

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**  
**ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

Πτυχιακή Μελέτη

Θέμα: «Επίδραση του υποστρώματος και της πυκνότητας φύτευσης στην παραγωγή μαρουλιού (*Lactuca sativa* L.) cv. White Boston σε υδροπονική καλλιέργεια»

Της σπουδάστριας  
Παρασκευή Φραγκισκάκη

Καλαμάτα 2014

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**  
**ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

Πτυχιακή Μελέτη

Θέμα: «Επίδραση του υποστρώματος και της πυκνότητας φύτευσης στην παραγωγή μαρουλιού (*Lactuca sativa* L.) cv. White Boston σε υδροπονική καλλιέργεια»

Της σπουδάστριας  
Παρασκευή Φραγκισκάκη

Επιβλέπων Καθηγητής: Αλέξιος Αλεξόπουλος

Καλαμάτα 2014

## Ευχαριστίες

Θα θελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου Κο Αλέξη Αλεξόπουλο κυρίως για την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος, την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του στη συγγραφή της πτυχιακής μου. εργασίας .

Παρασκευή Φραγκισκάκη

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
1.1 Βοτανική ταξινόμηση.....	2
1.2 Καταγωγή – Ιστορικό του φυτού.....	2
1.3 Η εξάπλωση της καλλιέργειας σήμερα.....	3
1.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά .....	4
1.4.1 Το φυτό και ο βλαστός του μαρουλιού.....	5
1.4.2 Φύλλα.....	5
1.4.3 Ανθικό στέλεχος – Άνθη.....	5
1.4.4 Καρπός.....	6
1.4.5 Ρίζα.....	6
1.5 Θρεπτική αξία μαρουλιού.....	6
1.6 Τύποι και ποικιλίες μαρουλιού.....	7
1.6.1 Τύπος λείο κεφαλωτό (butterhead).....	7
1.6.2 Τύπος cos - romaine (κός - ρωμάνα).....	10
1.6.3 Τύπος κατσαρό κεφαλωτό (iceberg).....	12
1.6.4 Τύπος σαλάτα (looseleaf) .....	13
1.7 Καλλιεργητική τεχνική.....	14
1.7.1. Πολλαπλασιασμός – Εγκατάσταση νέας καλλιέργειας.....	14
1.7.2. Άρδευση και λίπανση.....	16
1.7.3 Εδαφοκλιματικές συνθήκες.....	16
1.8 Συγκομιδή.....	19
1.9 Συντήρηση.....	21
1.10 Ποιοτικά χαρακτηριστικά.....	21
1.11 Εντομολογικοί εχθροί.....	22
1.11.1 Αφίδες, (aphis gossypii, myzus persicae κ.α.).....	22
1.11.2 Θρίπας (frankliniella occidentalis).....	23
1.11.3 Αλευρώδης (trialeurodes vaporariorum) .....	23
1.11.4 Κοχλίες – Σαλιγκάρια (agriolimax agrestis) .....	23
1.11.5 Έντομα εφάδους(γρυλλοτάλπη ,agrotis κ.λπ.).....	23
1.12.Ασθένειες.....	24
1.12.1.Μυκητολογικές ασθένειες εδάφους.....	24

1.12.2 Τήξη σπορείων.....	24
1.12.3 Βοτρύτης ,(φαιά σήψη) .....	24
1.12.4 Περονόσπορος ,bremia lactuca.....	25
1.12.5 Ωίδιο.....	25
1.12.6 Σκληρωτινίαση.....	25
1.12.7 Αλτερναρίωση .....	25
1.13 Ιώσεις.....	26
1.14 Φυσιολογικές ανωμαλίες - Μη παρασιτικές ασθένειες.....	26
2. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	27
2.1 Γενικά για την υδροπονία.....	27
2.1.1 Υποστρώματα.....	28
2.1.2 Υποδοχείς υποστρωμάτων.....	29
2.1.3 Θρεπτικά διαλύματα.....	30
2.2. Υδροπονική καλλιέργεια του μαρουλιού.....	33
2.2.1. Πυκνότητα φύτευσης και διάταξη των φυτών.....	33
2.2.2 Θρεπτικό διάλυμα.....	33
3.ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΓΙΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	36
3.1 Σύστημα άρδευσης- Υδρολίπανσης.....	36
3.2 Δροσισμός του θερμοκηπίου.....	36
3.3 Αερισμός-Εξαερισμός του θερμοκηπίου.....	36
3.4 Θέρμανση του θερμοκηπίου.....	37
4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	38
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	39
5.1 Εισαγωγή.....	39
5.2 Σπορά.....	39
5.3 Μεταφύτευση.....	39
5.4 Λίπανση.....	40
5.5 Συγκομιδή.....	42
5.6 Μετρήσεις.....	42
5.7 Στατιστική ανάλυση.....	42
6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	44
6.1 Αριθμός φύλλων ανά φυτό.....	44
6.2 Νωπό βάρος υπέργειου μέρους του φυτού .....	46

6.3 Νωπό βάρος και περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία του βλαστού του φυτού.....	47
6.4 Αριθμός μη εμπορεύσιμων φύλλων.....	48
6.5 Περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία των εμπορεύσιμων φύλλων.....	49
7 ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	51
8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	52

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο ΤΕΙ Καλαμάτας από το Νοέμβριο 2008 έως και τον Απρίλιο 2009. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνηθεί η επίδραση του υποστρώματος ανάπτυξης φυτών μαρουλιού σε υδροπονική καλλιέργεια. Για το λόγο αυτό καλλιεργήθηκαν φυτά μαρουλιού του τύπου κατσαρό κεφαλωτό και πιο συγκεκριμένα της ποικιλίας White Boston. Η καλλιέργεια έγινε σε τρία διαφορετικά υποστρώματα (περλίτη, ελαφρόπετρα, περλίτη + cocosoil) και σε δύο διαφορετικές αποστάσεις φύτευσης (15, 20 cm). Από τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο περλίτης ευνοεί περισσότερο την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών αυτής της ποικιλίας όταν αυτά καλλιεργούνται σε αποστάσεις φύτευσης 15 cm. Ωστόσο, όταν η καλλιέργεια γίνεται σε μεγαλύτερες αποστάσεις φύτευσης (20 cm) η παραγωγή δεν επηρεάζεται από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών. Αξίζει πάντως να σημειωθεί ότι οι μεγαλύτερες αποστάσεις φύτευσης (20 cm) δεν ευνόησαν την παραγωγή σε σύγκριση με τις μικρότερες (15 cm) σε όλα τα υποστρώματα ανάπτυξης των φυτών που μελετήθηκαν.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Βοτανική ταξινόμηση

Άθροισμα: Σπερματόφυτα  
Υποάθροισμα: Αγγειόσπερμα  
Κλάση: Δικοτυλήδονα  
Τάξη: Σύνθετα  
Υπόταξη: Liguliflorae  
Οικογένεια: Compositae  
Γένος: *Lactuca*  
Είδος: *sativa*

### 1.2 Καταγωγή – Ιστορικό του φυτού

Το καλλιεργούμενο μαρούλι *Lactuca sativa* L. θεωρείται ότι προήλθε ή από το άγριο πριονόφυλλο μαρούλι *Lactuca serriola* ή *scariola* L., το οποίο αυτοφύεται σε όλη την Ελλάδα αλλά το συναντάμε και σε πολλές περιοχές της Ευρώπης, ή ύστερα από διασταυρώσεις των άγριων ειδών *L. saligna* και *L. virosa*. Υπάρχουν περισσότερα από εκατό είδη που κατατάσσονται στο γένος *Lactuca*. Το μαρούλι ανήκει στη μεγαλύτερη βοτανική οικογένεια των φυτών, τα σύνθετα (Compositae) και στην υποδιαίρεση Liguliflorae, στην οποία τα ανθίδια έχουν χαρακτηριστικό σχήμα που μοιάζει σαν λουρί, και τόσο στα φύλλα όσο και στους βλαστούς σχηματίζεται ένας γαλακτώδης χυμός (latex). Συγγενικά είδη με το μαρούλι είναι το κιχώριον (chicory), το αντίδι, το ραδίκι κ.α.

Το μαρούλι ήταν γνωστό ως λαχανικό στους αρχαίους Αιγύπτιους. Από την Αίγυπτο, η καλλιέργεια του μαρουλιού διαδόθηκε στους αρχαίους Έλληνες και στη συνέχεια από αυτούς στους Ρωμαίους. Στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη το μαρούλι έγινε γνωστό κατά την εποχή του Καρλομάγνου, δηλαδή γύρω στο 800 μ.Χ. Η καλλιέργεια του μαρουλιού υπό κάλυψη πρέπει κατά πάσα πιθανότητα να πρωτοεμφανίστηκε την εποχή του Λουδοβίκου του 14<sup>ου</sup>, δεδομένου ότι σε κείμενα



της εποχής αναφέρεται η παρουσία μαρουλιού στο βασιλικό τραπέζι ακόμη και τον Ιανουάριο (Σάββας, 2013).

Το μαρούλι τύπου Cos ή Romaine έγινε γνωστό από την Ελλάδα και το όνομά του το πήρε από την νήσο Κω. Παρόλα αυτά, οι περιοχές καταγωγής του μαρουλιού θεωρείται ότι περιλαμβάνουν την Ανατολική Μεσόγειο, τη Μικρά Ασία, τον Καύκασο και την Περσία. Στην Ελλάδα, όπως αναφέρει ο Καββάδας (1956), αυτοφύονται 9 είδη του γένους *Lactuca*. Στην αρχαία Ελλάδα το μαρούλι υπήρξε λαχανουόμενο είδος και αναφέρεται τόσο από τον Θεόφραστο και τον Ηρόδοτο ως «θρίδαξ» όσο και από τον Διοσκουρίδη ως «θρίδαξ η ήμερος», ενώ από τους Ρωμαίους καλούνταν «λακτούκα» και από τους Κύπριους ονομαζόταν «βρένθις».

Ο χυμός του ήμερου μαρουλιού *L. sativa* καθώς και των *L. virosa* (λακτούκη η τοξική) και *L. capitata*, είναι φαρμακευτικός και μπορεί να ληφθεί από τομές που γίνονται στον ανθοφόρο βλαστό του φυτού. Φαρμακευτικό είναι επίσης και το “θριδάκινον ύδωρ” το οποίο λαμβάνεται μετά από απόσταξη των φύλλων του μαρουλιού (Κανάκης, 2007).

Σήμερα το μαρούλι είναι διαδεδομένο και καλλιεργείται σε όλη την υφήλιο. Θεωρείται ως ένα από τα σημαντικότερα φυλλώδη λαχανικά που καταναλώνονται νωπά τόσο στην Ελλάδα όσο και σε χώρες της Κεντρικής Ευρώπης, στην Αμερική, στην Αυστραλία, στη Ν. Ζηλανδία και στην Ιαπωνία (Δημητράκης, 1998).

### **1.3 Η εξάπλωση της καλλιέργειας του μαρουλιού**

Σήμερα το μαρούλι καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο τόσο στην ύπαιθρο όσο και υπό κάλυψη. Το μαρούλι ως καλλιέργεια έχει πολύ μικρότερες απαιτήσεις σε θερμοκρασία σε σύγκριση με τα καρποδοτικά λαχανικά όπως η τομάτα, το αγγούρι κ.λπ. Γι’ αυτό η καλλιέργεια του στην ύπαιθρο, στις μεν ψυχρότερες περιοχές της εύκρατης ζώνης (π.χ. κεντρική και βόρεια Ευρώπη ) είναι δυνατή σε όλη τη διάρκεια της θερμής εποχής (Μάρτιος έως Οκτώβριος ), ενώ στις θερμότερες περιοχές της (π.χ. νοτιότερες περιοχές της μεσογειακής Ευρώπης) είναι δυνατή ακόμη και το χειμώνα.

Το μαρούλι είναι ένα ποώδες φυτό που δεν αναπτύσσεται σε ύψος και συνεπώς όταν καλλιεργείται υπό κάλυψη το μεγαλύτερο μέρος του όγκου του θερμοκηπίου παραμένει αναξιοποίητο. Για αυτούς τους λόγους στην νότια Ευρώπη, και επομένως και στην Ελλάδα, η καλλιέργεια του μαρουλιού στο θερμοκήπιο είναι λιγότερο συχνή και παρουσιάζει λιγότερο ενδιαφέρον σε σύγκριση με τη καλλιέργεια

καρποδοτικών λαχανικών. Σύμφωνα με πρόσφατα στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, η καλλιέργεια του μαρουλιού στην Ελλάδα καταλαμβάνει έκταση 43.250 στρεμμάτων. Από την παραπάνω έκταση, η υπαίθρια καλλιέργεια μαρουλιού εκτείνεται σε 39.750 στρέμματα, ενώ η καλλιέργεια του μαρουλιού υπό κάλυψη καταλαμβάνει 3.500 στρέμματα (Σάββας, 2013).

Στην Ελλάδα το μαρούλι καλλιεργείται κυρίως στην υπαίθρο σχεδόν όλη τη διάρκεια του χρόνου, αλλά κυρίως από νωρίς το φθινόπωρο μέχρι αργά την άνοιξη. Το καλοκαίρι η παραγωγή περιορίζεται σημαντικά, λόγω των προβλημάτων που δημιουργούνται (σηματισμός ανθικών στελεχών) από τις υψηλές θερμοκρασίες και το μεγάλο μήκος ημέρας, πρόβλημα που γίνονται προσπάθειες να ξεπεραστεί με την επιλογή ποικιλιών ανθεκτικών στον πρώιμο σχηματισμό ανθικών στελεχών.

Η ζήτηση μαρουλιού είναι μεγάλη και το καλοκαίρι. Εκτός από τις υπαίθριες καλλιέργειες τα τελευταία χρόνια, καλλιεργείται μαρούλι και στα θερμοκήπια κατά τη διάρκεια του χειμώνα, γιατί η ανάπτυξη των φυτών γίνεται πιο γρήγορα, παράγεται προϊόν πολύ καλής ποιότητας και παρέχεται η δυνατότητα ανάπτυξης των φυτών σε υδροπονικές καλλιέργειες. 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 (Ολύμπιος, 2001).

Το παραγόμενο μαρούλι καταναλώνεται κυρίως στην ντόπια αγορά, εξαγωγές δεν γίνονται, θα μπορούσε όμως να καλλιεργηθεί και για εξαγωγές στις χώρες της Β. Ευρώπης κατά τον χειμώνα (Ολύμπιος, 2001).

#### **1.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά**

Το καλλιεργούμενο μαρούλι είναι διπλοειδές και έχει εννέα ζεύγη χρωμοσωμάτων ( $2n=18$ ). Τα περισσότερα από τα είδη του γένους *Lactuca* έχουν ή οκτώ ή εννέα ζεύγη χρωμοσωμάτων. Είναι φυτό μεγάλης ημέρας που σημαίνει ότι η διάρκεια έκθεσής του στο φως (φυσικό ή τεχνητό) θα πρέπει να ξεπεράσει κατά πολύ τις 12 ώρες για να μπορέσει να παράγει ανθικό στέλεχος και άνθη.

### **1.4.1 Το φυτό και ο βλαστός του μαρουλιού**

Το μαρούλι είναι φυτό μικρού βιολογικού κύκλου, δηλαδή ετήσιο (Κανάκης, 2007) και ο βλαστός του δεν αυξάνει σε ύψος με συνέπεια το φυτό αρχικά να λαμβάνει τη μορφή ένος ρόδακα (ροζέτας). Τα φύλλα που απαρτίζουν τον ρόδακα σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης είναι δυνατόν είτε να κλείνουν σχηματίζοντας κεφαλή (κεφαλωτό μαρούλι), είτε να μην κλείνουν (φυλλώδες μαρούλι) (Σάββας, 2013).

### **1.4.2 Φύλλα**

Τα φύλλα που είναι λεία, πλατειά, διαφόρου μεγέθους και σχήματος, ωσειδή, καρδιοειδή, επιμήκη, εμφανίζονται σε σπειροειδή διάταξη. Είναι ακέραια ή κυματοειδή ή ακανόνιστα οδοντωτά. Τα πρώτα φύλλα είναι σχεδόν επίπεδα, ενώ τα επόμενα φύλλα εμφανίζουν διαφόρου είδους κύρτωση, ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία, και καλύπτει το ένα το άλλο σχηματίζοντας (όχι πάντοτε) κεφάλι.

