

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ: ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ



**ΘΕΜΑ: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ NaCl ΚΑΙ ΤΗΣ
ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΧΗΜΙΚΗ
ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ**

Σπουδαστής: ΚΟΣΜΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ
Υπεύθυνοι Καθηγητές: ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ
ΚΑΒΒΑΔΙΑΣ ΒΙΚΤΩΡΑΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2004

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	9
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	9
1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ- ΚΑΤΑΓΩΓΗ-ΕΞΑΠΛΩΣΗ.....	9
1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ.....	10
1.3 ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ	12
1.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	13
1.5 ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	16
1.6. ΣΠΟΡΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ	17
1.7. ΛΙΠΑΝΣΗ.....	18
1.7.1. ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ.....	18
1.7.2. ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ.....	19
1.7.3. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	20
1.8. ΑΡΔΕΥΣΗ.....	20
1.9 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΧΘΡΟΙ	21
1.9.1 ΤΗΞΗ ΣΠΟΡΕΙΩΝ <i>RYTHIUM SP., RHIZOCTONIA SOLAMI</i>	21
1.9.2. ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ <i>RGEMIA LACTUEA</i>	22
1.9.3. ΒΟΤΡΥΤΗΣ (ΦΑΙΑ ΣΗΨΗ) <i>BOTRYTIS CINEREA</i>	22
1.9.4. ΣΚΛΗΡΟΤΙΝΙΑ <i>SCLEROTINIA SCLEROTIORUM</i>	23
1.9.5. ΩΔΙΟ <i>ERYSIPLA CICHORACEARUM</i>	23
1.9.6. ΙΩΣΕΙΣ	23
1.9.7 ΕΧΘΡΟΙ.....	24
1.9.7.1. <i>ΑΦΙΔΕΣ</i>	24
1.9.7.2. <i>ΑΛΕΥΡΩΔΗΣ</i>	24
1.9.7.3. <i>ΘΡΙΠΑΣ FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS</i>	24
1.9.7.4. <i>ΚΟΧΛΙΕΣ – ΣΑΛΙΓΚΑΡΙΑ</i>	24
1.9.8. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ	24
1.9.8.1. <i>ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ & ΠΕΡΙΘΩΡΙΑΚΟ ΚΑΨΙΜΟ ΦΥΛΛΩΝ (TIPBURN)</i>	25
1.10. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	28
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	28
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	28
2.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	29
2.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ.....	30
2.3. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ	31

2.4. ΥΛΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ.....	31
2.5. ΑΡΔΕΥΣΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	33
2.6. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	36
Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	36
3.1. ΓΕΝΙΚΑ	36
3.2. ΑΖΩΤΟ.....	36
3.3. ΦΩΣΦΟΡΟΣ.....	37
3.4. ΚΑΛΙΟ	38
3.5. ΑΣΒΕΣΤΙΟ.....	39
3.6. ΜΑΓΝΗΣΙΟ	40
3.7. ΘΕΙΟ	40
3.8. ΣΙΔΗΡΟΣ	40
3.9. ΜΑΓΓΑΝΙΟ	40
3.10. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ.....	40
3.11. ΧΑΛΚΟΣ.....	41
3.12. ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ	41
3.13. ΒΟΡΙΟ	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	42
ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ & ΘΡΕΨΗ	42
4.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	42
4.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΛΑΤΟΥΧΩΝ ΕΔΑΦΩΝ.....	42
4.2. ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ.....	43
4.3. ΑΝΤΟΧΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ.....	43
4.4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	44
4.4.1. ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ.....	44
4.4.2. ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ & ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ	44
4.4.2.1 ΕΛΛΕΙΨΗ ΝΕΡΟΥ	45
4.4.2.2. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΙΟΝΤΩΝ.....	45
4.4.2.3. ΑΝΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΙΟΝΤΩΝ	46
4.4.2.4. ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ	46
4.6. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	47
4.6.1. ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΑΛΑΤΩΝ Η ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ ΣΕ ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ	47

4.6.2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ ΜΕ ΣΑ ΣΤΟΥΣ ΒΛΑΣΤΟΥΣ	47
4.7. ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΓΙΑ ΥΨΗΛΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	51
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	51
5.2 ΜΕΘΟΔΟΙ & ΥΛΙΚΑ	52
5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ	54
5.3.1. ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ	54
5.3.2 ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ	54
5.3.3. ΛΟΓΟΣ ΤΟΥ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ	55
5.3.4. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΞΗΡΗ ΟΥΣΙΑ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ	56
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ, ΑΛΛΑ ΟΧΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ.	56
5.3.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ	57
5.3.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ	59
5.3.7 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ CL ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ	60
5.3.8 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ NA ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ	61
5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	62
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	64

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ & ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Κατά προσέγγιση περιεκτικότητα σε 100 gr φαγώσιμου προϊόντος (φύλλα).....	12
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Έκταση και παραγωγή καλλιέργειας μαρουλιού στη Ελλάδα στην χρονική περίοδο 1980-2000.....	13
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Έκταση και παραγωγή υπαίθριας καλλιέργειας μαρουλιού κατά γεωγραφικό διαμέρισμα στην Ελλάδα στην χρονική περίοδο 2000.....	14
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Έκταση και παραγωγή υπαίθριας και θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού στην Ελλάδα, στη χρονική περίοδο 1980-2000.....	15
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Συνολική παραγωγή και συνολικές εκτάσεις που καλλιεργήθηκαν με υπαίθριο μαρούλι στο νόμο Μεσσηνίας.....	15
ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Πρόγραμμα λίπανσης μαρουλιού με βάση τη χημική ανάλυση του εδάφους (συνιστωμένο από το ADAS Αγγλίας).....	19
ΠΙΝΑΚΑΣ 7. Περιεκτικότητα υποστρωμάτων εμπορίου σε τύρφη, περλίτη και διάφορα λιπάσματα και υλικά/ανά M ₃ υποστρώματος.....	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 8. Συγκεντρώσεις του N-ουχου λιπάσματος και του NaCl στο νερό άρδευσης.....	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 9. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στο υπέργειο νωπό βάρος (g/φυτό) πέντε ποικιλιών του μαρουλιού.	54
ΣΧΗΜΑ 1. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στο υπέργειο νωπό βάρος (g/φυτό) πέντε ποικιλιών μαρουλιού.....	55
ΣΧΗΜΑ 2. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στο λόγο του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος προς το ξηρό βάρος της ρίζας πέντε ποικιλιών μαρουλιού.....	56

ΠΙΝΑΚΑΣ 10. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στο ποσοστό ξηρής ουσίας της κεφαλής πέντε ποικιλιών μαρουλιού.	57
ΠΙΝΑΚΑΣ 11. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των νιτρικών (mg/kg, v.β.) στα φύλλα του μαρουλιού.....	57
ΣΧΗΜΑ 3. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των νιτρικών στα φύλλα (mg/Kg, v.β.), πέντε ποικιλιών μαρουλιού...	58
ΠΙΝΑΚΑΣ 12. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των νιτρικών (mg/kg, ξ.β.) στα φύλλα του μαρουλιού.....	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 13. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των νιτρικών (mg/Kg, v.β.) στις ρίζες του μαρουλιού.....	59
ΣΧΗΜΑ 4. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των νιτρικών στις ρίζες (mg/Kg, v.β.), πέντε ποικιλιών μαρουλιού.....	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 14. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου (% , ξ.β.) στα φύλλα του μαρουλιού.....	60
ΣΧΗΜΑ 5. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου (% , ξ.β) στα φύλλα πέντε ποικιλιών μαρουλιού.....	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 15. Η επίδραση του αζώτου (N) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση του Na (% , ξ.β.) στα φύλλα του μαρουλιού.....	62
ΣΧΗΜΑ 6. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση του Na (% ,ξ.β) στα φύλλα, πέντε ποικιλιών μαρουλιού.....	62

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα ως συντάκτης τις συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας να ευχαριστήσω όσους βοήθησαν για την ολοκλήρωση αυτής.

Συγκεκριμένα, τον κ. Καββαδία Βίκτωρα για τις πολύτιμες πληροφορίες, το φωτογραφικό υλικό και για της επεξηγήσεις που μου παρείχε στο πειραματικό μέρος της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Πασχαλίδη Χρήστο για την πλούσια βιβλιογραφία που μου πρότεινε, για την βοήθεια του σε όλο το θεωρητικό μέρος της πτυχιακής αλλά και γενικά για την πολύτιμη βοήθεια του στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Ο συντάκτης
Κοσμίδης Ηλίας

ΜΕΡΟΣ Α΄

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία αφορά τη μελέτη της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης και της αλατότητας (χλωριούχο νάτριο) στην απόδοση και χημική σύσταση Μαρουλιού. Είναι γνωστό ότι για την αντιμετώπιση των προβλημάτων λίπανσης της καλλιέργειας μαρουλιού σε συνθήκες θερμοκηπίου απαιτούνται ιδικές γνώσεις και εμπειρία που αφορούν τη φυσιολογία του φυτού της καλλιεργητικές φροντίδες.

Το θέμα παρουσιάζει μεγάλο πρακτικό ενδιαφέρον αφού με τη λίπανση της καλλιέργειας μαρουλιού δημιουργεί μεγάλες συγκεντρώσεις αλάτων στα εδάφη των θερμοκηπίων τα οποία επιδρούν αρνητικά στην ανάπτυξη των καλλιεργειών μειώνοντας την παραγωγικότητα αυτών.

Η εργασία αποτελείται από δυο μέρη: Το γενικό και το Πειραματικό. Το γενικό μέρος έχει 4 κεφάλαια και αναφέρεται στην καταγωγή, βοτανικά-μορφολογικά χαρακτηριστικά του μαρουλιού, στις ποικιλίες, στις καλλιεργητικές φροντίδες, στην τεχνική της υδροπονικής καλλιέργειας, στο ρόλο των θρεπτικών στοιχείων στη θρέψη του φυτού και τέλος στην αλατότητα και την επίδραση της στη θρέψη της καλλιέργειας.

Το δεύτερο μέρος της πτυχιακής εργασίας αναφέρετε στον στόχο του πειραματισμού, στα υλικά και μέθοδοι, στα αποτελέσματα, συζήτηση και τα συμπεράσματα.

Στο τέλος υπάρχει κατάλογος με τη σχετική βιβλιογραφία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, αλλά και διεθνώς, έχει παρατηρηθεί μια σημαντική αλλαγή στις διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων που, ανάμεσα στα άλλα, περιλαμβάνει και μια πολύ πιο ενεργή συμμετοχή των λαχανικών στο καθημερινό διαιτολόγιο. Έχει γίνει πιο γνωστή και έχει εκτιμηθεί περισσότερο όχι μόνο η θρεπτική τους αξία και η υψηλή περιεκτικότητά τους σε βιταμίνες αλλά και ο θετικός ρόλος τους ως χονδροειδείς τροφές. Ανάμεσα στα λαχανικά το μαρούλι, με τη λεπτή του γεύση, καταλαμβάνει κυρίαρχη θέση στην προτίμηση του καταναλωτικού κοινού και ίσως είναι το πιο διαδεδομένο σαλατικό. Εκτός από νωπό χρησιμοποιείται και στην κατασκευή διαφόρων μαγειρεμένων φαγητών, αλλά και με την δροσερή του εμφάνιση έχει γίνει ένα εύγευστο στολίδι για κάθε προσεγμένο τραπέζι.

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ- ΚΑΤΑΓΩΓΗ-ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Το καλλιεργούμενο μαρούλι πιστεύεται ότι προήλθε από το άγριο μαρούλι *Lactuca, scariola* ή *saligna* L. και *L. virosa* L. ή ύστερα από διασταυρώσεις μεταξύ των άγριων ειδών *L. saligna* L. και *L. virosa* L.

Το μαρούλι τύπος *Cos* πιστεύεται ότι έχει διαδοθεί από την Ελλάδα και το όνομα του τύπου προέρχεται από την νήσο Κω του Αιγαίου Πελάγους. Επίσης χώροι προέλευσης θεωρούνται οι περιοχές Ανατολικής Μεσογείου, Μικράς Ασίας, Καυκάσου, Περσίας και Τουρκιστάν. Την πρώτη του εμφάνιση σαν καλλιεργούμενο φυτό την κάνει στην Αίγυπτο στο 4.500 π.Χ. περίπου. Αναφέρεται ότι το καλλιεργούσαν οι Πέρσες τον 6^ο π. Χ. αιώνα, ενώ ήταν γνωστό στους Αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους. Στη συνέχεια μεταφέρθηκε στην Κίνα γύρω στα 900 μ.Χ. και στην Αμερική τον 15^ο αιώνα από τους Ισπανούς.

Σήμερα το μαρούλι έχει διαδοθεί και καλλιεργείται σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη και μήκη της υφελίου σαν ετήσιο φυτό. Είναι το σημαντικότερο φυλλώδες λαχανικό που χρησιμοποιείται νωπό σε σαλάτα στην Ελλάδα και αλλού.

Μεγάλη σημασία έχει επίσης στις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης, Αμερική, Αυστραλία, Ν. Ζηλανδία και Ιαπωνία.

Κατά κανόνα η καλλιέργειά του είναι υπαίθρια, αλλά υπάρχουν και θερμοκηπιακές καλλιέργειες σε χώρες με βαρύ χειμώνα π.χ. Καναδάς, Αγγλία, Δανία.

