τοῦ ἐρυθροῦ, προκαλουμένου ἀπὸ χαμηλὴν θερμοκρασίαν κατὰ τὴν βλάστησιν. Τοῦτο ἀπαγορεύεται ἐάν βλάβηται σοβαρῶς ἢ ἐμφάνισις τοῦ προϊόντος.

3. Αἱ ρίζαι δέον ὅπως κόπτονται εἰς τὴν βάσιν τῶν τελευταίων φύλλων καὶ ἡ τομὴ κατὰ τὴν ἀποστολὴν δέον ὅπως εἶναι λεία.

Ἄρθρον 5.

Χαρακτηριστικὰ ποιοτικῶν κατηγοριῶν.

1. Αἱ κατατασσόμεναι εἰς τὴν ποιοτικὴν κατηγορίαν «I» σαλάται δέον ὅπως εἶναι:

Καλῶς ἐσχηματισμέναι.

Σφικταί (ἐξαιρέσει τῶν μαρουλιῶν τῶν θερμοκηπίων).

Οὐχί ἐσχισμέναι.

Ἀπηλλαγμέναι προσβολῶν ζωϊκῶν παρασίτων ἢ ἀσθeneiῶν καὶ ἐλαττωμάτων ζημιούτων τὴν ἐδωδιμότητά των.

Ἀπηλλαγμέναι ἰχνῶν προσβολῆς ἐκ παγετοῦ καὶ πρακτικῶς ἀπηλλαγμέναι φυσικῶν ζημιῶν.

Νά ἔχουν τό τυπικόν χρῶμα τῆς ποικιλίας.

Τὰ μαρούλια δέον ὅπως παρουσιάζουν μίαν μόνον καρδίαν καλῶς ἐσχηματισμένην. Ἐν τούτοις, εἰς ὅ,τι ἀφορᾷ τὰ μαρούλια θερμοκηπίων, ἐπιτρέπεται ὅπως ἡ καρδία εἶναι ὀλιγώτερον ἀνεπτυγμένη.

Τό κεντρικόν μέρος τῶν κατσαρῶν ἀντιδίων καὶ τῶν ἀντιδίων μέ φύλλα πεπλατυσμένα δέον ὅπως εἶναι χρώματος κιτρίνου ἐπὶ τοῦ 1/3 τοῦ φυτοῦ τοῦλάχιστον.

2. Αἱ κατατασσόμεναι εἰς τὴν ποιοτικὴν κατηγορίαν «II» σαλάται δέον ὅπως εἶναι ἐμπορευσίμου ποιότητος, μὴ δυνάμεναι ὁμως νά ταξινομηθοῦν εἰς τὴν ἀνωτέρω κατηγορίαν «I», ἀλλ' ἀνταποκρινόμεναι εἰς τὰ ἐλάχιστα χαρακτηριστικὰ τὰ ὀρισθέντα ὡς ἄνω.

Αἱ σαλάται αὗται δέον ὅπως εἶναι:

Ἄρκετά καλῶς ἐσχηματισμέναι.

Ἀπηλλαγμέναι προσβολῶν ἐκ ζωϊκῶν παρασίτων ἢ ἀσθeneiῶν, αἵτινες δύνανται νά βλάψουν σοβαρῶς τὴν ἐδωδιμότητά των, ἀπηλλαγμέναι σοβα-

ρῶν φυσικῶν βλαβῶν.

Αἱ σαλάται δύνανται νά παρουσιάζουν ἐλαφρόν ἐλάττωμα χρώματος.

Τά μαρούλια δέον ὅπως ἔχουν τουλάχιστον μικράν καρδίαν, ἐκτός τῶν καλλιεργουμένων εἰς θερμοκήπια, διά τὰ ὅποια ἡ ἀπουσία καρδίας ἐπιτρέπεται.

Τό κεντρικόν μέρος τῶν κατσαρῶν ἀντιδίων καί τῶν ἀντιδίων μέ πεπλατυσμένα φύλλα δέον ὅπως εἶναι χρώματος κιτρίνου.

3. Αἱ κατατασσόμεναι εἰς τήν ποιοτικήν κατηγορίαν «III» σαλάται, δέον ὅπως εἶναι ἐμπορευσίμου ποιότητος, μή δυνάμεναι ὅμως νά καταταγοῦν εἰς μίαν ἀνωτέραν κατηγορίαν, ἀλλ' ἀνταποκρινόμεναι εἰς τὰ χαρακτηριστικά τὰ προβλεπόμενα διά τήν ποιοτικήν κατηγορίαν «II».

