

ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

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

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ
(ΠΡΩΗΝ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ)**

**ΘΕΜΑ: ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ – ΑΝΑΤΟΜΙΚΕΣ
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ (ΠΟΙΚΙΛΙΑ ROMANA)**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑΣ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΟΠΟΥΛΟΥ

A.M.:2005005

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2014

ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ
(ΠΡΩΗΝ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ)

ΘΕΜΑ: ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΜΙΚΕΣ
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ (ΠΟΙΚΙΛΙΑ ROMANA)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑΣ
ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΟΠΟΥΛΟΥ
ΑΜ 2005005
ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2014

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑΣ ΚΑΡΤΣΩΝΑΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
ΠΡΩΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ	5
ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	5
1.1. ΚΑΤΑΓΩΓΗ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	5
1.2. ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	6
1.3. ΒΟΤΑΝΙΚΑ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	7
1.4. ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	9
1.5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	10
1.6. ΒΟΤΑΝΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	11
1.7. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ -ΣΠΟΡΑ.....	13
1.8. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ.....	14
1.9. ΚΛΙΜΑ – ΕΔΑΦΟΣ	15
1.10. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ- ΛΙΠΑΝΣΗ.....	16
1.11. ΣΥΓΚΟΜΙΣΗ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	17
1.12. ΕΧΘΡΟΙ - ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	18
1.12.1 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	18
1.12.2 ΙΩΣΕΙΣ.....	20
1.12.3 ΖΩΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	23
ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ.....	23
2.1.ΓΕΝΙΚΑ.....	23
2.2. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ.....	23
2.3. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ.....	25
2.4. ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΑΙ ΚΛΕΙΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	26
2.5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	26
2.6. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	27
2.7. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΠΕΡΛΙΤΗ	27
2.8. ΕΠΙΠΛΟΥΣΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ	28
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΟΥΣΑΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ	29
ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΟΥΣΑΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ	31
2.9. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	32
2.9.1. ΟΖΟΝ	32
2.9.2. ΧΛΩΡΙΩΣΗ.....	34
2.10. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ.....	35
2.11. ΓΙΑΤΙ ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ Η ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	36
2.12. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ	36
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:.....	36
ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	37
2.13. ΑΕΡΕΓΧΥΜΑ	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ.....	39
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	39
3.1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	39
3.2. ΥΛΙΚΑ.....	39
3.3. ΜΕΘΟΔΟΙ.....	40
3.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	42
3.4.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	42
3.4.2. ΑΝΑΤΟΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	44
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	48
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:.....	49

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία, πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της υποχρέωσης μου για την λήψη του πτυχίου μου από την Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας του ΤΕΙ Καλαμάτας σε φυτά μαρουλιού της ποικιλίας Romana τα οποία καλλιεργήθηκαν σε 2 υδροπονικά συστήματα και στο έδαφος. Εξετάστηκε η μορφολογία και η ανατομία του ριζικού του συστήματος με σκοπό τη διασταύρωση του σχηματισμού ανατομικών διαφορών στα 3 τρία συστήματα καλλιέργειας.

Το πείραμα διεξήχθη στο θερμοκήπιο υδροπονικών εγκαταστάσεων του ΤΕΙ Καλαμάτας, όπου αναπτύχθηκαν τα φυτά, και στην αίθουσα μορφολογίας και ανατομίας φυτών όπου και έγιναν οι τομές των ριζών και οι παρατηρήσεις αυτών.

Στην εργασία αυτή αναφέρονται πράγματα σχετικά με το μαρούλι, όπως η ιστορία του, η μορφολογία του και διάφορες απαιτήσεις σχετικά με την καλλιέργεια του. Στην συνέχεια αναγράφονται πληροφορίες σχετικά με την υδροπονία (η ιστορία της, κάποια συστήματα της, αναλύονται υποστρώματά της, όπως και πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της).

ΠΡΩΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.

ΚΑΤΑΓΩΓΗ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.

Το καλλιεργούμενο-ήρεμο μαρούλι αναφέρεται ότι προήλθε από το είδος *L.scariola* ή *L serriola*, το οποίο αυτοφύεται στην Ελλάδα.

Το *L. sativa* φέρεται καταγόμενο από τις ΝΔ χώρες Της Ασίας (Μικρά Ασία-Περσία κλπ) και ήταν γνωστό στους αρχαίους Έλληνες και τους Ρωμαίους όπως και στους Αιγύπτιους. Αναφέρεται από τον Ηρόδοτο, το Θεόφραστο, και το Διοσκουρίδη με το όνομα <<θριδακίνη>> και <<θρίδαξ>>. (Δημητράκης 1998).

Σύμφωνα με ιστορικές πηγές, η καλλιέργεια του χρονολογείται από το 5000 π.Χ. οι Αιγύπτιοι το καλλιεργούσαν στις όχθες του Νείλου. Αναπαραστάσεις καλλιέργειας μαρουλιού απαντώνται σε πλήθος αρχαίων αιγυπτιακών ταφών. Το μαρούλι ήταν για τους Αιγύπτιους ένα από τα ιερά φυτά του έρωτα. Σύμφωνα με την παράδοση τους το έφερε στην χώρα τους ο Μιν, ο θεός της γονιμότητας. Οι Αρχαίοι Έλληνες πίστευαν ότι το μαρούλι έχει καταπραυντικές ιδιότητες. Για το λόγο αυτό στο τέλος του γεύματός τους κατανάλωναν φύλλα μαρουλιού.

Ιδιαίτερα διαδεδομένο ήταν στην ρωμαϊκή Αυτοκρατορία που θεωρούσαν πως το μαρούλι είχε θεραπευτικές ιδιότητες. Αναφέρεται στα ιστορικά κείμενα ότι ο Αύγουστος Καίσαρας θεράπευε από σοβαρή ασθένεια, χρησιμοποιώντας τα φύλλα του μαρουλιού, και από τότε είχαν το μαρούλι σε υπόληψη.

ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Σήμερα το μαρούλι, σε αντίθεση με πολλά άλλα είδη λαχανικών που καλλιεργούνται σε ορισμένες περιοχές, έχει διαδοθεί και καλλιεργείται σχεδόν σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη και μήκη της υφελίου, ως ετήσιο λαχανικό.

Στην Ελλάδα, το μαρούλι καλλιεργείται κυρίως ως υπαίθρια καλλιέργεια καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, κυρίως από νωρίς το φθινόπωρο μέχρι αργά την άνοιξη. Το μαρούλι καλλιεργείται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας, οι μεγαλύτερες όμως εκτάσεις συγκεντρώνονται γύρω από τα μεγάλα αστικά κέντρα. Το καλοκαίρι η παραγωγή μαρουλιού περιορίζεται σημαντικά λόγω των προβλημάτων που δημιουργούνται από τις υψηλές θερμοκρασίες και το μεγάλο μήκος της ημέρας. Το πρόβλημα αυτό επιχειρείται σήμερα να αντιμετωπισθεί με την επιλογή ποικιλιών ανθεκτικών στον πρώιμο σχηματισμό ανθικών στελεχών. Εκτός από τις υπαίθριες καλλιέργειες, τα τελευταία χρόνια καλλιεργούνται μαρούλια και σε θερμοκήπια κατά τη διάρκεια του χειμώνα, επειδή η ανάπτυξη των φυτών γίνεται ταχύτερα και παράγεται προϊόν πολύ καλής ποιότητας. Στα θερμοκήπια το μαρούλι καλλιεργείται και υδροπονικά.

ΒΟΤΑΝΙΚΑ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Φυτό:

Το μαρούλι είναι φυτό μικρού βιολογικού κύκλου, ετήσιο και ποώδες.

Βλαστός:

Ο βλαστός είναι το κεντρικό, βασικό όργανο των φυτών (Εικόνα 1). Είναι το στέλεχος που φέρει τα φύλλα και τα άνθη. Ο βλαστός : 1) σχηματίζει τα φύλλα και τα άνθη, 2) αποτελεί το στέλεχος που τα φέρει και 3) εξυπηρετεί με τους σχετικούς ιστούς του την αγωγή του νερού και των ανόργανων ιόντων από τη ρίζα προς τα φύλλα, καθώς επίσης και τη μεταφορά των προϊόντων της φωτοσύνθεσης από αυτά προς τη ρίζα (Δεληβόπουλος, 1994).



Εικόνα 1: βλαστός μαρουλιού

Φύλλα:

Τα φύλλα του είναι πλατιά, διαφόρου μεγέθους και σχήματος, ωοειδή, καρδιοειδή, επιμήκη που εμφανίζονται πάνω στον κοντό βλαστό κατά σπειροειδή διάταξη, είναι ακέραια ή κυματοειδή ή ακανόνιστα οδοντωτά. Τα πρώτα φύλλα είναι επίπεδα, ενώ τα επόμενα εμφανίζουν διαφόρου βαθμού κύρτωση, ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία και καλύπτει το ένα το άλλο σχηματίζοντας κεφαλή. Το χρώμα τους ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία, κυμαίνονται από βαθύ πράσινο ή πρασινοκίτρινο ως με κοκκινωπή απόχρωση (Δεληβοπουλος 1994).

Ανθικό στέλεχος:

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

Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και φέρονται σε ταξιανθίες-κεφαλές γύρω από τον ανθοφόρο βλαστό σε διακλαδώσεις, υπό μορφή κορυμβόμορφου βότρυ ή φόβης και κάθε κεφαλή φέρει 15-25 άνθη. Τα άνθη είναι μικρά, κίτρινα, με στεφάνη που αποτελείται από 5 πέταλα ενωμένα μεταξύ τους, 5 στήμονες επίσης ενωμένους που σχηματίζουν σωλήνα γύρω από το στύλο, ο οποίος φέρει λεπτές τρίχες και καταλήγει σε δίλοβο στίγμα. Τα άνθη πάνω στην ταξιανθία ανοίγουν σχεδόν ταυτόχρονα και τα στίγματα είναι επιδεκτικά επικονίασης μόνο για μερικές ώρες το πρωί. Το μαρούλι αυτογονιμοποιείται (Εικόνα 2) (Δεληβόπουλος 1994).



Εικόνα 2: άνθος μαρουλιού (Δεληβόπουλος 1994).

Καρπός:

Ο καρπός είναι αχαίνιο, μικρός, επιμήκης (3-4 χλστ.), χρώματος πρασινωπού ή λευκού ή γκριζωπού, λείος, με 5-7 ραβδώσεις και φέρει πάππο από λεπτές λευκές τρίχες που είναι χαρακτηριστικό των σύνθετων (Δεληβόπουλος 1994).

Ρίζα:

Το καλλιεργούμενο μαρούλι είναι φυτό ποώδες με ρίζα πασσαλώδη ρίζα (εικόνα 3), οποία κατά τη μεταφύτευση καταστρέφεται και έτσι αναπτύσσει αργότερα ένα επιπόλαιο θυσσανώδες ριζικό σύστημα (Δεληβόπουλος 1994).



Εικόνα 3: ρίζα μαρουλιού
(Δεληβόπουλος 1994)

ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Ανάλογα με την ποικιλία του μαρουλιού είναι μια καλή πηγή βιταμίνης Α και καλίου, με υψηλότερες συγκεντρώσεις της βιταμίνης Α που βρέθηκε στα σκουροπράσινα μαρούλια. Παρέχει επίσης ορισμένες διαιτητικές ίνες, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και μια μικρή ποσότητα λίπους. Με την εξαίρεση του τύπου παγόβουνου,

περιέχει βιταμίνη C, ασβέστιο, σίδηρο και χαλκό, με βιταμίνες και ανόργανα συστατικά που βρέθηκαν σε μεγάλο βαθμό στο φύλλο. (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Θρεπτικά στοιχεία Μαρουλιού

	ΜΑΡΟΥΛΙ
Ενέργεια(θερμίδες)	14
Νερό (g)	95,1
Πρωτεΐνες (g)	1,2
Λίπη (g)	0,2
Υδατάνθρακες (g)	2,5
Βιταμίνη Α(ΔΜ)	970
Νιασίνη (mg)	0,5
Θειαμίνη (mg)	0,06
Νιασίνη (mg)	0,06
Ριβοφλαβίνη (mg)	0,3
Ασκουρβικό οξύ (mg)	8
Άλατα Ca (mg)	35
Άλατα Fe (mg)	2
Άλατα P (mg)	26
Άλατα Na (mg)	9
Άλατα K (mg)	254

Πηγή: Παρασκευόπουλος Κ.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ένα από τα σημαντικότερα φυλλώδη λαχανικά που χρησιμοποιείται νωπό σε σαλάτα στην Ελλάδα είναι το μαρούλι. Το χρησιμοποιούμε κυρίως από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη. Είναι περισσότερο υπαίθρια καλλιέργεια, αλλά καλλιεργείται σε θερμοκήπια μπορούμε να το καλλιεργήσουμε και ως υδροπονική καλλιέργεια.

ΒΟΤΑΝΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

- i. Κεφαλωτό μαρούλι (*butterhead*). Καλλιεργείται κυρίως στις χώρες της Βόρειας Ευρώπης. Η κεφαλή είναι χαλαρή και τα φύλλα μαλακά κ έχουν ανοιχτό πράσινο χρώμα. (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Μαρούλι butterhead

- ii. Κατσαρό κεφαλωτό μαρούλι (*Crisphead* ή *Iceberg*). Σχηματίζει σφαιρική περίπου κεφαλή, τα φύλλα είναι κυματοειδή(σγουρά) τραγανά και εύθραυστα. Το χρώμα ποικίλει από ελαφρύ μέχρι βαθύτερο πράσινο. Είναι καλλιέργεια που καλλιεργείται κυρίως στις Η.Π.Α. και στον Καναδά. (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Μαρούλι Iceberg

- iii. Μαρούλι *Cos* ή *Romaine*. Ο περισσότερος γνωστός τύπος μαρουλιού στην Ελλάδα. Ονομάζεται Κως λόγω της καλλιέργειας του στη νήσο Κω και Ρωμάνα λόγω καλλιέργειας του από τη Ρωμαϊκή εποχή. Φυτό όρθιο, υψηλό, με λεπτή μικρή επιμήκη κεφαλή στο εσωτερικό και λεπτά μακριά φύλλα στο εξωτερικό με χρώμα συνήθως σκούρο πράσινο. (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Μαρούλι Romaine ή Cos

- iv. Μαρούλι σαλάτας (*looseleaf*) ή ανοιχτό χαλαρό φύλλωμα. Αναπτύσσουν τα φύλλα τους ελεύθερα. Δεν σχηματίζουν κεφαλή. Τα φύλλα τους είναι κυματοειδή και κατσαρά και το χρώμα τους έχει αποχρώσεις του πράσινου και πολλές φορές τα εξωτερικά τους φύλλα παίρνουν κόκκινη απόχρωση. (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Μαρούλι looseleaf

- v. *L. sativa* var. *asparagina* Bailey. Το κινέζικο μαρούλι. Καλλιεργείται στην Ασία και καταναλώνονται τα στελέχη του και όχι τα φύλλα του.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ -ΣΠΟΡΑ

Η σπορά γίνεται με σπόρο(εικόνα 8) κυρίως από τον Αύγουστο ή Σεπτέμβριο μέχρι τον Φεβρουάριο για συγκομιδή κατά την περίοδο Οκτωβρίου μέχρι Μαΐου ή Ιούνιο, όταν φυσικά οι κλιματικές συνθήκες τα 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 την σπορά μέχρι τη συγκομιδή, αναλόγως της χρησιμοποιούμενης ποικιλίας και της εποχής καλλιέργειας.

Η σπορά συνήθως γίνεται σε ψυχρά σπορεία ή και σε θερμοκήπια κατά τη χειμερινή περίοδο στις ψυχρές περιοχές. Κάποιες φορές σπέρνονται και απευθείας στον αγρό.

Ως σπορείο χρησιμοποιείται έδαφος καλής φυσικής σύστασης, προφυλαγμένο από τους ψυχρούς ανέμους, λιπασμένο με κοπριά και χημικά λιπάσματα και αν είναι δυνατό απολυμασμένο.

Ο χρησιμοποιούμενος σπόρος είναι καλό να μην έχει συγκομιστεί πρόσφατα, γιατί συνήθως λόγω λήθαργου δεν έχει καλή βλαστική ικανότητα. Το ποσοστό των σπόρων που ληθαργούν μειώνεται αρκετά μετά από 2-3 μήνες από την συγκομιδή τους.

Η σπορά στο σπορείο γίνεται αραιά, είτε στα πεταχτά είτε καλύτερα κατά γραμμές και καλύπτεται σε βάθος 0,5-1cm. Βέβαια μπορεί να γίνει και σπορά απευθείας στον αγρό και χρησιμοποιείται μεγαλύτερη ποσότητα σπόρου.

Μετά το φύτευμα που ακολουθεί σε 5- 10 μέρες από της σποράς αναλόγως των συνθηκών, συνεχίζονται τα ποτίσματα και γίνονται βοτανίσματα και αραιώματα των φυταρίων, όπου αυτά εμφανίστηκαν πυκνά. Η εφαρμογή ψεκασμών για την πρόληψη ασθενειών πιθανώς επίσης να είναι αναγκαία εάν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη τους.

Η μεταφύτευση των φυτών από το σπορείο στη μόνιμη θέση τους γίνεται 1-1,5 μήνα μετά τη σπορά, όταν αυτά έχουν αποκτήσει 4-6 φύλλα. (Δημητράκης, 1998).



Εικόνα 8: Σπόροι μαρουλιού

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

Πότισμα: στο σπορείο τα ποτίσματα γίνονται κάθε 2-3 μέρες ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν. Πριν τη φύτευση των φυτών στο έδαφος προτείνεται το πλούσιο πότισμα. Αν το έδαφος είναι αμμώδες η φύτευση μπορεί να γίνει την επόμενη μέρα ενώ σε πιο βαριά εδάφη να γίνεται 3-4 μέρες αργότερα. Τα ποτίσματα μετά τη φύτευση γίνονται με λίγο νερό και σε πυκνά χρονικά διαστήματα γιατί θα πρέπει να διατηρείται υγρό το επιφανειακό στρώμα του εδάφους όπου αναπτύσσεται το κύριο μέρος των ριζών του φυτού. Οι ποικιλίες που σχηματίζουν κεφαλή έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό. Θα πρέπει όμως να προσέξουμε γιατί η υπερβολική υγρασία μπορεί να προκαλέσει παραγωγή χαλαρών κεφαλών, κατά την περίοδο σχηματισμού κεφαλής, όπως επίσης ανεπιθύμητες είναι και οι μεγάλες διακυμάνσεις της υγρασίας από ακανόνιστα ποτίσματα, οι οποίες γίνονται αιτία πίκρασης των φύλλων.

Λίγες μέρες μετά τη φύτευση γίνεται αντικατάσταση των φυτών που απέτυχαν και ακολουθεί πότισμα.

Κάποια βοτανίσματα και πολύ ελαφρά σκαλίσματα κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των φύλλων, συνιστώνται επίσης για την καταστροφή των ζιζανίων, τα οποία μπορούν να αντιμετωπιστούν και με τη χρήση ζιζανιοκτόνων σύμφωνα πάντα με τις οδηγίες του γεωπόνου.

ΚΛΙΜΑ – ΕΔΑΦΟΣ

Το μαρούλι ευδοκίμει καλύτερα στη χώρα μας κατά την περίοδο του φθινοπώρου μέχρι την άνοιξη. Αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες, ακόμη και κάτω από τους -5°C , ενώ υπό συνθήκες θερμές έχει την τάση να αναπτύσσει πρόωμο ανθοφόρο βλαστό, ιδιαιτέρως δε όταν οι υψηλές συνδυάζονται και με μεγάλη φωτοπερίοδο. Καλλιέργειες που γίνονται νωρίς το φθινόπωρο ή αργά την άνοιξη αποτυγχάνουν πολλές φορές, γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο. Δεν προφταίνουν να σχηματίσουν κεφαλή γιατί εκπτύσσουν γρήγορα ανθοφόρο βλαστό (Δημητράκης 1998).

Γενικώς τα μαρούλια και ιδιαιτέρως τα κεφαλωτά απαιτούν κατά την περίοδο κυρίως σχηματισμού της κεφαλής χαμηλές θερμοκρασίες. Αλλιώς, και αν σχηματίσουν κεφαλή, αυτή θα είναι μάλλον χαλαρή και η γεύση των φύλλων υπόπικρη. Αλλά και οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες δεν είναι ευνοϊκές για την καλή ανάπτυξη του φυτού. Κατά τη χειμερινή περίοδο και για τις καλλιέργειες μέσα σε θερμοκήπιο θα ήταν ευνοϊκές θερμοκρασίες $15-20^{\circ}\text{C}$ κατά την ημέρα και την νύχτα $10-15^{\circ}\text{C}$.

Οι βροχές υπό συνθήκες μέτριων θερμοκρασιών ευνοούν την ανάπτυξη του περονόσπορου, ο οποίος μπορεί να προκαλέσει μεγάλες ζημιές στην καλλιέργεια.

Ως προς το έδαφος το μαρούλι δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικό. Αναπτύσσεται και αποδίδει σε διάφορους τύπους εδαφών, οπωσδήποτε όμως ευδοκίμει καλύτερα σε γόνιμα, μέσης σύστασης, πλούσια σε οργανική ουσία, στα ποτιστικά και αποστραγγιζόμενα εδάφη. Η υπερβολική όμως υγρασία του εδάφους μπορεί σε όλες τις περιπτώσεις να γίνει αιτία ανάπτυξης ασθενειών και ιδίως της σκληρωτίνιας. Εδάφη συνεκτικά-βαριά, τα οποία συγκρατούν την υγρασία, είναι περισσότερο κατάλληλα για καλλιέργεια στις θερμότερες εποχές, ενώ τα ελαφρότερα θα εξυπηρετούσαν καλύτερα χειμερινές καλλιέργειες.

Η καλύτερη αντίδραση του εδάφους είναι η ουδέτερη ή η ελαφρώς όξινη (pH 6-7). Περισσότερο όξινα εδάφη δεν είναι ευνοϊκά για το μαρούλι και πρέπει αν διορθώνονται με ενσωμάτωση της αναγκαίας ποσότητας ασβεστίου. Επίσης πρέπει να αποφεύγονται και τα πολύ αλκαλικά εδάφη, στα οποία τα φυτά μπορούν να παρουσιάσουν χλώρωση.

Καλλιέργεια μαρουλιού συνεχής στο ίδιο έδαφος ή και μετά καλλιέργεια συγγενών φυτών δεν συνιστάται, κυρίως για την αποφυγή ζημιών από ασθένειες ή άλλα ζωικά παράσιτα. (Κ.Γ. Δημητράκης, 1998).

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ- ΛΙΠΑΝΣΗ

Προετοιμασία εδάφους:

Για κάθε καλλιέργεια αρχικά γίνεται προετοιμασία του εδάφους. Η προετοιμασία αυτή μπορεί να περιλαμβάνει ένα αρχικό σβάρνισμα ή θρυμματισμό με καταστροφέα των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, που ακολουθείται με όργωμα με καλλιεργητή και μετά ξανά με σβάρνισμα. Ο βαθμός και ο αριθμός των παραπάνω εδαφοκατεργασιών εξαρτάται από την ποσότητα των υπολειμμάτων των προηγούμενων καλλιεργειών που θα πρέπει να ενσωματωθούν καθώς και από αν το έδαφος βρίσκεται στο ρώγο του. Περιοδικά, ανά ορισμένα χρόνια, γίνεται ισοπέδωση του εδάφους.

Μετά την εδαφοκατεργασία και την προσθήκη εδαφοβελτιωτικών (π.χ. οργανική ουσία, κομπόστ), προετοιμάζεται ο χώρος που θα δεχθεί τα σπορόφυτα του μαρουλιού. Συνήθως χρησιμοποιούνται αυλάκια ή σαμάρια μίας έως έξι γραμμών.

Λίπανση:

Οι ανάγκες της καλλιέργειας για μια καλή απόδοση μπορούν να καλυφθούν με την προσθήκη στο έδαφος των εξής λιπαντικών στοιχείων και λιπασμάτων:

- Κοπριά χωνεμένη
- P_2O
- K_2O
- N

Η κοπριά ενσωματώνεται πριν τη φύτευση με μια άροση βάθους 30-40 εκ. πριν από τη φύτευση ή την απευθείας στον αγρό σπορά παρα-χώνεται επίσης στο έδαφος τα φωσφοροκαλιούχα λιπάσματα, ενώ το αζωτούχο προστίθεται με επιφανειακές λιπάνσεις κατά περιόδους 20 περίπου ημερών. Τις επιφανειακές αυτές λιπάνσεις ακολουθεί πότισμα. (Κ.Γ. Δημητράκης, 1998).