1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Το καλλιεργούμενο μαρούλι ή μαρούλι το εδώδιμο, ή ήμερο είναι διπλοειδές και έχει εννέα ζεύγη χρωμοσωμάτων ($2n = 18$). Τα περισσότερα από τα άλλα είδη του γένους *Lactuca* έχουν είτε οκτώ ή εννέα ζεύγη χρωμοσωμάτων.

Υπό κανονικές συνθήκες είναι φυτό «μακράς ημέρα» που σημαίνει ότι αν η διάρκεια έκθεσης του φυτού στο φως (φυσικό + τεχνητό) δεν ξεπεράσει κατά πολύ τις 12 ώρες, δεν θα παράγει ανθικό στέλεχος και άνθη.

• ΦΥΤΟ

Το μαρούλι είναι φυτό μονοετές, ποώδες .

• ΒΛΑΣΤΟΣ

Κατά τη διάρκεια της βλαστικής φάσης είναι πολύ κοντός και φέρει πυκνά φύλλα του ενώ και κατά την αναπαραγωγική φάση αναπτύσσεται σημαντικά φτάνοντας 1-1,5 m σε ύψος .

• ΦΥΛΛΑ

Τα φύλλα αναπτύσσονται σπειροειδώς επί του κοντού βλαστού και είναι λεία, πλατειά διαφόρου μεγέθους και σχήματος, ωσειδή, καρδιοειδή, επιμήκη, είναι ακέραια ή κυματοειδή ή ακανόνιστα οδοντωτά.

Τα πρώτα φύλλα είναι σχεδόν επίπεδα, ενώ τα επόμενα φύλλα εμφανίζουν, ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία, διαφόρου βαθμού κύρτωση και καλύπτει το ένα το άλλο σχηματίζοντας κεφαλή .

Το χρώμα ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία κυμαίνεται από βαθύ πράσινο ή πρασινοκίτρινο ή με απόχρωση κοκκινωπή (περιέχουν την χρωστική ουσία ανθοκυανίνη).

• ΑΝΘΙΚΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ

Το ανθικό στέλεχος (ανθοφόρος βλαστός) έχει ύψος 60 – 120 cm είναι όρθιο, χωρίς άκανθες διακλαδιζόμενο και πολύφυλλο.

Ο βλαστός φέρει γύρω του ταξιανθίες – κεφαλές υπό μορφή κορυμβόμορφου βότρου ή φόβη. Κάθε άνθος (κεφαλή) είναι σύνθετο και φέρει 15 – 24 ανθίδια που έχουν κίτρινο χρώμα με στεφάνη που αποτελείται από 5 πέταλα, 5 στήμονες και μια ωοθήκη το καθένα.

Το μαρούλι αυτογονιμοποιείται. Όλα τα ανθίδια σ' ένα άνθος ανοίγουν ταυτόχρονα σχεδόν και τα στίγματα είναι επιδεικτικά επικονοίασης μόνο για μερικές ώρες το πρωί. Ο στύλος μεγαλώνει και ταυτόχρονα οι ανθήρες ανοίγουν αφήνοντας τη γύρη να πέσει μέσα στο κώνο των ανθέρων και επάνω στο στίγμα, το οποίο επίσης ανοίγει, επιτρέποντας έτσι τη γονιμοποίηση .

Η σταυρεπικονοίαση είναι δύσκολο να γίνει και αφενός τα έντομα δεν ελκύονται από τα άνθη του μαρουλιού αφετέρου λόγω της ιδιαίτερης κατασκευής και λειτουργίας του άνθους.

Η παραγωγή υβριδισμένου σπόρου στο μαρούλι δεν είναι εύκολη κυρίως λόγω αυτογονιμοποίησης γι αυτό και δεν κυκλοφορούν πολλά υβρίδια στην αγορά.

• ΚΑΡΠΟΣ

Ο καρπός είναι αχάινιο, μικρός (μήκους 3 – 4 mm) επιμήκης χρώματος πρασινωπού η λευκωπού ή γκριζωπού, λείος με 5 – 6 ραβδώσεις σε κάθε επιφάνεια και φέρει πάππο από λεπτές λευκές τρίχες (χαρακτηριστικό των Σύνθετων) .

- **ΡΙΖΑ**

Το μαρούλι σχηματίζει ρίζα πασσαλώδη. Η κεντρική ρίζα λόγω της μιας ή περισσοτέρων μεταφυτεύσεων καταστρέφεται και αναπτύσσει θυσοανώδεις επιφανειακό ριζικό σύστημα.

1.3 ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Σχετικά με τη θρεπτική αξία το μαρούλι μοιάζει με λαχανικά όπως η αγκινάρα, το σπαράγγι, το σέλινο και το κουνουπίδι. Γενικά η περιεκτικότητα του μαρουλιού σε θερμίδες και θρεπτικές ουσίες είναι χαμηλή.

Το μαρούλι τύπου Cos ή Romaine είναι πιο θρεπτικό από τους κεφαλωτούς τύπους μαρουλιού γιατί έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνες Α και C.

Το μαρούλι επίσης είναι μια καλή πηγή Ca και P.

Η περιεκτικότητα των διαφόρων τύπων μαρουλιού σε διάφορα στοιχεία παρουσιάζεται στον πίνακα 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΚΑΤΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ 100 GR ΦΑΓΩΣΙΜΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ (ΦΥΛΛΑ).

ΤΥΠΟΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ			
ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΚΕΦΑΛΩΤΟ (BUTTERHEAD)	ΡΩΜΑΝΑ (COS OR ROMAINE)	ΚΑΣΑΡΟ ΚΕΦΑΛΩΤΟ (CRISPHEAD)
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΔΕΣ	11	16	11
ΝΕΡΟ (γρ.)	99	94	95
ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ (γρ.)	1,2	1,6	0,8
ΛΙΠΗ (γρ)	0,2	0,2	0,1
ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ (γρ.)	1,2	2,1	2,3
ΒΙΤΑΜΙΝΗ Α	1200	2600	300
ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β1	0,07	0,1	0,07
ΒΙΤΑΜΙΝΗ Β2	0,07	0,1	0,03
ΒΙΤΑΜΙΝΗ C	9	24	5
ΝΙΑΣΙΝΗ	0,4	0,5	0,3

ΑΛΑΤΑ Ca	40	36	13
ΑΛΑΤΑ FE	1,1	1,1	1,5
ΑΛΑΤΑ Mg	16	6	7
ΑΛΑΤΑ P	31	45	25

1.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το μαρούλι είναι το σημαντικότερο φυλλώδες λαχανικό που χρησιμοποιείται ναπό σε σαλάτα στην Ελλάδα, κυρίως από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη .

Στην Ελλάδα το μαρούλι καλλιεργείται κυρίως σαν υπαίθρια καλλιέργεια, σχεδόν καθ όλη τη διάρκεια του χρόνου αλλά κυρίως από νωρίς το φθινόπωρο μέχρι αργά την Άνοιξη.

Το καλοκαίρι η παραγωγή περιορίζεται σημαντικά λόγω των προβλημάτων που δημιουργούνται εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών και του μεγάλου μήκους ημέρας (σχηματισμός ανθικών στελεχών και λήθαργος σπόρων).

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΣΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 1980-2000.

ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόννοι)	ΣΤΡΕΜ. ΑΠΟΔΟΣΗ (κιλά/στρεμ)	ΤΙΜΗ (δρχ/κιλό)	ΑΚΑΘ.ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (σε χιλ. δρχ.)
2000	37.300	69.340	1.859	154,33	10.701.242
1999	37.700	69.300	1.838	160,4	11.115.720
1998	36.080	69.450	1.925	197,59	13.722.626
1997	33.670	65.580	1.948	134,73	8.835.593
1996	36.460	75.443	2.069	130,71	9.861.155
1995	34.460	69.215	1.998	133	9.205.595
1994	34.690	70.212	2.024	141,76	9.967.296

1993	32.732	63.774	1.948	132,78	8.467.912
1992	31.678	62.131	1.961	78,18	4.857.402
1991	28.867	74.572	2.584	80,71	6.020.320
1990	29.704	73.646	2.479	81,29	5.986.683
1989	32.099	68.263	2.127	73,71	5.031.666
1988	29.373	59.971	2.042	44,3	2.656.715
1987	27.151	57.733	2.126	36,45	2.104.368
1986	28.272	57.963	2.050	25,7	1.489.649
1985	27.926	57.657	2.065	32,28	1.861.168
1984	26.520	55.980	2.111	23,9	1.337.922
1983	26.370	54.670	2.073	16,23	887.294
1982	27.300	55.020	2.015	16,52	908.930
1981	26.000	51.420	1.978	13,24	680.801
1980	25.900	51.450	1.976	9,11	468.710

(*) ΠΗΓΗ: Υπουργείο Γεωργίας, Δ/ση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπ. Γεωργίας (διεύθυνση Δενδρ/κης, Τμήμα κηπευτικών), στον πίνακα φαίνεται η κατανομή παραγωγής και έκτασης υπαίθριας καλλιέργειας μαρουλιού κατά γεωγραφικό διαμέρισμα στην χρονική περίοδο 2000.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΠΑΙΘΡΙΑΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΚΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΣΤΗΝ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 2000.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τον/ στρ)
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	8020	12640
Δυτική και Κεντρική Μακεδονία	1210	1675
Ηλείου	3010	5580
Θεσσαλίας	14840	33490
Πελοποννήσου και Δυτ. Στερεάς	13860	14990
Αττικής και Νήσων	1420	1840
Σύνολο χώρας	42360	70215

(*) ΠΗΓΗ: Στατιστική υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας

Η ζήτηση και κατανάλωση μαρουλιού έχει σχέση με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Για παράδειγμα, καλός καιρός προτρέπει τους καταναλωτές ,να φτιάχνουν σαλάτες με αποτέλεσμα η ζήτηση να ανέρχεται, και αντίθετα . Οι εκτάσεις και η παραγωγή υπαίθριας και θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού την περίοδο 1980 – 2002, η συνολική παραγωγή και οι συνολικές εκτάσεις στο Νομό Μεσσηνίας δίνονται στον πίνακα 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΠΑΙΘΡΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, ΣΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 1980-2000.

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

(*)ΠΗΓΗ: Υπουργείο Γεωργίας

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΘΗΚΑΝ ΜΕ ΥΠΑΙΘΡΙΟ ΜΑΡΟΥΛΙ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ.

ΝΟΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	1997-1998	1998-1999	1999-2000
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΤΟΝ.)	1500	1500	1550

ΕΚΤΑΣΕΙΣ (ΣΤΡΕΜ.)	460	460	480
------------------------------	-----	-----	-----

(*)ΠΗΓΗ: Υπουργείο Γεωργίας

1.5 ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Υπάρχουν πέντε βασικές κατηγορίες ή τύποι μαρουλιού ανάλογα με τη μορφή και τη διάταξη των φύλλων τους στο κοντό βλαστό και το σχηματισμό ή απουσία κεφαλής :

α) *Lactuca sativa* var *romana* P.C. (*l. sativa* var *longifolia* Lam) Κως ή Ρομάνα

Ο πιο γνωστός τύπος μαρουλιού που καλλιεργείται στην Ελλάδα είναι η *Lactuca sativa* var *romana*. Φυτό όρθιο, υψηλό με λεπτή μικρή επιμήκη κεφαλή στο εσωτερικό και λεπτά μακρυνά φύλλα στο εξωτερικό με χρώμα σκούρο πράσινο.

Πιο σπουδαίες ποικιλίες είναι οι : Parris island, Parris Cos , Volmaine, Marvel κ.α.

β) *Lactuca sativa* var *Capitata* P.C. (*Butterhead*) Λείο, Κεφαλωτό.

Ο κύριος τύπος μαρουλιού στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη είναι η *Lactuca sativa* var *Capitata*. Σχηματίζει σφαιρική κεφαλή, φύλλα μαλακά. Το χρώμα ποικίλει, από ελαφρύ μέχρι βαθύ πράσινο .Σπουδαίες ποικιλίες είναι: White Boston, Artemis, Bibb, Citation κ.α.

γ) *Lactuca sativa* var *Capitata* P.C. (*Crisphead* , *Iceberg* ή *Curly*) κατσαρό κεφαλωτό.

Κύριος τύπος μαρουλιού της Β. Αμερικής αλλά καλλιεργείται και στην Ευρώπη είναι *Lactuca sativa* var *Capitata*. Σχηματίζει σφαιρική κεφαλή, τα φύλλα είναι κυματοειδή τραγανά και εύθραυστα. Χρώμα από ελαφρύ μέχρι βαθύ πράσινο.

Γνωστές ποικιλίες είναι : Great Lakes, Salinas, New York, Empire, Italica κ.α.

δ) *Lactuca sativa var crispa* (Looseleaf) Σαλάτα.

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

Τα φύλλα είναι κυρίως κατσαρά πράσινου χρώματος (διάφορες αποχρώσεις και εξωτερικά πολλές φορές κοκκινωπή απόχρωση).

ε) *Lactuca sativa var angustana* (Stem Lettuce) Κινέζικο .

Lactuca sativa var angustana (Stem Lettuce) Κινέζικο καλλιεργείται κυρίως στην Ασία.. Ποικιλία γνωστή στην Ευρώπη είναι η ποικιλία Celtuce .Καλλιεργείται τόσο για το σαρκώδες στέλεχος του (νωπό ή μαγειρεμένο) όσο και για τα φύλλα του (τυφερά).