Το χρώμα, ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία κυμαίνεται από βαθύ πράσινο ή πρασινοκίτρινο ως με μια κοκκινωπή απόχρωση. Οι ποικιλίες που μπορούν να μεταχρωματίζονται σε κοκκινωπές όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές περιέχουν τη χρωστική ουσία ανθοκυανίνη (Ολύμπιος, 2001).

### **1.4.3 Ανθικό στέλεχος - Άνθη**

Κατά την εποχή της αναπαραγωγής σχηματίζεται ανθικό στέλεχος (ανθοφόρος βλαστός) ύψους 60-120 cm, όρθιο, λείο, χωρίς ακάθια, διακλαδιζόμενο και πολύφυλλο (Κανάκης, 2007).

Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και φέρονται σε ταξιανθίες (15-25 άνθη) που βρίσκονται σε διακλαδώσεις στον ανθοφόρο βλαστό, υπό μορφή κορυμβόμορφου βότρου ή φόβης. Τα άνθη (ανθίδια) είναι μικρά, κίτρινα, με στεφάνη που αποτελείται από 5 πέταλα ενωμένα μεταξύ τους, 5 στήμονες επίσης ενωμένους που σχηματίζουν σωλήνα γύρω από το στύλο, ο οποίος φέρει λεπτές τρίχες και καταλήγει σε δίβολο στίγμα. Τα άνθη σε κάθε ταξιανθία ανοίγουν σχεδόν ταυτόχρονα και τα στίγματα είναι επιδεικτικά επικονίασης μόνο για μερικές ώρες το πρωί.

Το μαρούλι αυτογονιμοποιείται. Όταν το άνθος είναι ώριμο και έτοιμο να ανοίξει, ο στύλος μεγαλώνει, οι ανθήρες ανοίγουν και ελευθερώνουν τη γύρη, η οποία πέφτει μέσα στον κώνο που σχηματίζουν και που βρίσκεται το στίγμα, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται αυτεπικονίαση μόλις ανοίξει το άνθος. Πολύ σπάνια, και σε μικρό ποσοστό, μπορεί να παρατηρηθεί σταυρεπικονίαση στο μαρούλι.

Η παραγωγή υβριδισμένου σπόρου στο μαρούλι δεν είναι εύκολη και γι' αυτό δεν κυκλοφορούν πολλά υβρίδια στην αγορά. Οι δυσκολίες για παραγωγή σπόρου υβριδίων οφείλεται στην αυτογονιμοποίηση του μαρουλιού, στη δυσκολία τεχνητής επικονίασης και στη δυσκολία πρόκλησης αρρενοστεριότητας με χημικά ή γενετικά μέσα (Ολύμπιος, 2001).

#### **1.4.4 Καρπός**

Ο καρπός (σπόρος) είναι αχαίνιο, μικρός, επιμήκης (3-4 mm), χρώματος πράσινου ή λευκού, λείος με 5-7 ραβδώσεις και φέρει πάππο από λεπτές λευκές τρίχες, το χαρακτηριστικό των συνθέσεων. Παλαιότερα, από τα σπέρματα γινόταν εξαγωγή λαδιού μόνο από συμπίεση, το οποίο χρησιμοποιείτο για διατροφή και για φωτιστικούς σκοπούς (Αίγυπτος) (Ολύμπιος, 2001).

#### **1.4.5 Ρίζα**

Το μαρούλι σχηματίζει πασσαλώδη ρίζα, όμως με τη διαδικασία της μιας ή περισσοτέρων μεταφυτεύσεων, η κεντρική ρίζα του φυτού καταστρέφεται και αναπτύσσει θυσσανώδες επιφανειακό ριζικό σύστημα (Ολύμπιος, 2001).

### **1.5 Θρεπτική αξία μαρουλιού**

Το μαρούλι καταναλώνεται είτε νωπό σε σαλάτες είτε μαγειρεμένο. Το μαρούλι τύπου Cos ή Romaine είναι πιο θρεπτικό από τους κεφαλωτούς τύπους μαρουλιού, γιατί έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνες A και C (Ολύμπιος, 2001). Το μαρούλι είναι επίσης μια καλή πηγή Ca και P. Η περιεκτικότητά των διαφόρων τύπων μαρουλιού σε διάφορα θρεπτικά στοιχεία παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.1.

**Πίνακας 1.1. Μέση σύνθεση 100 g φαγώσιμου προϊόντος (φύλλα).**

	Κεφαλωτό ( <i>Butterhead</i> )	Ρωμάνα ( <i>Cos</i> ή <i>Romaine</i> )	Κατσαρό κεφαλωτό ( <i>Crisphead</i> )
Ενέργεια (θερμίδες)	11	16	11
Νερό (g)	96	94	95
Πρωτεΐνες (g)	1,2	1,6	0,8
Λίπη (g)	0,2	0,2	0,1
Υδατάνθρακες (g)	1,2	2,1	2,3
Βιταμίνη A (IU)	1.200	2.600	300
Βιταμίνη B1 (mg)	0,07	0,10	0,07
Βιταμίνη B2 (mg)	0,07	0,10	0,03
Βιταμίνη C (mg)	9	24	5
Νιασίνη (mg)	0,4	0,5	0,3
Άλατα Ca (mg)	40	36	13
Άλατα Fe (mg)	1,1	1,1	1,5
Άλατα Mg (mg)	16	6	7
Άλατα P (mg)	31	45	25

(Πηγή: Παναγιωτόπουλος και Σπυρόπουλος, 2004)

## **1.6 Τύποι και ποικιλίες μαρουλιού**

Οι ποικιλίες του μαρουλιού μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το χρώμα, την πρωιμότητα, την αντοχή στο σχηματισμό ανθοφόρου βλαστού σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και μεγάλης ημέρας, την ανθεκτικότητα σε ασθένειες και τέλος την εποχή καλλιέργειας.

### **1.6.1 Τύπος λείο κεφαλωτό (BUTTERHEAD)**

Πρόκειται για τύπο μαρουλιού που σχηματίζει κλειστή κεφαλή με λεία ή ελαφρώς κυματοειδή φύλλα. Το μέγεθος του φυτού είναι μέτριο και τα φύλλα έχουν χρώμα ανοιχτό πράσινο. Γνωστές ποικιλίες αυτού του τύπου μαρουλιού είναι οι White Boston και Boston που απαιτούν περίπου 70 ημέρες από τη σπορά μέχρι τη

συγκομιδή. Άλλες γνωστές ποικιλίες αυτού του τύπου είναι οι Italice, Citation, Artemis (Ολύμπιος, 2001).



ΕΙΚΟΝΑ 1.1: Τύπος μαρουλιού λείο κεφαλωτό (πηγή: [www.farmgirlfare.com](http://www.farmgirlfare.com)).

Οι σπουδαιότερες ποικιλίες είναι:

**α) White Boston**

Είναι ποικιλία με φυτά ανοικτού πράσινου χρώματος, των οποίων το μέγεθος είναι μέτριο. Τα φύλλα είναι λεία και κυματοειδή και απαιτούνται περίπου 70 ημέρες μέχρι τη συγκομιδή (μετά τη μεταφύτευση). Είναι ποικιλία με πολύ καλή προσαρμογή στις συνθήκες που επικρατούν στη Φλόριδα των Η.Π.Α. (Κανάκης, 2007).

**β) Bibb**

Ποικιλία με σχετικά μικρόσωμο φυτό με γρήγορη ανάπτυξη αλλά έχει το μειονέκτημα του πρόωρου σχηματισμού ανθικού στελέχους (Κανάκης, 2007).

**γ) Citation**

Το μέγεθος του φυτού αυτού είναι μέτριο προς μεγάλο. Τα φύλλα είναι λεία και χονδρά, με βαθύ πράσινο χρώμα. Πολύ καλής ποιότητας, αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες και στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων (Παππάς, 2005).

**δ) Artemis**

Ποικιλία που είναι ανθεκτική στον πρόωμο σχηματισμό ανθικού στελέχους και κατάλληλη για όψιμη καλλιέργεια την άνοιξη προς καλοκαίρι. Αντέχει επίσης στον περονόσπορο και στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων (Παππάς, 2005).

**ε) Briweri (ανοιξιάτικη – φθινοπωρινή ποικιλία θερμοκηπίου)**

Ποικιλία με κεφαλές μέτριου μεγέθους και με φύλλα ανοικτού πράσινου χρώματος. Ο βιολογικός της κύκλος είναι μέσης διάρκειας και είναι κατάλληλη για

θερμοκήπιο ή πλαστικό τούνελ. Η ποικιλία αυτή παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε πολλές ασθένειες (Ζούμη, 2009).

#### **στ) Trocadero (χειμωνιάτικη)**

Ποικιλία με κεφαλές μέτριες και με φύλλα ανοικτού πράσινου χρώματος. Έχει μικρής διάρκειας βιολογικό κύκλο και είναι κατάλληλη για σπορά στο τέλος του καλοκαιριού με αρχές φθινοπώρου (Ζούμη, 2009).

#### **ζ) Rachel**

Έχει φυτά ταχείας ανάπτυξης με καλά ανεπτυγμένη κεφαλή. Τα φύλλα είναι μέσου πάχους και σχετικά ανοικτού πράσινου χρώματος. Είναι ανθεκτική στο ωίδιο και τον περονόσπορο (Παππάς, 2005).

#### **η) Regina di Maggio VF (Βασίλισσα του Μαΐου)**

Είναι πρώιμη ποικιλία που μπορεί να καλλιεργηθεί με σπορά το Μάρτιο και τον Απρίλιο και η συγκομιδή γίνεται από τα μέσα Μαΐου ως τα μέσα Ιουνίου (Ζούμη, 2009).

#### **θ) Larissa (ανοιξιιάτικη – φθινοπωρινή ποικιλία θερμοκηπίου)**

Έχει κεφαλές μέτριες με φύλλα ανοικτού πράσινου χρώματος και μικρής διάρκειας βιολογικό κύκλο. Είναι ποικιλία κατάλληλη για θερμοκήπιο ή πλαστικό τούνελ. Είναι κατάλληλη για σπορά από τα τέλη Νοεμβρίου μέχρι τον Φεβρουάριο και από το τέλος Αυγούστου μέχρι τον Σεπτέμβριο. Η συγκομιδή γίνεται τον Απρίλιο-Μάιο. Για συγκομιδή τον Νοέμβριο-Δεκέμβριο, η σπορά γίνεται τον Αύγουστο (Ζούμη, 2009).

#### **ι) Rossa delle quattro stagioni ( κόκκινο τεσσάρων εποχών )**

Είναι ποικιλία ταχείας ανάπτυξης με κεφαλή γεμάτη και μεγάλη. Έχει χρώμα πράσινο που κοκκινίζει με το ηλιακό φως. Είναι άριστη για φθινοπωρινή σπορά λόγω της αντοχής της στο κρύο (Ζούμη, 2009).

#### **κ) Estiva di Kagran KS ( καλοκαιρινό)**

Άριστη ποικιλία, κατάλληλη για όλες τις εποχές, ειδικά για την καλοκαιρινή περίοδο. Το χρώμα των φύλλων είναι πράσινο και σχηματίζει κεφαλή μεγάλου μεγέθους (300-350 g). Η σπορά γίνεται από το τέλος Μαρτίου ως τα μέσα Αυγούστου. Η συγκομιδή από τα μέσα Μαΐου ως τα μέσα Οκτωβρίου (Ζούμη, 2009).

## 1.6.2 Τύπος COS - ROMAINE

Είναι ο τύπος μαρουλιού που καλλιεργείται κυρίως στην Ελλάδα, τη Μέση Ανατολή και τη Β. Αφρική. Τα φυτά είναι όρθια, ψηλότερα από των άλλων τύπων και φέρουν λεπτά, στενά, επιμήκη φύλλα, χρώματος βαθύ πράσινου στο εξωτερικό και ανοιχτού πράσινου στο εσωτερικό. Η κεφαλή που σχηματίζεται είναι μικρή, επιμήκης και όχι ιδιαίτερα σφιχτή, ενώ σε μερικές ποικιλίες τα φύλλα στρέφονται προς τα μέσα και τα εσωτερικά φύλλα σχηματίζουν την κεφαλή. Γνωστές ποικιλίες αυτού του τύπου είναι οι Paris Island, White Paris και Dark Green (Nonnecke, 1989; Ολύμπιος, 2001).

Οι σπουδαιότερες ποικιλίες του συγκεκριμένου τύπου μαρουλιού είναι οι εξής:

### **α) Marvelo**

Ποικιλία της οποίας τα φύλλα έχουν χρώμα σκούρο πράσινο. Είναι ανθεκτική ποικιλία στο σχηματισμό ανθικού στελέχους καθώς και μεσοόψιμη, γι' αυτό καλλιεργείται με επιτυχία αργά την άνοιξη και το καλοκαίρι (Κανάκης, 2007).

### **β) Parris island cos**

Το όνομα έχει να κάνει με το νησί Parris από τη Νότια Καρολίνα. Οι ελκυστικές, ομοιόμορφες κεφαλές που σχηματίζει γίνονται περίπου 20 cm. Ψηλά, με φύλλα τραγανά, πράσινα εξωτερικά φύλλα που προστατεύουν την χλωμό-πράσινη «τρυφερή» καρδιά και έχουν σχετικά γλυκιά γεύση της. Οι ημέρες που απαιτούνται για τη συγκομιδή είναι 70 – 75 ημέρες από τη μεταφύτευση (Κανάκης, 2007).

### **γ) Paris cos**

Ποικιλία, στην οποία τα φυτά είναι όρθια, μεγάλα, με κλειστή κεφαλή και με σκούρα πράσινα φύλλα. Παραλλαγή της ποικιλίας αυτής παρουσιάζει ανθεκτικότητα στο μωσαϊκό του μαρουλιού (LMV). Καλλιεργείται το φθινόπωρο και το χειμώνα (Κανάκης, 2007).

### **δ) Paris white noga**

Της ποικιλίας αυτής τα φυτά αποκτούν μεγάλο μέγεθος. Τα εξωτερικά φύλλα έχουν ελαφρά κυματοειδές σχήμα και το χρώμα τους είναι πρασινωπό. Είναι πρώιμη ποικιλία. Αντέχει στο σχηματισμό ανθικού στελέχους όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και είναι κατάλληλη για καλοκαιρινή καλλιέργεια (Παππάς, 2005).



### **ε) Ρωμάνα Γλισίων**

Είναι η μοναδική ελληνική ποικιλία με καλά αγρονομικά χαρακτηριστικά και καλή παραγωγή (Παππάς, 2005).

### **στ) Fairen**

Φυτά όρθια με κλειστή κεφαλή και χρώμα φύλλων πράσινο. Παρουσιάζει ανθεκτικότητα στο μωσαϊκό του μαρουλιού (LMV) και καλλιεργείται το φθινόπωρο και τον χειμώνα (Παππάς, 2005).

### **ζ) Gramsi**

Μοιάζει με την ποικιλία Parris Island Cos, αλλά έχει το πλεονέκτημα της ανθεκτικότητας στις υψηλές θερμοκρασίες (δεν σχηματίζει εύκολα ανθικό στέλεχος) και επομένως είναι κατάλληλη για καλλιέργεια αργά την άνοιξη ή το καλοκαίρι και νωρίς το φθινόπωρο (Παππάς, 2005).

### **η) Bionda degli ortolani**

Συνώνυμο της Blonde maraîchère. Είναι γνωστή και ως η ξανθιά ποικιλία των κηπουρών. Είναι ποικιλία που καθυστερεί στην παραγωγή σπόρου και η συγκομιδή γίνεται το καλοκαίρι (Ζούμη, 2009).

Άλλες ποικιλίες του συγκεκριμένου τύπου είναι οι: Cos Corsia, Romana Inver, Romana Ballon, Romance, Romana Larca, Valmaine Cos, Winter Density και άλλες που καλλιεργούνται σε μικρότερες εκτάσεις.



ΕΙΚΟΝΑ 1.2: Τύπος μαρουλιού Romaine.

### 1.6.3 Τύπος κατσαρό κεφαλωτό (Iceberg)

Είναι κεφαλωτό, κατσαρό μαρούλι κατάλληλο για φθινοπωρινή, χειμερινή και ανοιξιάτικη καλλιέργεια. Το φυτό σχηματίζει κεφαλή σχεδόν σφαιρική που είναι συνεκτική, μεγάλη και κλειστή. Τα φύλλα έχουν χρώμα ελαφρύ έως βαθύ πράσινο.