ΣΥΓΚΟΜΙΣΗ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Η συγκομιδή γίνεται όταν έχει σχηματιστεί καλά η κεφαλή, όταν δηλαδή έχει κλείσει. 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 για εξαγωγή, συγκομίζονται όταν έχει σχηματιστεί πλήρως η κεφαλή με κοπή λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και με κοπή τις ώρες που δεν έχουν πάνω τους υγρασία.

Μετά τη συγκομιδή αφαιρούνται τα κατεστραμμένα φύλλα και τα φυτά συσκευάζονται ή και πλένονται προηγουμένως για να αποσταλούν στην αγορά. Η εποχή εξαρτάται από την εποχή σποράς και την ποικιλία.

Γενικώς από την σπορά μέχρι τη συγκομιδή περνούν 3-5 μήνες ή και περισσότερο στις χειμερινές καλλιέργειες και εφόσον μάλιστα πρόκειται για όψιμες ποικιλίες.

Οι αποδόσεις ποικίλλουν από 2.000 έως 2.500kg κατά στρέμμα για τα κεφαλωτά μαρούλια και από 2.500- 3.000kg συνήθως τύπου ρωμάνα.

Η διατήρηση σε θερμοκρασίες δωματίου είναι πολύ σύντομη. Σε συνθήκες ψυγείου μπορούν να διατηρηθούν για 20 περίπου ημέρες με θερμοκρασία 0°C και σχετική υγρασία 90-95%. (Δημητράκης, 1998).

ΕΧΘΡΟΙ - ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

1.12.1 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Τήξη σπορείων:

Τήξεις σπορείων του μαρουλιού προκαλούν κυρίως μύκητες, όπως οι *Rhizoctonia solani* και *Pythium spp.* Οι μύκητες αυτοί προσβάλλουν τα πολύ νεαρά φυτά στο σπορείο και προκαλούν σημαντικές ζημιές. Οι μύκητες αναπτύσσονται στο λαιμό των φυταρίων με αποτέλεσμα τη σήψη, το μαρασμό και την καταστροφή τους.

Η ασθένεια μπορεί να προσβάλει τα φυτά και στο χωράφι στα πρώτα στάδια ανάπτυξης τους. Η προσβολή εμφανίζεται αρχικά στα κατώτερα φύλλα υπό μορφή καστανών κηλίδων, στη συνέχεια τα φύλλα ξηραίνονται και τελικά το φυτό νεκρώνεται. (Δημητράκης, 1998)

Αδρομυκώσεις:

Οφείλονται στο παθογόνο *Verticillium* το οποίο ζει στο έδαφος και εγκαθίσταται στα αγγεία του φυτού. Έχει ως αποτέλεσμα το φυτό να γίνεται καχεκτικό ή να αποξηραίνεται. Το φυτό που έχει προσβληθεί εμφανίζει μαρασμό μερικών φύλλων συνήθως στα κατώτερα φύλλα και αργότερα στα ανώτερα φύλλα εμφανίζεται χλώρωση μεταξύ των νευρώσεων και στη συνέχεια νεκρώνονται οι χλωρωτικοί ιστοί, το φυτό μαραίνεται κ πέφτουν τα φύλλα του. (Δημητράκης, 1998)

Περονόσπορος:

Ο περονόσπορος του μαρουλιού προκαλείται από τον μύκητα *Bremia lactura*. Προκαλεί χλωρωτικές κηλίδες στα κάτω φύλλα του φυτού και ακολουθεί σήψη των φύλλων, όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας. Στην κάτω επιφάνεια των κηλίδων αυτών υπάρχει ένα λευκό επίχρισμα που είναι τα κονίδια του μύκητα που μεταφέρονται στη συνέχεια με τον άνεμο στα άλλα φύλλα και φυτά. Για να σχηματιστούν τα κονίδια αυτά χρειάζεται πολύ υψηλή υγρασία.

Για να τον αντιμετωπίσουμε εφαρμόζουμε ζετή αμειψισπορά με φυτά που δεν ανήκουν στην ίδια οικογένεια. Περιορίζουμε την εδαφική υγρασία και παίρνουμε μέτρα για τον καλύτερο αερισμό των φυτών. Απομακρύνουμε τα ζιζάνια και τα προσβεβλημένα φύλλα της βάσης (Δημητράκης, 1998).

Ωίδιο:

Προκαλείται από τον μύκητα *Erysiphe cichoracearum*. Στα φυτά εμφανίζεται επιφανειακά ένα τεφρόλευκο αλευρώδες επίχρισμα. Το αλευρώδες αυτό επίχρισμα, που αποτελείται από το μυκήλιο του μύκητα, τους κονιδιοφόρους και τα κονίδια, εμφανίζονται κατά θέσεις υπό μορφή κυκλικών ή ακανόνιστων κηλίδων.

Μπορούμε να το αντιμετωπίσουμε απομακρύνοντας τα προσβεβλημένα φύλλα, τυχόν υπολείμματα της καλλιέργειας και των ζιζανίων. Σε έντονες προσβολές ψεκάζουμε με θειούχα σκευάσματα (Δημητράκης, 1998).

Ανθράκωση:

Οφείλεται στον μύκητα *Marssonina ranattoniana* και προσβάλλει φυτά της οικογένειας *Asteraceae*. Στην αρχή σχηματίζονται μικρές υδατώδεις κηλίδες στα φύλλα όπου αργότερα αποκτούν καστανό χρωματισμό και ξηραίνονται. Στην συνέχεια οι νεκροί ιστοί πέφτουν, αφήνοντας χαρακτηριστικές τρύπες πάνω στο έδαφος. Η ασθένεια αυτή ευνοείται από την υψηλή υγρασία.

Για να αντιμετωπίσουμε την ασθένεια αποφεύγουμε την υπερβολική υγρασία στο έδαφος, μιας και την ευνοεί η υπερβολική υγρασία. Ένα μέτρο ακόμα είναι η εφαρμογή αμειψισποράς και η απομάκρυνση των προσβεβλημένων φυτών και των ζιζανίων.

Βοτρύτης:

Οφείλεται στο μύκητα *Botrytis cinerea*. Προσβάλλει το φυτά σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης του και προκαλεί σοβαρές ζημιές και ιδιαίτερα στις καλλιέργειες του φθινοπώρου και της άνοιξης. Στην αρχή εμφανίζεται σαν στίγματα σκούρου χρώματος στα κάτω φύλλα του φυτού, στη συνέχεια εξελίσσεται σε μαλακή σήψη των κεφαλών και στη συνέχεια εμφανίζονται οι καρποφορίες του μύκητα και το φυτό μαραίνεται και νεκρώνεται.

1.12.2 ΙΩΣΕΙΣ

Μωσαϊκό του μαρουλιού:

Είναι η πιο σοβαρή ίωση που μπορεί να προσβάλλει το μαρούλι, η οποία μεταφέρεται με τον σπόρο και μπορεί να διαδοθεί με την πράσινη αφίδα. Ως συμπτώματα έχει το κιτρίνισμα των νεύρων, η διαφάνεια των νευρώσεων, το μωσαϊκό διαφόρων μορφών, οι διάχυτες χλωρωτικές κηλίδες του ελάσματος που εξελίσσονται σε νεκρωτικές, η νέκρωση των νεύρων και ο έντονος νανισμός των φυτών.

Για την αντιμετώπιση της ίωσης συνιστάται η χρήση υγιούς σπόρου και η καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών.

Η καταπολέμηση των αφίδων και η απομάκρυνση των πολυετών ζιζανίων αποτελούν τα σημαντικότερα μέτρα πρόσληψης (Δημητράκης 1998).

Λεύκανση νεύρων μαρουλιού:

Το κύριο σύμπτωμα είναι η περινεύρια λεύκανση του φύλλου, που σε ήπιες προσβολές εντοπίζεται μόνο στη βάση του φύλλου, ενώ σε έντονες προσβολές καλύπτει όλη την έκταση του φύλλου.

Οι ποικιλίες του κεφαλωτού μαρουλιού αδυνατούν να σχηματίσουν κεφαλή, ενώ η ποικιλία *romaine* σχηματίζει ευδιάκριτη καρδιά.

Η φωτοπερίοδος και η θερμοκρασία παίζουν πολύ μεγάλο ρόλο στην εκδήλωση των συμπτωμάτων πάνω στο φυτό.

Ένα άλλο σύμπτωμα είναι η μόλυνση να ξεκινάει με προσβολή των ριζικών τριχιδίων του φυτού από ζωοσπόρια του μύκητα *Olpidium brassicae* ο οποίος είναι ο φορέας του παθογόνου ιού. Ο μύκητας σχηματίζει και τα υπνοσπόρια, που σε δυσμενείς συνθήκες μπορούν να διατηρηθούν στο έδαφος για δύο τουλάχιστον δεκαετίες.

Για τον έλεγχο της προσβολής θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ανθεκτικές ποικιλίες ή διαφορετικά να περιορισθεί η υγρασία του εδάφους, καθώς και τα ζωοσπόρια του μύκητα με τη βοήθεια μαστιγίων μέσα στο υδάτινο περιβάλλον.

1.12.3 ΖΩΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ

Αφίδες (*Myzus persicae*):

Είναι από τους σοβαρότερους εχθρούς των καλλιεργειών. Είναι μικρά μαλακόσωμα έντομα, πτερωτά ή άπτερα και αναπτύσσονται σε μεγάλους πληθυσμούς πάνω στα φύλλα. Το χρώμα τους ποικίλει ανάλογα με το είδος, τον ξενιστή και την ηλικία τους. Τρέφονται μυζώντας τους χυμούς του φυτού με συνέπεια τα φυτά να εξασθενούν, να παραμορφώνονται και να εμφανίζουν μια κολλώδη ουσία στα σημεία της προσβολής.

Αντιμετώπιση αφίδων :

Φροντίζουμε για την καλή ανάπτυξη των φυτών. Πρέπει να προσέχουμε την αζωτούχο λίπανση, γιατί η υπερβολική έχει ως αποτέλεσμα την γρήγορη ανάπτυξη της βλάστησης του φυτού που έχει ως συνέπεια την πιθανή προσβολή του. Ακόμα απομακρύνουμε τα προσβεβλημένα φύλλα και σκοτώνουμε όποια αφίδα βρούμε.

Κοιλίες (*Helix potatia*):

Προκαλούν ζημιές γιατί τρώνε τα φύλλα και τμήματα του ελάσματος των φύλλων προκαλώντας σημαντική υποβάθμιση στην παραγωγή των φυτών. Οι ζημιές είναι πιο έντονες το φθινόπωρο και την άνοιξη.

Θρίπας (*Thrips tabaci*):

Είναι ένα είδος αρκετά πολυφάγο. Έχει 5-7 γενεές το έτος, το ενήλικο διαχειμάζει στο έδαφος ή σε χαμηλή βλάστηση και ως νύμφη στο έδαφος. Την άνοιξη αρχίζει να ωοτοκεί και οι προνύμφες ξύνουν και μυζούν τρυφερούς φυτικούς ιστούς. Τα ενήλικα άτομα τρέφονται με γύρη, νέκταρ και αυγά ακάρεων.

Αλευρώδης (*Bemisia tabaci*):

Αναπτύσσεται σε υπαίθριες καλλιέργειες αλλά και σε θερμοκήπια. Έχει πολύ μικρό μέγεθος και έχει στοματικά μόρια μυζητικού τύπου. Τα συμπτώματα τους είναι κιτρίνισμα των φύλλων, μερική φυλλόπτωση, κάλυψη των φυτικών οργάνων με μελιτώματα, ανάπτυξη καπνιάς. Σαν συνέπεια έχουν την μειωμένη φωτοσυνθετική ικανότητα και υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος.

Αντιμετώπιση αλευρωδών:

Για την μείωση του πληθυσμού τους συνίσταται η χρήση κίτρινων κολλητικών παγίδων και η καταστροφή των ζιζανίων και των υπολειμμάτων της καλλιέργειας, που αποτελούν ξενιστές του εντόμου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

2.1.ΓΕΝΙΚΑ

Η υδροπονία είναι μέθοδος καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους, σύμφωνα με την οποία οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται είτε σε στερεά υποστρώματα εμποτισμένα με τεχνητό θρεπτικό διάλυμα είτε απευθείας στο θρεπτικό διάλυμα από το οποίο τα φυτά απορροφούν τις απαραίτητες για την ανάπτυξη τους ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία μιας υδροπονικής καλλιέργειας είναι η τροφοδότηση των φυτών με θρεπτικό διάλυμα κατάλληλης σύστασης.