Υπάρχουν και μερικοί άλλοι τύποι μαρουλιού όπως το Ινδικό (*L. indica*) που καλλιεργείται στην Κίνα και είναι πολυετές .

1.6. ΣΠΟΡΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

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

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

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

Οι μοντέρνες μέθοδοι παραγωγής φυταρίων σκοπεύουν στην αρχή της επιτάχυνσης της ανάπτυξης των φυτών, ώστε να συντομευτεί στο ελάχιστο ο χρόνος

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

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

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

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

1.7. ΛΙΠΑΝΣΗ

1.7.1. ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Το μαρούλι για να αναπτυχθεί χρειάζεται έδαφος γόνιμο πλούσιο σε οργανική ουσία. Θα πρέπει λοιπόν να προστίθεται στο έδαφος καλά χωνεμένη κοπριά πριν την απολύμανση και πριν τη μεταφύτευση ώστε να ενσωματωθεί στο έδαφος και να αποκτήσουν μια ομοιόμορφη δομή. Η προσθήκη οργανικής ουσίας γίνεται κάθε

χρόνο, εκτός και αν το έδαφος είναι γόνιμο. Στην περίπτωση που έχουμε ελαφρά αμμώδη εδάφη εφαρμόζουμε μεγαλύτερες ποσότητες από το κανονικό. Κανονικές ποσότητες θεωρούνται τα 10 τον./στρ. Στη Β. Ευρώπη εφαρμόζεται τύρφη σε ποσότητα 1,25 τον./ στρ. Μαζί με Ca (Ασβέστιο) για διόρθωση του PH.

1.7.2. ΑΝΟΡΓΑΝΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Έχει βρεθεί ότι μια καλλιέργεια μαρουλιού αφαιρεί από το έδαφος 8-10 κιλά άζωτο, 9-10 κιλά Κάλιο ανά στρέμμα. Συνιστάται λοιπόν να γίνεται πρώτα χημική ανάλυση του εδάφους και με βάση αυτή να εφαρμόζεται η κατάλληλη λίπανση.

Στην Αγγλία ο ADAS (Διεύθυνση Γεωργικών Εφαρμογών) συνιστά να εφαρμόζεται πρόγραμμα λίπανσης σύμφωνα με τη χημική ανάλυση του εδάφους.

Οι ποσότητες που εφαρμόζονται δίνονται στο πίνακα 6 που ακολουθεί και αναφέρονται στην περίπτωση που η ανάμιξη του λιπάσματος γίνεται στα πρώτα 20 εκ. του εδάφους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΟ ADAS ΑΓΓΛΙΑΣ).

ΛΙΠΑΣΜΑ	0	1	2	3	4	5	>5
Περιεκτικότητα εδάφους σε N Προσθήκη Αζώτου σε gr/m ² νιτρικής αμμωνίας	0-25	26-50	50+ 35	50+ 15	50+ 0	50+ 0	50+ 0
Περιεκτικότητα εδάφους σε P (mg/l) Προσθήκη Φωσφόρου σε gr/m ² τριπλού υπερφωσφορικού 0-48-0	0-9 100	10-15 70	16-25 70	26-45 35	46-70 35	71-100 15	>101 0
Περιεκτικότητα εδάφους σε K (mg/l) Προσθήκη Κάλιου σε gr/m θειϊ κού Καλλίου 0-0-48	0-60 70	61-120 70	121-240 70	245-400 35	405-600 35	605-900 -	>905 -

Περιεκτικότητα εδάφους σε Mg (mg/l) Προσθήκη Μαγνησίου σε gr/m² Kiesieride	0-25	110	26-50 80	51-100 30	101-175 -	176-250 -	255-350 -	>355 -
--	------	-----	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-----------



1.7.3. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

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

Εάν χρειαστεί να γίνει επιφανειακή λίπανση τότε συνιστάται η προσθήκη νιτρικής αμμωνίας (NH₄ NO₃) σε ποσότητα 2 κιλά/στρ. Εφαρμόζονται συνήθως τρεις επιφανειακές λιπάνσεις πριν τη συγκομιδή. Όσο αφορά την περιεκτικότητα των φύλλων του μαρουλιού σε νιτρικά άλατα θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα.

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

1.8. ΑΡΔΕΥΣΗ

Η απόφαση πότε θα εφαρμοστεί άρδευση και πόσο νερό θα δοθεί αποτελεί ένα από τα διαρκή προβλήματα της καλλιέργειας του μαρουλιού. Το έδαφος θα πρέπει να θεωρηθεί σαν μια αποθήκη νερού από την οποία το φυτό απορροφά νερό, το οποίο αναπληρώνεται κατά καιρούς με την άρδευση.

Πριν τη μεταφύτευση το έδαφος πρέπει να ποτιστεί και να φτάσει στο σημείο της υδατοικανότητάς του. Στη συνέχεια, σε αμμώδη εδάφη η φυτεύση μπορεί να γίνεται την επόμενη μέρα, ενώ σε πιο βαρεια εδάφη πιθανόν να χρειαστεί να περάσουν 3-4 ημέρες, ώστε το επιφανειακό στρώμα να χάσει υγρασία. Μετά τη μεταφύτευση ακολουθεί πότισμα, κατά προτίμηση με καταιονισμό, ώστε το επιφανειακό στρώμα του εδάφους να φθάσει και πάλι στο σημείο υδατοικανότητας του. Αυτό θα σημαίνει

περιορισμένη άρδευση μερικών μόνο λεπτών. Μετά τη μεταφύτευση το φυτό απορροφά νερό μόνο από τα επιφανειακά 3 – 4 εκ. Έτσι, είναι σημαντικό το επιφανειακό στρώμα να διατηρείται υγρό. Εάν για οποιοδήποτε λόγο ξηραθεί το επιφανειακό γόνιμο έδαφος ή ο κύβος εδάφους ή η «μπάλα» υποστρώματος, τότε η ανάπτυξη του φυτού είναι προβληματική.

Το μαρούλι αναπτύσσει θυσανώδες επιφανειακό ριζικό σύστημα. Για το λόγο αυτό είναι προτιμότερο να ποτίζεται πολλές φορές με μικρή ποσότητα νερού. Όταν το φυτό πλησιάζει την περίοδο συγκομιδής το ριζικό του σύστημα θα έχει αναπτυχθεί σε όλο τον επιφανειακό όγκο του εδάφους σε βάθος 20 –30 εκ. Το πότισμα στο μαρούλι καλό είναι να γίνεται με καταιονισμό από ψηλά, για να γίνεται ομοιόμορφη κατανομή του νερού. Η ύπαρξη του συστήματος καταιονισμού στο θερμοκήπιο μπορεί να εξυπηρετήσει και στην αύξηση της υγρασίας (μείωση διαπνοής) καθώς και στη μείωση της θερμοκρασίας στο χώρο του θερμοκηπίου. Αύξηση της υγρασίας στην ατμόσφαιρα, όταν πλησιάζει η συγκομιδή, μπορεί να βοηθήσει και στη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης στα φύλλα και αποφυγής του φυσιολογικού καψίματος (tipburn) και του περιφερειακού εγκαύματος που προκαλούνται από υπερβολική ένταση της ακτινοβολίας και με χαμηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής υγρασίας.

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

Στην περίπτωση που εφαρμόζεται εδαφοκάλυψη με πλαστικό σε όλη την έκταση του θερμοκηπίου τότε το πότισμα ή γίνεται με τη μέθοδο στάγδην από σωλήνες που βρίσκονται κάτω από το πλαστικό κάλυψης (1 σωλήνα για κάθε 2 γραμμές φυτών) ή γίνεται με καταιονισμό αλλά θα πρέπει το πλαστικό της εδαφοκάλυψης να είναι διάτρυτο.

1.9 ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΧΘΡΟΙ

1.9.1 ΤΗΞΗ ΣΠΟΡΕΙΩΝ *RYTHIUM SP.*, *RHIZOCTONIA SOLAMI*

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

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

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

1.9.2. ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ RGEMIA LACTUEA

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

1.9.3. ΒΟΤΡΥΤΗΣ (ΦΑΙΑ ΣΗΨΗ) BOTRYTIS CINEREA

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

1.9.4. ΣΚΛΗΡΟΤΙΝΙΑ SCLEROTINIA SCLEROTIORUM

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

1.9.5. ΩΙΔΙΟ ERYSIPLA CICHORACEARUM

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

1.9.6. ΙΩΣΕΙΣ

Η πιο σημαντική ίωση που προσβάλλει τα μαρούλια είναι το «μωσαϊκό του μαρουλιού» (LMV = Lettuce Mosaic Virus), η οποία μεταφέρεται με το σπόρο και διαδίδεται με τις αφίδες (*Myzus persicae*). Τα συμπτώματα της ίωσης είναι η μωσαϊκή στικτή εμφάνιση των φύλλων από πράσινα και κίτρινα στίγματα, η παραμόρφωση των φύλλων και η καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών. Για την πρόληψη της ίωσης, συνιστάται η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου, απαλλαγμένου ιώσεων, να προέρχεται από υγιή σποροπαραγωγικά φυτά, η έγκαιρη απομάκρυνση από την καλλιέργεια των προσβεβλημένων φυτών και η άμεση και αποτελεσματική καταπολέμηση των αφίδων.

Επίσης, δυο άλλες ιώσεις που προκαλούν ζημιές στο μαρούλι είναι η «δακτυλιώτη νέκρωση» του μαρουλιού και «Lettuce big vein» .

1.9.7 ΕΧΘΡΟΙ

1.9.7.1. ΑΦΙΔΕΣ

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

1.9.7.2. ΑΛΕΥΡΩΔΗΣ

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

1.9.7.3. ΘΡΙΠΑΣ FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS

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

1.9.7.4. ΚΟΧΛΙΕΣ – ΣΑΛΙΓΚΑΡΙΑ

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

1.9.8. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ

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

1.9.8.1. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ & ΠΕΡΙΘΩΡΙΑΚΟ ΚΑΨΙΜΟ ΦΥΛΛΩΝ (TIPBURN)

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

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

Η ανωμαλία (ζημιά) προκαλείται, όταν τα φύλλα χάνουν νερό στην ατμόσφαιρα με πιο γρήγορους ρυθμούς απ' ό τι είναι σε θέση να το αναπληρώσουν από το ριζικό σύστημα.

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

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

1.10. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

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

Στο μαρούλι τύπου Ρωμάνο, η συγκομιδή γίνεται όταν εμφανιστεί η μικρή κεφαλή στο κέντρο του φυτού. Ο εργάτης κόβει το φυτό κοντά ή λίγο πιο κάτω από

την επιφάνεια του εδάφους με μαχαίρι ή με ειδικό εργαλείο και στη συνέχεια αφαιρούνται τα εξωτερικά κατεστραμμένα φύλλα. Τοποθετούνται σε πλαστικά ή ξύλινα κιβώτια, όταν προορίζονται για την ντόπια αγορά ή σε χάρτινα κιβώτια, για τη ντόπια αγορά και για εξαγωγή.

Στα κεφαλωτά μαρούλια η συγκομιδή αρχίζει όταν η κεφαλή αποκτήσει το χαρακτηριστικό μέγεθος της ποικιλίας και ταυτόχρονα αποκτήσει καλή συνεκτικότητα.

Σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες όταν ακολουθείται η διαδικασία της μεταφύτευσης σε κύβους εδάφους ή σε υποστρώματα σε δίσκους, η ανάπτυξη του φυτού είναι ομοιόμορφη και η συγκομιδή γίνεται ταυτόχρονα σε όλα τα φυτά. Μάλιστα, στην Ολλανδία και άλλες χώρες, εφαρμόζεται και μηχανική συγκομιδή.

Ο χρόνος που παραμένουν τα φυτά στο έδαφος του θερμοκηπίου (μεταφύτευση – συγκομιδή) και η εποχή συγκομιδής εξαρτάται από την εποχή μεταφύτευσης, την ποικιλία, την εποχή (τον χειμώνα παραμένουν περισσότερο στο έδαφος). Γενικά, μπορεί να λεχθεί ότι στην Ελλάδα απαιτούνται 1,5 – 3 μήνες. Καθυστέρηση στην συγκομιδή προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας.

Η συγκομιδή πρέπει να γίνεται όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και τα φυτά στεγνά. Αμέσως μετά τα φυτά θα πρέπει να τοποθετούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες (ψυγεία) μέχρι να μεταφερθούν στην αγορά.

Εάν πρόκειται να συσκευαστούν για εξαγωγή τότε θα πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα οι θερμοκρασίες κατά τη μεταφορά στο συσκευαστήριο (αυτοκίνητο – ψυγείο), η αποφυγή ζημιών στα φυτά κατά την μεταφορά και τη συσκευασία. Η διαλογή και συσκευασία γίνεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στην Αμερική το προϊόν αμέσως μετά τη συγκομιδή και συσκευασία ψύχεται σε μεγάλα ψυγεία κενού (Vacuum coolers), ώστε να ψύχεται το προϊόν όσο το δυνατόν πιο σύντομα στη θερμοκρασία 1° C και να εξασφαλίζεται η διατήρηση της ποιότητας του προϊόντος. Η μεταφορά δε στους τόπους κατανάλωσης γίνεται πάλι με αυτοκίνητα – ψυγεία η τραίνα – ψυγεία. Το μαρούλι είναι πολύ ευπαθές λαχανικό, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε νερό. Δεν διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά τη συγκομιδή. Η υποβάθμιση της ποιότητας αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας αποθήκευσης. Διατηρεί την ποιότητά του καλή για 10 – 14 ώρες σε θερμοκρασία αποθήκευσης 1° C και 95- 97 % υγρασία.