Ποικιλίες αυτού του τύπου καλλιεργούνται κυρίως στις Η.Π.Α. και στον Καναδά. Γνωστές ποικιλίες αυτού του τύπου είναι Empire, Brogan, Great Lakes, Salinas, Italica, Brogan (Δημητράκης, 1998; Κανάκης, 2007). Ιδιαίτερα η Great Lakes είναι μια ποικιλία που σχηματίζει κεφαλή μετρίου μεγέθους και έχει χρώμα πράσινο σκούρο και επιφάνεια ελαφρά κυματοειδούς εμφάνισης. Είναι πολύ ανθεκτική στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων (Κανάκης, 2007).

Οι σπουδαιότερες ποικιλίες αυτού του τύπου μαρουλιού είναι:

#### **α) Great Lakes 659-700**

Είναι ποικιλία που σχηματίζει κεφαλή μετρίου μεγέθους. Έχει χρώμα πράσινο σκούρο και επιφάνεια κεφαλής ελαφρά κυματοειδούς εμφάνισης. Είναι πολύ ανθεκτική στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων (Κανάκης, 2007).

#### **β) Salinas**

Ποικιλία που έχει επιλεγεί στην Αμερική για καλλιέργεια σε παραθαλάσσιες περιοχές την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Παρουσιάζει ικανοποιητική ανθεκτικότητα στον περονόσπορο, στο μωσαϊκό του μαρουλιού και στο περιφερειακό κάψιμο. Η κεφαλή του φυτού αναπτύσσεται σε αρκετά μεγάλο μέγεθος. Τα φύλλα είναι κατσαρά, τρυφερά και το χρώμα τους είναι βαθύ πράσινο (Παππάς, 2005).

#### **γ) Italica**

Η κεφαλή έχει μέτριο έως μεγάλο μέγεθος και χρώμα βαθύ πράσινο. Είναι καλής εμφάνισης, με ικανοποιητική ανθεκτικότητα στο περιφερειακό κάψιμο των φύλλων. Κατάλληλη ποικιλία για καλλιέργεια αργά την άνοιξη και το καλοκαίρι (Κανάκης, 2007).

#### **δ) Brogan**

Έχει φυτά ταχείας ανάπτυξης με κεφαλή μετρίου μεγέθους και χρώματος ελαφριού πράσινου. Είναι σχετικά ανθεκτική στο σχηματισμό ανθικών στελεχών, στον περονόσπορο και στο οΐδιο (Παππάς, 2005).

### **ε) Empire**

Η κεφαλή είναι μετρίου μεγέθους. Έχει χρώμα ελαφρύ πράσινο, καλής εμφάνισης και με πολύ καλή ανθεκτικότητα στο περιφερειακό κάψιμο και με ανθεκτικότητα στο σχηματισμό ανθίου στελέχους σε υψηλές θερμοκρασίες και μεγάλη φωτοπερίοδο (Κανάκης, 2007).

### **1.6.4 Τύπος σαλάτα (Looseleaf)**

Τα φυτά αναπτύσσουν τα φύλλα τους ελεύθερα και δεν σχηματίζουν κεφαλή. Τα φύλλα είναι κυματοειδή-κατσαρά και το χρώμα τους ποικίλει στις διάφορες αποχρώσεις του πράσινου και πολλές φορές τα εξωτερικά κυρίως φύλλα φέρουν κοκκινωπή απόχρωση (Ολύμπιος, 2001).

Υπάρχουν και άλλοι τύποι μαρουλιού όπως το *Stem* ή *Asparagus Lettuce*, γνωστό ως κινέζικο μαρούλι. Αυτό σχηματίζει ένα επίμηκες, αρκετά χονδρό και σαρκώδες ανθικό στέλεχος με τρυφερά φύλλα, το οποίο καταναλώνεται είτε ωμό είτε μαγειρεμένο. Άλλος είδος μαρουλιού, του οποίου καταναλώνονται τα σαρκώδη φύλλα είναι το ινδικό μαρούλι *Lactuca indica*, το οποίο καλλιεργείται σαν πολυετές (Ολύμπιος, 2001).

Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν οι εξής ποικιλίες :

#### **α) Grand rapids**

Ποικιλία με ανοιχτό χαλαρό φύλλωμα. Φυτά όρθια, μετρίου μεγέθους. Τα φύλλα είναι ελεύθερα κυματιστά στο σύνολό τους και με έντονο κυματισμό στην περιφέρειά τους, ελαφριού πράσινου χρώματος. Είναι πρώιμη ποικιλία και συμπληρώνει την ανάπτυξη της σε 43 ημέρες, από την ημέρα φύτευσης. Είναι κατάλληλη ποικιλία για καλλιέργεια σε θερμοκήπια (Κανάκης, 2007).

#### **β) Simpson's Curled**

Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα. Έχει φυτά μεγάλου μεγέθους. Τα φύλλα είναι κατσαρά με έντονο κυματισμό στην περιφέρειά τους. Το χρώμα των φύλλων είναι πολύ ελαφρύ πράσινο. Είναι πολύ δημοφιλής ποικιλία (Παππάς, 2005).

#### **γ) Salad Bowl**

Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα. Τα φυτά είναι μέτριου μεγέθους, με φύλλα πυκνά, τοποθετημένα σε σχήμα ροζέτας. Τα φύλλα έχουν ανώμαλη επιφάνεια και το χρώμα τους είναι ελαφρύ πράσινο. Ποικιλία ανθεκτική στον πρώιμο σχηματισμό ανθικού στελέχους (Ζούμη, 2009).

#### **δ) Prizehead**

Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα, της οποίας τα φυτά είναι μέτριου μεγέθους. Τα φύλλα είναι κατσαρά με έντονο κυματισμό στην περιφέρειά τους και το χρώμα στο εσωτερικό του φυτού, δηλαδή, τα νεαρά φύλλα είναι κιτρινοπράσινο και ελαφρά κοκκινωπό στα εξωτερικά φύλλα. Είναι ελαφρά πιο όψιμη ποικιλία από την Grand rapids. Είναι ποικιλία ανθεκτική στη μεταφορά (Παππάς, 2005).

#### **ε) E 9908**

Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα. Είναι φυτό συμπαγές με κυματοειδή φύλλα. Είναι ανεκτική στο μωσαϊκό του μαρουλιού (LMV) (Παππάς, 2005).

#### **στ) Terra**

Ποικιλία με χαλαρό ανοικτό φύλλωμα, με κοκκινωπά κυματοειδή φύλλα. Είναι μαρούλι πολύ καλής ποιότητας, ανθεκτικό στο σχηματισμό ανθεκτικών στελεχών (Παππάς, 2005).

#### **ζ) Lollo Rossa (Atsina)**

Είναι φυλλώδες μαρούλι, που δεν σχηματίζει κεφαλή, αλλά οπωσδήποτε είναι συμπαγές. Τα φύλλα είναι λεπτά και τρυφερά και έχουν στο άκρο τους καφε-κόκκινο χρώμα. Καλλιεργείται από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο (Παππάς, 2005).

### **1.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ**

#### **1.7.1. Πολλαπλασιασμός – Εγκατάσταση νέας καλλιέργειας**

Ο πολλαπλασιασμός του μαρουλιού στη πράξη γίνεται με σπόρο. Η σπορά γίνεται είτε απευθείας στο χωράφι ή σε σπορείο, ανάπτυξη φυταρίων και μεταφύτευση. Η εγκατάσταση της καλλιέργειας στο έδαφος γίνεται με μεταφύτευση των σποροφύτων αφού έχουν φθάσει στο τελικό στάδιο ανάπτυξης.

Για την φύτευση μιας συγκεκριμένης επιφάνειας με μαρούλι απαιτείται έκταση σπορείου ίση περίπου με το 1/100 αυτής της επιφάνειας. Η απαιτούμενη ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα ανέρχεται στα 15-20 g. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο σπόρος του μαρουλιού αμέσως μετά τη συγκομιδή του βρίσκεται σε κατάσταση λήθαργου και δεν βλαστάνει. Για αυτό το λόγο η σπορά πρόσφατα συγκομισθέντων σπόρων μαρουλιού δε συνίσταται, αλλά θα πρέπει να γίνεται περίπου μετά από 6 μήνες (Σάββας, 2013).

Σύμφωνα με τον Ολύμπιο (2001), όταν ακολουθείται η τεχνική της μεταφύτευσης μπορεί να γίνει:

1. Αυτόματη σπορά καλυμμένων σπόρων σε κύβους.
2. Με το χέρι σπορά κανονικού σπόρου σε κύβους εδάφους.
3. Σπορά καλυμμένων σπόρων σε πλαστικούς δίσκους ή δίσκους από φελιζόλ.
4. Σπορά σε κιβώτια και μεταφύτευση σε κύβους εδάφους ή δίσκους.
5. Σπορά σε κιβώτια, αλίες ή θερμοσπορεία και μεταφύτευση απευθείας στο έδαφος του θερμοκηπίου.

Πριν τη μεταφύτευση το έδαφος προετοιμάζεται κατάλληλα (όργωμα, ενσωμάτωση κοπριάς, λιπασμάτων και ψιλοχωματισμός). Οι ποσότητες των λιπασμάτων που απαιτούνται εξαρτώνται από το τύπο και τη γονιμότητα του εδάφους. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για κάθε στρέμμα απαιτούνται 30 kg τριπλού υπερφωσφορικού καλίου και 20-30 kg θειικού καλίου.

Οι ποσότητες αυτές θεωρούνται αρκετές για την κάλυψη των αναγκών των φυτών σε φώσφορο και κάλιο για όλη τη καλλιεργητική περίοδο. Το άζωτο εκτός αυτού της κοπριάς θα πρέπει να χορηγείται σαν επιφανειακή λίπανση (υδρολίπανση) σε περισσότερες από μια δόσεις σε όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου της υδρολίπανσης μαζί με το άζωτο θα πρέπει να χορηγείται και ένα σημαντικό μέρος του καλίου ως επιφανειακή λίπανση, με αντίστοιχη μείωση της παροχής του καλίου μέσω της βασικής λίπανσης.

Η μεταφύτευση γίνεται όταν τα φυτάρια έχουν αποκτήσει 3-5 φύλλα, 3-4 εβδομάδες περίπου μετά από τη σπορά στο σπορείο. Κατά τη μηχανική μεταφύτευση χρησιμοποιούνται μηχανήματα διάφορων τύπων, τα οποία δεν είναι πλήρως αυτοματοποιημένα και τα οποία έλκονται από γεωργικούς ελκυστήρες.

Ο αριθμός των φυτών μαρουλιού ανά στρέμμα ή ανά  $m^2$  εξαρτάται από τις αποστάσεις φύτευσης που θα επιλεγούν. Οι αποστάσεις φύτευσης επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες που πρέπει να λάβει υπόψη του ο καλλιεργητής, οι κυριότεροι εκ των οποίων είναι: η εποχή φύτευσης, η ποικιλία, η τοποθεσία φύτευσης (αγρός ή θερμοκήπιο), το μέγεθος της παραγωγής του φυτού (τελικού προϊόντος) που προτιμά η αγορά, η τιμή (έσοδα) που εξασφαλίζει το μεγαλύτερο μέγεθος ή βάρος κεφαλής, ο εμπλουτισμός του αέρα του θερμοκηπίου με  $CO_2$  (ανθρακολίπανση) κ.ά. (Ολύμπιος, 2001).

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια μαρουλιού στο θερμοκήπιο γίνεται ακολουθώντας συστήματα με σχετικά μεγάλες αποστάσεις φύτευσης και επομένως

καλλιεργείται μικρότερος αριθμός φυτών στο στρέμμα. Γενικά, οι αποστάσεις φύτευσης είναι 30-40 cm και προς τις δυο κατευθύνσεις ή 25-35 cm επί της γραμμής και 30-50 cm μεταξύ των γραμμών (Ολύμπιος, 2001; Κανάκης, 2007).

### **1.7.2. Άρδευση και λίπανση**

Αν και το μαρούλι είναι ένα μικρού μεγέθους φυτό, έχει σημαντικές ανάγκες σε νερό, λόγω της υψηλής πυκνότητας φύτευσης σε συνδυασμό με το γεγονός ότι τα φύλλα του είναι μεγάλα και τρυφερά, χωρίς τρίχες ή άλλα όργανα προσαρμογής σε ξηροθερμικές συνθήκες. Ιδιαίτερα σε καλλιέργειες που λαμβάνουν χώρα την θερμή εποχή του έτους, η τακτική άρδευση με επαρκείς ποσότητες νερού είναι καθοριστικής σημασίας τόσο για την συνολική παραγωγή (μέσο βάρος φυτού) όσο και για την ποιότητα των συγκομιζόμενων μαρουλιών. Στην Ελλάδα και στις άλλες Μεσογειακές χώρες, το μαρούλι κατά κανόνα αρδεύεται μέσω συστημάτων άρδευσης με σταγόνα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, κατά τους θερμούς μήνες του έτους, η κατανάλωση νερού ανά στρέμμα καλλιέργειας μαρουλιού ανέρχεται σε 2-3 m<sup>3</sup>.

Η επιφανειακή λίπανση συνήθως γίνεται μέσω της παροχής των λιπασμάτων με το νερό άρδευσης (υδρολίπανση). Οι ακριβείς συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων που συνιστώνται για την υδρολίπανση του μαρουλιού εξαρτώνται από το είδος του εδάφους, την περιεκτικότητα του σε θρεπτικά στοιχεία, την βασική λίπανση που εφαρμόστηκε κατά την προετοιμασία του εδάφους κ.λπ.

Το εύρος των συγκεντρώσεων που συνιστώνται για το μαρούλι είναι 80-150 mg/L N, 100-200 mg/L K και 20-30 mg/L Mg. Σημειώνεται ότι μαγνήσιο χορηγείται μόνο όταν το έδαφος είναι φτωχό σε αυτό το θρεπτικό στοιχείο και δεν έχει γίνει προσθήκη του μέσω της βασικής λίπανσης. Σε πιο σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να συμπεριληφθεί και φώσφορος στο σχήμα της υδρολίπανσης σε συγκέντρωση 20-30mg/L (Σάββας, 2013).

### **1.7.3 Εδαφοκλιματικές συνθήκες**

#### **1) Έδαφος**

Το μαρούλι απαιτεί εδάφη πολύ γόνιμα, πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία, με καλή αποστράγγιση και πλούσια σε οργανική ουσία. Τα πιο κατάλληλα εδάφη για την καλλιέργεια του μαρουλιού είναι τα αμμοπηλώδη. Τα ελαφρά αμμώδη εδάφη

προτιμώνται για πρόωμη παραγωγή. Το άριστο pH του εδάφους κυμαίνεται μεταξύ 6,0 και 7,0.

Το μαρούλι δεν ανέχεται τα εδάφη με υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων, γιατί προκαλούν καθυστέρηση στην ανάπτυξη του φυτού και υποβάθμιση της ποιότητας των φύλλων του (φύλλα με σκούρο πράσινο χρώμα και δερματώδη υφή). Επιπλέον, ευαισθησία παρουσιάζει σε πολύ όξινα εδάφη και για το λόγο αυτό απαιτείται πολύ συχνά η προσθήκη ασβεστίου (Ολύμπιος, 2001).

Ειδικότερα, στη βασική λίπανση με οργανική ουσία (στην περίπτωση της χωνεμένης κοπριάς) η προσθήκη 10 τόνων / στρέμμα σε ελαφρά αμμώδη εδάφη έχει άριστη επίδραση, διότι αφενός συμβάλλει στον εμπλουτισμό με θρεπτικά στοιχεία και βελτιώνει την υδατοϊκανότητα του εδάφους με αποτέλεσμα να συγκρατείται μεγαλύτερη ποσότητα νερού προκειμένου να είναι άμεσα διαθέσιμο στο φυτό (Ζούμη, 2009).

## **2) Εδαφική υγρασία**

Λόγω του επιφανειακού ριζικού συστήματος του μαρουλιού, η συχνότητα των ποτισμάτων του πρέπει να είναι τακτική με μικρές ποσότητες νερού. Με αυτό τον τρόπο παραμένει συνεχώς υγρό το επιφανειακό έδαφος, κάτι που είναι αναγκαίο για την καλύτερη ανάπτυξη του φυτού. Αντίθετα, μεγάλες διακυμάνσεις της υγρασίας του εδάφους λόγω ακανόνιστων ποτισμάτων μπορεί να προκαλέσουν πίκρισμα των φύλλων. Η υπερβολική υγρασία του εδάφους δεν είναι επιθυμητή, ιδιαίτερα κατά την εποχή που σχηματίζεται η κεφαλή, γιατί μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό χαλαρών κεφαλών (Ζούμη, 2009).