Τα υποστρώματα υδροπονικών καλλιεργειών συνήθως είναι πορώδη υλικά φυσικά ή προερχόμενα από βιομηχανική επεξεργασία, τα οποία χάρις στην ύπαρξη των πόρων είναι σε θέση να συγκρατούν νερό(θρεπτικό διάλυμα) και αέρα σε κατάλληλες για την ανάπτυξη των φυτών αναλογίες. Έτσι, στο βαθμό που το θρεπτικό διάλυμα με το οποίο τροφοδοτούνται περιέχει τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών θρεπτικά στοιχεία, τα υποστρώματα μπορούν να υποκαθιστούν το έδαφος. Τα περισσότερα υποστρώματα υδροπονίας στις συνηθισμένες συνθήκες καλλιέργειας συμπεριφέρονται χημικώς ως αδρανή υλικά, δεδομένου ότι πρακτικά δεν αποδίδουν ούτε δεσμεύουν ήδη υπάρχοντα στο θρεπτικό διάλυμα ιόντα.

2.2. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

Η υδροπονία εφαρμόστηκε πολλούς αιώνες πριν στον Αμαζόνιο, τη Βαβυλωνία, την Αίγυπτο, την Κίνα, και την Ινδία όπου οι αρχαίοι χρησιμοποιούσαν διαλυμένη κοπριά για να καλλιεργήσουν αγγούρια, καρπούζια και άλλα λαχανικά σε αμμώδη πεζούλια στον ποταμό. Οι "κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας" και οι επιπλέουσες φάρμες των Αζτέκων ήταν πραγματικά τα πρότυπα των συστημάτων υδροπονίας.

Αργότερα, όταν οι φυσιολόγοι των φυτών άρχισαν να καλλιεργούν φυτά με συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά για πειραματικούς σκοπούς, το αποκαλούσαν "θρεπτική παραγωγή".

Ενδιαφέρον στην πρακτική εφαρμογή της "θρεπτικής παραγωγής" αναπτύχθηκε το 1925 όταν η βιομηχανία των θερμοκηπιακών έδειξε ενδιαφέρον στην χρήση της.

Το έδαφος των θερμοκηπίων έπρεπε να αντικαθίστανται συχνά για να ξεπεράσουν προβλήματα της μορφολογίας, γονιμότητας και ζιζανίων. Σαν αποτέλεσμα οι ερευνητές άρχισαν να ενδιαφέρονται στην δυναμική χρήση της θρεπτικής παραγωγής για να αντικαταστήσουν παραγωγή με παραδοσιακό χώμα.

Το 1929 ο δρ. William F. Gencke του πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας κατάφερε να καλλιεργήσει φυτά τομάτας 7,5m σε θρεπτικά διαλύματα. Ονόμασε το νέο του σύστημα παραγωγής "υδροπονία" μια λέξη προερχόμενη από τα ελληνικά για να αντικατοπτρίσει την σημαντικότητα του "Υδρος" (νερό) και "πόνος" (έργο).

Ως εκ τούτου η υδροπονία ξεπέρασε τα εργασιακά όρια και εισήλθε στον κόσμο της πρακτικής χορτοκαλλιέργειας. Ο όρος υδροπονία αρχικά σήμαινε καλλιέργεια με θρεπτικά διαλύματα. Παρά ταύτα η παραγωγή συγκομιδής σε καθαρό στερεό μέσο χρησιμοποιώντας θρεπτικό διάλυμα συμπεριλαμβάνεται στην υδροπονία με την ευρεία έννοια.

Κατά το 1960 και 1970 εμπορικές υδροπονικές φάρμες αναπτύχθηκαν στο Abu Dhabi, Αριζόνα, Βέλγιο, Καλιφόρνια, Δανία, Γερμανία, Ολλανδία, Ιράν, Ιταλία, Ιαπωνία, Δημοκρατία της Ρωσίας και άλλες χώρες. Κατά το 1980 πολλές αυτοματοποιημένες και με την χρήση computer φάρμες υδροπονίας ιδρύθηκαν στον κόσμο. Μερικά έτοιμα συστήματα υδροπονίας έγιναν δημοφιλή κατά το 1990.

Στη Sri Lanka τα συστήματα υδροπονίας βρίσκονται ακόμη σε νηπιακή ηλικία. Πολλά χρησιμοποιούν καθαρό στερεό μέσο όπως ίνες καρύδας ή σκόνη με λίπανση και μερικές χρησιμοποιούν μόνο ισορροπημένο θρεπτικό διάλυμα εφαρμόζοντας είτε κυκλικές ή μη κυκλικές μεθόδους σε μικρές και μεσαίες κλίμακες.

2.3. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

Σε μια καλλιέργεια το έδαφος είναι αυτό το οποίο εξασφαλίζει τις απαραίτητες ανάγκες στα φυτά. Έτσι και στις υδροπονικές καλλιέργειες τις ανάγκες αυτές τις αναπληρώνουν τα υποστρώματα.

Ο τρόπος εξασφάλισης καλής και ισόρροπης θρέψης στα φυτά στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι η χρησιμοποίηση υποστρωμάτων που συμπεριφέρονται όπως ένα πολύ καλό και γόνιμο έδαφος. Τα υποστρώματα θα πρέπει να έχουν πολύ καλή και ομοιόμορφη δομή, υφή και σύσταση και να διαθέτουν μεγάλη ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων. Δηλαδή να συγκρατούν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών ιόντων όταν αυτά είναι σε περίσσεια στο εδαφικό διάλυμα και να μπορούν να απελευθερώνουν ποσότητες από αυτά όταν στο χώρο του ριζοστρώματος δημιουργούνται συνθήκες ανεπάρκειας.

Ένα εδαφικό υπόστρωμα έχει φυσικά αλλά και χημικά χαρακτηριστικά.

Τα φυσικά μπορούμε να πούμε πως είναι:

- Το ολικό πορώδες, το ποσοστό του όγκου των πόρων που είναι γεμάτοι με αέρα ή νερό και η κατανομή του μεγέθους των πόρων.
- Ο τρόπος κατανομής και το μέγεθος των συσσωματωμάτων των στερεών συστατικών του.
- Οι υδατικές του ικανότητες, δηλαδή το νερό που θα αποθηκευτεί και η ποσότητα του νερού που θα απορροφήσουν τα φυτά.

Τα χημικά μπορούμε να πούμε πως είναι:

- Το pH.
- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η περιεκτικότητα δηλαδή του υποστρώματος σε διαλυτά άλατα που επηρεάζεται από την στράγγιση και από την προσθήκη λιπασμάτων.
- Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων.

Το ιδανικό υπόστρωμα θα πρέπει να:

- Έχει σταθερή δομή, ώστε να μην αποσυντίθεται εύκολα.
- Έχει ευκολία στη χρήση του και γενικά στους καλλιεργητικούς χειρισμούς.
- Είναι σχετικά χαμηλό σε κόστος
- Έχει ομοιομορφία στην σύσταση, στην εμφάνιση και στην συμπεριφορά από άποψη θρέψης
- Είναι απαλλαγμένο από παθογόνα, ζωικούς εχθρούς και σπόρους ζιζανίων

- Έχει ικανοποιητική αναλογία μεταξύ νερού και αέρα στην κατάσταση της υδατοϊκανότητας
- Είναι χημικά αδρανές.
- Να έχει διάρκεια ζωής μεγαλύτερη από τρία χρόνια.
- Να είναι υδρόφιλο.
- Να έχει υψηλό πορώδες.
- Να είναι χαμηλής πυκνότητας.

Τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα είναι: πετροβάμβακας, η τύρφη, ο περλίτης, η ελαφρόπετρα, ο βερμικουλίτης, ο ζεόλιθος και η άμμος.

2.4. ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΑΙ ΚΛΕΙΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

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

2.5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ

Στα συστήματα χωρίς υπόστρωμα οι ρίζες αναπτύσσονται σε κανάλια συνεχούς ή μη συνεχούς ροής θρεπτικού διαλύματος. Ένα παράδειγμα τεχνικής υδροπονίας χωρίς υπόστρωμα είναι η επιπλέουσα υδροπονία. Σ' αυτήν καλλιεργούμε διάφορα χαμηλά λαχανικά, όπως για παράδειγμα μαρούλια, τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένες πλάκες φελιζόλ, οι οποίες διαθέτουν οπές στις θέσεις των φυτών. Οι πλάκες αυτές επιπλέουν στην δεξαμενή που περιέχει το αεριζόμενο θρεπτικό διάλυμα. Μ' αυτόν τον τρόπο τα φυτά καλύπτουν τις ανάγκες τους σε θρεπτικά στοιχεία.

2.6. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ

Στα συστήματα αυτά τα φυτά αναπτύσσονται σε υποστρώματα. Τα υποστρώματα αυτά μπορεί να είναι είτε στερεά είτε ο αέρας. Τα στερεά υποστρώματα είναι τεχνικά υλικά, τα οποία έχουν τέτοιες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες ώστε να διατηρούν ιδανικές αναλογίες νερού και αέρα στην περιοχή της ρίζας για την καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.

Στην αεροπονία τα φυτά καλλιεργούνται σε πλάκες φελιζόλ και οι ρίζες τους αναπτύσσονται σε διάκενο που υπάρχει κάτω από αυτές τις πλάκες. Στο διάκενο αυτό ψεκάζεται περιοδικά το νέφος του θρεπτικού διαλύματος σε κατάσταση σκότους για την αποφυγή ανάπτυξης αλγών. Η αεροπονία είναι μια τεχνική η οποία βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και δεν χρησιμοποιείται σε εμπορική κλίμακα.

2.7. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΠΕΡΛΙΤΗ

Ο περλίτης είναι ηφαιστειακό, υαλώδες αργιλλοπυριτικό πέτρωμα λευκού χρώματος, το οποίο περιέχει και κρυσταλλικό νερό σε ποσοστό 2-6%. Το πρωτογενές ορυκτό, όταν θερμανθεί για σύντομο χρόνο στους 1200-1300 °C, διογκώνεται και σχηματίζεται μια αφρώδη μάζα δεκαπλάσιου έως εικοσαπλάσιου περίπου όγκου από τον αρχικό. Η ιδιότητα του αυτή χρησιμοποιείται από την βιομηχανία για την δημιουργία ενός κοκκώδους υλικού με πλούσιο πορώδες, το οποίο έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού. Το νερό συγκρατείται κυρίως στους μικρούς πόρους, ενώ στους μεγαλύτερους που υπάρχουν μεταξύ των κόκκων του περλίτη παραμένει αέρας και μετά την διαβροχή του υλικού. Σήμερα ο ελληνικός περλίτης προέρχεται κυρίως από τη Μήλο. Το μέγεθος των κόκκων που συνιστάται για υδροπονία είναι 4-6mm(διάμετρος). Το ολικό πορώδες του περλίτη ανέρχεται στο 95%, η ικανότητα συγκράτησης νερού σε 200-450% του βάρους του(ανάλογα με τη κοκκομετρική του σύσταση) και το ειδικό του βάρος στα 40-150kg/m³.

Μια ποσότητα 2-5 λίτρων περλίτη ανά φυτό είναι επαρκής για την καλλιέργεια των κυριότερων ανθοκομικών φυτών. Ο περλίτης μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε σάκους είτε σε γλάστρες είτε σε άλλου τύπου φυτοδοχεία. Μπορεί επίσης να απλωθεί μέσα σε υδρορροές οι οποίες στη συνέχεια καλύπτονται από πάνω με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου. Το τελευταίο αυτό σύστημα όμως παρουσιάζει ορισμένα

μειονεκτήματα, κυριότερο από τα οποία είναι η ανάγκη χρησιμοποίησης μεγαλύτερων ποσοτήτων περλίτη ανά φυτό.

2.8. ΕΠΙΠΛΕΟΥΣΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

Αποτελεί ένα από τα πλέον εξελιγμένα συστήματα υδατοκαλλιεργειών χαμηλού κόστους και είναι κατάλληλο κυρίως για την καλλιέργεια φυλλωδών λαχανικών υπό κάλυψη.