Η ποιότητα στο μαρούλι καθορίζεται από την εμφάνιση, απουσία συμπτωμάτων από εχθρούς, ασθένειες και φυσιολογικές ανωμαλίες, απουσία ξένων ουσιών (χώμα,

υπολείμματα φυτοφαρμάκων κ.α.) την γεύση (γλυκιά όχι πικρή) και τα φύλλα πρέπει να είναι τρυφερά και τραγανά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Με τον όρο υδροπονία (Hydroponics ή Soilless culture) εννοούμε την τεχνική ανάπτυξης των φυτών χωρίς έδαφος ή μίγματα εδάφους.

Η υδροπονική καλλιέργεια έχει αρχίσει εδώ και πολλά χρόνια σαν μια εργαστηριακή τεχνική για την μελέτη των αναγκών των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία. Ήδη από τον 17^ο αναφέρονται πειραματικές εφαρμογές υδροπονίας στην Γαλλία και στην Αγγλία.

Ο Woodward ήταν ο πρώτος που καλλιεργήσε φυτά μέντας χωρίς έδαφος στην Αγγλία το 1699 (Jensen and Collins, 1985). Οι βασικές εργαστηριακές τεχνικές της καλλιέργειας σε θρεπτικά διαλύματα, αναπτύχθηκαν, ανεξάρτητα, από τους Sacks και Knop στη Γερμανία γύρω στα 1860 (Jensen and Collins, 1985). Ακολουθεί μια συνεχής βελτίωση της παρασκευής των θρεπτικών διαλυμάτων μέχρι που οι Arnon και Hoagland το 1940 παρασκεύασαν ένα διάλυμα που η σύστασή του ήταν η πιο πετυχημένη μέχρι τότε και η εφαρμογή του ήταν ευρύτατη.

Ο όρος υδροπονία καθιερώθηκε το 1930 από τον ερευνητή Dr. W. F. Gericke του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας που διέδωσε πλατιά την τεχνική ανάπτυξης των φυτών χωρίς έδαφος (Jensen and Collins, 1985).

Στην συνέχεια της εξέλιξης των υδροπονικών συστημάτων μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές και διάφορες παραλλαγές τους. Έτσι, υπάρχουν συστήματα με χρήση αδρανών υλικών για την εγκατάσταση και ανάπτυξη των ριζών (άμμος, χαλίκια, περλίτης, ελαφρόπετρα, πετροβάμβακας κ.τ.λ.), είτε συστήματα χωρίς αδρανή υλικά, αλλά με φυτά αναπτυσσόμενα με τις ρίζες μέσα σε θρεπτικό διάλυμα ποικίλου βάθους ανάλογα με το σύστημα.

Τα τελευταία χρόνια και συγκεκριμένα στα τέλη της δεκαετίας του '60 (Dudley, 1988) ο Dr Allen Cooper στο GCRI της Αγγλίας εκτόνησε ένα σύστημα καλλιέργειας σε ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα μικρού πάχους (μέχρι 1 cm) που το ονόμασε Nutrient Film Technique (NFT) (Winsor, et al., 1979).

2.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

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

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

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

Ένα τρίτο πρόβλημα που δημιουργείται όταν γίνεται ανακύκλωση του διαλύματος είναι η βαθμιαία αλλαγή της σύστασης του, δεδομένου ότι τα φυτά διακρίνονται από εκλεκτικότητα κατά την απορρόφηση των ιόντων με συνέπεια η αναλογία απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων να μη συμπίπτει με την αναλογία που υφίσταται στο διάλυμα. Για όλους αυτούς τους λόγους τα κλειστά υδροπονικά συστήματα δε χρησιμοποιούνται συνήθως. Όταν όμως εφαρμόζεται ανακύκλωση του διαλύματος οι λόγοι που υπαγορεύουν την επιλογή αυτή σχετίζονται με την προσπάθεια αποφυγής επιβάρυνσης του περιβάλλοντος και κυρίως του πόσιμου νερού, του εδάφους με τα λιπάσματα που περιέχονται στο απορρέον διάλυμα και ιδιαίτερα με τα νιτρικά ιόντα.

Το δεύτερο χαρακτηριστικό, με βάση το οποίο ταξινομούνται οι υδροπονικές καλλιέργειες, είναι η παρουσία ή όχι υποστρώματος. Έτσι, οι υδροπονικές καλλιέργειες μπορούν να χωριστούν σε αυτές που καλλιεργούνται πάνω σε

υπόστρωμα και σε εκείνες που καλλιεργούνται πάνω σε στάσιμο ή ρέον θρεπτικό διάλυμα. Επίσης διάκριση γίνεται ανάλογα με τον τύπο του υποστρώματος.

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

2.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

Τα μειονεκτήματα της υδροπονίας γενικά είναι λιγότερο σημαντικά από τα πλεονεκτήματα που αυτή παρουσιάζει. Σε ορισμένες όμως θερμοκηπιακές μονάδες τα μειονεκτήματα αυτά ενδέχεται να έχουν μεγαλύτερη σημασία, επομένως θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Το βασικότερο μειονέκτημα είναι ότι απαιτούνται αρκετά μεγάλες δαπάνες επένδυσης. Δαπάνες για αγορά παγίων εγκαταστάσεων, συστημάτων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος, έξοδα για την προμήθεια του υποστρώματος.

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

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

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

2.4. ΥΛΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται διάφορα υποστρώματα για την ανάπτυξη των φυτών στο σπορείο, τα οποία είτε εισάγονται από το εξωτερικό ή παρασκευάζονται από ντόπιες εταιρίες. Η σύνθεση των υποστρωμάτων αυτών ποικίλλει όσον αφορά τα κύρια συστατικά (τύρφη, περλίτης, βερμικουλίτης, έδαφος, άμμος κ.α.) και επίσης

όσον αφορά τα κύρια θρεπτικά στοιχεία , τα ιχνοστοιχεία το pH και την αγωγιμότητα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όταν η ένταση του φωτισμού είναι χαμηλή, η περιεκτικότητα του υποστρώματος σε άζωτο πρέπει να είναι χαμηλή, γιατί τα βλαστάνοντα φυτά του μαρουλιού μπορούν να αντέξουν μόνο χαμηλά επίπεδα αζώτου την περίοδο αυτή. Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία, η πιο συνηθισμένη τροφοπενία προκαλείται από την έλλειψη βορίου. Σημαντική επίσης είναι η παρουσία των άλλων ιχνοστοιχείων Fe, Cu, Mo, Mn και Zn.

Αντίθετα , αυξημένη συγκέντρωση βορίου, 2 – 3 φορές πιο υψηλή από την κανονική, προκαλεί τοξικότητα ιδιαίτερα όταν προστίθενται στο υπόστρωμα υπό μορφή βόρακα.

Παράδειγμα σύνθεσης υποστρωμάτων που παρασκευάζεται στην Ελλάδα και κυκλοφορούν με τα ονόματα HY-POT και HY-BRID και χρησιμοποιούνται για την αγορά και ανάπτυξη φυτωρίων μαρουλιού παρουσιάζονται στον πίνακα 7:

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΕΜΠΟΡΙΟΥ ΣΕ ΤΥΡΦΗ, ΠΕΡΛΙΤΗ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ/ΑΝΑ Μ3 ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	HY-POT	HY-BRID
ΥΛΙΚΑ		
ΤΥΡΦΗ ΧΟΥΜΩΔΗΣ	30%	25%
ΤΥΡΦΗ ΞΑΝΘΙΑ	60%	55%
ΠΕΡΛΙΤΗΣ	8%	15%
N-P-K (14-16-18)	1,75 ΚΙΛΑ	2,00 ΚΙΛΑ
ΔΟΛΟΜΙΤΗΣ	10,00 ΚΙΛΑ	10,00 ΚΙΛΑ
ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ pH	5-5.5	5-5,5

Στις υδροπονικές καλλιέργειες το υπόστρωμα αποτελεί ένα υποκατάστατο του εδάφους και επομένως θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτελεί όλες τις λειτουργίες που γίνονται από το χώμα και μάλιστα με καλύτερο τρόπο. Μόνο όταν πληρείται αυτή η προϋπόθεση είναι οικονομικά σκόπιμη η χρήση υποστρώματος, αντί της καλλιέργειας στο έδαφος.

Η χρησιμότητα του εδάφους για τα φυτά συνίσταται στην εξασφάλιση της ανόργανης θρέψης τους και στην παροχή μηχανικής υποστήριξης στα φυτά. Πρόβλημα στήριξης των φυτών όμως δεν υφίσταται στις υδροπονικές καλλιέργειες, στις οποίες γίνεται χρήση υποστρώματος, μιας και τα χαμηλής ανάπτυξης φυτά, όπως

το μαρούλι στηρίζονται ικανοποιητικά από το υπόστρωμα. Η βασική λειτουργία που καλούνται επομένως να επιτελέσουν επιτυχώς τα υποστρώματα είναι η εξασφάλιση καλής και ισόρροπης θρέψης.

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

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

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

2.5. ΑΡΔΕΥΣΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

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

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

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

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

2.6. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

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

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

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

διαλύματος με ένα ανεπιθύμητο ιόν σε υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις με επιβλαβή αποτελέσματα στα φυτά στα οποία θα χορηγηθεί ένα τέτοιο θρεπτικό διάλυμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

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

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

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

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

3.2. ΑΖΩΤΟ

Αυτό είναι το τέταρτο πιο συχνά απαντώμενο στοιχείο. Έτσι οι πρωτεΐνες περιέχουν 18 % N. Το N απορροφάται σαν NO₃ (ή NH₄), ανάγεται και ενσωματώνεται σε διάφορα συστατικά του φυτού. Το N είναι επίσης συστατικό των αμινοξέων, συνενζύμων, νουκλεοτιδίων, πουρινών, πυριμιδινών και της χλωροφύλλης. Από το N των φύλλων το 70 % βρίσκεται στους χλώροπλάστες. Το NO₃ αυξάνει τη δραστηριότητα του ενζύμου. Απορρόφηση της νιτρικής μορφής αυξάνει το pH του θρεπτικού διαλύματος, ενώ η αμμωνιακή μορφή προκαλεί μείωση του pH. Η αμμωνιακή μορφή μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα. Έτσι, κάθε μόριο

χλωροφύλλης φέρει κεντρικό άτομο Mg γύρω από το οποίο τοποθετούνται 4 δακτύλιοι πυρολίου.

3.3. ΦΩΣΦΟΡΟΣ

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

Ο φώσφορος απορροφάται από τα φυτά με τις μορφές H_2PO_4 και HPO_4 . Σε pH 5 το HPO_4 είναι ελάχιστο, ενώ σε pH 7 και οι δύο μορφές βρίσκονται σε ίσες αναλογίες.

Ο ρυθμός απορρόφησης του φωσφόρου εξαρτάται από το pH. Όσο αυξάνει το pH τόσο μειώνεται η ταχύτητα απορρόφησης. Πειράματα έχουν δείξει ότι τα φασολάκια απορροφούν 10 φορές περισσότερο P σε pH = 4 από ότι σε pH = 8,7. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι το H_2PO_4 απορροφάται ευεργετικά από τις ρίζες σε αντίθεση με το HPO_4 .

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

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

Το άνοιγμα των μπουμπουκιών και η καρπόδεση μειώνονται. Τα συμπτώματα της τροφοπενίας P παρατηρούνται πρώτα στα παλιά φύλλα με διάστικτες κηλίδες μωβ χρωματισμού στην κάτω επιφάνειά τους και τους μίσχους τους που οφείλονται στο σχηματισμό ανθοκυανινών. Ο γενικός χρωματισμός του φυλλώματος είναι βαθυπράσινος και τα παλιά φύλλα πέφτουν πρόωρα.

Μεγάλες δόσεις φωσφορούχων λιπασμάτων μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στη θρέψη του φυτού από την παρεμπόδιση της απορρόφησης των Fe, Cu και Zn.

Η κανονική τροφοδοσία των φυτών με P στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους είναι μεγάλης σπουδαιότητας. Τα σπορόφυτα και τα νεαρά φυτά που έχουν πρόσφατα

μεταφυτευθεί στην οριστική τους θέση έχουν μικρές, αλλά καθοριστικές για την εξέλιξή τους απαιτήσεις σε P γιατί ευνοεί την ανάπτυξη του ριζικού τους συστήματος και τα βοηθά να ξεπεράσουν το «σοκ» της μεταφύτευσης. Ακόμη ο P ευνοεί την καρπόδεση και επιταχύνει την ωρίμανση των πρώτων καρπών που σημαίνει ότι είναι σπουδαίος παράγοντας για την πρωιμότητα της καλλιέργειας.