Ἐν τούτοις τά φύλλα τῶν σαλατῶν τῶν κατατασσομένων εἰς τήν ποιοτικήν ταύτην κατηγορίαν, δύνανται νά εἶναι ἐλαφρῶς λερωμένα ἐκ χώματος, κοπροχώματος ἢ ἐξ ἄμμου, ὑπό τόν ὅρον ὅτι τοῦτο δέν θά ἐπηρεάζῃ σημαντικῶς τήν ἐμφάνισίν των. Ἡ ἐξαγωγή τῆς κατηγορίας ταύτης ἐπιτρέπεται κατόπιν κοινῆς ἀποφάσεως τῶν Ὑπουργῶν Γεωργίας καί Ἐμπορίου δημοσιευομένης διά τῆς Ἐφημερίδος τῆς Κυβερνήσεως.

Ἄρθρον 6.

Ταξινόμησις κατά μέγεθος.

Ἡ ταξινόμησις κατά μέγεθος καθορίζεται εἰς καθαρόν βάρος ἑκατόν (100) φυτῶν ἢ εἰς καθαρόν βάρος κατά τεμάχιον.

1. Ὡς ἐλάχιστα βάρη καθορίζονται:

α) Μαρούλια:

αα) Διά τὰ κατατασσόμενα εἰς τὰς ποιοτικάς κατηγορίας «I» καί «II».

Τά παραγόμενα εἰς τό ὑπαίθρον δέον ὅπως ζυγίζουν κατ'ἐλάχιστον 15 χιλιόγραμμα τά 100 φυτά, εἴτε 150 γραμμάρια κατά τεμάχιον.

Τά παραγόμενα εἰς θερμοκήπια δέον ὅπως ζυγίζουν κατ'ἐλάχιστον 8 χιλιόγραμμα τά 100 φυτά, εἴτε 80 γραμμάρια κατά τεμάχιον.

ββ) Διά τὰ κατατασσόμενα εἰς τήν ποιοτικήν κατηγορίαν «III».

Τά παραγόμενα εἰς τό ὑπαίθρον ἢ ἐντός θερμοκηπίου, δέον ὅπως ζυγίζουν τουλάχιστον 8 χιλιόγραμμα τά 100 τεμάχια, εἴτε 80 γραμμάρια τό τεμάχιον.

β) Κατσαρά ἀντίδια καί ἀντίδια μέ πεπλατυσμένα φύλλα.

αα) Διά τὰ κατατασσόμενα εἰς τὰς ποιοτικάς κατηγορίας «I» καί «II».

Τά παραγόμενα ἐν ὑπαίθρῳ δέον ὅπως ζυγίζουν κατ'ἐλάχιστον 20 χιλιόγραμμα τά 100 φυτά, εἴτε 200 γραμμάρια κατά τεμάχιον.

Τά παραγόμενα εἰς θερμοκήπια δέον ὅπως ζυγίζουν κατ' ἐλάχιστον 15 χιλιόγραμμα τά 100 φυτά, εἴτε 150 γραμμάρια κατά τεμάχιον.

ββ) Διά τὰ κατατασσόμενα εἰς τήν ποιοτικήν κατηγορίαν «III».

Τά παραγόμενα ἐν ὑπαίθρῳ ἢ ἐντός θερμοκηπίου δέον ὅπως ζυγίζουν τουλάχιστον 10 χιλιόγραμμα τά 100 τεμάχια, εἴτε 100 γραμμάρια κατά τεμάχιον.

2. Ὁμοιογένεια.

α) Μαρούλια:

Εἰς ἓν καί τό αὐτό μέσον συσκευασίας, ἡ ἀπόκλισις μεταξύ τοῦ βάρους τῶν πλέον ἐλαφρῶν καί τῶν πλέον βαρέων φυτῶν δέον ὅπως μὴ ὑπερβαίνη:

αα) Διά τὰ μαρούλια τὰ κατατασσόμενα εἰς τὰς ποιοτικές κατηγορίας «I» καί «II».

Τά 20 γραμμάρια διά τὰ ἔχοντα βάρος κατώτερον τῶν 11 χιλ./μων κατά 100 φυτά (110 γραμμάρια κατά τεμάχιον).

Τά 40 γραμμάρια διά τὰ ἔχοντα βάρος περιλαμβανόμενον μεταξύ 11 καί 20 χιλιογράμμων κατά 100 φυτά (μεταξύ 110 γραμμαρίων καί 200 γραμμαρίων κατά τεμάχιον).