Τα φυτά ουσιαστικά καλλιεργούνται σε επιπλέουσες “σχεδίες” που είναι κατασκευασμένες από ελαφρά συνθετικά υλικά. Οι σχεδίες αυτές επιπλέουν στο θρεπτικό διάλυμα μέσα σε ειδικά κατασκευασμένες δεξαμενές. Οι δεξαμενές στεγανοποιούνται μέσω της επιστρώσεως φύλλων πολυαιθυλενίου και γεμίζονται με θρεπτικό διάλυμα. Το ύψος πληρώσεως της δεξαμενής ή των καναλιών με θρεπτικό διάλυμα, ποικίλει ανάλογα με το ακολουθούμενο σύστημα (συνήθως από 5-30cm). Τα σπορόφυτα αναπτύσσονται με τους κλασσικούς τρόπους σε δίσκους με διάφορα υποστρώματα (πετροβάμβακας, περλίτης, βερμικουλίτης, ή οργανικά υποστρώματα). Όταν τα φυτά φθάσουν το στάδιο της μεταφύτευσης, τοποθετούνται στις “σχεδίες” στις οποίες έχουν δημιουργηθεί οι αντίστοιχες υποδοχές. Οι σχεδίες αποτελούν ουσιαστικά το μέσο στήριξης των φυτών και οι ρίζες των φυτών “κρέμονται” προς το θρεπτικό διάλυμα. Με αυτόν τον τρόπο οι ρίζες βρίσκονται σε ένα περιβάλλον ιδανικής συνθέσεως και επομένως το φυτό παρουσιάζει μία αλματώδη ανάπτυξη, που μόνο περιορισμό έχει την γενετική ταχύτητα μεταβολισμού του φυτού. Η σύσταση του διαλύματος σε θρεπτικά στοιχεία ελέγχεται συνεχώς μέσω των συστημάτων αυτόματου ελέγχου (όπως και στα κλασσικά υδροπονικά συστήματα) και διορθώνεται κατάλληλα έτσι ώστε τα φυτά να δέχεται την ιδανική θρέψη σε όλα τα στάδια αναπτύξεως του. Παράλληλα, με συχνές εγχύσεις αέρα στην δεξαμενή καλλιέργειας (μέσω της συνεχούς ή διακοπτόμενης ανακυκλώσεως του θρεπτικού διαλύματος, μέσω ειδικών αεροσυμπιεστών ή με άλλους τρόπους) επιτυγχάνεται ο επαρκής αερισμός του διαλύματος και του ριζικού συστήματος των φυτών, γεγονός που προκαλεί την μέγιστη δυνατή επιτάχυνση του ρυθμού αναπτύξεως. Το αποτέλεσμα είναι να λαμβάνονται ποσοτικά μεγαλύτερες, ποιοτικά καλύτερες και αριθμητικά περισσότερες καλλιέργειες ανά έτος, από οποιοδήποτε άλλο γνωστό σύστημα καλλιέργειας. (εικόνα 9). (Κώτσιρας, 2012).



Εικόνα 9: Επιπλέουσα υδροπονία Μαρουλιού

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΕΟΥΣΑΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

Εκτός από την υψηλότερη παραγωγή και καλύτερη ποιότητα, το σύστημα αυτό έχει και πολλά άλλα πλεονεκτήματα όπως:

- Εύκολη εγκατάσταση.
- Αριστοποιείται η χρήση του νερού.
- Δεν χρειάζονται πολλά εργατικά (φύτευση, συγκομιδή, τυποποίηση).
- Οι απαιτήσεις συντηρήσεως του συστήματος είναι μικρές και η πραγματοποίηση εργασιών είναι εύκολη.
- Παρέχεται η δυνατότητα αναβαθμίσεως.
- Είναι αποτελεσματικότερο και ασφαλέστερο από το NTF ή και από άλλα υδροπονικά συστήματα, σε χώρες με θερμό κλίμα.
- Παρέχεται η δυνατότητα παραγωγής υψηλής ποιότητας φυλλωδών λαχανικών.
- Προώμιση της καλλιέργειας (π.χ. μαρούλι σε 20-35 ημέρες μετά τη φύτευση).
- Παρέχεται η δυνατότητα άριστου χρονισμού της παραγωγής (πολύ σημαντική παράμετρος διαθέσεως των προϊόντων).

- Το κόστος λειτουργίας είναι χαμηλό και ταχύτατα αποσβέσιμο.
- Παρέχεται η δυνατότητα αυτοματοποίησης πολλών διαδικασιών(σποράς, μεταφύτευσης, συλλογής, κλπ) γεγονός το οποίο επιτρέπει την διατήρηση του λειτουργικού κόστους σε χαμηλά επίπεδα.
- Επιτυγχάνονται υψηλές πυκνότητες φυτεύσεως και επομένως καλύτερης εκμεταλλεύσεως της καλλιεργούμενης επιφάνειας. Σε ένα θερμοκήπιο με επίπλευση (τύπου “floating”) η εκμετάλλευση της επιφάνειας ξεπερνά το 90% έναντι του 60% που μπορεί να επιτευχθεί με τις υπόλοιπες μεθόδους καλλιέργειας, υδροπονικές ή μη.
- Δίνει την δυνατότητα πλήρους ελέγχου της συστάσεως και της θερμοκρασίας του θρεπτικού διαλύματος, (πράγμα αδύνατον για τις καλλιέργειες στο έδαφος αλλά και πολλές φορές αρκετά δύσκολο για τις υπόλοιπες υδροπονικές μεθόδους που εμφανίζουν συχνά προβλήματα λόγω υψηλών θερμοκρασιών ή κακής οξυγονώσεως του θρεπτικού διαλύματος).
- Χρησιμοποιεί ελάχιστο νερό, το απολύτως απαραίτητο για τις βιολογικές ανάγκες του φυτού. Λόγω της πλήρους καλύψεως (με τις πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης) της επιφάνειας της καλλιέργειας, η απώλεια νερού λόγω εξατμίσεως είναι σχεδόν μηδενική, ενώ παράλληλα λόγω της ανακυκλώσεως δεν υπάρχουν απώλειες προς το έδαφος.
- Δεν χρησιμοποιεί κανένα είδος υποστρώματος φυτεύσεως και επομένως δεν παρουσιάζει κανένα είδος παθογένειας \, λόγω της έλλειψης υποστρώματος όπου θα μπορούσαν να αναπτυχθούν μικροοργανισμοί. Επομένως δεν απαιτεί αλλαγή του υποστρώματος ή περιοδικές απολυμάνσεις περιορίζοντας έτσι την ανάγκη χρήσεως φυτοπροστατευτικών προϊόντων.
- Σε μία σωστά οργανωμένη και εξοπλισμένη μονάδα με πλήρη δυνατότητα ελέγχου και αριστοποίησης των συνθηκών αναπτύξεως η ανάγκη χρήσεως φυτοπροστατευτικών προϊόντων είναι ελάχιστη ή και μηδενική, με αποτέλεσμα τα παραγόμενα φυτά να είναι ελάχιστα ή καθόλου επιβαρυσμένα, ίσως και λιγότερο από εκείνα των βιολογικών καλλιεργειών.

- Τα λαχανικά που παράγονται είναι καθαρά και απαλλαγμένα από υπολείμματα εδάφους, ενώ παράλληλα αναπτύσσονται χωρίς την χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων χρησιμοποιώντας στις περιπτώσεις που χρειάζεται βιολογικό έλεγχο των παθογόνων.
- Το πλέον βασικό χαρακτηριστικό του συστήματος είναι η χρήση μεγάλου όγκου θρεπτικού διαλύματος γεγονός το οποίο δημιουργεί μεγάλες ανοχές σε ότι αφορά τον έλεγχο των λιπασμάτων και του οξυγόνου. Συγκρινόμενο με άλλα υδροπονικά συστήματα, είναι το πλέον συνδεδεμένο με το νερό.
- Τα φυτά μέσα στο θερμοκήπιο μεταφέρονται μέσω της πλεύσεως, χρησιμοποιώντας το θρεπτικό διάλυμα σαν μεταφορικό μέσο, προσφέροντας εξαιρετική οικονομία κατά την συγκομιδή αλλά και γενικότερα κατά την διαχείριση των φυτών. (Κώτσιρας, 2012).

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΕΟΥΣΑΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

- Απαιτείται νερό αρκετά καλής ποιότητας.
- Είναι απαραίτητη η οξυγόνωση του θρεπτικού διαλύματος ειδικά σε περιπτώσεις λαχανικών μεγάλου βιολογικού κύκλου.
- Σε περιπτώσεις κακής οξυγόνωσης (ιδιαίτερα όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες), παρατηρούνται έντονα φαινόμενα υποξίας με αρνητικές συνέπειες στην ανάπτυξη των φυτών). (Κώτσιρας, 2012).

2.9. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Νερό από ανακύκλωση, από λάκκους και λίμνες, από κανάλια, από δεξαμενές, βρόχινο νερό που συλλέγεται από την οροφή του θερμοκηπίου μπορεί να είναι μολυσμένο από μικροοργανισμούς επιζήμιους για τα φυτά. Η χρήση μυκητοκτόνων για την απολύμανση του νερού δεν είναι ενδεδειγμένη, γιατί απαιτούνται μεγάλες ποσότητες και γιατί σε μικρές συγκεντρώσεις τα μυκητοκτόνα δημιουργούν ανθεκτικές φυλές μυκήτων (Μαυρογιαννόπουλος 2006).

Το βρόχινο νερό, είναι άριστης ποιότητας για τις υδροπονικές καλλιέργειες, όταν συλλέγεται από την οροφή του θερμοκηπίου ή από το έδαφος, έχει αυξημένες πιθανότητες να έχει μολυνθεί από επιζήμιους οργανισμούς όπως *Pithium* και *Fusarium* (Μαυρογιαννόπουλος 2006).

Τα σπόρια των επιζήμιων μυκήτων είναι πολύ μικρά, της τάξεως 10-30 μικρών του μέτρου (μm) και είναι αδύνατο να τα αντιληφθεί κάποιος με γυμνό οφθαλμό. Νερό που μαζεύεται από επιφάνειες, όπως η οροφή του θερμοκηπίου, καθώς και αποθηκευμένα νερά σε ανοιχτές δεξαμενές, ενώ είναι διάφανα, συνήθως βρίθουν από σπόρια των μυκήτων *Pythium* και *Fusarium*. (Μαυρογιαννόπουλος 2006).

Η χρήση του νερού αυτού συχνά δημιουργεί μολύνσεις στα φυτά και όταν τα συμπτώματα της προσβολής γίνουν ορατά, είναι πλέον αργά να δράσει κανείς γιατί το μόλυσμα έχει διασπαρθεί σε μεγάλη κλίμακα. Η πρόληψη είναι ο καταλληλότερος τρόπος αντιμετώπισης (Μαυρογιαννόπουλος 2006).

Οι συνηθέστερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του νερού είναι: αργό φιλτράρισμα σε άμμο (γίνεται όπως και στην περίπτωση των θρεπτικών διαλυμάτων), οζονισμός, χρήση χημικών ουσιών (χλωρίνη, υπεροξείδιο του υδρογόνου, χαλκός), παστερίωση, φιλτράρισμα με μικροφίλτρα και λαμπτήρες υπεριώδους ακτινοβολίας (γίνεται όπως κ στην περίπτωση των θρεπτικών διαλυμάτων) (Μαυρογιαννόπουλος 2006).