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

3.4. ΚΑΛΙΟ

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

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

Σπουδαίο ρόλο παίζει το K στην οικονομία του νερού. Το άνοιγμα και το κλείσιμο των στοματιών των φύλλων ρυθμίζεται κυρίως από το K. Ακόμη αυξάνει η οσμωτική πίεση των κυττάρων των αυλωδών αγγείων (αύξηση απορρόφησης νερού) και των κυττάρων του μεσοφύλλου (μείωση απωλειών από τη διαπνοή). Αυτός είναι ο λόγος που τα φυτά καταναλώνουν λιγότερο νερό για τη σύνθεση μιας μονάδας οργανικής ουσίας, όταν είναι καλά εφοδιασμένο με κάλιο.

Το K αυξάνει το ρυθμό αφομοίωσης του CO₂, συνοδεύει τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης στους διάφορους ιστούς ακροπεταλικά και βασιπεταλικά επιταχύνει τη σύνθεση του ATP, λαμβάνει μέρος στα διάφορα στάδια σύνθεσης της πρωτεΐνης, αλλά κυρίως ενεργοποιεί πάρα πολλά ενζυμικά συστήματα από τα 60 γνωστά που απαιτούν μονοσθενές κατιόν για την ενεργοποίησή τους.

Η έλλειψη K δεν εκδηλώνεται αμέσως με ορατά συμπτώματα. Πρώτα παρατηρείται μια μείωση του ρυθμού ανάπτυξης του φυτού και μετά ακολουθεί η

χλώρωση των άκρων και της περιφέρειας του ελάσματος των φύλλων και σε σοβαρές περιπτώσεις η νέκρωσή τους. Τα συμπτώματα εντοπίζονται στην αρχή της έλλειψης στο 2^ο και 3^ο φύλλο από τη βάση του βλαστού.

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

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

3.5. ΑΣΒΕΣΤΙΟ

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

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

Άλλες λειτουργίες όπου περιλαμβάνει το Ca είναι ο γεωτροπισμός, το πρωτοπλασματικό ρεύμα, η ενεργός απέκκριση και οι ορμονικές μεταβολές. Προσλαμβάνεται από τα φυτά ως Ca²⁺.

3.6. ΜΑΓΝΗΣΙΟ

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

3.7. ΘΕΙΟ

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

3.8. ΣΙΔΗΡΟΣ

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

3.9. ΜΑΓΓΑΝΙΟ

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

3.10. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ

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

3.11. ΧΑΛΚΟΣ

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

3.12. ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΟ

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

3.13. ΒΟΡΙΟ

Είναι το μοναδικό μη μέταλλο από τα ιχνοστοιχεία. Το βόριο διευκολύνει τη μεταφορά των σακχάρων μέσω των μεμβρανών και λαμβάνει μέρος στο μεταβολισμό IAA και νουκλεϊκών οξέων. Είναι δυσκίνητο στοιχείο. Προσλαμβάνεται από τα φυτά σε διάφορες μορφές όπως H_2BO_3 , HBO_3 , B_4O_7 και BO_3 .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ & ΘΡΕΨΗ

4.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα προβλήματα αλατότητας, λόγω της άρδρευσης με νερό κακής ποιότητας, παρουσιάζονται σε όλο τον κόσμο, και ιδιαίτερα σε ξερές ή ημίξηρες περιοχές (Feinerman et al. 1982). Υπολογίζεται ότι αυτά τα προβλήματα επηρεάζουν το ένα τρίτο των αρδευομένων εκτάσεων στον κόσμο (Yaron et al. 1969). Ο Vose (1983) διαπίστωσε, ότι οι καλλιεργούμενες περιοχές, στις οποίες διακόπτετε η άρδευση λόγω αλατότητας, είναι πολύ περισσότερες από τις εκτάσεις, στις οποίες αρχίζει η άρδευση.

Το πρόβλημα προκύπτει από κακή αποστράγγιση, μικρή βροχόπτωση και υψηλή εξάτμισοδιαπνοή (τα άλατα συγκεντρώνονται στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους) και από κακή ή μέτρια ποιότητα του νερού άρδευσης (Θερίος 1996). Ως αποτέλεσμα, τα εδάφη αυτά είναι δυνατόν να περιέχουν άλατα σε τέτοιες συγκεντρώσεις που συχνά εμποδίζουν την ανάπτυξη των φυτών και προκαλούν χλώρωση και νέκρωση των φύλλων. Η επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών επιτυγχάνεται μέσω της τοξικότητας των ιόντων, της μειωμένης πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων (Harivandi et al. 1983) και της μείωσης του ιδατικού δυναμικού.

4.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΛΑΤΟΥΧΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Τα εδάφη θεωρούνται αλατούχα, όταν περιέχουν αρκετά υδατοδιαλυτά άλατα που επηρεάζουν την ανάπτυξη των περισσότερων καλλιεργούμενων ειδών. Οι ποσότητες εξαρτώνται από το είδος του φυτού, τη σύσταση και τις συνθήκες υγρασίας του εδάφους καθώς και το είδος των διαφόρων αλάτων. Σύμφωνα με το US Salinity Laboratory (1954), το εκχύλισμα κορεσμού των αλατούχων εδαφών έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα (E_c) μεγαλύτερη από 4mmho.cm εις τη μείων 1 (ds.m) (αντίστοιχο με 40 mM NaCl) και ποσοστό εναλλακτικού νατρίου (ESP) μικρότερο από 15%. Το pH των αλατούχων εδαφών είναι δυνατόν να έχει μεγάλο εύρος, αλλά συνήθως είναι αλκαλικό (Marschner 1995). Περιέχουν κυρίως χλωριούχα και θειικά άλατα νατρίου, ασβεστίου και μαγνησίου από τα οποία αυτά που περιέχουν νάτριο είναι τα πιο επιβλαβή. Το Na δρα δυσμενώς στη δομή του εδάφους, με αποτέλεσμα ο αερισμός του και η αύξηση των φυτών να μειώνονται (Θερίος 1996). Επειδή η E_c μετράται στο

εκχύλισμα κορεσμού, η συγκέντρωση αλάτων στο εδαφικό διάλυμα στην κατάσταση υδατοικανότητας θα είναι περίπου διπλάσια από τη συγκέντρωση του εκχυλίσματος κορεσμού και ακόμα υψηλότερη όταν η υγρασία του εδάφους είναι κάτω από την κατάσταση υδατοικανότητας.

4.2. ΤΟ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Η χρήση του νερού με υψηλή συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων συνεπάγεται τη δημιουργία αλατούχων εδαφών, όταν η αποστράγγιση και η έκπλυση του εδάφους είναι ανεπαρκείς και όταν η ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους είναι χαμηλή. Η E_c του θαλασσινού νερού είναι 44-55 ds.m εις την μείων 1, και κανονικά το νερό άρδευσης καλής ποιότητας πρέπει να έχει E_{ce} (ηλεκτρική αγωγιμότητα) κάτω από 2ds.m εις την μείων 1 (Marschner 1995). Τα κύρια χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα άρδευσης είναι (α) η συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων, (β) η συγκέντρωση Na και ο λόγος Na^+/Ca^+ , (γ) η συγκέντρωση HCO_3 και (δ) η συγκέντρωση B. Τα πιο συχνά απαντώμενα άλατα στο νερό άρδευσης είναι με σειρά τοξικότητας τα εξής: $Na_2CO_3 > MgSO_4 > MgCl_2 > Na_2SO_4 > NaCl > CaCl_2$ (Θερίος 1996).

4.3. ΑΝΤΟΧΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Ο Marschner (1995) κατέταξε τα είδη των φυτών σε τέσσερις ομάδες σύμφωνα με την αντίδρασή τους στην αλατότητα. Η ανάπτυξη των αλόφυτων (ομάδα I) είναι άριστη σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις NaCl, αντίδραση που οφείλεται μόνο εν μέρει στο ρόλο του Na ως θεμελιώδες στοιχείο σε αυτά τα είδη. Μόνο σε μερικά είδη καλλιεργούμενων φυτών παρατηρείται ελεφρά προαγωγή της αύξησης σε χαμηλές συγκεντρώσεις αλάτων (ομάδα II). Τα περισσότερα καλλιεργούμενα είδη είναι γλυκόφυτα και παρουσιάζουν μικρή (ομάδα III) ή καθόλου (ομάδα IV) αντοχή στην αλατότητα.

4.4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

4.4.1. ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

Η κυριότερη επίδραση της αλατότητας είναι η αναστολή της αύξησης, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής. Όταν η συγκέντρωση των αλάτων αυξάνεται πάνω από το ανεκτό όριο τότε μειώνονται σταδιακά τόσο το τελικό μέγεθος των φυτών όσο και ο ρυθμός αύξησης. Όταν η περιεκτικότητα του εδάφους σε άλατα είναι χαμηλή, τότε επιταχύνεται η αύξηση των φυτών σε ύψος, η επιμήκυνση των ριζών και η δημιουργία πλάγιων ριζών. Όταν όμως το περιεχόμενο του εδάφους σε άλατα φτάνει το 0,8%, τότε η αύξηση και η ανάπτυξη των φυτών επιβραδύνονται. Στα αλατούχα εδάφη η αύξηση σταματά στο χρονικό διάστημα μεταξύ δύο αρδεύσεων και ξαναρχίζει αμέσως μετά από άρδευση. Φαίνεται ότι κάτω από συνθήκες αλατότητας το φυτό εισέρχεται σε κατάσταση αδράνειας, που εκφράζεται με ελάτωση της ταχύτητας αύξησης. Τα φυτά που καλλιεργούνται κάτω από συνθήκες χλωριούχων ιόντων εισέρχονται σε βαθύτερη κατάσταση αδράνειας σε σχέση με αυτά που καλλιεργούνται κάτω από συνθήκες θεικών ιόντων, και έτσι έχουν μειωμένο ρυθμό αύξησης και χρησιμοποίησης των θρεπτικών στοιχείων (Θερίλος 1996).

Η αλατότητα δρα διαφορετικά σε αδιάφορα τμήματα του φυτού. Έτσι, η ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος αναστέλλεται περισσότερο σε σχέση με την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος (Bernstein and Hayward 1958).

4.4.2. ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ & ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Υπάρχουν τρεις κύριοι περιορισμοί για την αύξηση των φυτών σε αλατούχα εδάφη (Marschner 1995): (α) η έλλειψη νερού (υδατική καταπόνηση), αποτέλεσμα του χαμηλότερου υδατικού δυναμικού του ριζικού συστήματος, (β) η τοξικότητα ιόντων, κυρίως Cl^- και Na^+ , και (γ) η ανισορροπία ιόντων, αποτέλεσμα της μειωμένης πρόσληψης καθώς και της παρεμπόδισης της μεταφοράς των θρεπτικών στοιχείων μέσα στο φυτό, ιδιαίτερα του Ca.

Συχνά δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η συμβολή του κάθε περιοριστικού παράγοντα της αύξησης του φυτού επειδή επηρεάζεται από πολλές παραμέτρους, όπως είναι η συγκέντρωση ιόντων και η σχέση τους στο έδαφος, η διάρκεια της έκθεσης στην αλατότητα, το είδος του φυτού, η ποικιλία και το υποκείμενο, το στάδιο

ανάπτυξης του φυτού, το τμήμα του φυτού, η γονιμότητα του εδάφους, η υγρασία και ο αερισμός του εδάφους, και οι συνθήκες του περιβάλλοντος.

4.4.2.1 ΕΛΛΕΙΨΗ ΝΕΡΟΥ

Η αλατότητα μειώνει την απορρόφηση νερού από τις ρίζες, με αποτέλεσμα ο εφοδιασμός των βλαστών με νερό και θρεπτικά στοιχεία να μειώνεται. Είναι γνωστό ότι οι μεταβολές στο υδατικό ισοζύγιο των φύλλων είναι υπεύθυνες για τις μεταβολές του ρυθμού αύξησης των φύλλων. Όταν εκπλύνονται τα άλατα από το έδαφος, ο ρυθμός επιμήκυνσης των φύλλων επανέρχεται στο επίπεδο που ήταν πριν από την εφαρμογή της αλατότητας. Δεν είναι ακόμα γνωστό αν η μείωση της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων και η έλλειψη ισορροπίας μεταξύ θρεπτικών στοιχείων στις ζώνες επιμήκυνσης είναι αρκετά σημαντική ώστε να προκαλεί μείωση του ρυθμού επιμήκυνσης των φύλλων σε μικρό χρονικό διάστημα (Lynch et al. 1988, Munns et al. 1989).

Τα φυτά προσαρμόζονται σε συνθήκες αλατότητας με διαφορετικούς τρόπους, όπως (α) η αύξηση του πάχους των φύλλων, (β) η μείωση του αριθμού και του μεγέθους των φύλλων, (γ) η μείωση του αριθμού των στοματίων και η μεταβολή της κατανομής τους, (δ) η πεχύτερη εφυμενίδα των φύλλων και (ε) το όχι καλά αναπτυγμένο η μερικώς κατεστραμμένη ξυλώδης μοίρα (Shannon 1979).