Τά 100 γραμμάρια διά τὰ ἔχοντα βάρος ἀνώτερον τῶν 20 χιλιογράμμων κατά 100 φυτά (200 γραμμάρια κατά τεμάχιον).

ββ) Διά τὰ μαρούλια τὰ κατατασσόμενα εἰς τὴν ποιοτικὴν κατηγορίαν «III».

Τά 40 γραμμάρια διά τὰ ἔχοντα βάρος μικρότερον τῶν 20 χιλ./μων διά τὰ 100 φυτά (200 γραμμάρια κατά τεμάχιον).

Τά 100 γραμμάρια διά τὰ ἔχοντα βάρος μεγαλύτερον τῶν 20 χιλιογράμμων διά τὰ 100 φυτά (200 γραμμάρια κατά τεμάχιον).

β) Κατσαρά ἀντίδια καί ἀντίδια μέ πεπλατυσμένα φύλλα.

Εἰς ἓν καί τό αὐτό μέσον συσκευασίας, ἡ ἀπόκλισις μεταξύ τοῦ βάρους τῶν πλέον ἐλαφρῶν καί τῶν πλέον βαρέων φυτῶν, δέον ὅπως μὴ ὑπερβαίνη δι' ἀπάσας τὰς ποιοτικές κατηγορίας τὰ:

150 γραμμάρια διά τὰ παραγόμενα εἰς τό ὕπαιθρον.

100 γραμμάρια διά τὰ παραγόμενα εἰς θερμοκήπια.

ἄρθρον 7.

Ἄνοχαί.

Ἐντός ἐκάστου μέσου συσκευασίας (κιβώτιον κλπ.) εἶναι ἀνεκτόν προϊόν παρουσιάζον διαφοράς ὡς πρός τὴν ποιότητα καί τό μέγεθος.

α) Ἄνοχαί ἐπὶ τῆς ποιότητος.

αα) Ποιοτικὴ κατηγορία «I»: 10% φυτῶν μὴ ἀνταποκρινομένων εἰς τὰ χαρακτηριστικά τῆς κατηγορίας, ἀλλὰ συμφώνων μέ ἐκεῖνα τῆς κατηγορίας «II».

ββ) Ποιοτικὴ κατηγορία «II»: 10% φυτῶν μὴ ἀνταποκρινομένων εἰς τὰ χαρακτηριστικά τῆς κατηγορίας, ἀλλὰ μὴ παρουσιαζόντων, εἰς οὐδεμίαν περίπτωσιν, ἐλαττώματα καθιστῶντα ταῦτα ἀκατάλληλα διά τὴν κατανάλωσιν.

γ) Ποιοτικὴ κατηγορία «III»: 10% εἰς βάρος ἢ εἰς ἀριθμὸν προϊόντων μὴ ἀνταποκρινομένων εἰς τὰ χαρακτηριστικά τῆς ποιοτικῆς κατηγορίας περιλαμβανομένων τῶν ἐλαχίστων χαρακτηριστικῶν τῶν προϊόντων τούτων ὑπὸ τὴν ἐπιφύλαξιν τῶν διατάξεων τῶν προβλεπομένων, ὅσον ἀφορᾷ τὴν ὕπαρξιν χώματος. Ἐν τούτοις τὰ προϊόντα ταῦτα δέον ὅπως εἶναι ἐμπορευσίμου ποιότητος καί κατάλληλα διά τὴν κατανάλωσιν.

β) Άνοχαί επί του μεγέθους.

αα) Ποιοτικά κατηγορίες «I» και «II»: 10% φυτῶν μὴ ἀνταποκρινομένων εἰς τὸ ὠρισμένον μέγεθος, ἀλλὰ ἐχόντων βάρους μέχρι 10% κατώτερον ἢ ἀνώτερον τοῦ ἀναγραφομένου βάρους ἐπὶ τοῦ μέσου συσκευασίας.

ββ) Ποιοτική κατηγορία «III»: 10% εἰς βάρους ἢ εἰς ἀριθμὸν φυτῶν μὴ ἀνταποκρινομένων εἰς τοὺς κανόνας τοὺς ὀρισθέντας εἰς τὴν ταξινόμησιν κατὰ μέγεθος.

Ἄρθρον 8.

Συσκευασία καὶ ἐμφάνισις.