## **3) Θερμοκρασία ατμόσφαιρας**

Το μαρούλι είναι φυτό ψυχρής εποχής και αναπτύσσεται ικανοποιητικά στις χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι και  $-5^{\circ}\text{C}$ . Οι άριστες θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά και κατά τη νύχτα διαφέρουν ανάλογα με το τύπο του μαρουλιού την ποικιλία, την ηλικία του φυτού, την εποχή, την ένταση του φωτισμού και το επίπεδο του  $\text{CO}_2$ .

Με την επικράτηση υψηλών θερμοκρασιών, ευνοείται η γρήγορη ανάπτυξη των φυτών νωρίς το φθινόπωρο, ενώ αργά την άνοιξη ενθαρρύνεται η δημιουργία αδύνατων λεπτών φυτών με μικρό βάρος.

Γενικά, συνιστάται η θερμοκρασία κατά την διάρκεια της νύχτας να κυμαίνεται από  $5-7^{\circ}\text{C}$  χαμηλότερα από την αντίστοιχη θερμοκρασία της ημέρας Η

άριστη θερμοκρασία για την βλάστηση των σπόρων είναι μεταξύ 15-21°C (Κανάκης, 2007).

Για τα κεφαλωτά μαρούλια συνιστώνται οι εξής θερμοκρασίες:

- Θερμοκρασία νύκτας: 15°C
- Θερμοκρασία ημέρας με συννεφιά: 17-20°C
- Θερμοκρασία ημέρας ηλιόλουστης: 21-24°C

Για τα κατσαρά κεφαλωτά μαρούλια (Iceberg) συνιστώνται οι εξής θερμοκρασίες:

- Θερμοκρασία νύκτας: 10-15°C
- Θερμοκρασία ημέρας: 13-21°C

Ωστόσο, η επίδραση της θερμοκρασίας επηρεάζεται από την αλληλεπίδρασή της με τη διάρκεια και την ένταση φωτισμού. Επιπρόσθετα, πολλές ποικιλίες που ανήκουν σε διάφορους τύπους μαρουλιού έχουν την ικανότητα ευρείας προσαρμογής σε διάφορες θερμοκρασίες. γι' αυτό μπορούν να καλλιεργηθούν διάφορες εποχές του χρόνου (Κανάκης, 2007).

#### **4) Φως**

Το φως επιδρά στη φωτοσυνθετική δραστηριότητα του φυτού και κατά συνέπεια επιδρά και στο ρυθμό ανάπτυξης του φυτού. Επίσης, το φως επιδρά στη δημιουργία της χλωροφύλλης που προσδίδει στο μαρούλι το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα του (Καραμπέτσος, 2001).

Η απορρόφηση αζώτου στο μαρούλι επηρεάζεται από το φωτισμό και τη σύσταση του θρεπτικού διαλύματος. Όσο μεγαλώνει η ένταση του φωτός τόσο αυξάνεται η απορρόφηση του αζώτου από τα φυτά. Οι ανάγκες του μαρουλιού διαφέρουν από ποικιλία σε ποικιλία. Ωστόσο απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη του μαρουλιού, όσον αφορά το φωτισμό είναι, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας να κυμαίνεται στα 1000-1200 lux. Καλή ανάπτυξη του μαρουλιού μπορεί να επιτευχθεί και σε ένταση φωτός 500 lux (Walls, 1993).

#### **5) CO<sub>2</sub>**

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) ευνοεί την πρωίμιση της παραγωγής κατά 10 ημέρες ως και μερικές εβδομάδες και παράλληλα οδηγεί σε αύξηση της ποιότητας και της απόδοσης της καλλιέργειας. Ακόμα, συμβάλλει στην υποκατάσταση της μειωμένης έντασης φωτός κατά τις ημέρες με συννεφιά και στην αύξηση της ξηράς ουσίας του μαρουλιού (Walls, 1993). Για το λόγο αυτό προτείνεται ο εμπλουτισμός



της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με CO<sub>2</sub> με την προϋπόθεση ότι ο χώρος του θερμοκηπίου μπορεί να παραμείνει κλειστός.

Έχει δειχθεί ότι τεχνητή αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στα 1000-2000 ppm (MAFF, leaflet N<sup>o</sup> 45)

- α) επιταχύνει το ρυθμό ανάπτυξης
- β) προωμίζει τη παραγωγή
- γ) αυξάνει τη παραγωγή

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του CO<sub>2</sub> στην καλλιέργεια του μαρουλιού μπορούν να συνοψιστούν στα εξής (Walls, 1993):

- Επιταχύνεται η ωρίμαση από 10 ημέρες μέχρι μερικές εβδομάδες.
- Αυξάνονται οι αποδόσεις κατά 40-100%, εφόσον όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της καλλιέργειας βρίσκονται σε άριστα επίπεδα.
- Υποκαθίσταται από το CO<sub>2</sub> η δυσμενής επίδραση της μειωμένης έντασης φωτισμού.
- Αυξάνεται η περιεκτικότητα του μαρουλιού σε ξηρή ουσία. Ειδικότερα, ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με CO<sub>2</sub> μπορεί να αποφέρει πρωίμηση στη συγκομιδή από 10 ημέρες ως και μερικές εβδομάδες, καθώς επίσης και αύξηση της ποιότητας και της απόδοσης της καλλιέργειας. Ακόμα, συμβάλλει στην υποκατάσταση της μειωμένης έντασης φωτός κατά της χειμερινές ημέρες με συννεφιά και στην αύξηση της ξηράς ουσίας του μαρουλιού (Walls, 1993).

## 1.8 Συγκομιδή

Η συγκομιδή των μαρουλιών είναι μία διαδικασία που χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, καθώς λανθασμένοι χειρισμοί μπορούν να προκαλέσουν άμεση υποβάθμιση του προϊόντος (Walls, 1993). Τα μαρούλια την περίοδο της συγκομιδής πρέπει να είναι υγιή, απαλλαγμένα από ασθένειες και νεκρώσεις φύλλων, όχι προχωρημένης αναπτύξεως (απουσία ανθοφόρου στελέχους), ενώ πρέπει να έχουν το χαρακτηριστικό χρώμα της ποικιλίας.

Τα «κεφαλωτά» μαρούλια πρέπει να έχουν καλοσχηματισμένη, σφιχτή κεφαλή, με διάμετρο μεγαλύτερη από 15 cm (Valenzuela et al., 2003). Τα κεφαλωτά μαρούλια συγκομίζονται όταν αποκτήσουν το κανονικό μέγεθος και είναι συνεκτικά. Τα μαρούλια κατά τη συγκομιδή πρέπει να έχουν βάρος περίπου 150 g. Τα μαρούλια

με βάρος μεγαλύτερο από 200-300 g είναι επιθυμητά, αρκεί να φέρουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν παραπάνω και σε κάθε περίπτωση το αποδεκτό βάρος τους εξαρτάται από τον τύπο του μαρουλιού και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ποικιλίας.

Η συγκομιδή πρέπει να γίνεται με κοφτερό μαχαίρι και η τομή πρέπει να γίνεται στη βάση των τελευταίων φύλλων πάνω από το έδαφος. Τα φυτά μπαίνουν σε πλαστικά κιβώτια (τελάρα) και τοποθετούνται αμέσως σε συνθήκες συντήρησης (Walls, 1993).

Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν το χρόνο που μεσολαβεί από τη σπορά ως τη συγκομιδή και συνοψίζονται στην εποχή του έτους που λαμβάνει χώρα η καλλιέργεια, στην ποικιλία του μαρουλιού που καλλιεργείται και τη σύσταση της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου (κυρίως τη συγκέντρωση CO<sub>2</sub>) (Howard and Resh, 1995).

Γενικά, τα μαρούλια τύπου Romaine συγκομίζονται 70 - 75 ημέρες μετά τη σπορά, τα μαρούλια τύπου Butterhead 60 ημέρες μετά τη σπορά, τα μαρούλια τύπου Crisphead 80 - 85 ημέρες μετά τη σπορά και τα μαρούλια τύπου Looseleaf 45 ημέρες μετά τη σπορά. Τα φυλλώδη μαρούλια συγκομίζονται μόλις τα φύλλα τους μεγαλώσουν και υπάρχει ζήτηση στην αγορά (Howard and Resh, 1995).

Όταν συγκομίζονται ανώριμα καθίστανται χαλαρά και ακατάλληλα για μεταφορά και εμπορία.

Σε έρευνες που αφορούν την ώρα της ημέρας που πρέπει να γίνεται η συγκομιδή, έχει διαπιστωθεί ότι τα μαρούλια πρέπει να συγκομίζονται το απόγευμα (3 μ.μ.), λόγω της μικρότερης συσσώρευσης νιτρικών στα φύλλα (Ολύμπιος, 2001).

Η χρονική διάρκεια από τη μεταφύτευση του μαρουλιού έως την ωρίμαση του εξαρτάται από την ηλιοφάνεια και τις θερμοκρασίες που επικρατούν στη περιοχή. Ο χρόνος συγκομιδής εξαρτάται από τον τύπο του μαρουλιού και τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας και κυμαίνεται στις 30 ημέρες περίπου από την ημέρα μεταφύτευσης (Ολύμπιος, 2001).

#### Στάδιο συγκομιδής

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

- Όταν το βάρος των μαρουλιών ξεπερνά τα 180 g

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

Μετά τη συλλογή, το μαρούλι πρέπει να αποθηκευτεί όσο το δυνατό γρηγορότερα στο ψυγείο, όπου μπορεί να παραμείνει για 15 ημέρες περίπου (Παππάς, 2005).

## 1.9 Συντήρηση

Το μαρούλι δεν μπορεί να αποθηκευτεί για μεγάλο χρονικό διάστημα και η ποιότητά του μπορεί να διατηρηθεί σε ικανοποιητικά επίπεδα για περίπου 15 ημέρες στους 0°C και σε σχετική υγρασία που είναι ίση ή ξεπερνά το 95% (Salunkhe and Kadam, 1998).

Η ποιότητα του μαρουλιού κατά τη συντήρησή του, αλλά και η μετασυλλεκτική του ζωή εξαρτώνται από τις καλλιεργητικές τεχνικές, καθώς και από τη θερμοκρασία κατά τη συντήρηση. Ωστόσο, οι αλλαγές στη σύνθεση των ιστών του μαρουλιού κατά τη συντήρηση δεν έχουν διευκρινιστεί πλήρως (Siomos et al., 2001).

Πολλές μελέτες πάνω στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά έχουν δείξει ότι τα πιο ώριμα φύλλα είναι αυτά που συντηρούνται καλύτερα. Ωστόσο, έχει μελετηθεί ελάχιστα η φυσιολογία της γήρανσης των ιστών των λαχανικών, όπως το μαρούλι, τα οποία βρίσκονται σε ταχεία ανάπτυξη κατά τη συγκομιδή. Στη διάρκεια της συγκομιδής οι ιστοί του μαρουλιού υπόκεινται σε ισχυρό «σοκ», λόγω της απότομης διακοπής της παροχής νερού και των θρεπτικών στοιχείων. Εξαιτίας του «σοκ» οι ιστοί του μαρουλιού αδυνατούν να διατηρήσουν τη μεταβολική τους δραστηριότητα με αποτέλεσμα σύντομα να επέρχεται η ποιοτική υποβάθμιση των φύλλων (Siomos et al., 2001).

## 1.10 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Η ποιότητα του μαρουλιού καθορίζεται από την τρυφερότητα των φύλλων, από την απουσία συμπτωμάτων προσβολών από εχθρούς, ασθένειες και φυσιολογικές

ανωμαλίες, από την απουσία ξένων ουσιών στην επιφάνεια των φύλλων και από τη γεύση και τα φύλλα πρέπει να είναι τρυφερά και τραγανά.

Τελευταία λαμβάνεται υπόψη και η περιεκτικότητα των φύλλων σε νιτρικά ιόντα, η οποία εξαρτάται από την ποικιλία και τις καλλιεργητικές τεχνικές (Schonbeck et al., 1991).

Τα νιτρικά ιόντα προσλαμβάνονται από το έδαφος ως κύρια πηγή αζώτου. Το άζωτο βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στα πράσινα μέρη των φυτών (όπως τα φύλλα του μαρουλιού). Τα τελευταία 20 χρόνια τα νιτρικά, κυρίως μέσω της διατροφής, ενοχοποιούνται για τη διέγερση σχηματισμού καρκινικών όγκων στον ανθρώπινο οργανισμό. Το 80-90% των νιτρικών που εισέρχονται στο ανθρώπινο σώμα προέρχεται από τα λαχανικά και κυρίως από τα φυλλώδη λαχανικά (Dunkun et al., 1997).

Η υπερβολική συγκέντρωση νιτρικών τόσο στο πόσιμο νερό όσο και στους ιστούς των φυτών οφείλεται στην υπερβολική χρήση αζωτούχων λιπασμάτων από τον άνθρωπο. Η κατάσταση στην Ελλάδα δεν είναι τόσο ανησυχητική, όσο στη Β. Ευρώπη. Σε μελέτη που έγινε για τη συγκέντρωση των νιτρικών σε λαχανοκομικά είδη που καλλιεργούνται στη χώρα μας, διαπιστώθηκε ότι η κατάσταση βρίσκεται σε αρκετά ικανοποιητικό επίπεδο (Siomos and Dogras, 1999).

## **1.11 ENTOMΟΛΟΓΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ**

### **1.11.1 Αφίδες (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae* κ.α.)**

Είναι από τους σοβαρότερους εχθρούς των γεωργικών καλλιεργειών. Βλάπτουν κηπευτικά και ανθοκομικά φυτά αλλά προσβάλλουν και πλήθος άλλων καλλιεργειών. Οι αφίδες εμφανίζονται και πολλαπλασιάζονται πάνω στα νεαρά φύλλα του μαρουλιού. Τρέφονται σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους, μυζώντας τους φυτικούς χυμούς. Τα φυτά εξασθενούν ενώ συγχρόνως προκαλούν παραμορφώσεις στα προσβεβλημένα μέρη με την έκκριση τοξικής σιέλου. Εκκρίνουν επίσης μεγάλες ποσότητες μελιτωδών ουσιών με βλαβερές συνέπειες για τα φυτά (π.χ. ανάπτυξη καπνιάς). Έμμεσα δημιουργούν σοβαρά προβλήματα επειδή λειτουργούν ως φορείς ιώσεων από προσβεβλημένα σε υγιή φυτά (π.χ. πράσινη αφίδα *Myzus persicae*) (Ζούμη, 2009).

### **1.11.2 Θρίπας (*Frankliniella occidentalis*)**

Είναι είδος εξαιρετικά πολυφάγο, με 5-7 γενεές το έτος, το οποίο διαχειμάζει ως ενήλικο στο έδαφος ή πάνω σε χαμηλή βλάστηση και ως νύμφη στο έδαφος. Την άνοιξη αρχίζει να ωτοκεί και οι προνύμφες νύσσουν ή ξύνουν και μυζούν τρυφερούς φυτικούς ιστούς. Τα ενήλικα άτομα μπορούν επιπλέον να τραφούν με γύρη, νέκταρ και αυγά ακάρεων. Καταναλώνοντας χυμούς και τραυματίζοντας τους νεαρούς αναπτυσσόμενους φυτικούς ιστούς, προκαλούν χλωρωτικά στίγματα ή κηλίδες, ουλές, ρωγμές ή και παραμορφώσεις οργάνων. Τα στίγματα αυτά μειώνουν την εμπορική αξία των προϊόντων. Επίσης, ο τραυματισμός των φυτικών ιστών διευκολύνει την είσοδο βακτηρίων και μυκήτων (Ολύμπιος, 2001).

### **1.11.3 Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*)**

Κατάγεται από τροπικές χώρες, είναι έντομο πολυφάγο και συναντάται τόσο σε θερμοκήπια όσο και σε υπαίθριες καλλιέργειες. Έχει πολύ μικρό μέγεθος και έχει στοματικά μόρια μυζητικού τύπου (Ζούμη, 2009).

### **1.11.4 Κοχλίες – Σαλιγκάρια (*Agriolimax agrestis*)**

Προκαλούν ζημιές γιατί αφενός καταστρέφουν τα φυτάρια πριν τη μεταφύτευση τους και αφετέρου τρώνουν τμήματα του ελάσματος των φύλλων φυτών προκαλώντας σημαντική ποιοτική υποβάθμιση της παραγωγής των φυτών (Ολύμπιος, 2001).