4.4.2.2. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΙΟΝΤΩΝ

Στις περισσότερες περιπτώσεις, κάτω από συνθήκες αλατότητας, το Na^+ και το Cl^- είναι τα ιόντα που βρίσκονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση. Το Cl^- είναι θεμελιώδες στοιχείο (μικροστοιχείο) για όλα τα ανώτερα φυτά ενώ το Na για πολλά αλόφυτα και μερικά C_4 φυτά. Όμως οι συγκεντρώσεις αυτών των ιόντων σε αλατούχα εδάφη είναι υπερβολικές. Ως αποτέλεσμα τα φυτά με χαμηλή ή καθόλου αντοχή στην αλατότητα παρουσιάζουν συμπτώματα τοξικότητας (Marschner 1995). Σε πολλά ετήσια φυτά, στην άμπελο, και πολλά οπωροφόρα δένδρα, η αναστολή της αύξησης και οι ζημιές στα φύλλα (περιφερειακή χλόρωση και νέκρωση) εμφανίζονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις NaCl (Sykes 1992, Maas 1993). Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η υατική καταπόνηση δεν είναι ο καθοριστικός παράγοντας της μειωμένης αύξησης αλλά η τοξικότητα ιόντων (Greenway and Munns 1980, Maas 1993).

Η τοξικότητα Cl είναι συχνή σε πολλά φυτά που αναπτύσσονται σε αλατούχα εδάφη. Όμως σε μερικά είδη όπως το Sorghum, το Na₂SO₄ περιορίζει την αύξηση των φυτών στα ίδια επίπεδα όπως το NaCl σε ενδιάμεση συγκέντρωση και ακόμα περισσότερο σε υψηλή συγκέντρωση αλάτων. Ο περιορισμός της αύξησης στην περίπτωση αυτή οφείλεται εν μέρει στη μείωση της συγκέντρωσης K και Mg του βλαστού (Boursier and Lauchli 1990). Γενικά, η τοξικότητα Na είναι τόσο συχνή όσο η τοξικότητα Cl, και συσχετίζεται με τις χαμηλές συγκεντρώσεις Ca, ή με τον κακό αερισμό του εδάφους.

4.4.2.3. ΑΝΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΙΟΝΤΩΝ

Όταν το έδαφος έχει υψηλή συγκέντρωση αλάτων τότε η μείωση της αύξησης μπορεί να είναι αποτέλεσμα αναστολής της πρόσληψης, μεταφοράς ή χρησιμοποίησης των θρεπτικών στοιχείων. Αν και οι υψηλές συγκεντρώσεις Cl μπορούν να αναστέλλουν την πρόσληψη NO₃, η έλλειψη N προφανώς δεν είναι ο καθοριστικός παράγοντας για τη μείωση της αύξησης κάτω από συνθήκες αλατότητας. Όταν η συγκέντρωση του υποστρώματος σε p είναι πάνω από την κανονική, η αλατότητα NaCl είναι δυνατόν να αυξήσει την πρόσληψη P και να προκαλέσει τοξικότητα και μείωση της αύξησης του φυτού (Roberts et al. 1984).

4.4.2.4. ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων στα εδαφικά διαλύματα, με εξαίρεση το Cl-, είναι χαμηλή (μM) και είναι συνάρτηση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του εδάφους. Η διαθεσιμότητα των περισσότερων ιχνοστοιχείων εξαρτάται από το pH του εδαφικού διαλύματος και επίσης από φαινόμενα δέσμευσής τους στα οργανικά ή ανόργανα συστατικά του εδάφους. Η διαλυτότητα των ιχνοστοιχείων από τα πετρώματα συνήθως αυξάνεται κάτω από συνθήκες αλατότητας (Sharpley et al. 1992) ενώ η συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων στο φυτό μπορεί να αυξηθεί, να μειωθεί ή να μείνει σταθερή. Αυτό εξαρτάται από το είδος του φυτού, τον ιστό, την αλατότητα, τη συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Υπάρχουν αναφορές ότι η αλατότητα NaCl μπορεί να προκαλέσει έλλειψη Fe.

4.6. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

4.6.1. ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΑΛΑΤΩΝ Η ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ ΣΕ ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ

Η αντοχή στην αλατότητα μπορεί να επιταχύνεται μέσω αποκλεισμού της απορρόφησης αλάτων ή με συγκέντρωση αλάτων σε ορισμένες θέσεις ή όργανα όπως τα χυμοτόπια. Μολονότι συνήθως διακρίνονται καθαρά τα φυτά που αποκλείουν την απορρόφηση αλάτων από αυτά που απορροφούν και συγκεντρώνουν άλατα, στην πραγματικότητα υπάρχει μεγάλο φάσμα διαφορετικών βαθμών αποκλεισμού και απορρόφησης αλάτων.

Στα αλόφυτα, η μεγάλη αντοχή στην αλατότητα βασίζεται συνήθως στην συγκέντρωση αλάτων στα χυμοτόπια και στη χρήση τους για τη διατήρηση της σπαργής καθώς και στην αντικατάσταση του K^+ από το Na^+ σε πολλές μεταβολικές λειτουργίες. Στα γλυκόφυτα στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά, συνήθως υπάρχει αντίστροφη σχέση μεταξύ πρόσληψης αλάτων και αντοχής στην αλατότητα, δηλαδή ο αποκλεισμός της απορρόφησης είναι ο επικρατέστερος μηχανισμός (Greenway and Munns 1980, Gorham et al. 1985).

Οι μηχανισμοί που περιορίζουν την υπερβολική μεταφορά Na^+ και Cl^- στο υπέργειο μέρος των φυτών που αναπτύσσονται σε αλατούχα εδάφη λειτουργούν στις ρίζες και στο κατώτερο μέρος του βλαστού (Benlloch et al. 1991, Tattini et al. 1992).

Η επαναφορά του Na από τους βλαστούς στις ρίζες είναι δυνατόν να συνεισφέρει στις υψηλές συγκεντρώσεις Na στους βλαστούς των ευαίσθητων και των ανθεκτικών φυτών στην αλατότητα (Marschner 1995).

Ο Jeschke (1984) και ο Reimann (1992) βρήκαν ότι η ρύθμιση της μεταφοράς Na επιτυγχάνεται με αταλλαγή $K-Na$ στο πλασμαλήμμα και μπορεί να είναι σημαντική για την επιβίωση των φυτών σε αλατούχα εδάφη.

4.6.2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ ΜΕ ΣΑ ΣΤΟΥΣ ΒΛΑΣΤΟΥΣ

Στα φυτά που απορροφούν άλατα για οσμωτική προσαρμογή η κατανομή Na^+ και Cl^- στα διάφορα όργανα και ιστούς είναι βασικής σημασίας. Η κατανομή Na και Cl γίνεται σε παλιά και καινούρια φύλλα, στο έλασμα, στο μίσχο, σε διάφορες ζώνες των φύλλων και στα αναπαραγωγικά και βλαστικά όργανα. Η περιορισμένη μεταφορά Na^+ και Cl^- στα νέα φύλλα είναι χαρακτηριστική των φυτικών ειδών με αντοχή στην αλατότητα.

Για τα καλλιεργούμενα φυτά με αντοχή στην αλατότητα δεν είναι τόσο σημαντική η συνολική ποσότητα αλάτων στους βλαστούς όσο η μεγάλη διαφορά στη συγκέντρωση Na^+ και Cl^- μεταξύ ώριμων και νέων φύλλων. Αυτό βρέθηκε ότι ισχύει στο σιτάρι (Gorham et al. 1986b), στο καλαμπόκι (Hajibagheri et al. 1987) και στα ζαχαρότευτλα. Τα ζαχαρότευτλα που είναι πολύ ανθεκτικά στην αλατότητα, έχουν μεγάλη διαφορά στο λόγο Na^+/K^+ στα παλιά σε σύγκριση με τα νέα φύλλα. Ο σχετικά μικρός λόγος Na^+/K^+ στα νέα φύλλα και τα όργανα αναπαραγωγής εξασφαλίζεται με μικρή μεταφορά K^+ και Na^+ στη ξυλώδη μοίρα και υψηλή μεταφορά K^+ στην ηθώδη μοίρα των ώριμων φύλλων (Wolf et al. 1991).

4.7. ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΓΙΑ ΥΨΗΛΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Τα προγράμματα επολογής και γενετικής βελτίωσης για μεγαλύτερη αντοχή των καλλιεργούμενων φυτών στην αλατότητα πρέπει να λαμβάνουν υπ' όψιν τους μηχανισμούς που είναι υπεύθυνοι για την αντοχή ή την ευαισθησία στην αλατότητα.

Για τα γλυκόφυτα στα οποία η αντοχή στην αλατότητα συσχετίζεται με τη μειωμένη πρόσληψη και συσσώρευση Na^+ ή Cl^- σε όλο ή μέρος (βλαστούς, φύλλα) του φυτού (Bernstein et al. 1969, Lauchli and Wieneke 1979, Salim 1989), μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο αποκλεισμός ιόντων από ορισμένου ιστούς, ως φυσιολογικό κριτήριο επιλογής.

Ο αποκλεισμός της συγκέντρωσης του Cl^- από το βλαστό χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο επιλογής στα εσπεριδοειδή (Furr and Ream 1969, Sykes 1985a) και στο αμπέλι (Downton 1977, Sykes 1985b). Όμως, τα φυτά αποκλείουν την απορρόφηση και μεταφορά στο υπέργειο μέρος τόσο του Na^+ όσο και του Cl^- προφανώς δεν θα δίνουν μεγάλη παραγωγή σε συνθήκες υψηλής αλατότητας επειδή η αύξησή τους περιορίζεται από την έλλειψη νερού και τη χρησιμοποίηση των φωτοσυνθετικών προϊόντων για την οσμωτική προσαρμογή. Τα φυτά που απορροφούν άλατα έχουν περισσότερες πιθανότητες για καλύτερη προσαρμογή στην αλατότητα και για κανονική απόδοση.

Κατά τα τελευταία 15-20 χρόνια έχουν γίνει μεγάλες προσπάθειες για τη δημιουργία φυτών με μεγαλύτερη αντοχή στην αλατότητα. Η επιλογή βασίστηκε σε κριτήρια όπως παραγωγικότητα ή επιβίωση των φυτών, ζημιές στα φύλλα και ύψος του φυτού. Οι παράμετροι αυτοί περιλαμβάνουν διάφορους φυσιολογικούς μηχανισμούς υπεύθυνους για την αντοχή στην αλατότητα (Noble and Rogers 1992) και επηρεάζονται όχι μόνο από την αλατότητα αλλά και από άλλους παράγοντες, όπως

τις συνθήκες περιβάλλοντος. Ωστόσο δεν μπορούν να απορρίπτονται επειδή δεν υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις (Noble and Rogers 1992).

Η επιλογή και γενετική βελτίωση για μεγαλύτερη αντοχή στην αλατότητα μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική αν η επιλογή βασίζεται άμεσα σε φυσιολογικούς μηχανισμούς υπεύθυνους για την αντοχή στην αλατότητα. Όμως, στις περισσότερες περιπτώσεις εμπλέκονται πολλοί μηχανισμοί και η σχετική σημασία του κάθε μηχανισμού μπορεί να διαφέρει μεταξύ συγγενών ειδών (Rush and Epstein 1981) και ποικιλιών (Yeon and Flowers 1983).

Συχνά προτείνεται η χρήση της ιστοκαλλιέργειας για δημιουργία φυτών ανθεκτικών στην αλατότητα (Stavarek and Rains 1984). Η επιλογή γενοτύπων ανθεκτικών στην αλατότητα (κυρίως για το NaCl) πέτυχε σε μερικά είδη όπως *Citrus sinensis*(L.) Osbeck και *C.aurantium* L. (Kochba et al. 1982), και *Coffea Arabica* L. (Yasuba et al.1982). Ωστόσο οι ιστοί που εκτίθενται σε υψηλές συγκεντρώσεις NaCl συχνά χάνουν την ικανότητα να παράγουν κανονικά φυτά.(Lebrun et al. 1985) και Τα φυτά που προκύπτουν από τα επιλεγμένα κύτταρα με ιστοκαλλιέργεια δεν παρουσιάζουν πάντα αυξημένη αντοχή στην αλατότητα (Dracup 1991, 1993). Μάλιστα συχνά παρουσιάζουν δυσμενείς γενετικές μεταβολές, όπως βραδεία αύξηση και ευαισθησία σε ασθένειες (Stavarek and Rains 1984).

Άλλοι περιορισμοί μεθόδου της ιστοκαλλιέργειας είναι η αναστολή της αύξησης με το NaCl που μπορεί να μειώνεται με τις αυξητικές ουσίες που προστίθενται στο υπόστρωμα και δεν παρουσιάζεται υδατική καταπόνηση in nitro (Barlass and Skene 1981). Πιο σημαντικό όμως είναι ότι η αντοχή στην αλατότητα συνήθως είναι χαρακτηριστικό που ρυθμίζεται από πολλά γονίδια και εξαρτάται περισσότερο από τη δομή του φυτού ως σύνολο και λιγότερο από την αντοχή στα άλατα σε κυτταρικό επίπεδο (Lebrun et al. 1985).

Η επιλογή ανθεκτικών στην αλατότητα γενοτύπων μέσω ιστοκαλλιέργειας πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο στις περιπτώσεις στις οποίες ένα μεγάλο ποσοστό της αντοχής προκύπτει σε κυτταρικό επίπεδο (Dracup 1991, Noble and Rogers 1992).

Εκτός από τη χρήση της παραλλακτικότητας για γενετική βελτίωση φαίνεται να έχει καλές προοπτικές η εισαγωγή με υβριδισμό επιθυμητών χαρακτηριστικών στα καλλιεργούμενα είδη από αυτοφυή είδη, όπως έγινε στη τομάτα (Tal 1985, Bolarin et al.1991).