1. Τὸ περιεχόμενον ἐκάστου μέσου συσκευασίας δεόν ὅπως εἶναι ὁμοιογενές καὶ περιέχῃ προϊόντα τῆς αὐτῆς ποικιλίας, ποιότητος καὶ μεγέθους. Ἡ «μόστρα» δὲν ἐπιτρέπεται, ἤτοι τὸ ἐμφανές τμήμα δεόν ὅπως ἀνταποκρίνηται εἰς τὴν μέσσην σύνθεσιν τοῦ ἐμπορεύματος, ἰδιαιτέρως διὰ τὴν ποιοτικὴν κατηγορίαν «III».

2. Ἡ συσκευασία δεόν ὅπως εἶναι τοιαύτη ὥστε διὰ κάθε μέγεθος σαλάτας καὶ διὰ κάθε μέσον συσκευασίας νά μὴ παρατηρῶνται κενά ἢ ὑπερβολικὴ πίεσις.

Τὸ προϊόν δεόν ὅπως χωρίζεται ἐκ τοῦ πυθμένος, τῶν πλευρῶν καὶ τοῦ καλύμματος δι' ἑνὸς καταλλήλου μέσου προστασίας.

Τὰ κεφαλωτά μαρούλια καὶ τὰ κατσαρά ἀντίδια δεόν ὅπως τοποθετοῦνται εἰς δύο στρώματα «καρδία μέ καρδία» (3 στρώματα εἰς τὴν περίπτωσιν ἐπαναχρησιμοποίησεως τοῦ μέσου συσκευασίας).

Τὰ μαρούλια (ROMAINES) καὶ τὰ μέ πεπλατυσμένα φύλλα ἀντίδια δύνανται νά ἐμφανίζωνται κατὰ στρώματα.

Ὁ χάρτης, ἢ ἕτερα ὑλικά, χρησιμοποιούμενα εἰς τὸ ἐσωτερικόν τοῦ μέσου συσκευασίας δεόν ὅπως εἶναι καινουργῆ καὶ ἀβλαβῆ διὰ τὴν διατροφήν τοῦ καταναλωτοῦ. Εἰς περίπτωσιν καθ' ἣν ταῦτα φέρουν ἐντύπους ἐνδείξεις, αὐταὶ γράφονται μόνον ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ὄψεως εἰς τρόπον ὥστε νά μὴ εὐρίσκωνται εἰς ἐπαφήν μετὰ τῶν προϊόντων.

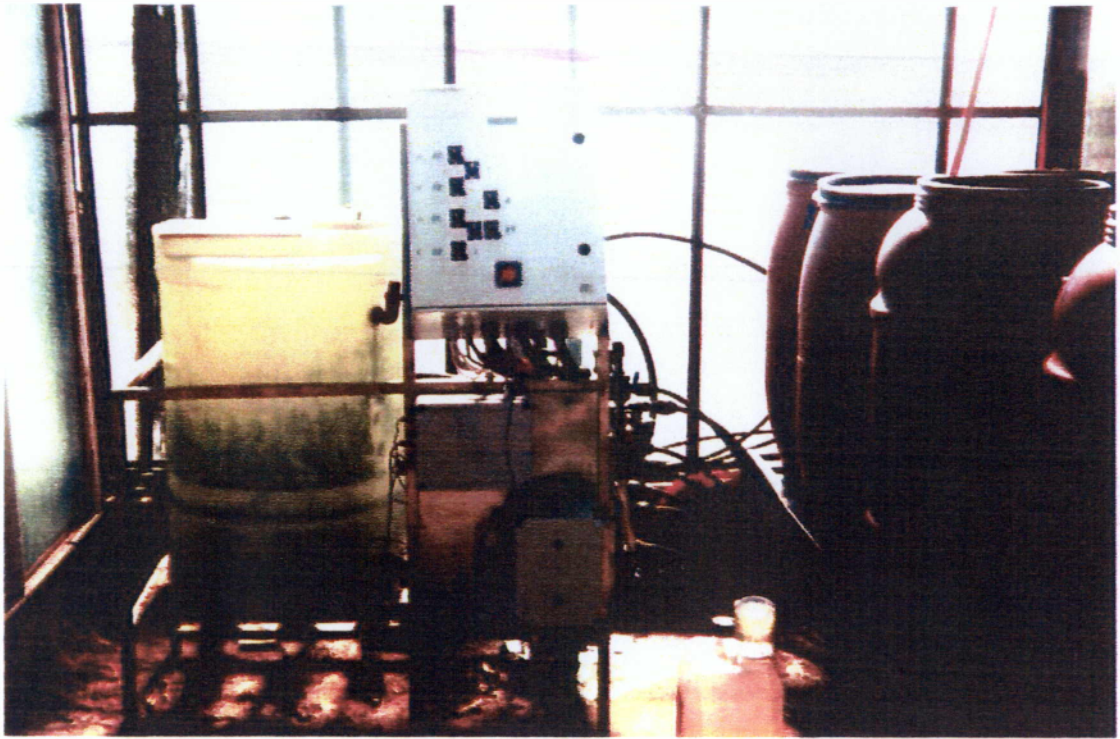
Τὰ μέσα συσκευασίας δεόν ὅπως εἶναι ἀπηλλαγμένα κατὰ τὴν συσκευασίαν παντός ξένου σώματος, κυρίως φύλλων ἀποκεκολλημένων ἐκ τοῦ ὅλου σώματος τοῦ φυτοῦ καὶ τεμαχίων στελέχους.