Για την αντιμετώπιση αυτού του εχθρού γίνεται διασκορπισμός κατάλληλων σκευασμάτων στο έδαφος γύρω από τα φυτά (Τσιαδή, 2010).

### **1.11.5 Έντομα εφάδους (Γρυλλοτάλη, *Agrotis* κ.λπ.)**

Προκαλούν ζημιές στο ριζικό σύστημα. Καταπολεμούνται ή με εντομοκτόνα εδάφους ή με χρήση δηλητηριασμένων δολωμάτων (Ολύμπιος, 2001).

## 1.12. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

### 1.12.1. ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΕΛΔΑΦΟΥΣ

#### 1.12.2 Τήξη σπορείων

Οφείλεται σε μύκητες του γένους *Pythium* sp., που 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 (Παναγόπουλος, 1995).

#### 1.12.3 Βοτρύτης (φαιά σήψη)

Οφείλεται στο μύκητα *Botrytis cinerea* που προσβάλλει το μαρούλι σε όλα τα στάδια της ανάπτυξής του και προκαλεί σημαντικές ζημιές κυρίως στις καλλιέργειες του φθινοπώρου και της άνοιξης. Στην αρχή η προσβολή εμφανίζεται με τη μορφή στιγμάτων σκούρου χρώματος. Στα κάτω φύλλα εξελίσσεται σε μαλακή σήψη και στη συνέχεια εμφανίζεται η γκριζοκαφέ καρποφορία του μύκητα, όπου το φυτό μαραίνεται και καταστρέφεται. Η ασθένεια περιορίζεται με τον καλό εξαερισμό του θερμοκηπίου, την αποφυγή διαβροχής των φυτών για μεγάλο χρονικό διάστημα και με προσεκτικές κινήσεις κατά την διάρκεια των καλλιεργητικών περιποιήσεων (Παναγόπουλος, 1995).



ΕΙΚΟΝΑ 1.3 : Προσβολή φυτού από βοτρύτη.

#### **1.12.4 Περονόσπορος (*Bremia lactuca*)**

Ο μύκητας προκαλεί χλωρωτικές κηλίδες στα κάτω φύλλα, όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας και στη συνέχεια σήψη των φύλλων. Στην κάτω επιφάνεια των κηλίδων εμφανίζεται λευκό επίχρισμα που είναι τα κονίδια του μύκητα, τα οποία μεταφέρονται στη συνέχεια με τον άνεμο σε άλλα φυτά και φύλλα. Ταχεία παραγωγή κονιδιοφόρων και κονιδίων γίνεται όταν η θερμοκρασία της νύχτας είναι από 4-10°C και της ημέρας 13-21°C. Τα σποριάγγεια βλαστάνουν, παρουσία σταγόνας νερού, σε θερμοκρασίες 0-21°C (Ολύμπιος, 2001).

#### **1.12.5 Ωίδιο**

Οφείλεται στο μύκητα *Erysiphe cichoracearum*, που εμφανίζεται υπό μορφή κηλίδων στα φύλλα με χαρακτηριστικό λευκό επάνθισμα των ωιδίων. Η πιθανότητα προσβολής εντείνεται όταν επικρατούν υψηλά επίπεδα υγρασίας και θερμοκρασίας (Παναγόπουλος, 1995).

#### **1.12.6 Σκληρωτινίαση**

Οφείλεται στο μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* που προσβάλλει το φυτό κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, καθώς και τα κατώτερα φύλλα. Όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας η προσβολή εμφανίζεται ως υγρή σήψη, στη συνέχεια αναπτύσσεται το άσπρο μυκήλιο του μύκητα και ακολουθεί η εμφάνιση των μαύρων σκληρωτίων του μύκητα. Η προσβολή των φυτών από αυτό το μύκητα έχει ως αποτέλεσμα αρχικά τη μαρανσή τους και στη συνέχεια τη πλήρη καταστροφή τους (Παναγόπουλος, 1995).

#### **1.12.7 Αλτερναρίωση**

Η ασθένεια οφείλεται στο μύκητα *Alternaria porri* f.sp. *cichorii* που προσβάλλει μόνο τα φύλλα και εκδηλώνεται με το σχηματισμό νεκρωτικών κηλίδων, κυκλικού σχήματος, χρώματος ανοικτού καστανού στο κέντρο και ερυθροκαστανού στην περιφέρεια. Οι εξανθήσεις σχηματίζονται κυρίως στις μεγαλύτερες κηλίδες και

αποτελούνται από τους κονιδιοφόρους. Οι κηλίδες που εμφανίζονται στα φύλλα με τη μορφή μαύρων ομόκεντρων δακτυλίων συντελούν στην ποιοτική υποβάθμιση του μαρουλιού (Ολύμπιος, 2001).

Για την αποφυγή της ασθένειας σημαντικό ρόλο παίζει η καταστροφή υπολειμμάτων της καλλιέργειας, η χρήση υγιούς σπόρου, η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών και η ισορροπημένη λίπανση (Ζούμη, 2009).

### 1.13 Ιώσεις

Η πιο σημαντική ίωση που προσβάλλει τα μαρούλια είναι το μωσαϊκό του μαρουλιού (LMV= *Lettuce Mosaic Virus*), η οποία μεταφέρεται με το σπόρο και διαδίδεται με τις αφίδες (*Myzus persicae*) (Ολύμπιος, 2001).

Τα συμπτώματα της ίωσης είναι μωσαϊκό πράσινου και κίτρινου χρώματος στα φύλλα, η παραμόρφωση των φύλλων και η καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών. Με την έγκαιρη απομάκρυνση των μολυσμένων φυταρίων καθώς με την χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού αντιμετωπίζεται η εξάπλωση της ίωσης (Παναγόπουλος, 1995).

### 1.14 Φυσιολογικές ανωμαλίες - Μη παρασιτικές ασθένειες

Στις φυσιολογικές ανωμαλίες περιλαμβάνονται ζημιές από : το φυσιολογικό κάψιμο, το περιθωριακό κάψιμο των φύλλων και η υάλωση. Το φυσιολογικό κάψιμο των φύλλων, όπως και το περιθωριακό κάψιμο των φύλλων, οφείλονται κυρίως στην ελλιπή τροφοδοσία των φύλλων με νερό. Το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα έντονο όταν οι συνθήκες (υψηλή θερμοκρασία, χαμηλή σχετική υγρασία) ευνοούν την έντονη εξατμισοδιαπνοή. Υάλωση εκδηλώνεται όταν η ατμόσφαιρα βρίσκεται σε κατάσταση κορεσμού από υγρασία. Συνήθως εμφανίζεται σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Τα συμπτώματα εκδηλώνονται στα άκρα κυρίως των φύλλων με κάψιμο και η ασθένεια είναι γνωστή και ως κάψιμο των νεύρων των φύλλων (Ολύμπιος, 2001).



## 2. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

### 2.1. Γενικά για την υδροπονία

Η υδροπονία είναι η μέθοδος όπου τα φυτά μεγαλώνουν μέσα στο νερό. Η λέξη προέρχεται από το "Υδωρ = Νερό" και το "Πόνος = Εργασία". Αρκετοί πολιτισμοί χρησιμοποιούσαν την υδροπονία ως μέθοδο καλλιέργειας εδώ και αρκετές χιλιάδες χρόνια με γνωστά παραδείγματα τους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας και τους πλεύμενους κήπους των Ατζέκων στο Μεξικό (Howard and Resh, 1995). Από το Β΄ παγκόσμιο πόλεμο και μετά έγιναν πολλά σημαντικά βήματα στην ανάπτυξη αυτού του τρόπου καλλιέργειας των φυτών (Παναγιωτόπουλος και Σπυρόπουλος, 2004).

Με τη μέθοδο της υδροπονίας τα φυτά καλλιεργούνται είτε πάνω σε αδρανή υποστρώματα στα οποία προστίθεται θρεπτικό διάλυμα ή σε σκέτο θρεπτικό διάλυμα (Benton and Jones, 2000). Για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών απαιτείται η ύπαρξη άφθονου οξυγόνου και νερού, στο οποίο διαλύονται τα απαραίτητα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, στις κατάλληλες συγκεντρώσεις.

Στην καλλιέργεια εδάφους είναι δύσκολο να επιτευχθεί ένας τέτοιος συνδυασμός, όπου συνήθως όσο περισσότερο νερό περιέχεται στους πόρους του εδάφους τόσο περισσότερο μειώνεται η συγκέντρωση του οξυγόνου. Επιπλέον, η καλλιέργεια στο έδαφος παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι τα ανόργανα στοιχεία δεσμεύονται, σε ορισμένες περιπτώσεις αρκετά ισχυρά, ώστε είναι δύσκολο να απορροφηθούν από το ριζικό σύστημα των φυτών (Benton and Jones, 2000).

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί παραλλαγές της καλλιέργειας των φυτών σε υδροπονικά συστήματα, όπως είναι η αεροπονία και η καλλιέργεια σε σύστημα επίπλευσης (floating system).

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της υδροπονίας σύμφωνα με τον Μαυρογιαννόπουλο (1994) είναι η μέγιστη εκμετάλλευση της γενετικής δυνατότητας των φυτών, η ορατή βελτίωση στην ποσότητα, η πρωίμηση της παραγωγής, η απουσία ζιζανίων και ο περιορισμός των απαιτούμενων ποσοτήτων νερού και λιπασμάτων.

Παρόλα αυτά, η υδροπονική καλλιέργεια των φυτών παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα (Μαυρογιαννόπουλος, 1994), όπως είναι οι απαιτήσεις σε μεγάλη

ακρίβεια για τη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος, σε προηγμένη τεχνολογία (αυτόματο πότισμα, μηχανισμοί κυκλοφορίας θρεπτικού διαλύματος),, λοιπές υποδομές (εργαστηριακός εξοπλισμός κ.λ.π), καθώς και η αδυναμία διόρθωσης σφαλμάτων που μπορεί να έχουν σαν συνέπεια τη σημαντική μείωση της παραγωγής ή ακόμη και την καταστροφή των φυτών.

Τα υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας των φυτών διακρίνονται σε ανοιχτά (νερό της απορροής δε επαναχρησιμοποιείται) και κλειστά, δηλ. αυτά στα οποία το νερό αποστράγγισης συγκεντρώνεται και στη συνέχεια ξαναχρησιμοποιείται για την παραγωγή θρεπτικού διαλύματος (Μαυρογιαννόπουλος, 1994).

### 2.1.1 Υποστρώματα

Τα υποστρώματα τα οποία χρησιμοποιούνται στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι τεχνητά υλικά τα οποία προέρχονται από την επεξεργασία πετρωμάτων ή είναι φυσικές πρώτες ύλες οι οποίες υπόκεινται σε ειδική επεξεργασία. Τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι τα εξής:

**i) πετροβάμβακας** (rockwool, stonewool) έχει το πλεονέκτημά να συγκρατεί πολύ μεγάλες ποσότητες θρεπτικού διαλύματος αφού και οι πόροι του καταλαμβάνουν περίπου το 96% του όγκου του με αποτέλεσμα την κατανάλωση πολύ μικρότερων ποσοτήτων νερού από οποιοδήποτε άλλο υπόστρωμα,

**ii) ελαφρόπετρα** χρησιμοποιείται συνήθως σε σάκους φύτευσης ή σε κανάλια καλλιέργειας και έχει πολύ καλά αποτελέσματα σε ότι αφορά την ανάπτυξη των φυτών ενώ παράλληλα έχει και χαμηλό κόστος αγοράς .

**iii) περλίτης** που συνήθως χρησιμοποιείται σε σάκους ή σε κανάλια καλλιέργειας και επιτρέπει τόσο τη συγκράτηση μεγάλων θρεπτικού διαλύματος όσο και τον ικανοποιητικό αερισμό των ριζών των φυτών,

**iv) κοκοφοίνικας** (cocosoil, cocopeat) που προέρχεται από το παχύ μεσοκάρπιο του καρπού της καρύδας και είναι υλικό απαλλαγμένο από ασθένειες,

**v) άμμος** εφόσον είναι απαλλαγμένη από άργιλο, ανθρακικό ασβέστιο και χλωριούχα άλατα δεν έχει ουσιαστικά καμία επίδραση στις χημικές ιδιότητες (pH, E.C.) των μειγμάτων στα οποία συμμετέχει (Μανιός, 1993). Χρησιμοποιείται κυρίως ως βάση για κομπόστες με τύρφη και σπανιότερα μόνη της. Για να χρησιμοποιηθεί ως

αδρανές υπόστρωμα, δεν πρέπει να αναμειχθεί με τύρφη, επειδή θα χάσει τον υψηλό βαθμό στράγγισης (Μαλούπα, 1995).

**vi) άργιλος** έχει μεγάλο βαθμό εναλλακτικής ικανότητας κατιόντων και η χρησιμοποίησή της στα διάφορα μείγματα ρυθμίζει την απορρόφηση του φωσφόρου και των ιχνοστοιχείων (Bunt, 1988). Στη διογκωμένη της μορφή, που είναι στρογγυλεμένα τεμάχια αργίλου τα οποία έχουν πυρακτωθεί σε υψηλές θερμοκρασίες, χρησιμοποιείται ως αδρανές υπόστρωμα. Ενδείκνυται η έκπλυσή της με νερό για τη μείωση της περιεκτικότητας της σε άλατα (Boodt *et al.*, 1989).

**vii) βερμικουλίτης:** είναι πυριτικές ενώσεις αλουμινίου, σιδήρου και μαγνησίου που στη φυσική τους κατάσταση είναι λεπτά στρώματα και μοιάζει με σχιστόλιθο. Αποθέματα της πρώτης ύλης έχουν βρεθεί στις ΗΠΑ και στη Νότιο Αφρική και γι' αυτό η χρήση του σε αυτές τις χώρες είναι πιο διαδεδομένη απ' ό,τι στην Ευρώπη. Για να χρησιμοποιηθεί ως υπόστρωμα πρέπει να αποφυλλωθεί θερμαινόμενο για 1 min στους 1000 °C. Στη διάρκεια αυτής της διαδικασίας διογκώνεται 15-20 φορές και αποκτά υψηλό βαθμό πορώδους. Κατατάσσεται σε δύο τύπους, τον όξινο (pH 6,0-6,8) και τον ουδέτερο τύπο. Έχει υψηλή εναλλακτική ικανότητα ιόντων. Περιέχει 5-8% διαθέσιμο κάλιο και 9-12% μαγνήσιο και είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται σε ανάμιξη με περλίτη ή με τύρφη για καλύτερο αερισμό και στράγγιση (Boodley and Sheldruke, 1972).

**viii) ζεόλιθοι:** είναι ηφαιστιογενή ορυκτά αλκαλίων και αλκαλικών γαιών. Περιέχουν κυρίως ζεόλιθο, κλινοπιτιλόλιθο, ελανδίτη και ίχνη μορδενίτη και εντοπίζονται κυρίως στις περιοχές της Θράκης και της Μήλου. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο εδάφους, μόνο του ή σε μίγμα και τα αποτελέσματα ως σήμερα δείχνουν ότι είναι πολύ αξιόλογο υπόστρωμα, λόγω της υψηλής εναλλακτικής του ικανότητας και της μεγάλης περιεκτικότητας σε νερό που είναι εύκολα διαθέσιμο στα φυτά (Μαλούπα, 1995).

### 2.1.2 Υποδοχείς υποστρωμάτων

Σε όλες σχεδόν τις υδροπονικές καλλιέργειες που χρησιμοποιείται κάποιο στερεό υπόστρωμα είναι απαραίτητη η ύπαρξη υποδοχέα στον οποίο θα τοποθετηθεί το στερεό υπόστρωμα. Οι υποδοχείς αυτοί συγκρατούν το υπόστρωμα συμβάλλοντας στη διευκόλυνση στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών μέσα σε αυτό. Δεν επιτρέπουν την είσοδο του ηλιακού φωτός, κατά συνέπεια αναπτύσσεται

κανονικά το ριζικό σύστημα των φυτών ενώ παράλληλα παρεμποδίζεται η ανάπτυξη των ανεπιθύμητων αλγών (Μανιός, 1994).

Οι υποδοχείς που σήμερα χρησιμοποιούνται στις διάφορες υδροπονικές καλλιέργειες με υπόστρωμα μπορεί να είναι κανάλια στο έδαφος ή επάνω από αυτό σε κάποιο ύψος, πλαστικοί σάκοι, δοχεία σταθερού σχήματος (γλάστρες), κατασκευές υποδοχείς του πετροβάμβακα (Μανιός, 1994).