ΜΕΡΟΣ Β΄

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΕ ΔΟΧΕΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μαρούλι αποτελεί μια από τις σημαντικότερες εκτός εποχής καλλιέργειες στη περιοχή Καλαμάτας όπου οι κλιματικές συνθήκες είναι ευνοϊκές για την παραγωγή κηπευτικών. Η ανεπάρκεια καλής ποιότητας νερού, λόγω αυξημένης ζήτησης για γεωργική και μη χρήση, σε συνδυασμό με τη χρήση υπερβολικών ποσοτήτων λιπασμάτων αναγκάζει τους παραγωγούς να χρησιμοποιούν νερό αυξημένης αλατότητας για άρδευση.

Το πρόβλημα της αλατότητας λόγω της άρδευσης με νερό κακής ποιότητας παρουσιάζεται σε όλο τον κόσμο. Το μαρούλι γενικά θεωρείται ως μέτρια ευπαθές στην αλατότητα (Maas and Hoffman, 1977) με ανώτατο όριο ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC 1,3 ds/m. Όμως πολλοί ερευνητές (Shannon et al., 1983; Cramer and Spurr, 1986; De Pascale and Barbieri, 1995; Shannon and Grieve, 1999) έχουν αναφέρει διαφορετικά επίπεδα αντοχής στην αλατότητα, που πιθανά να οφείλονται σε διαφορετικό γενότυπο. Η κατανόηση της συμπεριφοράς των διαφόρων γενοτύπων στην αλατότητα θα βοηθήσει στην αντιμετώπιση των προβλημάτων της αλατότητας στην παραγωγή κηπευτικών.

Πολλά πειράματα έδειξαν ότι η αλατότητα μειώνει τη συσσώρευση N και ιδιαίτερα των νιτρικών στα φυτά (Gorham et al. 1985). Αν και οι υψηλές συγκεντρώσεις Cl⁻ μπορούν να αναστέλλουν την πρόσληψη NO₃⁻, η έλλειψη N δεν είναι καθοριστικός παράγοντας για την μείωση της αύξησης κάτω από συνθήκες αλατότητας. (Roberts et al. 1984).

Είναι γνωστό, ότι στα φυλλώδη λαχανικά υπάρχει έντονο το πρόβλημα συσσώρευσης των νιτρικών (NO₃⁻). Η συσσώρευση μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου και ιδιαίτερα στα μικρά παιδιά. (Walker 1990). Η υψηλή αζωτούχος λίπανση αυξάνει την συγκέντρωση των νιτρικών στο φυτό χωρίς όμως να αυξάνει την απόδοση. (McCall and Willumsen, 1995). Παράλληλα η απόδοση μπορεί να μειωθεί από χαμηλές δόσεις αζωτούχου λίπανσης. Η συγκέντρωση νιτρικών στις διάφορες ποικιλίες μαρουλιού είναι άμεση εξαρτώμενη από το επίπεδο των νιτρικών της αζωτούχου λίπανσης (McCall and Willumsen, 1998; Sorensen et. Al., 1994).

Αν και έχουν γίνει πολλές εργασίες σχετικά με την Ν-ουχο λίπανση στην υπαίθρια και στην υδροπονική καλλιέργεια του μαρουλιού, πολύ λίγα είναι γνωστά σχετικά με την επίδραση της αζωτούχου λίπανσης σε συνδυασμό με την αλατότητα στη συγκέντρωση νιτρικών στο μαρούλι που καλλιεργείται στο έδαφος υπό συνθήκες θερμοκηπίου με χρήση κακής ποιότητας νερού.

Σκοπός του πειραματικού είναι η μελέτη της επίδρασης της αλατοτητας από NaCl και της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση και χημική σύσταση πέντε ποικιλιών μαρουλιού που αναπτύσσονται στο έδαφος σε συνθήκες θερμοκηπίου.

5.2 ΜΕΘΟΔΟΙ & ΥΛΙΚΑ

Φυτάρια πέντε ποικιλιών μαρουλιού (*Lactuca sativa* L.) τύπου ρωμάνα και συγκεκριμένα α) Coreica (COR) β) Parris Island προερχόμενη από την Ολλανδία (PAR-H) και από τις ΗΠΑ (PAR-A), γ) Toledo (TOL) δ) RS 963058 (RS) αναπτύχθηκαν σε ψυχρό σπορείο στο αγρόκτημα του Ινστιτούτου Ελαίας και Οπωροκηπευτικών Καλαμάτας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.) για ένα περίπου μήνα και μεταφυτεύθηκαν σε πλαστικά δοχεία 8,5 lt με έδαφος. Το έδαφος ήταν μηχανικής σύστασης αμμοπηλώδες (SL), με ουδέτερο (pH=6,8), CaCO₃ 0,13 %, οργανική ουσία 1,52 %, ολικό N 0,21 %, P κατά Olsen 35 ppm, και με αφομοιώσιμο K 20 mg/100 g εδάφους. Σε κάθε δοχείο αναπτύχθηκε ένα φυτό. Τα δοχεία τοποθετήθηκαν σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο καλυμμένο με πλαστικό πολυαιθυλένιο. Οι παραπάνω ποικιλίες ευρέως καλλιεργούνται στην περιοχή Καλαμάτας του Νομού Μεσσηνίας.

Εφαρμόστηκε η στατιστική διάταξη των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων με έξι επεμβάσεις (Πίνακας 8). Το πειραματικό σχέδιο ήταν παραγοντικό των έξι επαναλήψεων (έξι δοχεία) με τρία επίπεδα NaCl 0 mM (S₀), 10 mM (S₁₀) και 40 mM (S₄₀) και δυο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης 1 g/l (Nf₁) και 1,5 g/l (Nf₂) λιπάσματος (20-20-20, FISON'S, 50:50 NH₄:NO₃). Η χημική σύσταση του νερού άρδευσης ήταν: Cl⁻=39 mg/l, CO₃⁻= 0 mg/l, Ca⁺⁺= 52,1 mg/l, Mg⁺⁺= 12,2 mg/l, Na⁺= 82,8 mg/l, με πολύ υπολειπόμενο νάτριο 3,1 me/l και SAR=2,7. Το pH του θρεπτικού διαλύματος σε όλες τις επεμβάσεις ήταν μεταξύ 6,9 και 7,2 καθ όλη τη διάρκεια του πειράματος και η ηλεκτρική αγωγιμότητα του στις έξι επεμβάσεις Nf₁S₀, Nf₁S₁₀, Nf₁S₄₀, Nf₂S₀, Nf₂S₁₀ και Nf₂S₄₀ ήταν 2,14, 3,18, 5,37, 2,73, 3,46, και 6,47 ms/cm αντίστοιχα.

Αρχικά κάθε πέντε ημέρες εφαρμόζονταν 1g/l υδατοδιαλυτού λιπάσματος σε κάθε δοχείο και τρεις εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση άρχισε η εφαρμογή των

επεμβάσεων. Η υδρολίπανση γινόταν ανά τριήμερο με περίπου 450 ml/φυτό μέχρι απορροής ώστε να διατηρηθεί σταθερή η συγκέντρωση των αλάτων στο ριζόστρωμα. Κάθε δέκα ημέρες το έδαφος στις γλάστρες εκπλύνονταν με αντίστοιχη ποσότητα νερού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8. Συγκεντρώσεις του N-ουχου λιπάσματος και του NaCl στο νερό άρδευσης.

α/α	Επεμβάσεις	N-ουχο λίπασμα Nf (g/l)	NaCl S (mM)
1	Nf ₁ S ₀	1 g/l	0
2	Nf ₁ S ₁₀	1 g/l	10
3	Nf ₁ S ₄₀	1 g/l	40
4	Nf ₂ S ₀	1,5 g/l	0
5	Nf ₂ S ₁₀	1,5 g/l	10
6	Nf ₂ S ₄₀	1,5 g/l	40

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

Τα φυτά συγκομίσθηκαν στο μέγιστο εμπορικό μέγεθος, το πρωί ηλιόλουστης μέρας, 66 ημέρες μετά τη μεταφύτευση στο θερμοκήπιο. Τα φυτά χωρίσθηκαν σε δυο μέρη υπέργειο και ρίζες, ζυγίσθηκαν, (νωπό βάρος), ξηράθηκαν σε χάρτινες σακούλες για 48 ώρες σε θερμοκρασία 80 °C και ξανά ζυγίσθηκαν (ξηρό βάρος). Έτσι προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα (%) σε ξηρή ουσία των φύλλων του μαρουλιού.

Στη ξηρή ουσία προσδιορίσθηκαν τα NO₃⁻ με τη μέθοδο Cataldo (1975) τα οποία εκφράσθηκαν σε mg/kg με βάση το ξηρό και το νωπό βάρος, το Cl (% της ξηρής ουσίας) μετά από ογκομέτρηση με AgNO₃ ενώ σε διάλυμα που προέκυψε με ξηρή καύση προσδιορίσθηκαν το Na (% της ξηρής ουσίας) με φλωγοφωτόμετρο (Σινάνης 1999)

Σε στατιστική ανάλυση υποβλήθηκαν τα στοιχεία των μετρήσεων της απόδοσης, της περιεκτικότητας των φύλλων σε ξηρή ουσία, του λόγου του ξ.β. κεφαλής / ξ.β. ρίζας και της χημικής σύστασης των φύλλων (NO₃⁻, Cl, Na) και των ριζών (NO₃⁻) των πέντε ποικιλιών μαρουλιού. Τα δεδομένα για κάθε κατηγορία μετρούμενης μεταβλητής αναλύθηκαν στατιστικά (πρόγραμμα SPSS) και συγκρίθηκαν οι μέσοι όροι των επεμβάσεων με τη μέθοδο Duncan (Duncan's multiple range test), για p=0,05.

5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία τα αποτελέσματα του πειραματικού αποτελούν ένα μέρος από το ερευνητικό πρόγραμμα με τίτλο 'Η επίδραση υποβαθμισμένης ποιότητας νερού στην καλλιέργεια του μαρουλιού'.

5.3.1. ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ

Οι μακροσκοπικές παρατηρήσεις έδειξαν ότι συμπτώματα τοξικότητας άρχισαν να εμφανίζονται έντονα στις ποικιλίες RS και PAR-H (σε ποσοστό 90 και 80% αντίστοιχα) 55 ημέρες μετά την μεταφύτευση στις οποίες εφαρμόζονταν 40 mM NaCl, ενώ στις υπόλοιπες ποικιλίες εμφανίστηκαν μια εβδομάδα αργότερα. Το ποσοστό εμφάνισης συμπτωμάτων στις ποικιλίες TOL, COR και PAR-H ήταν 85, 80 και 75 % αντίστοιχα. Τα φυτά παρουσίασαν καθυστερημένη ανάπτυξη, περιφερειακή νέκρωση και κάψιμο στα εσωτερικά φύλλα (Sonneveld, 1988) και αργότερα στα εξωτερικά και με μικρό υπέργειο βάρος. Όπως αναφέρει ο Schwarz (1985) η καθυστερημένη ανάπτυξη με μικρότερα σκούρα πράσινα φύλλα αποτελεί το πρώτο σύμπτωμα υψηλής οσμωτικής πίεσης και αποδίδεται στην μειωμένη πρόσληψη νερού.

5.3.2 ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ

Η αύξηση της συγκέντρωσης του N στο νερό άρδευσης μείωσε αλλά όχι σημαντικά το υπέργειο νωπό βάρος του μαρουλιού, ενώ η υψηλή αλατότητα

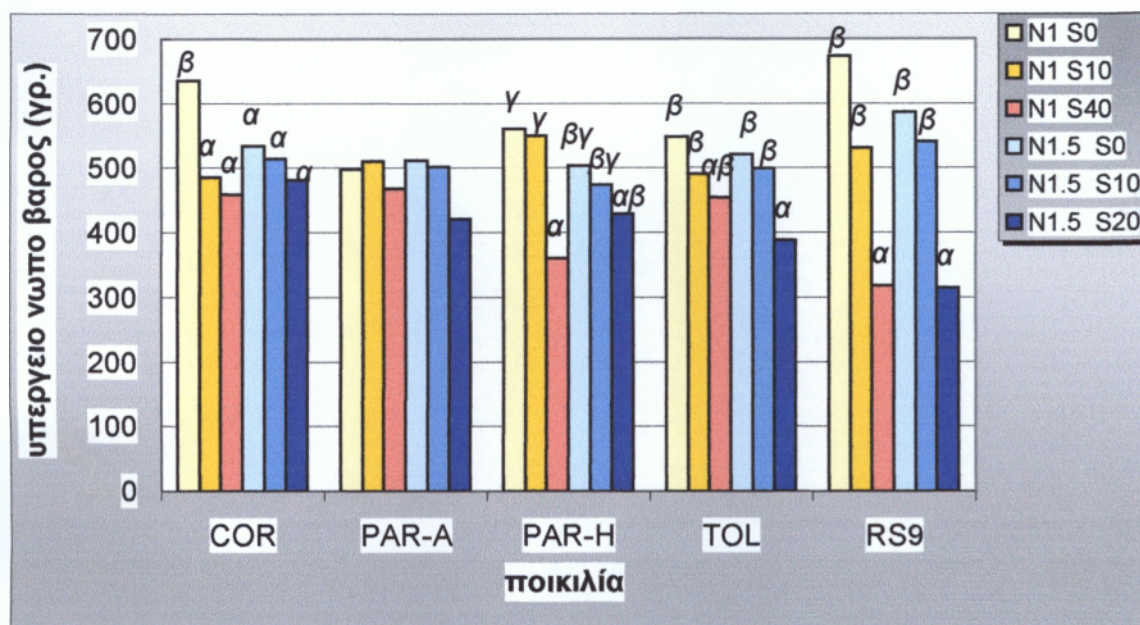
ΠΙΝΑΚΑΣ 9. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στο υπέργειο νωπό βάρος (g/φυτό) πέντε ποικιλιών του μαρουλιού.