2.9.1. ΟΖΟΝ

Το όζον (O₂) είναι αέριο, άχρωμο και έχει μεγάλη διαβρωτική και τοξική δράση και χρησιμοποιείται ευρέως στην απολύμανση του πόσιμου νερού. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Το όζον αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου και γι' αυτό είναι πολύ ασταθές και γρήγορα μετατρέπεται σε αέριο οξυγόνο και ελεύθερη ρίζα οξυγόνου. Αυτό το ελεύθερο οξυγόνο είναι πολύ δραστικό και οξειδώνει τα οργανικά σωματίδια που βρίσκονται στο νερό. Οξειδώνει οργανικά μόρια, όπως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και χουμικά οξέα, ξεχωρίζοντας τους άνθρακες στο διπλό δεσμό. Έτσι, δρώντας στα υλικά της δομής τους, το όζον είναι πολύ αποτελεσματικό εναντίον των μυκήτων, βακτηρίων και ιών. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Το όζον, συγκριτικά με τη χλωρίωση, έχει 10 φορές μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Δεν αφήνει χημικά υπολείμματα στο νερό, καθιστώντας το έτσι περιβαλλοντικά ασφαλές. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Το όζον δεν έχει υπολειμματική δράση, γι' αυτό, όταν πρόκειται να παραμείνει το νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα σε ανοιχτό δοχείο πριν χρησιμοποιηθεί, συχνά ακολουθεί και ελαφριά χλωρίωση, για να αποφευχθούν επαναμολύνσεις. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Επειδή το όζον είναι ένα ασταθές μόριο, πρέπει να παράγεται επί τόπου. Η παραγωγή όζοντος είναι μια ενδοθερμική αντίδραση και απαιτεί μεγάλη ποσότητα ενέργειας (8-17 kW / hr kg O₃). Οι περισσότερες συσκευές παραγωγής όζοντος χρησιμοποιούν τη διαδικασία που είναι γνωστή ως κορόνα, που είναι το πέρασμα ενός αερίου που περιέχει οξυγόνο από τα δύο ηλεκτρόδια που χωρίζονται από μη αγωγίμο κενό. Η εφαρμογή διαφοράς τάσης στα ηλεκτρόδια δημιουργεί ροή ηλεκτρονίων μέσω του κενού και αυτό χωρισμό των μορίων του οξυγόνου, οδηγώντας στο σχηματισμό όζοντος. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Το αέριο όζον μεταφέρεται στο νερό του ποτίσματος μέσω ενός εγχυτήρα, ο οποίος βασιζόμενος στο φαινόμενο *Venturi* παρέχει όζον στο νερό. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικό φορτίο του νερού απαιτεί μεγάλη ποσότητα όζοντος για αποτελεσματική δράση, γι' αυτό το φιλτράρισμα του νερού βελτιώνει την αποτελεσματικότητα. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Το όζον οξειδώνει το σίδηρο, το μαγγάνιο και σουλφίδια και μπορεί να αντιδράσει με μερικά λιπάσματα. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το όζον είναι τοξικό για τον άνθρωπο και γενικά για τους έμβιους οργανισμούς και πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέτρα ασφαλείας για να μην υπάρξουν διαρροές και να πρέπει να προστατεύονται οι εργαζόμενοι στο θερμοκήπιο. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

2.9.2. ΧΛΩΡΙΩΣΗ

Η χλωρίωση του πόσιμου νερού έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του τυφοειδούς πυρετού και άλλων ασθενειών που συνήθως μεταδίδονται με το νερό. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Ο μηχανισμός της δράσης του χλωρίου στην καταστροφή των μυκήτων και βακτηρίων δεν είναι πλήρης κατανοητή. Εικάζεται ότι το χλώριο, σε μορφή υποχλωρίου και υποχλωριώδους οξέος, αντιδρά με τα κύτταρα των μυκήτων και βακτηρίων και καταστρέφει τον οργανισμό τους. Η καταστροφή του κυττάρου κατά πάσα πιθανότητα είναι αποτέλεσμα της αποσύνδεσης βιολογικών μορίων, περιλαμβανομένων ενζύμων, νουκλεϊκών οξέων και λιπιδίων των μεμβρανών. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Το χλώριο για το νερό άρδευσης διατίθεται σε τρεις μορφές:

1. **Αέριο χλώριο** με την ακόλουθη αντίδραση στο νερό:

$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} > \text{HCL}_4 - \text{HOCl}$. Είναι η φθηνότερη μορφή, αποθηκεύεται καλά και διαμοιράζεται σχετικά με ακρίβεια. Λόγω όμως της διαβρωτικότητάς του και της επικινδυνότητάς του για τους ανθρώπους που το χρησιμοποιούν, απαιτούνται πολλά μέτρα προστασίας. Απαιτείται σύστημα για την συλλογή διαφυγόντος αερίου, καθώς και σύστημα που προειδοποιεί για τυχόν διαρροή. Η εγκατάσταση του συστήματος απαιτεί καλή και μεγάλης διάρκειας εκπαίδευση του προσωπικού στην εργασία αυτή. Το χλώριο χρησιμοποιείται σε τέτοια ποσότητα που μετά από μισή ώρα στο νερό να υπάρχει υπόλειμμα γύρω στα 2,5 ppm ελεύθερου χλωρίου.

2. **Υποχλωριώδες νάτριο** με την ακόλουθη αντίδραση:

$\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{HOCl}$, Υγρή χλωρίνη χρησιμοποιείται περισσότερο για την απολύμανση των εργαλείων, τραπεζιών, δοχείων κ.λπ. Διακινείται ως διάλυμα με περιεκτικότητα 4-15%, είναι διαβρωτική και ογκώδης στην αποθήκευση και μεταφορά. Πρακτικά για μια μέση θερμοκρασία διαλύματος και ποιότητα νερού, 80cm³ χλωρίνης 4% ανά m³ νερού δίνει ένα επιθυμητό υπόλειμμα.

3. **Υποχλωριώδες ασβέστιο** με την ακόλουθη αντίδραση στο νερό: $\text{Ca}(\text{OCI})_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{HOCl}$. Είναι ένα αποτελεσματικό προϊόν για την απολύμανση του νερού. Βρίσκεται σε μορφή ταμπλέτων ή κόκκων με περιεκτικότητα κατ' ελάχιστο 65% διαθέσιμο χλώριο. Οι συσκευές παροχής στο δίκτυο του υποχλωριώδους ασβεστίου επιτρέπουν το πέρασμα του νερού από την ταμπλέτα, η οποία με το χρόνο αναλώνεται. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Έτσι, η προσθήκη χλωρίου ελέγχεται με το ρυθμό ροής του νερού. Η μορφή αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι εύκολα μεταφέρεται και αποθηκεύεται, διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα, αποφεύγονται διαρροές.

Για την αποτελεσματική απολύμανση των σωληνώσεων και των λοιπών εξαρτημάτων του συστήματος χρησιμοποιούνται και τα απολυμαντικά που ανήκουν στην ομάδα των αλάτων tetra-ammonium chloride.

Σε όλες τις περιπτώσεις, αν τα υπολείμματα υπερβούν τα όρια, μπορεί να δημιουργηθεί τοξικότητα στα φυτά.

Το καλό φιλτράρισμα του νερού είναι προϋπόθεση για κάθε αποτελεσματική απολύμανση. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

2.10. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

Ενώ η τάση στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι η χρήση όσο το δυνατόν ασηπτικών συνθηκών καλλιέργειας, παρ' όλα αυτά αρκετές φορές οι ασθένειες του ριζικού συστήματος προκαλούν σημαντικά προβλήματα στο ριζικό σύστημα των φυτών. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Το θρεπτικό διάλυμα που ανακυκλώνεται στα κλειστά συστήματα έχει αυξημένες πιθανότητες να έχει μολυνθεί από επιζήμιους μικροοργανισμούς όπως *Fusarium*. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

Συνήθως οι προσβολές του ριζικού συστήματος από τους επιζήμιους μύκητες προλαμβάνονται με απολυμάνσεις του θρεπτικού διαλύματος.

Οι συνηθέστερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση είναι: το αργό φιλτράρισμα σε άμμο, οι λαμπτήρες υπεριώδους ακτινοβολίας και η συσκευή παραγωγής ιόντων χαλκού. (Μαυρογιαννόπουλος 2006)

2.11. ΓΙΑΤΙ ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ Η ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Το έδαφος είναι «απρόβλεπτο», με προβλήματα καθότι αλλάζει θερμοκρασία, υδατοϊκανότητα, διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, αερισμό ριζών και έλεγχο εχθρών και ασθενειών. Η υδροπονία μειώνει τα προβλήματα της φύσης δίνοντας τη δυνατότητα στους καλλιεργητές να ελέγχουν με ακρίβεια τη θρέψη των φυτών. Παρακάτω αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας.

2.12. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Το θρεπτικό διάλυμα, αντιθέτως με το έδαφος, είναι ομογενές και μπορεί εύκολα να γίνει δειγματοληψία, ανάλυση και ρύθμιση προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων.
- Ομοιόμορφα αποτελέσματα.
- Η παραγωγή είναι αντάξια ή καλύτερη από εκείνη που μπορεί να επιτευχθεί σε ένα πολύ καλό έδαφος, κάνοντας την οικονομικά βιώσιμη ανεξάρτητα από το κόστος της έκτασης στην οποία εγκαθίστανται.
- Δεν απαιτείται προετοιμασία του εδάφους, η ζιζανιοκτονία και η φύτευση είναι απλή και εύκολη μειώνοντας σημαντικά το εργατικό κόστος.
- Απλή στη λειτουργία.
- Δεν μεταφέρονται ασθένειες του εδάφους και ζιζάνια παρά μόνο αν εισαχθούν από απροσεξία του καλλιεργητή.
- Τα φυτά δε στρεσάρονται λόγω έλλειψης νερού σε θερμές περιόδους.
- Είναι δυνατή μεγαλύτερη πυκνότητα φύτευσης για ορισμένες καλλιέργειες.
- Αποτελεσματικότερη χρήση των θρεπτικών στοιχείων, ειδικά όταν εφαρμόζεται ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, όπου μπορεί να επιτευχθεί έως και 50% εξοικονόμηση λιπασμάτων στην καλλιέργεια τομάτας.
- Σημαντικά μειωμένη κατανάλωση νερού.

- Πλήρης έλεγχος της θρέψης των φυτών.
- Καθαρά και ποιοτικά προϊόντα.
- Απλοποιημένη διαδικασία απολύμανσης.
- Δυνατότητα καλλιέργειας σε ακατάλληλα ή μη γόνιμα εδάφη.
- Ταχύτατη εναλλαγή των καλλιεργειών. (Υδροπονική Τρικάλων, 2012).

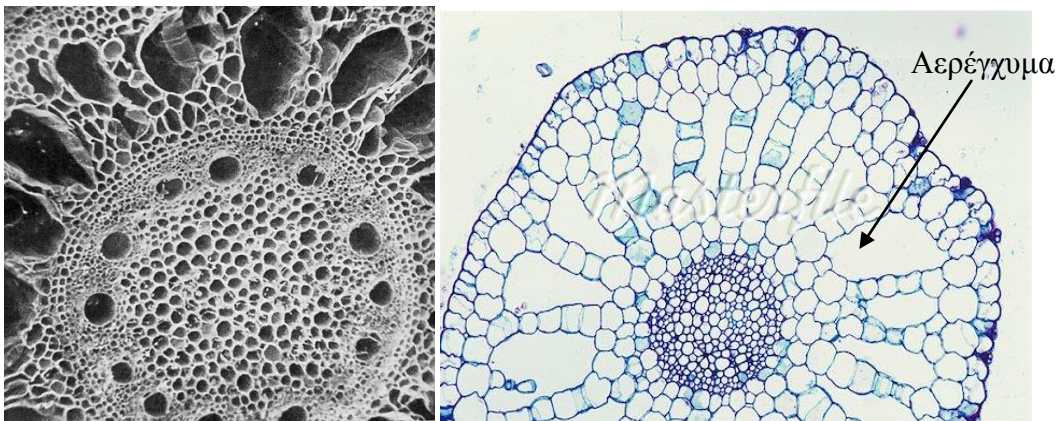
ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Υψηλότερο αρχικό κόστος εγκατάστασης σε σχέση με τις συμβατικές καλλιέργειες.
- Απαιτείται στενότερη παρακολούθηση για αλλαγές στη συμπεριφορά των φυτών κατά την ανάπτυξη τους.
- Η υποστήριξη κάποιων φυτών ενδέχεται να είναι δυσκολότερη – πολυπλοκότερη.
- Απαιτείται συχνή ανάμιξη και εφαρμογή των θρεπτικών
- Υπάρχει κίνδυνος ταχύτερης εξάπλωσης ασθενειών του ριζικού συστήματος μέσω του θρεπτικού διαλύματος.
- Ένα λανθασμένο θρεπτικό μείγμα ενδέχεται να προκαλέσει διαταραχές στην ανάπτυξη των φυτών.
- Κατά την ανακύκλωση απαιτείται συχνή ανανέωση του νερού.
- Το κόστος των έτοιμων θρεπτικών μειγμάτων είναι υψηλότερο.
- Μικρότερα περιθώρια λάθους σε σχέση με τις συμβατικές καλλιέργειες. (Υδροπονική Τρικάλων, 2012).