### 2.1.3 Θρεπτικά διαλύματα

Η λίπανση και η ανόργανη θρέψη των φυτών που καλλιεργούνται υδροπονικά γίνεται αποκλειστικά μέσω θρεπτικού διαλύματος. Για αυτό το λόγο είναι ιδιαίτερης σημασίας η επιλογή της σύνθεσης των θρεπτικών διαλυμάτων, της διαδικασίας παρασκευής τους καθώς και του τρόπου χορήγησής τους στα φυτά. Σημαντική είναι η εποπτεία και ο έλεγχος του θρεπτικού διαλύματος στο χώρο του ριζοστρώματος.

Όλα τα καλλιεργούμενα φυτά για να αναπτυχθούν και να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο έχουν την ανάγκη 16 χημικών στοιχείων. Από αυτά τα 9 είναι απαραίτητα σε μεγάλες ποσότητες και ονομάζονται μακροστοιχεία, ενώ τα υπόλοιπα 7 είναι απαραίτητα μόνο σε μικρές ποσότητες και ονομάζονται ιχνοστοιχεία

Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται πλήρη θρεπτικά διαλύματα που περιέχουν όλα τα θρεπτικά στοιχεία, που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών, εκτός από τον άνθρακα τον οποίο προσλαμβάνουν τα φυτά από την ατμόσφαιρα. Το οξυγόνο προσλαμβάνεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα και το χλώριο από το χρησιμοποιούμενο νερό, ενώ η μορφή των θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα δε διαφέρει από εκείνη που έχουν υπό φυσικές συνθήκες στο εδαφικό διάλυμα (Στεργίου, 2002).

Τα λιπάσματα που συνιστώνται στην υδροπονία είναι πλήρως υδατοδιαλυτά και τα κύρια χαρακτηριστικά ενός θρεπτικού διαλύματος είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα και το pH (Μαυρογιαννόπουλος, 1994).

Η **ηλεκτρική αγωγιμότητα** ενός υδατικού διαλύματος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων που βρίσκονται διαλυμένα σε αυτό. Ειδικότερα, στην περίπτωση των νερών άρδευσης και των θρεπτικών διαλυμάτων είναι μέτρο της περιεκτικότητάς τους σε θρεπτικά στοιχεία και άλλα ανόργανα άλατα. Ωστόσο, η ηλεκτρική αγωγιμότητα δε δίνει καμία πληροφορία για

το είδος των αλάτων που είναι διαλυμένα σε ένα διάλυμα, αλλά μόνο για την 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 διάλυμα και συνεπώς καταπόνηση των φυτών. Οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ενός διαλύματος κυμαίνονται συνήθως σε 2 - 3 και σπανιότερα 4 ds/m.

Σε περιόδους που επικρατεί ζεστός καιρός και ηλιοφάνεια οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας θα πρέπει να τείνουν στα κατώτερα όρια, αντίθετα κάτω από συνθήκες χαμηλών ρυθμών διαπνοής ενδείκνυται τιμές κοντά στα ανώτερα όρια. Μικρές αυξήσεις στην τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μπορούν να πετύχουν ομοιόμορφη ανύψωση της συγκέντρωσης όλων των θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται στο διάλυμα, ώστε οι μεταξύ τους αναλογίες να παραμένουν σταθερές (Μαυρογιαννόπουλος, 1994).

Το **pH** εκφράζει τον αρνητικό λογάριθμο της συγκέντρωσης υδρογονοκατιόντων και είναι το μέτρο της περιεκτικότητας του θρεπτικού διαλύματος σε ιόντα υδρογόνου, δηλαδή είναι ένδειξη της ενεργούς οξύτητάς του.

Όταν το pH είναι υψηλότερο ή χαμηλότερο από κάποιες τιμές που θεωρούνται ανώτερα ή κατώτερα επιθυμητά όρια πολλά θρεπτικά στοιχεία καθίστανται δυσδιάλυτα, οπότε η απορρόφησή τους από τα φυτά δυσχεραίνεται, ενώ κάποια στοιχεία απορροφώνται με ταχύτερους ρυθμούς από τους συνήθεις. Κατά συνέπεια, εμφανίζονται διαταραχές στη θρέψη των φυτών (τροφοπενίες, τοξικότητες). Για τα περισσότερα είδη λαχανικών το pH του θρεπτικού διαλύματος πρέπει να κυμαίνεται από 5,5 - 6,5 (Μαυρογιαννόπουλος, 1994).



ΕΙΚΟΝΑ 2.1. Διάταξη των φυτών στην υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού που πραγματοποιήθηκε. Φαίνεται ο τρόπος παροχής του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά.



ΕΙΚΟΝΑ 2.2. Φυτά μαρουλιού σε πλήρη ανάπτυξη στην υδροπονική καλλιέργεια που πραγματοποιήθηκε σε αυτή την πειραματική εργασία.

## **2.2. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ**

### **2.2.1. Πυκνότητα φύτευσης και διάταξη των φυτών**

Σημαντικό ρόλο σε μια καλλιέργεια είναι οι αποστάσεις φύτευσης των φυτών, γιατί θα πρέπει να εξασφαλίζουν τη σωστή ανάπτυξη τόσο του υπέργειου όσο και του υπόγειου μέρους του φυτού. Στην υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού χρησιμοποιούνται μικρότερες αποστάσεις φύτευσης σε σύγκριση με τη συμβατική καλλιέργεια (30-40 cm) (Μαυρογιαννόπουλος, 1994), καθώς η παροχή νερού και ανόργανων θρεπτικών στοιχείων μπορεί να ελέγχεται με μεγαλύτερη αξιοπιστία. Έτσι μπορεί να γίνει καλλιέργεια σε αποστάσεις φύτευσης 20-25 cm μεταξύ των φυτών, ή ακόμη πιο μικρές (15 cm), δίνοντας σε αρκετές περιπτώσεις πολύ καλά αποτελέσματα (Howard and Resh, 1995).

Ωστόσο, η επιλογή των κατάλληλων αποστάσεων φύτευσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η ποικιλία του καλλιεργούμενου μαρουλιού (π.χ. τα μη κεφαλωτά μαρούλια πρέπει να φυτεύονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις), το σύστημα φύτευσης (σε γραμμές δεν επιτρέπει μικρές αποστάσεις φύτευσης λόγω της δημιουργίας συνθηκών κακού αερισμού και υπερβολικής υγρασίας οι οποίες ευνοούν την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών). Αντίθετα στο σύστημα πυραμίδας όπου οι συνθήκες αερισμού των φυτών είναι σίγουρα καλύτερες θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και μικρότερες αποστάσεις (Howard and Resh, 1995).

Σήμερα εφαρμόζονται διάφορα συστήματα φύτευσης των μαρουλιών στο θερμοκήπιο, όπου το καθένα έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται συστήματα φύτευσης σε γραμμές, σε βαθμίδες και το σύστημα της ασπίδας. Το σύστημα φύτευσης σε γραμμές έχει το πλεονέκτημα της ομοιόμορφης ανάπτυξης των φυτών σε σχέση με τα άλλα δύο συστήματα. Από την άλλη, το σύστημα φύτευσης σε βαθμίδες συμβάλλει στη μέγιστη αξιοποίηση του χώρου, αλλά υστερεί λόγω της μη ομοιόμορφης ανάπτυξης των φυτών ανάμεσα στις διάφορες βαθμίδες (Οικονομάκης, 2002).

### **2.2.2 Θρεπτικό διάλυμα**

Η σύσταση του θρεπτικού διαλύματος σε υδροπονικές καλλιέργειες μαρουλιού εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού. Πιο συγκεκριμένα, στα

πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών δεν προστίθεται αμμωνία, επειδή δρα τοξικά στα νεαρά ριζίδια και περιορίζει το ρυθμό ανάπτυξης του ριζικού συστήματος. Αργότερα, η προσθήκη μικρής ποσότητας αμμωνίας ευνοεί τη σταθεροποίηση του pH του θρεπτικού διαλύματος.

Η σύσταση, η αγωγιμότητα και το pH του χρησιμοποιούμενου θρεπτικού διαλύματος στην υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού ποικίλλουν. Γενικά όμως οι επιθυμητές τιμές για την ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνονται από 1,2 - 2,7 και για το pH από 5,5-6,5 με άριστη τιμή το 5,8 (Μαυρογιαννόπουλος, 1994).

Πίνακας 2.1 Προτεινόμενη σύσταση θρεπτικού διαλύματος για υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού.

	<b>Μαυρογιαννόπουλος (1994)</b>	<b>Albright (1997)</b>	<b>Σιώμος κ.α. (1999α, β)</b>	<b>Soneveld and Straver (1994)</b>
<b>N</b>	9,5 mmol/l	8,9	18,18	19,0
<b>H</b>	1,0 mmol/l	1	2,0	2,0
<b>S</b>	0.5 mmol/l	1,1	1,0	1,12
<b>N</b>	0,5 mmol/l	-	0,96	1,25
<b>C</b>	2,25 mmol/l	2,1	7,66	4,5
<b>K</b>	5,0 mmol/l	5,5	11,13	11,0
<b>M</b>	0,75 mmol/l	1	1,0	1,0
<b>F</b>	35,0 μmol/l	16,8	40,07	40,0
<b>M</b>	5,0 μmol/l	2,5	5,01	5,0
<b>Z</b>	3,0 μmol/l	2 μmol/l	4,01	4,0
<b>B<sup>3</sup></b>	20,0 μmol/l	15	30,0	30,0
<b>C</b>	0,5 μmol/l	0,4	0,75	0,75

Η επιλογή της κατάλληλης σύστασης για το χρησιμοποιούμενο διάλυμα σε μία υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και εμπειρία από την πλευρά του καλλιεργητή. Ο καλλιεργητής πρέπει επίσης, να είναι σε θέση να διακρίνει αμέσως συμπτώματα τροφοπενιών ώστε να γίνεται άμεσα η διόρθωσή τους. Στον πίνακα 2.2 φαίνονται τα συμπτώματα τροφοπενίας που παρουσιάζει το φυτό στην έλλειψη των διάφορων στοιχείων και ιχνοστοιχείων (Καραμπέτσος, 2001).



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 Συμπτώματα έλλειψης θρεπτικών στοιχείων στα φυτά.

	Αρχική μορφή υπό την οποία απορροφάται από το φυτό	Συνήθης συγκέντρωση σε υγιή φυτά	Συμπτώματα έλλειψης
<b>Μακροστοιχεία</b>			
Αζωτο	$\text{NO}_3^-$ ή $\text{NH}_4^+$	1-4%	Αναστολή αύξησης ή περιορισμένη αύξηση, κυανέρυθρος χρωματισμός σε μίσχους και κατά μήκος των νεύρων του ελάσματος
Κάλιο	$\text{K}^+$	0,5-6%	Χλώρωση σε στίγματα, νέκρωση, αδύναμο στέλεχος
Ασβέστιο	$\text{Ca}^{2+}$	0,2-3,5%	Παρεμπόδιση της ανάπτυξης της ρίζας, βαθμιαία νέκρωση της κορυφής του βλαστού
Φώσφορος	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ή $\text{PO}_4^{2-}$	0,1- 0,8%	Νάνα φυτά σκούρου χρώματος
Μαγνήσιο	$\text{Mg}^{2+}$	0,1- 0,8%	Φύλλα με στίγματα ή χλωρωτικά που μπορεί να κοκκινίζουν
Θείο	$\text{SO}_4^{2-}$	0,05-1%	Χλώρωση των νεαρών φύλλων
<b>Μικροστοιχεία</b>			
Σίδηρος	$\text{Fe}^{2+}$ ή $\text{Fe}^{3+}$	25- 300 ppm	Εμφάνιση μεσονεύριας χλώρωσης στα νεαρά φύλλα
Χαλκός	$\text{Cu}^{2+}$	4-30 ppm	Τα φύλλα παρουσιάζουν περιορισμένη αύξηση, χλώρωση, νέκρωση
Μαγγάνιο	$\text{Mn}^{2+}$	15- 800 ppm	Χλωρωτικά στίγματα στα νεότερα φύλλα, χλώρωση, νέκρωση,
Βόριο	$\text{B(OH)}_3$ ή $\text{B(OH)}_4$		Εύθραυστοι μίσχοι και κεντρικές νευρώσεις, κίτρινό ή καφέ χρώμα
Μολυβδαίνιο	$\text{MoO}_4^{2-}$	0,1- 5%	Μεσονεύρια χλωρωτικά στίγματα ακολουθούμενα από νέκρωση
Ψευδάργυρος	$\text{Zn}^{2+}$	15- 100 ppm	Μεσονεύρια χλώρωση, νεκρωτικές κηλίδες, σμίκρυνση φύλλων

(Πηγή: Καραμπέτσος, 2001)

### **3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΓΙΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ**

#### **3.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ- ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ**

Αρχικά τα διαλύματα παρασκευάζονται ως πυκνά και αποθηκεύονται σε δοχεία, ξεχωριστά τα ασβεστούχα από τα φωσφορικά προς αποφυγή σχηματισμού ίζημάτων. Από τα πυκνά διαλύματα τα θρεπτικά στοιχεία με τη βοήθεια δοσομετρικών αντλιών, εισέρχονται στον κύριο αγωγό άρδευσης όπου και αραιώνονται με το νερό. Για το λόγο αυτό απαιτείται σύστημα άρδευσης αποτελούμενο από σωλήνες καθώς και δοσομετρικές αντλίες που μέσω Η/Υ ρυθμίζουν τις απαραίτητες ποσότητες πυκνών διαλυμάτων που μεταφέρονται στη δεξαμενή από την οποία λαμβάνεται με αντλίες η απαραίτητη ποσότητα θρεπτικού διαλύματος που θα παρασχεθεί στα φυτά κάθε φορά (Μαυρογιαννόπουλος, 1994).

#### **3.2 ΔΡΟΣΙΜΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

Ο δροσισμός χρησιμοποιείται όταν ο εξαερισμός δε μπορεί να βοηθήσει, σε περιπτώσεις υψηλών θερμοκρασιών. Ως μέσο μείωσης της θερμοκρασίας χρησιμοποιείται η εξάτμιση νερού η οποία πραγματοποιείται: με την διαβροχή του εδάφους είτε με τον καταιονισμό λεπτών σταγόνων νερού είτε με την διαβροχή νερού στην μια πλευρά του θερμοκηπίου μέσω του οποίου περνά ο αέρας ανανέωσης με την χρήση εξαεριστήρων (Μαυρογιαννόπουλος, 1994).

#### **3.3 ΑΕΡΙΣΜΟΣ-ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

Αερισμός είναι η ανάδευση του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο. Εξαερισμός είναι η ανταλλαγή του θερμού αέρα του θερμοκηπίου με τον ψυχρό εξωτερικό αέρα. Ο εξαερισμός διακρίνεται στο φυσικό που γίνεται μέσω των ανοιγμάτων του θερμοκηπίου, των παραθύρων που βρίσκονται στις πλευρές η στην οροφή η στις πλευρές και στην οροφή. Δυναμικός που επιτυγχάνεται με την χρήση ανεμιστήρων αναρρόφησης του αέρα όπου τοποθετούνται στην απέναντι πλευρά των ανοιγμάτων και ανεμιστήρες που ανανεώνουν τον αέρα (Μαυρογιαννόπουλος, 1994).

### 3.4 Θέρμανση του θερμοκηπίου

Οι διάφορες μορφές ενέργειας (υγρά καύσιμα, ήλιος, αέρια καύσιμα, στερεά καύσιμα, ηλεκτρικό ρεύμα) ποικίλουν αναλόγως την ποικιλία και τις ανάγκες αυτής σε θερμότητα, τις καιρικές συνθήκες (βαρύς χειμώνας) και την οικονομική ευχέρεια του αγρότη. Ωστόσο, κατά την διάρκεια της νύχτας και των πολύ ψυχρών ημερών μπορούν να χρησιμοποιηθούν θερμάστρες παραφίνης, ηλεκτρικές θερμάστρες, αερόθερμα κ.ά. Τα κεντρικά συστήματα θέρμανσης λειτουργούν είτε με την κυκλοφορία υδρατμού, είτε με κυκλοφορία ζεστού νερού.