Κανάλι καλλιέργειας μαρουλιού



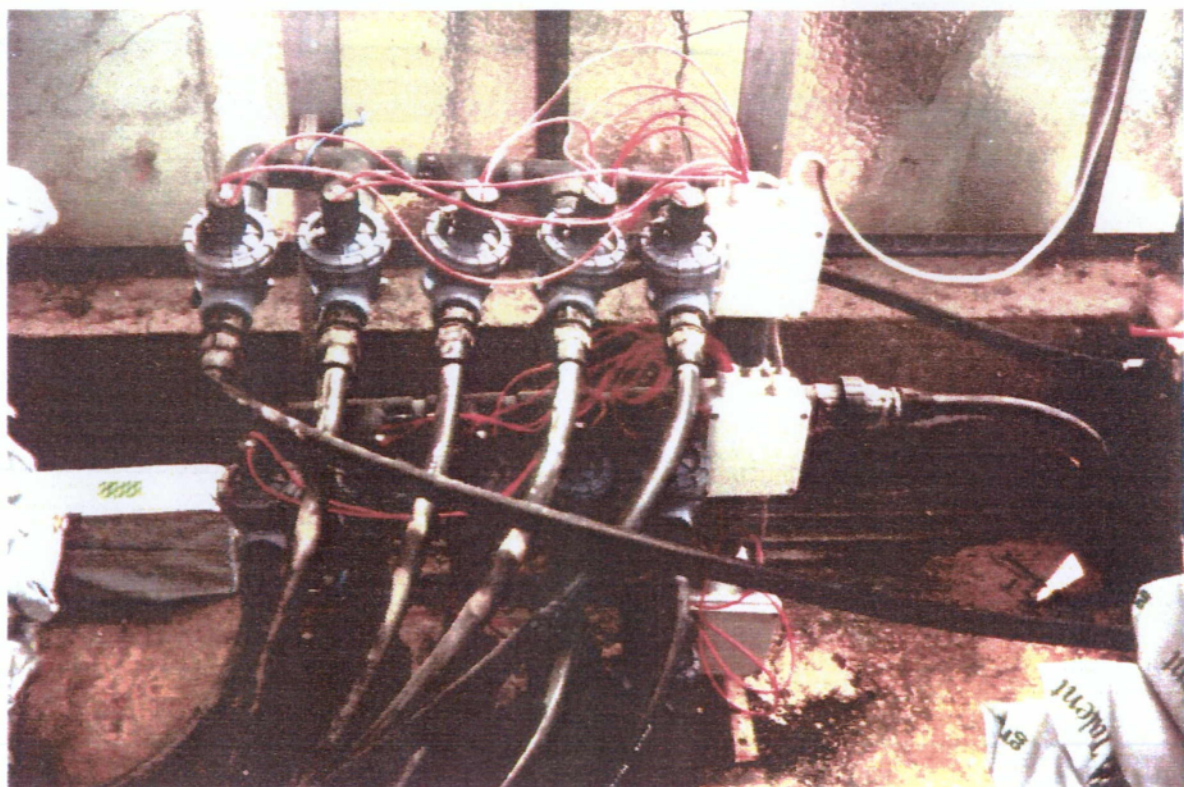
Υδροπονική Καλλιέργεια



Αυτόματος μίκτης λιπασμάτων



Δοχεία πυκνών μητρικών διαλυμάτων.



Ηλεκτροβάνες διανομής του θρεπτικού διαλύματος



Ηλεκτρονικός υπολογιστής. Ρυθμίζει τη συγκέντρωση και τις ιδιότητες του θρεπτικού διαλύματος.