2.13. ΑΕΡΕΓΧΥΜΑ

Το αερέγχυμα είναι ο παρεγχυματικός ιστός που παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη των μεσοκυττάρων χώρων (εικόνα 10). Η ανάπτυξη αυτή των μεσοκυττάρων χώρων μπορεί να φθάσει στο μέγιστο στα υδρόβια αγγειόσπερμα. Τα κύτταρα μπορούν να σχηματίσουν λοβούς ή βραχίονες που αποκτούν αστεροειδές σχήμα, όταν οι μεσοκυττάριοι χώροι καταλάβουν το 50% του όγκου του ιστού. Αν οι μεσοκυττάριοι χώροι αναπτυχθούν περισσότερο, τότε το αερέγχυμα αποτελείται από στιβάδες κυττάρων που περιβάλλουν γιγαντιαίους μεσοκυττάριους χώρους. Σε πολλά

υδρόβια ή ελόβια φυτά ανάλογα με το είδος και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, το αερέγχυμα σχηματίζεται σε όλο το σώμα του φυτού και εξυπηρετεί όχι μόνο την ανταλλαγή των αερίων και τον αερισμό, αλλά προσδίδει στο φυτό μεγάλο όγκο και διευκολύνει την πλευστικότητα του. Ακόμα το αερέγχυμα παρέχει και μηχανική ενίσχυση στο φυτό. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με το οι κυτταρικές στοιβάδες που οριοθετούν τους μεσοκυττάριους χώρους να είναι σε κατάλληλη διάταξη. Οι κυτταρικές στοιβάδες δημιουργούν “κυψελίδες”, που είναι σε θέση να αντισταθμίσουν τις ισχυρές υδροστατικές πιέσεις από το υδάτινο περιβάλλον, που δέχονται τα βυθισμένα τμήματα του φυτού. (Γαλάτης, Κατσαρός, Αποστολάκος 1998).



Εικόνα 10: αερέγχυμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της πειραματικής αυτής εργασίας είναι η παρατήρηση φυτών μαρουλιού καλλιεργημένων σε διαφορετικά υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας, και η μελέτη της επίδρασης των υδροπονικών αυτών συστημάτων στα μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά των φυτών, της απόδοσης τους και την φυσιολογική ανάπτυξη τους, όπως επίσης και την σύγκρισή τους. Τα υποστρώματα που επιλέχθηκαν είναι τα εξής:

- α) περλίτης
- β) επιπλέουσα υδροπονία
- γ) καλλιέργεια σε έδαφος

Η παρούσα μελέτη διεξήχθη στο ΤΕΙ Καλαμάτας κατά το χρονικό διάστημα από 11/11/2010 έως και 24/01/2011.

3.2. ΥΛΙΚΑ

A. Φυτικό υλικό (πρώτη ύλη)

Για την πειραματική αυτή μελέτη χρησιμοποιήθηκαν μαρούλια τύπου Romana. Η ποικιλία αυτή ανήκει στο είδος *Lactuca sativa* και στην οικογένεια των Σύνθετων (Compositae). Τα μαρούλια αυτού του τύπου διακρίνονται για τα εξής χαρακτηριστικά: φύλλα λεία, πλατιά, χρώματος πράσινου σε πυκνή διάταξη.

B. Υποστρώματα υδροπονίας

Τα υποστρώματα που επιλέχθηκαν ήταν ο περλίτης, και η επιπλέουσα υδροπονία (floating), οι ιδιότητες τους αναφέρονται στις παραγράφους 2.7 και 2.8.

Γ. Υλικά χρώσης τομών

Για τη χρώση των τομών χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υλικά:

- Ερυθρό του ρουθηνίου
- Κυανό του μεθυλενίου

ενώ για την παρατήρησή τους χρησιμοποιήθηκε γλυκερίνη.

Δ. Συνθήκες καλλιέργειας

Η καλλιέργεια των μαρουλιών έγινε σε θερμαινόμενο γυάλινο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας. Τα φυτά εγκαταστάθηκαν στα δυο υποστρώματα υδροπονίας την 11/11/2010.

3.3. ΜΕΘΟΔΟΙ

A. Προετοιμασία φυτών πριν την εκτέλεση των τομών

Μετά από 40 και 74 ημερών από την εγκατάσταση των φυτών στα υποστρώματα καλλιέργειας εξετάστηκε η μορφολογία και η ανατομία του ριζικού συστήματος καθώς και του βλαστού τους, ώστε να εξεταστεί η επίδραση του υδροπονικού συστήματος καλλιέργειας σε αυτά.

Ξεπλένουμε με άφθονο καθαρό νερό τις ρίζες και τον λαιμό των φυτών από τα υπολείμματα των υδροπονικών υποστρωμάτων.

B. Κοπή ριζικού συστήματος και λαιμού

Ολόκληρα φυτά μαρουλιού τα οποία είχαν πλήρως αναπτυχθεί, πάρθηκαν από την υδροπονική καλλιέργεια και εξετάστηκαν μορφολογικά και ανατομικά.

Φωτογραφήθηκαν ολόκληρα φυτά μαρουλιού και παρατηρήθηκε η ανάπτυξη του ριζικού του συστήματος

Για τις ανατομικές παρατηρήσεις χρησιμοποιήθηκαν ακραία τμήματα των ριζών (2 cm). από το ακρορίζιο).

Εξετάστηκαν οι εγκάρσιες τομές των ριζών σε απόσταση 2 cm από το ακρορίζιο οι επιμήκειες τομές ολόκληρου του ακρορίζιου

Οι εγκάρσιες τομές ριζών περιελάμβαναν τον κεντρικό κύλινδρο και το φλοιώδες παρέγχυμα.

Γ. Προετοιμασία μικροσκοπικών παρασκευασμάτων πριν την παρατήρηση στο μικροσκόπιο

Χρησιμοποιούμε απιονισμένο νερό ως υγρό παρατήρησης για τις άχρωμες τομές, ενώ γλυκερίνη ως υγρό στις τομές που έχει γίνει χρώση.

Ελήφθησαν 10 δείγματα από κάθε φυτό (υπόστρωμα) (περλίτη, και floating).

Σε κάποιες από τις τομές πραγματοποιήθηκε διπλή χρώση με ερυθρό του ρουθηνίου και κυανό του μεθυλενίου ενώ οι υπόλοιπες παρατηρήθηκαν χωρίς χρώση.

Η χρώση των τομών πραγματοποιήθηκε ως εξής:

- Τοποθετήθηκαν οι τομές σε ερυθρό του ρουθηνίου επί 10 min
- Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε κυανό του μεθυλενίου επί 10 min
- Η παρατήρηση πραγματοποιήθηκε σε σταγόνα γλυκερίνης

Διαδικασία που ακολουθούμε:

- Με τη βοήθεια του σταγονόμετρου βάζουμε στο κέντρο μιας αντικειμενοφόρου πλάκας μια σταγόνα υγρού παρατήρησης
- Τοποθετούμε το παρασκεύασμα στη σταγόνα του υγρού
- Ύστερα καλύπτουμε το παρασκεύασμα με καλυπτρίδα ώστε να το καλύψει χωρίς να εγκλωβιστούν φυσαλίδες αέρα
- Απορροφούμε με διηθητικό χαρτί την περίσσεια υγρού που βγαίνει έξω από την καλυπτρίδα
- Αν έχουν εγκλωβιστεί φυσαλίδες αέρα, στάζουμε μια-δυο σταγόνες υγρού παρατήρησης στη μια άκρη της καλυπτρίδας για να παρασύρει τις φυσαλίδες

Δ. Μικροσκοπική παρατήρηση βλαστών και ριζών

Πλήρως εκπτυγμένα φυτά καθώς και ριζικά συστήματα φυτών μαρουλιού που είχαν αναπτυχθεί στα διάφορα υποστρώματα υδροπονίας εξετάστηκαν ως προς τη μορφολογία και την ανατομία τους.

Ρίζες φυτών από την κάθε επέμβαση εξετάστηκαν ως προς τη μορφολογία και την ανατομία τους. Σε στερεοσκόπιο Olympus SZ 40, εξετάστηκε η μορφολογία

των ριζών και ιδιαίτερα η παρουσία δευτερογενών ριζών και ριζικών τριχιδίων. Στη συνέχεια σε οπτικό μικροσκόπιο Olympus CH 30, μελετήθηκε η ανατομία των ριζών στα διάφορα υποστρώματα υδροπονικής καλλιέργειας και συγκρίθηκε με αυτήν ριζών από φυτά που αναπτύσσονταν σε εδαφικό υπόστρωμα. Παρατηρήθηκε η ανατομία της ρίζας (η ανατομία του κεντρικού κυλίνδρου και των εξωτερικών ιστών, η πυκνότητα των ριζικών τριχιδίων) και εξετάστηκε η παρουσία ή όχι αερεγχύματος.

. Οι παρατηρήσεις στο οπτικό μικροσκόπιο πραγματοποιήθηκαν σε μεγεθύνσεις 100X και 400X.

Η καταγραφή έγινε με τη μορφή ψηφιακής εικόνας, με τη χρήση ψηφιακής κάμερας Moticam 1000 και λογισμικού Motic Images 2.0 ML (Motic China CO., LTD). Με το ανωτέρω πρόγραμμα επίσης μετρήθηκαν και οι προαναφερθείσες παρατηρήσεις. Για τη βαθμονόμηση του λογισμικού χρησιμοποιήθηκε ειδική διαβαθμισμένη αντικειμενοφόρος.

3.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.4.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Όπως βλέπουμε και στις εικόνες συγκρίνοντας την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος φυτών που αναπτύχθηκαν στα δύο υδροπονικά συστήματα φαίνεται ότι το ριζικό σύστημα αυτών που αναπτύχθηκαν στο υδροπονικό σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας (εικόνα 11) είχαν σημαντικά μεγαλύτερο ριζικό σύστημα (μεγαλύτερος αριθμός ριζών και μεγαλύτερο μήκος ριζών) σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε περλίτη (εικόνα 12).



Εικόνα 11: Ριζικό σύστημα φυτού μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας (Floating system).



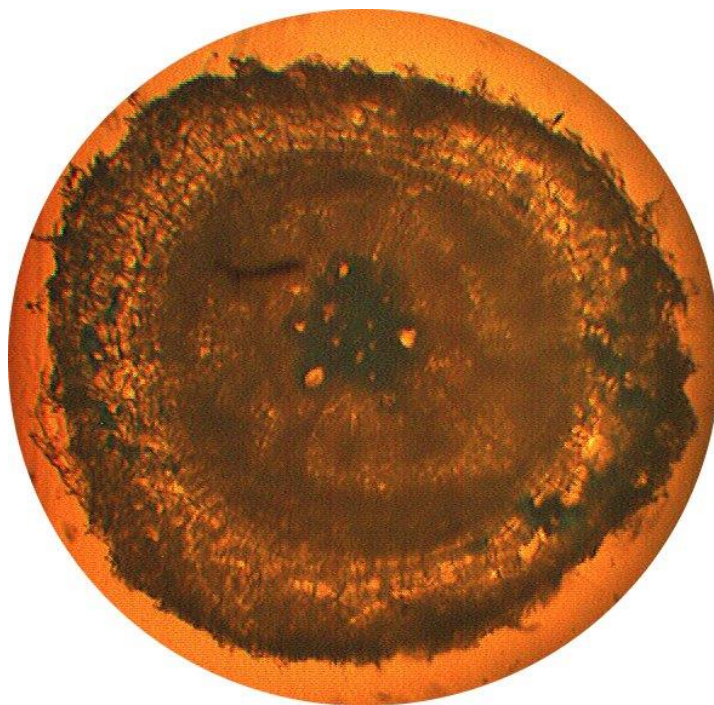
Εικόνα 12: Ριζικό σύστημα φυτού μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε υδροπονικό σύστημα περλίτη.

3.4.2. ΑΝΑΤΟΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

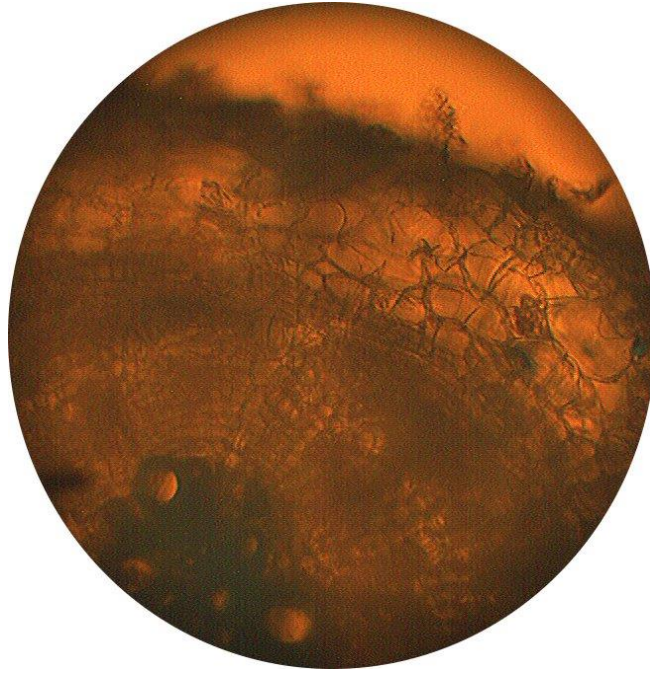
Στη συνέχεια εξετάστηκε η επίδραση του υδροπονικού συστήματος καλλιέργειας στην ανατομία του ριζικού συστήματος. Κόπηκαν εγκάρσιες τομές των σχηματιζόμενων ριζών και παρατηρήθηκαν σε οπτικό μικροσκόπιο και σε μεγέθυνση 40x και 100x.