Σύμφωνα με τον Μαυρογιαννόπουλο (1994) τρόποι για τον περιορισμό του κόστους θέρμανσης των θερμοκηπίων είναι:

1. Ο σωστός προσανατολισμός του θερμοκηπίου από ανατολή προς δύση
2. Η κάλυψη του θερμοκηπίου με διπλή στρώση υλικού
3. Η κάλυψη των φυτών μέσα στο θερμοκήπιο με χαμηλά σκέπαστρα
4. Η απομάκρυνση της σκόνης και των ξένων σωμάτων από το υλικό κάλυψης
5. Η κατασκευή πολύρρικτων αντί των θερμοκηπίων απλής γραμμής.

#### 4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός αυτής της πειραματικής μελέτης είναι να ερευνηθεί η επίδραση τριών υποστρωμάτων υδροπονικής καλλιέργειας στην απόδοση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας White Boston (τύπου λείο κεφαλωτό) στην Καλαμάτα Μεσσηνίας το χρονικό διάστημα από το Νοέμβριο μέχρι και τον Απρίλιο.

Τα υποστρώματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο περλίτης και η ελαφρόπετρα που σύμφωνα με τους Ολύμπιο (2001) και Siomos et al. (2001) είναι τα πλέον καταλληλότερα υποστρώματα για υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού. Ακόμη, χρησιμοποιήθηκε και μίγμα cocosoil με περλίτη διότι το cocosoil είναι μη τοξικό υλικό (Μανιός, 1997).

## **5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

### **5.1 Εισαγωγή**

Το συγκεκριμένο πείραμα της παρούσας μελέτης διεξήχθη στο ΤΕΙ Καλαματας. Η μελέτη έλαβε χώρα το χρονικό διάστημα από το Νοέμβριο 2008 έως και τον Απρίλιο 2009.

Στο παρόν πείραμα μελετήθηκε η επίδραση του υποστρώματος στην ποιότητα και την απόδοση του μαρουλιού τύπου λείο κεφαλωτό (ποικιλία White Boston) σε υδροπονική καλλιέργεια. Πιο συγκεκριμένα έγινε καλλιέργεια των φυτών σε περλίτη, ελαφρόπετρα, cocosoil-περλίτη (50% περλίτη, 50% cocosoil) και χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 8 σάκοι όγκου 10 L με καθένα από τα υποστρώματα.

### **5.2 Σπορά**

Η σπορά έγινε στις 21/11/08 στο θερμοκήπιο του εργαστηρίου Λαχανοκομίας του ΤΕΙ Πελοποννήσου. Οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε δίσκους ομαδικής σποράς οι οποίοι είχαν πλυθεί και γεμιστεί με φυτόχωμα. Κατόπιν οι σπόροι καλύφθηκαν με ελαφριά στρώση φυτοχώματος και τοποθετήθηκαν στην υδρονέφωση για 10 min για να ποτιστούν καλά. Έπειτα, μεταφέρθηκαν σε προβλαστήρια με θερμοκρασία ημέρας 20°C, θερμοκρασία νύχτας 13°C και διάρκεια φωτισμού 10 ώρες την ημέρα. Την επόμενη ημέρα οι σπόροι ξαναποτίστηκαν με ψεκάσμο. Οι σπόροι φύτρωσαν σε 4 μέρες από την ημέρα της σποράς τους.

### **5.3 Μεταφύτευση**

Η μεταφύτευση των νεαρών φυταρίων από τις ομαδικές στις ατομικές θέσεις έγινε στις 06/02/08 (45 ημέρες μετά τη σπορά). Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε δίσκους που έφεραν 20 ατομικές θέσεις, οι οποίοι γεμίστηκαν με τύρφη. Τα φυτά παρέμειναν σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο και το πότισμα των νεαρών φυτών γινόταν με το σύστημα της υδρονέφωσης.

Η μεταφύτευση στις τελικές θέσεις έγινε στις 27/02/08, δηλαδή 21 ημέρες μετά την πρώτη μεταφύτευση και 66 ημέρες μετά τη σπορά. Πριν τη φύτευση των

φυτών στους σάκους πραγματοποιήθηκε καλό πότισμα των υποστρωμάτων με θρεπτικό διάλυμα. Τα φυτά μεταφυτεύτηκαν με μπάλα χώματος και σε βάθος λίγο μεγαλύτερο από αυτό που βρίσκονταν στους δίσκους σποράς. Μετά την τοποθέτηση του φυταρίου στην τελική του θέση πιέστηκε το υπόστρωμα γύρω από το φυτό προκειμένου να έχουμε καλύτερη σταθεροποίηση του φυτού και καλύτερη επαφή του ριζικού συστήματος με το νέο υπόστρωμα.

Η φύτευση πραγματοποιήθηκε σε δυο αποστάσεις επί της γραμμής φύτευσης, 15 και 20 cm, με το μήκος κάθε καναλιού να είναι σταθερό και ίσο με 1 m. Κάθε κανάλι έφερε σήμανση στην οποία αναγραφόταν το υπόστρωμα και ο αριθμός της επανάληψης. Για κάθε επέμβαση του πειράματος (τρία διαφορετικά υποστρώματα x δύο αποστάσεις φύτευσης) χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις επαναλήψεις των 5 ή 7 φυτών ανά επανάληψη, ανάλογα με την απόσταση φύτευσης, δηλαδή 5 φυτά σε κανάλια με αποστάσεις φύτευσης 20 cm και 7 φυτά σε κανάλια με αποστάσεις φύτευσης 15 cm.

#### **5.4 Λίπανση**

Η κύρια καλλιεργητική φροντίδα που γινόταν κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας ήταν το πότισμα των φυτών με το θρεπτικό διάλυμα. Το πότισμα άρχισε αμέσως μετά τη μεταφύτευση των φυταρίων στην τελική τους θέση. Η χορήγηση του θρεπτικού διαλύματος γινόταν μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας (9.00 π.μ. έως 6μ.μ). Η συχνότητα ποτίσματος ήταν 6 ποτίσματα / ημέρα και η διάρκεια ποτίσματος ήταν 1,5 λεπτά. Σε κάθε πότισμα χορηγούνταν η ίδια ποσότητα θρεπτικού διαλύματος σε όλα τα φυτά (0.05 L).

Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω λιπάσματα: νιτρικό ασβέστιο, θειϊκό μαγνήσιο, θειϊκό κάλιο νιτρικό κάλιο, φωσφορικό μονοκάλιο, νιτρική αμμωνία, χηλικός σίδηρος, θειϊκό μαγγάνιο, θειϊκός χαλκός, βόρακας, μολυβδαινική αμμωνία.

Η σύσταση του θρεπτικού διαλύματος αποφασίστηκε αφού λήφθηκε υπόψη η σύσταση του νερού άρδευσης. Η σύσταση του θρεπτικού διαλύματος μεταβλήθηκε στις 03/03/09. Η σύσταση του νερού άρδευσης καθώς και του θρεπτικού διαλύματος φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 5.1. Σύσταση των πυκνών διαλυμάτων.

ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Α	ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Β	ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΕΩΣ
Νιτρικό ασβέστιο 5,099 kg	Θεικό μαγνήσιο 1,467 kg	Νιτρικό οξύ 5,229 L
Νιτρικό κάλιο 4,295 kg	Φωσφορικό μονοκάλιο 5,239 kg	
Νιτρική αμμωνία 0,962 kg	Θεικό κάλιο 3,651 kg	
Χηλικός σιδηρος 0,652 kg	Νιτρικό κάλιο 0,651 kg	

- Αναλογία πυκνού διαλύματος Α: 100:1
- Αναλογία πυκνού διαλύματος Β: 100:1
- Όγκος πυκνού διαλύματος Α: 200 L
- Όγκος πυκνού διαλύματος Β: 200 L
- Όγκος πυκνού διαλύματος Γ(οξέως): 200 L
- Αγωγιμότητα διαλύματος τροφοδοσίας: 2,10 ms/cm
- pH διαλύματος τροφοδοσίας: 5,50

Ο υπολογισμός των ποσοτήτων λιπασμάτων των μακροστοιχείων πραγματοποιήθηκε μέσω της μετατροπής των συγκεντρώσεων (meq/l) σε συγκεκριμένες ποσότητες λιπασμάτων, σε Kg για τα στερεά και σε L για τα υγρά.

Τα μητρικά διαλύματα παρασκευάζονται έτσι ώστε, τα διάφορα ιόντα που απαιτούνται για την ανάπτυξη των φυτών να βρίσκονται στην απαιτούμενη αναλογία μεταξύ τους. Η αραίωση γίνεται με το νερό της δεξαμενής.

Η ανάμιξη και αραίωση του διαλύματος γίνεται από εμάς, ωστόσο το pH και η αγωγιμότητα ελέγχονται περιοδικά με pH-μετρο και αγωγιμόμετρο αντίστοιχα, για να διασφαλιστεί ότι βρίσκονται στα επιθυμητά επίπεδα.

Το θρεπτικό διάλυμα μεταφερόταν από τη δεξαμενή σε κάθε φυτό μέσω του αρδευτικού συστήματος, το οποίο αποτελούνταν από σύστημα πλαστικών σωλήνων και αντλία.

## 5.5 Συγκομιδή

Η συγκομιδή των φυτών έγινε στις 13-4-2009, δηλ. 45 ημέρες μετά την τελική μεταφύτευση.

## 5.6 Μετρήσεις

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν είναι οι εξής:

1. Αριθμός φύλλων ανά φυτό (7, 17, 27 και 45 ημέρες μετά τη μεταφύτευση)
2. Νωπό βάρος υπέργειου μέρους κατά τη συγκομιδή (45 ημέρες μετά τη μεταφύτευση)
3. Νωπό βάρος βλαστού του φυτού κατά τη συγκομιδή (45 ημέρες μετά τη μεταφύτευση)
4. Περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία του βλαστού κάθε φυτού (45 ημέρες μετά τη μεταφύτευση)
5. Αριθμός μη εμπορεύσιμων φύλλων ανά φυτό
6. Περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία των εξωτερικών φύλλων του φυτού
7. Περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία των μεσαίων φύλλων του φυτού
8. Περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία των εσωτερικών φύλλων του φυτού.

Η μέτρηση της περιεκτικότητας των φυτικών ιστών σε ξηρά ουσία έγινε ύστερα από ξήρανση αυτών σε θερμοκρασία 72°C, όπου οι φυτικοί ιστοί παρέμειναν έως ότου σταθεροποιηθεί το βάρος τους οπότε και είχε απομακρυνθεί όλη η περιεχόμενη υγρασία. Το χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε για την πλήρη ξήρανση των φυτικών ιστών ήταν περίπου μια εβδομάδα.

## 5.7 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Το πείραμα είναι διπαραγοντικό (παράγοντας A: υπόστρωμα, παράγοντας B: απόσταση φύτευσης) και ακολούθησε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο και για



κάθε επέμβαση. Σε κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν 4 επαναλήψεις των 7 φυτών η καθεμία όταν οι αποστάσεις φύτευσης είναι 15 cm και 4 επαναλήψεις των 5 φυτών η καθεμία όταν οι αποστάσεις φύτευσης είναι 20 cm. Λόγω της στατιστικά σημαντικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο παραγόντων η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε χωριστά για κάθε παράγοντα. Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος StatGraphics 5.1. Η σημαντικότητα των διαφορών των μέσων εκτιμήθηκε με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς όταν πρόκειται για συγκρίσεις μεταξύ των υποστρωμάτων και με το κριτήριο του T-test όταν πρόκειται για συγκρίσεις μεταξύ των αποστάσεων φύτευσης.

## 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 6.1 Αριθμός φύλλων ανά φυτό

Πίνακας 6.1. Μέσος αριθμός φύλλων 7 ημέρες μετά τη μεταφύτευση.

<i>Υπόστρωμα</i>	<b>15 cm</b>	<b>20 cm</b>
<b>Περλίτης</b>	6,6 a (a)	6,9 a (a)
<b>Ελαφρόπετρα</b>	6,5 a (a)	6,4 a (a)
<b>Cocosoil + περλίτης</b>	7,2 a (a)	7,0 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ . Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Ο μέσος αριθμό φύλλων ανά φυτό την 7<sup>η</sup> ημέρα μετά τη μεταφύτευση δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών, τόσο όταν αυτά αναπτύσσονται σε αποστάσεις 15 cm όσο και όταν αυτά αναπτύσσονται σε αποστάσεις 20 cm. Επιπρόσθετα, ανεξάρτητα από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της απόστασης φύτευσης στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό (πίνακας 6.1).

Πίνακας 6.2. Μέσος αριθμός φύλλων 17 ημέρες μετά τη μεταφύτευση.

<i>Υπόστρωμα</i>	<b>15 cm</b>	<b>20 cm</b>
<b>Περλίτης</b>	11,2 a (a)	12,1 a (a)
<b>Ελαφρόπετρα</b>	12,2 a (a)	12,2 a (a)
<b>Cocosoil + περλίτης</b>	12,6 a (a)	13,0 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Παρόμοια, την 17<sup>η</sup> ημέρα μετά τη μεταφύτευση το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά τον αριθμό των φύλλων ανά φυτό, τόσο

όταν αυτά αναπτύσσονται σε αποστάσεις 15 cm όσο και όταν αυτά αναπτύσσονται σε αποστάσεις 20 cm. Επιπρόσθετα, ανεξάρτητα από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της απόστασης φύτευσης στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό (πίνακας 6.2).

Πίνακας 6.3. Μέσος αριθμός φύλλων 27 ημέρες μετά τη μεταφύτευση.

<i>Υπόστρωμα</i>	<b>15 cm</b>	<b>20 cm</b>
<b>Περλίτης</b>	15,1 a (a)	15,8 a (a)
<b>Ελαφρόπετρα</b>	16,2 a (a)	14,1 a (a)
<b>Cocosoil + περλίτης</b>	16,4 a (a)	15,5 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Ο μέσος αριθμό φύλλων ανά φυτό την 27<sup>η</sup> ημέρα μετά τη μεταφύτευση δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών, τόσο όταν αυτά αναπτύσσονται σε αποστάσεις 15 cm όσο και όταν αυτά αναπτύσσονται σε αποστάσεις 20 cm. Επιπρόσθετα, ανεξάρτητα από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της απόστασης φύτευσης στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό (πίνακας 6.3).

Πίνακας 6.4. Μέσος αριθμός φύλλων 45 ημέρες μετά τη μεταφύτευση.

<i>Υπόστρωμα</i>	<b>15 cm</b>	<b>20 cm</b>
<b>Περλίτης</b>	27,2 a (a)	26,7 a (a)
<b>Ελαφρόπετρα</b>	26,5 a (a)	24,3 a (a)
<b>Cocosoil + περλίτης</b>	25,7 a (a)	27,1 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Όπως παρατηρήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών, 'τσι και την ημέρα της συγκομιδής τους (45<sup>η</sup> ημέρα μετά τη μεταφύτευση), ο μέσος αριθμός

φύλλων ανά φυτό την 27<sup>η</sup> ημέρα μετά τη μεταφύτευση δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών, τόσο όταν αυτά αναπτύσσονται σε αποστάσεις 15 cm όσο και όταν αυτά αναπτύσσονται σε αποστάσεις 20 cm. Επιπρόσθετα, ανεξάρτητα από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της απόστασης φύτευσης στον αριθμό των φύλλων ανά φυτό (πίνακας 6.3).

## 6.2 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΜΕΡΟΥΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Πίνακας 6.5. Νωπό βάρος (g) υπέργειου μέρους κατά την συγκομιδή.

<i>Υπόστρωμα</i>	<b>15 cm</b>	<b>20 cm</b>
<b>Περλίτης</b>	194,36 a (a)	179,77 a (a)
<b>Ελαφρόπετρα</b>	133,31 b (a)	150,86 a (a)
<b>Cocosoil + περλίτης</b>	141,66 b (a)	165,44 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους των φυτών επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών μόνο όταν αυτά αναπτύσσονται σε απόσταση 15 cm. Συγκεκριμένα, τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε περλίτη είχαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο βάρος υπέργειου τμήματος σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα ελαφρόπετρα ή cocosoil + περλίτη. Ωστόσο, όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε απόσταση 20 cm δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των υποστρωμάτων σε ότι αφορά το βάρος του υπέργειου μέρους των φυτών. Επιπρόσθετα, οι αποστάσεις στις οποίες αναπτύχθηκαν τα φυτά δεν επηρέασαν στατιστικά σημαντικά το βάρος του υπέργειου μέρους και στα τρία υποστρώματα ανάπτυξης (περλίτης, ελαφρόπετρα, cocosoil + περλίτης) (πίνακας 6.5).