Σε εγκάρσιες τομές που σχηματίστηκαν στο σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας (floating), παρατηρήθηκε ο σχηματισμός αερεγγύματος στην περιοχή του φλοιώδους παρεγγύματος της ρίζας (όπως φαίνεται στην εικόνα 15 έως 17). Τα κύτταρα του παρεγγύματος αυτού διασπάστηκαν και σχηματίστηκε αερέγγυμα με σκοπό την καλύτερη μεταφορά οξυγόνου στις ρίζες.

Αντίθετα στο άλλο υδροπονικό σύστημα, στον περλίτη, δεν παρατηρήθηκε σχηματισμός αερεγγύματος στο ριζικό τους σύστημα, σε φυτά μαρουλιού (εικόνες 13,14,18,19).



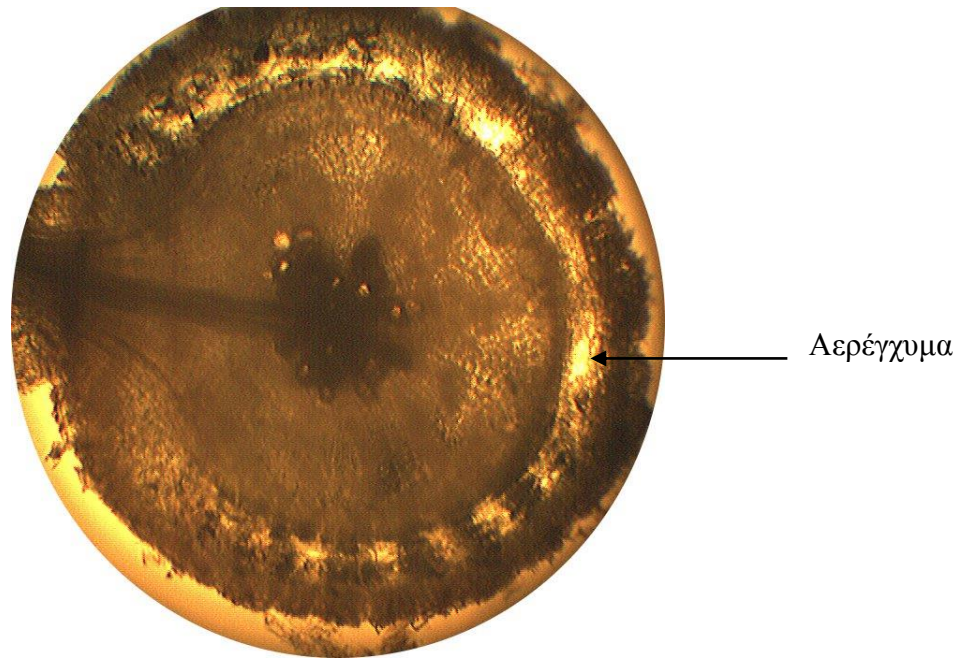
Εικόνα 13: Ανατομική παρατήρηση εγκάρσιας τομής ρίζας φυτού μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε υδροπονικό υπόστρωμα περλίτη. (μεγέθυνση 40X).(21/12/2010).



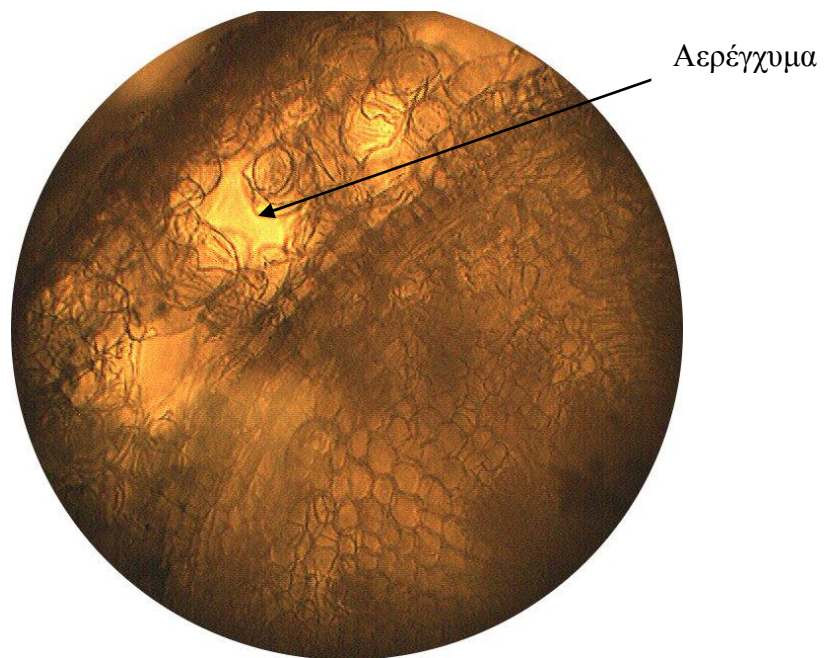
Εικόνα 14: Ανατομική παρατήρηση εγκάρσιας τομής ρίζας φυτού μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε υδροπονικό υπόστρωμα περλίτη. (μεγέθυνση 100X).(21/12/2010).



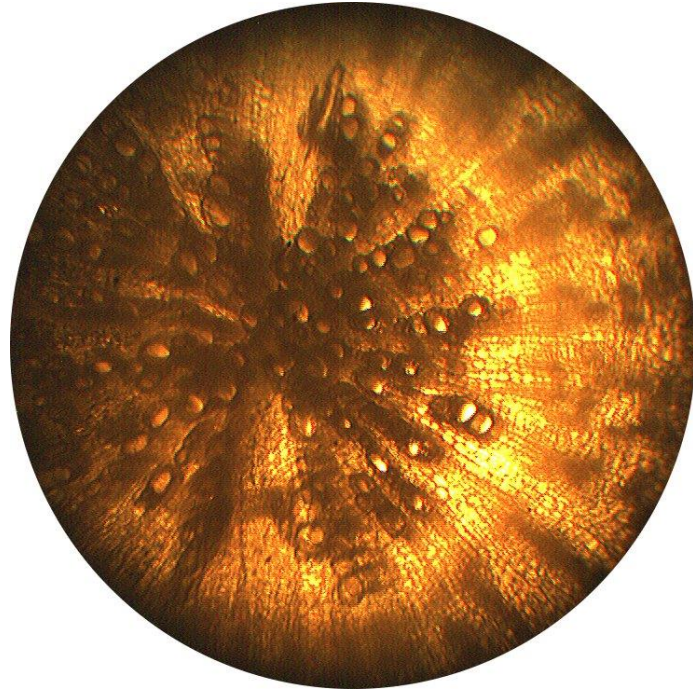
Εικόνα 15: Ανατομική παρατήρηση εγκάρσιας τομής ρίζας φυτού μαρουλιού που αναπτύχθηκε στο σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας (Μεγέθυνση 40X).(21/12/2010).



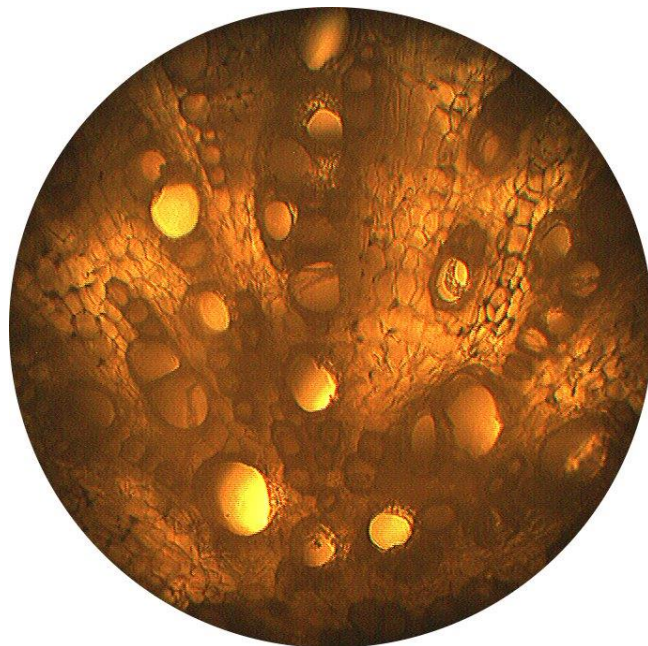
Εικόνα 16: Ανατομική παρατήρηση εγκάρσιας τομής ρίζας φυτού μαρουλιού που αναπτύχθηκε στο σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας. (Μεγέθυνση 40X).(24/01/2011)



Εικόνα 17: Ανατομική παρατήρηση εγκάρσιας τομής ρίζας φυτού μαρουλιού που αναπτύχθηκε στο σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας. (Μεγέθυνση 100X).(24/01/2011).



Εικόνα 18: Ανατομική παρατήρηση εγκάρσιας τομής ρίζας φυτού μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε υδροπονικό υπόστρωμα περλίτη. (μεγέθυνση 40X).(24/01/2011).



Εικόνα 19: Ανατομική παρατήρηση εγκάρσιας τομής ρίζας φυτού μαρουλιού που αναπτύχθηκε σε υδροπονικό υπόστρωμα περλίτη. (Μεγέθυνση 100X).(24/01/2011).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάπτυξη φυτών μαρουλιού σε σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας, προκάλεσε την ανάπτυξη αερεγχύματος στη ρίζα τους. Όταν τα φυτά έμειναν περισσότερο καιρό στο σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας, ο σχηματισμός αερεγχύματος ήταν ακόμα εντονότερος. Αντίθετα φυτά που αναπτύχθηκαν σε υδροπονικό υπόστρωμα περλίτη δεν ανέπτυξαν αερέγχυμα. Ο σχηματισμός αερεγχύματος όπως είναι γνωστό ευνοείται όταν στην περιοχή που αναπτύσσεται η ρίζα του φυτού παρατηρείται χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου. Όπως φαίνεται και από τις ανωτέρω εικόνες στο σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας ευνοήθηκε ο σχηματισμός αερεγχύματος.

Περαιτέρω πρέπει να διερευνηθούν οι συνθήκες που επιδρούν στο σχηματισμό αερεγχύματος, καθώς επίσης και οι πιθανές επιπλέον αλλαγές που θα μπορούσαν να παρατηρηθούν όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε υδροπονικά συστήματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- 1) Γαλάτης Β., Κατσαρός Χ., Αποστολάκος Π.. Εισαγωγή στην βοτανική. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης 1998. Σελίδες 355-356.
- 2) Δεληβόπουλος Γ. Στυλιανός Μορφολογία και ανατομία φυτών. Δεκέμβριος 1994.
- 3) Δημητράκης Κωνσταντίνος Γ. Λαχανοκομία. Εκδόσεις Αγρότυπος. Σελίδες 304- 316.
- 4) Κανάκης Α. ,1998., Λαχανοκομία IV. Σημειώσεις ΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα
- 5) Μαυρογιαννόπουλος Ν. Γ. , 1994. Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά Διαλύματα. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς
- 6) Μ.Ε. Τζανακάκης – Β.Ι. Κατσόγιαννος. Εκδόσεις Αγρότυπος.
- 7) Παπούλιας Θ., Παρασκευόπουλος Κ., Ψύχαλος. Σύγχρονη λαχανοκομία. Εκδόσεις Ψυχάλου. Σελίδες 76-77.
- 8) Χρήστος Γ. Παναγόπουλος. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης
- 9) Ciufolini Ciro. Λαχανοκομία κηπευτική: γενική και ειδική. Εκδόσεις Ψυχάλος 1986. Σελίδες 259-263.

Διευθύνσεις ίντερνετ:

- 1) <http://olivenews.gr/el/article/478> (άρθρο όπου μιλάει ο κ. Τάσος Κώτσιρας για το σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας)
- 2) ydroponia.com – ydroponiki trikalon
- 3) <http://el.wikipedia.org>
- 4) www.agronews.gr
- 5) http://www.e-agri.gr/el/prodcat.html?page=shop.browse&category_id=5