### 6.3 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΞΗΡΑ ΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΒΛΑΣΤΟΥ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Πίνακας 6.6. Νωπό βάρος (g) βλαστού του φυτού κατά την συγκομιδή.

<i>Υπόστρωμα</i>	<b>15 cm</b>	<b>20 cm</b>
<b>Περλίτης</b>	11,20 a (b)	15,43 a (a)
<b>Ελαφρόπετρα</b>	10,04 b (b)	12,21 b (a)
<b>Cocosoil + περλίτης</b>	11,10 a (b)	14,14 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Το νωπό βάρος του βλαστού του φυτού ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερο όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν σε ελαφρόπετρα, ανεξάρτητα από τις αποστάσεις καλλιέργειας των φυτών. Επιπρόσθετα, το νωπό βάρος του βλαστού ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν σε μεγαλύτερη απόσταση (20 cm) σε σύγκριση με τη μικρότερη (15 cm), ανεξάρτητα από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών (πίνακας 6.6).

Πίνακας 6.7. Περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία του βλαστού κάθε φυτού.

<i>Υπόστρωμα</i>	<b>15 cm</b>	<b>20 cm</b>
<b>Περλίτης</b>	5,9013 a (a)	6,2170 a (a)
<b>Ελαφρόπετρα</b>	5,6401 a (b)	6,6805 a (a)
<b>Cocosoil + περλίτης</b>	5,8001 a (a)	6,0632 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στο βλαστό δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών και στις δύο αποστάσεις φύτευσης. Ωστόσο, όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν σε ελαφρόπετρα παρατηρήθηκε ότι

η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στους βλαστούς ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη σε αυτά που αναπτύχθηκαν σε αποστάσεις φύτευσης 20 cm (πίνακας 6.7).

#### 6.4 ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗ ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΩΝ ΦΥΛΛΩΝ

Πίνακας 6.8. Αριθμός μη εμπορεύσιμων φύλλων ανά φυτό.

<i>Υπόστρωμα</i>	<b>15 cm</b>	<b>20 cm</b>
<b>Περλίτης</b>	3,5 b (b)	5,4 a (a)
<b>Ελαφρόπετρα</b>	5,3 ab (a)	4,8 ab (a)
<b>Cocosoil + περλίτης</b>	6,2 a (a)	3,0 b (b)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Ο αριθμός των μη εμπορεύσιμων φύλλων ανά φυτό ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε cocosoil + περλίτη σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε περλίτη, όταν οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 15 cm. Όταν οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 20 cm, ο αριθμός των μη εμπορεύσιμων φύλλων ανά φυτό ήταν στατιστικά σημαντικά σε αυτά που αναπτύχθηκαν σε περλίτη σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε cocosoil + περλίτη.

Η απόσταση φύτευσης επηρέασε στατιστικά σημαντικά τον αριθμό των μη εμπορεύσιμων φύλλων ανά φυτό, τόσο στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα περλίτη όσο και στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα cocosoil + περλίτη. Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός μη εμπορεύσιμων φύλλων ανά φυτό ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα περλίτη και οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 20 cm σε σύγκριση με αυτά στα οποία οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 15 cm. Αντίθετα, ο αριθμός μη εμπορεύσιμων φύλλων ανά φυτό ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα περλίτη και οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 15 cm σε σύγκριση με αυτά στα οποία οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 20 cm (πίνακας 6.8).

## 6.5 Περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία των εμπορεύσιμων φύλλων.

Πίνακας 6.9. Περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία των εξωτερικών φύλλων του φυτού.

<i>Υπόστρωμα</i>	<b>15 cm</b>	<b>20 cm</b>
<b>Περλίτης</b>	4,6264 a (b)	5,2120 a (a)
<b>Ελαφρόπετρα</b>	4,7638 a (b)	5,4905 a (a)
<b>Cocosoil + περλίτης</b>	4,8864 a (b)	5,1817 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα εξωτερικά φύλλα των φυτών δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών τόσο όταν οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 15 cm, όσο και όταν οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 20 cm. Οι αποστάσεις φύτευσης των φυτών επηρέασαν στατιστικά σημαντικά την συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στα εξωτερικά φύλλα των φυτών, ανεξάρτητα από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών. Πιο συγκεκριμένα, και στα τρία υποστρώματα ανάπτυξης των φυτών, η συγκέντρωση της ξηράς ουσίας στα εξωτερικά φύλλα των φυτών ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη σε αυτά που αναπτύχθηκαν σε αποστάσεις φύτευσης 20 cm σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε αποστάσεις φύτευσης 15 cm (πίνακας 6.9).

Πίνακας 6.10. Περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία των μεσαίων φύλλων του φυτού.

<i>Υπόστρωμα</i>	<b>15 cm</b>	<b>20 cm</b>
<b>Περλίτης</b>	3,1713 b (b)	4,5881 a (a)
<b>Ελαφρόπετρα</b>	4,1781 a (b)	4,8196 a (a)
<b>Cocosoil + περλίτης</b>	4,5119 a (a)	4,3467 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα μεσαία φύλλα των φυτών ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα περλίτη, όταν οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 15 cm. Αντίθετα, όταν οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 20 cm δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του υποστρώματος στη συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα μεσαία φύλλα των φυτών. Οι αποστάσεις φύτευσης των φυτών επηρέασαν στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα μεσαία φύλλα των φυτών όταν αυτά αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα περλίτη ή ελαφρόπετρα. Συγκεκριμένα, όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε υπόστρωμα περλίτη ή ελαφρόπετρα, η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα μεσαία φύλλα του φυτού είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη στις αποστάσεις φύτευσης 20 cm σε σύγκριση με τις αποστάσεις φύτευσης 15 cm (πίνακας 6.10).

Πίνακας 6.11. Περιεκτικότητα (%) σε ξηρά ουσία των εσωτερικών φύλλων του φυτού.

<i>Υπόστρωμα</i>	<b>15 cm</b>	<b>20 cm</b>
<b>Περλίτης</b>	5,3751 a (a)	5,6214 a (a)
<b>Ελαφρόπετρα</b>	5,9188 a (a)	6,0960 a (a)
<b>Cocosoil + περλίτης</b>	6,0902 a (a)	5,4574 a (a)

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ .

Η συγκέντρωση ξηράς ουσίας στα εσωτερικά φύλλα των φυτών δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά τόσο από το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών, όσο και από τις αποστάσεις φύτευσης των φυτών (πίνακας 6.11).



## 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας φαίνεται ότι το υπόστρωμα ανάπτυξης

των φυτών δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τον ρυθμό σχηματισμού των φύλλων στο φυτό, ανεξάρτητα από τις αποστάσεις φύτευσης, όπως παρατήρησαν και οι Παναγιωτόπουλος και Σπυρόπουλος (2004). Ωστόσο, το νωπό βάρος του υπέργειου μέρους του φυτού, το οποίο αποτελεί και το εμπορεύσιμο τμήμα του, ευνοείται όταν η καλλιέργεια γίνεται σε υπόστρωμα περλίτη και οι αποστάσεις φύτευσης είναι μικρές (15 cm). Αντίθετα, σε μεγαλύτερες αποστάσεις φύτευσης (20 cm) το υπόστρωμα στο οποίο καλλιεργήθηκαν τα φυτά δεν επηρεάζει στατιστικά σημαντικά το βάρος του υπέργειου μέρους του φυτού.

Πάντως θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε μεγαλύτερες αποστάσεις φύτευσης δεν παρατηρήθηκε αύξηση του νωπού βάρους του υπέργειου μέρους του φυτού, υποδηλώνοντας ότι είναι δυνατή η καλλιέργεια των φυτών σε μεγάλες πυκνότητες, κάτι που επιτρέπει την επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων. Όταν οι αποστάσεις φύτευσης είναι 20 cm επιτυγχάνεται αύξηση του νωπού βάρους των βλαστών των φυτών αλλά αυτό δεν συνδέεται με αύξηση του νωπού βάρους του υπέργειου μέρους των φυτών.

Η αύξηση της συγκέντρωσης της ξηράς ουσίας, ιδιαίτερα στα εξωτερικά φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται σε αποστάσεις φύτευσης 20 cm ίσως συνδέεται με την ικανότητα των φύλλων των φυτών αυτών να συντηρηθούν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και θα προτεινόταν να μελετηθεί εάν οι αποστάσεις φύτευσης μπορούν να επηρεάσουν την διάρκεια συντήρησης του μαρουλιού.

Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας διαφοροποιούνται από αυτά της Λιβαθινοπούλου (2010) η οποία μελέτησε την επίδραση αυτών των υποστρωμάτων σε υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού της ποικιλίας Great Lakes που ανήκει στα κατσαρά κεφαλωτά μαρούλια (τύπος Iceberg).

Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι η υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού της ποικιλίας White Boston, η οποία ανήκει στον τύπο λείο κεφαλωτό (Butterhead), μπορεί να γίνει με επιτυχία σε ένα από τα παραπάνω υποστρώματα (περλίτης, ελαφρόπετρα, cocosoil + περλίτης) και σε μεγάλη πυκνότητα (αποστάσεις φύτευσης 15 cm) χωρίς να επηρεάζονται οι αποδόσεις.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωσση

- Dunkun C., Li H., Dykhuizen R., Frazer R., Johnston P., MacKnight G., Smith L., Lamza K., McKenzie H., Batt L., Kelly D., Golden M., Benjamin N. and Leiferi C. (1997). Protection oral and gastrointestinal diseases: importance of dietary nitrate intake, oral nitrate reduction and enterosalivary nitrate circulation. *Comp. Biochem. Physiol.* **118a** (4): 939-948.
- Benton J. and Jones J. (2000). *A practical Guide for the Soilless Grower*. Edition Boca Raton, Florida pp. 23-26.
- Boodley J.W. and Sheldrake R. (1972). Cornell Peat-Life. Mixes for commercial plant growing. New York State. College of Agriculture and Life Sciences. Cornell University, *Plant Sciences Information Bulletin* **43**: 8.
- Boodt M., Verdonck O. and Vleeschauwer D. (1989). Argex, a valuable growing medium for plants. *Acta Horticulturae* **126**: 65-68.
- Bunt A.C. (1988). Media and mixes for container growth plants. Unwin Hyman, London.
- Howard M. and Resh P.D. (1995). *Hydroponic Food Production*. Edition Woodridge, London.
- Nonnecke L. I. (1989). *Vegetable Production*. Edition Van Nostrand Reinhold (AVI), New York.
- Salunkhe D.K. and Kadam S.S. (1998). Handbook of Vegetable Science and Technology (production, composition, storage and processing). Marcel Dekker Inc., New York pp. 493-509.
- Schonbeck M.W. Rivera R., O'Brien J., Ebinger S. and Degregorio R.E. (1991). Variety selection and cultural methods for lowering nitrate levels in winter greenhouse lettuce and endive. *Journal of Sustainable Agriculture* **2**(1): 49-75.
- Siomos A. S. and Dogras C.C. (1999). Nitrates in vegetables produced in Greece. *Journal of Vegetable Crop Production* **5**: 3-13.
- Siomos A.S., Beis G., Papadopoulou P.P., Nasi P., Kaperidou I. (2001). Aerial biomass and quality of four lettuce cultivars grown hydroponically in perlite and pumice. *Acta Horticulturae* **548**: 437-443.

Valenzuela H., Kratky B. and Cho J. (2003). Lettuce Production Guidelines for Hawaii. [www.extento.hawaii.edu/kbase/reports/lettuce\\_prod.htm](http://www.extento.hawaii.edu/kbase/reports/lettuce_prod.htm).

Walls I.G. (1993). *The Greenhouse*. Edition Wardlock, London.

### Ελληνική

Δημητράκης Κ.Γ. (1998). *Λαχανοκομία*. Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα.

Ζούμη Μ. (2009). *Βιολογική καλλιέργεια μαρουλιού στην Κρήτη*. Πτυχιακή Μελέτη Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου Κρήτης.

Καββάδας Δ. (1956). *Βοτανικό Φυτολογικό Λεξικό*. Αθήνα.

Κανάκης Α. (2007). *Μαθήματα Λαχανοκομίας II*. Εκδόσεις ΤΕΙ Καλαμάτας.

Καραμπέτσος Ι. (2001). *Φυσιολογία Φυτών*. Εκδόσεις ΤΕΙ Καλαμάτας.

Λιβαθυνοπούλου Χ. (2010). *Επίδραση του υποστρώματος και της πυκνότητας φύτευσης στη παραγωγή μαρουλιού (Lactuca sativa L.) cv. Great Lakes σε υδροπονική καλλιέργεια-Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε*. Πτυχιακή Μελέτη, Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.

Μαλούπα Ε. (1995). Τα υποκατάστατα εδάφους και η εφαρμογή τους σε υδροπονική καλλιέργεια ανθοκομικών ειδών υπό κάλυψη. *Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών* 4: 41-54.

Μανιός Β. (1993). *Υποστρώματα και συστήματα θερμοκηπιακών καλλιεργειών εκτός εδάφους*. Εκδόσεις ΤΕΙ Ηρακλείου.

Μανιός Β. (1994). *Εργαστήρια υποστρωμάτων και συστημάτων θερμοκηπιακών καλλιεργειών εκτός εδάφους*. Εκδόσεις ΤΕΙ Ηρακλείου.

Μανιός Β. (1997). *Αξιολόγηση ελαφρόπετρας της νήσου Γιαλί- Νισύρου ως υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών λαχανοκομικών καλλιεργειών*. Εκδόσεις ΤΕΙ Ηρακλείου.

Μαυρογιαννόπουλος Ν. Γ. (1994). *Υδροπονικές Καλλιέργειες και Θρεπτικά Διαλύματα*. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς.

Οικονομάκης Γ. (2002). *Καλλιέργεια φράουλας με το σύστημα NFT. Υδροπονικές καλλιέργειες*. Εκδόσεις Ζεύς, Αθήνα, σελ. 72-74.

Ολύμπιος Χ.Μ. (2001). *Η Τεχνική της Καλλιέργειας των Κηπευτικών στο Θερμοκήπιο*. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.

Τσιαδή Μ. (2010). *Πειραματική Αξιολόγηση Δύο Ποικιλιών Μαρουλιού σε Θερμοκηπιακή Καλλιέργεια στο Νομό Μεσσηνίας*. Πτυχιακή μελέτη ΤΕΙ Καλαμάτας.

- Παππάς Η.(2005). *Σχέδιο Εκμετάλλευσης Τεσσάρων Στρεμμάτων Αεροπονίας με Μαρούλι*. Πτυχιακή μελέτη ΤΕΙ Καλαμάτας.
- Παναγιωτόπουλος Π. Α. και Σπυρόπουλος Σ. Β. (2004). *Επίδραση υποστρωμάτων στην ανάπτυξη και παραγωγή μαρουλιού cv. Paris Island και Great Lakes σε υδροπονική καλλιέργεια*. Πτυχιακή μελέτη, Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας.
- Παναγόπουλος Χ.Γ. (1995). *Ασθένειες Κηπευτικών Καλλιεργειών*. Εκδόσεις Α. Σταμούλης. Αθήνα.
- Σάββας Δ. (2013). Το μαρούλι και η καλλιέργεια του. *Γεωργία Κτηνοτροφία 6/2013 (Αφιέρωμα Φυλλώδη Λαχανικά)*: 12-25.
- Σιώμος Α., Παπαδοπούλου Π., Μπέης Γ., Νάση Π., Καμπερίδου Ι., Μπαρμπαγιάννης Ν. (1999<sup>α</sup>). Ποιότητα μαρουλιού που καλλιεργήθηκε στο έδαφος και σε κλειστό υδροπονικό σύστημα. *Πρακτικά 19ου συνεδρίου της Ε.Ε.Ε.Ο.*: 238-241.
- Σιώμος Α., Παπαδοπούλου Π., Μπέης Γ., Νάση Π., Καμπερίδου Ι., Πέτκου Δ. (1999<sup>β</sup>). Ημερήσια διακύμανση της συγκέντρωσης νιτρικών και της φωτοσύνθεσης. *Πρακτικά 19ου συνεδρίου της Ε.Ε.Ε.Ο.*: 283-285.
- Στεργίου Β. (2002). *Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην περιεκτικότητα νιτρικών στα φύλλα τεσσάρων ποικιλιών μαρουλιού*. Μεταπτυχιακή μελέτη, Γ.Π.Α.

**Διαδίκτυο:**

www.floridata.com, 2003