Επεμβάσεις	COR	PAR-A	PAR-H	TOL	RS
Nf ₁	526	492	490	498	507
Nf _{1,5}	510	479	469	470	481
S ₀	575	β 506	535	β 534	β 621
S ₁₀	500	α 507	512	β 495	$\alpha\beta$ 536
S ₄₀	469	α 450	385	α 421	α 316

Για κάθε παράγοντα οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Dunnett στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

μείωσε σημαντικά το υπέργειο νωπό βάρος των ποικιλιών μαρουλιού σε σύγκριση με αυτό χωρίς NaCl εκτός από την ποικιλία PAR-H (Πίνακας 9). Η υψηλή αλατότητα

από NaCl μείωσε το νωπό βάρος της κεφαλής και στα δυο επίπεδα Νουχου λίπανσης (Σχῆμα 1). Στις ποικιλίες COR και PAR-H η μείωση του νωπού βάρους από την χορήγηση 40 mM NaCl σε σχέση με τη δόση χωρίς NaCl ήταν στατιστικά σημαντική στο πρώτο επίπεδο N-λίπανσης (1 g/l) ενώ στην ποικιλία TOL στο δεύτερο επίπεδο (1,5 g/l). Στην ποικιλία PAR-A δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς το υπέργειο νωπό βάρος μεταξύ των επεμβάσεων. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένδειξη της σχετικά υψηλότερης αντοχής της ποικιλίας αυτής στην αλατότητα.

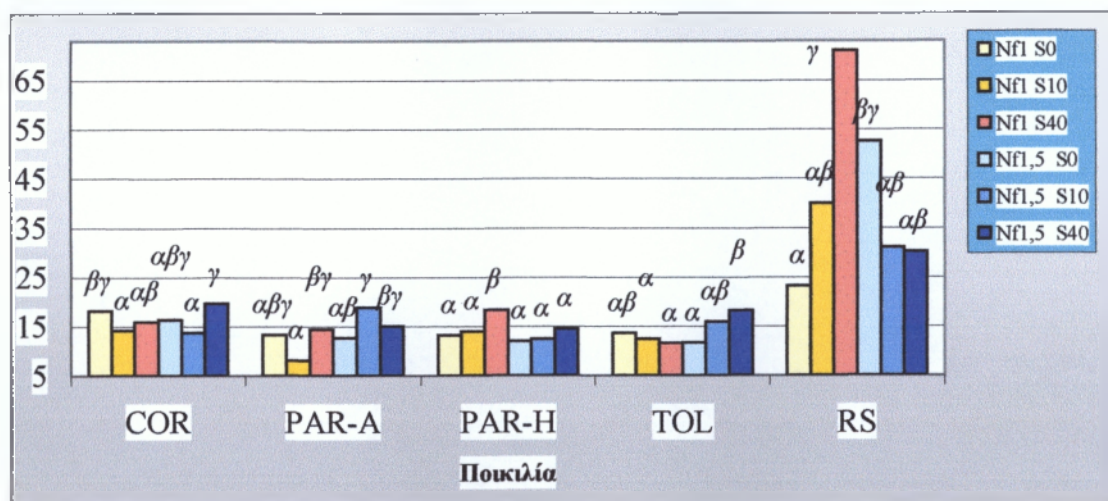


ΣΧΗΜΑ 1. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στο υπέργειο νωπό βάρος (g/φυτό) πέντε ποικιλιών μαρουλιού.

5.3.3. ΛΟΓΟΣ ΤΟΥ ΞΗΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ

Ο λόγος ξ.β. κεφαλής / ξ.β. ρίζας στις ποικιλίες PAR-H και RS αυξήθηκε σημαντικά από την υψηλή αλατότητα στο πρώτο επίπεδο N-ουχου λίπανσης και στις ποικιλίες PARH και TOL στο δεύτερο επίπεδο N-ουχου λίπανσης, ενώ στην ποικιλία RS μειώθηκε σημαντικά (Σχήμα 2). Η σχέση ξ.β. κεφαλής / ξ.β. ρίζας ήταν πολύ υψηλότερη στην ποικιλία RS από ότι στις υπόλοιπες ποικιλίες. Η σχετικά μικρότερη αντοχή της ποικιλίας RS στην αλατότητα μπορεί να οφείλεται στο ριζικό της σύστημα με συνέπεια τη μειωμένη ικανότητα απορρόφησης νερού σε σχέση με την διαπνοή και τη λιγότερη αντοχή στην αλατότητα. Οι Shannon et al., (1983) και Pardossi et al., (1999) αναφέρουν ότι το ριζικό σύστημα του μαρουλιού είναι λιγότερο ευαίσθητο στην αλατότητα σε σχέση με το υπέργειο τμήμα του φυτού με

αποτέλεσμα ο λόγος να μειώνεται με την αύξηση της αλατότητας. Όμως οι Tesi et. al., (2003) ανέφεραν ότι οι ρίζες του μαρουλιού δεν επηρεάστηκαν από την αύξηση της αλατότητας.



ΣΧΗΜΑ 2. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στο λόγο του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος προς το ξηρό βάρος της ρίζας πέντε ποικιλιών μαρουλιού.

5.3.4. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΞΗΡΗ ΟΥΣΙΑ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

Η αύξηση της συγκέντρωσης του NaCl στο θρεπτικό διάλυμα αύξησε σημαντικά τη ξηρή ουσία (%) των φύλλων του μαρουλιού (Πίνακας 10) στις ποικιλίες PAR-H και RS στο πρώτο επίπεδο N(1 g/l), και στις ποικιλίες COR και TOL στο δεύτερο επίπεδο N(1,5 g/l). Η αντίδραση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι η επίδραση της αλατότητας στο υπέργειο νωπό βάρος ήταν μεγαλύτερη από ότι στο υπέργειο ξηρό βάρος. Η περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία των φύλλων της ποικιλίας PAR-A αυξήθηκε κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας, αλλά όχι σημαντικά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στο ποσοστό ξηρής ουσίας της κεφαλής πέντε ποικιλιών μαρουλιού.

Επεμβάσεις	COR	PAR-A	PAR-H	TOL	RS
Nf ₁ S ₀	5,05 αβ	4,89	5,02 αβγ	5,49 α	4,06 α
Nf ₁ S ₁₀	4,87 α	5,07	4,31 α	5,12 α	4,68 αβ
Nf ₁ S ₄₀	4,83 α	6,42	5,78 γ	6,23 α	5,95 β
Nf _{1,5} S ₀	5,28 αβ	5,03	4,66 αβ	5,06 α	4,79 αβ
Nf _{1,5} S ₁₀	4,93 α	6,23	5,35 βγ	5,60 α	5,33 αβ
Nf _{1,5} S ₄₀	5,30 β	6,39	5,64 βγ	7,31 β	5,70 β

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

5.3.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

Η συγκέντρωση των νιτρικών (mg/kg του ν.β.) στο δεύτερο επίπεδο N-ουχου λίπανσης ήταν μεγαλύτερη αλλά όχι σημαντικά από τη συγκέντρωση στο πρώτο επίπεδο σε όλες τις ποικιλίες εκτός από την ποικιλίες TOL και RS όπου παρατηρήθηκαν σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις (Πίνακας 11).

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση των νιτρικών στα φύλλα της ποικιλίας PARA μεταξύ των επεμβάσεων. Στις ποικιλίες COR και TOL στο πρώτο επίπεδο N-ουχου λίπανσης η υψηλή αλατότητα μείωσε σημαντικά την συγκέντρωση των νιτρικών σε σχέση με την επέμβαση χωρίς NaCl ενώ στην ποικιλία RS η συγκέντρωση των νιτρικών αυξήθηκε σημαντικά (Σχήμα 3). Η μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών από την υψηλή αλατότητα παρατηρήθηκε επίσης στο δεύτερο επίπεδο N-ουχου λίπανσης αλλά η μείωση ήταν σημαντική στις ποικιλίες PAR-H και RS.

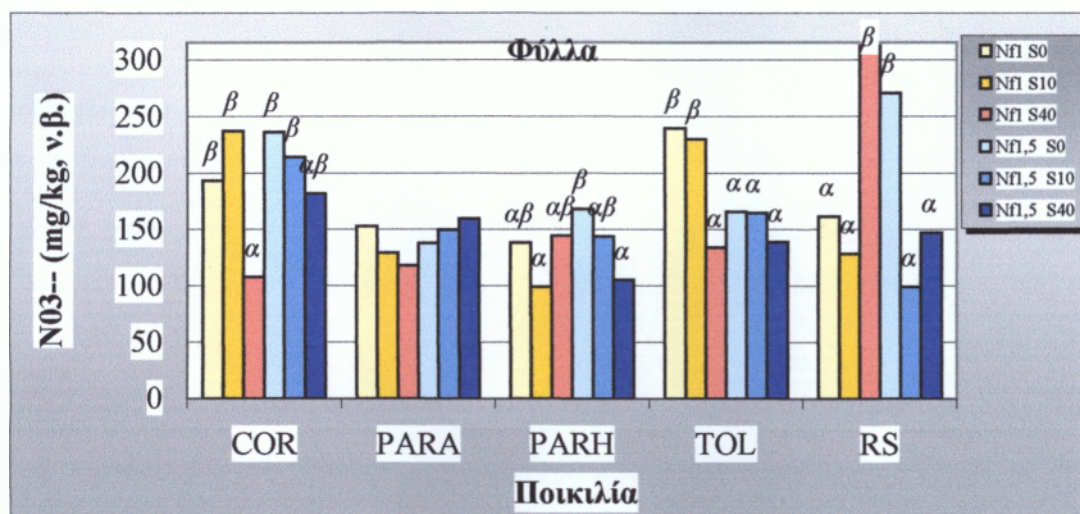
ΠΙΝΑΚΑΣ 11. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των νιτρικών (mg/kg, ν.β.) στα φύλλα του μαρουλιού.

Επεμβάσεις	COR	PAR-A	PAR-H	TOL	RS9
Nf ₁	179 α	133	127	201 β	200 β
Nf _{1,5}	210 β	149	139	156 α	172 α
S ₀	219 β	144	155 β	199 β	224 β
S ₁₀	223 β	137	118 α	184 β	111 α
S ₄₀	149 α	134	131 αβ	137 α	230 β

Για κάθε παράγοντα οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Dunkan στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Μείωση της συγκέντρωσης νιτρικών των φύλλων κάτω από υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων έχει αναφερθεί από πολλούς ερευνητές (Cram, 1973, Bapuils et al., 1990, Aslam et al 1984). Οι Iea-Cox και Syversten (1993) αναφέρουν ότι η μείωση στην πρόσληψη των νιτρικών συσχετίζεται περισσότερο με την μειωμένη απορρόφηση νερού κάτω από συνθήκες αλατότητας και λιγότερο με τον ανταγωνισμό του Cl.

Με βάση την μέση τιμή της συγκέντρωσης των νιτρικών στα φύλλα οι ποικιλίες του μαρουλιού ακολουθούν την παρακάτω σειρά: COR (195 ppm)>RS9 (186 ppm)>TOL (179 ppm)>PARA (141 ppm)>PARH (133 ppm). Διαπιστώθηκε ότι η συγκέντρωση των νιτρικών στα φύλλα του μαρουλιού δεν ξεπέρασε τα επιτρεπτά όρια από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Κανονισμός 194/97). Οι μεγάλες διαφορές στη συγκέντρωση των νιτρικών στα φυλλώδη λαχανικά που παρατηρούνται μεταξύ άλλων δυτικοευρωπαϊκών χωρών (Roorda van Eysinga, 1984, Andersen and Nielsen, 1992) και της Ελλάδας (Πασχαλίδης κ.α., 2002, Siomos et al., 2001) μπορεί να οφείλονται σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες ανάπτυξης των καλλιεργειών και ιδιαίτερα στην υψηλή ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που χαρακτηρίζει τη χώρα μας.



ΣΧΗΜΑ 3. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των νιτρικών στα φύλλα (mg/Kg, v.β.), πέντε ποικιλιών μαρουλιού.

Παρόμοιες μεταβολές μεταξύ των επεμβάσεων παρατηρήθηκαν και στην συγκέντρωση των νιτρικών που υπολογίστηκε με βάση τη ξηρή ουσία (Πίνακας 12).

ΠΙΝΑΚΑΣ 12. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των νιτρικών (mg/kg, ξ.β.) στα φύλλα του μαρουλιού.

Επεμβάσεις	COR	PAR-A	PAR-H	TOL	RS9					
Nf ₁	3642	α	2561	2587	3542	β	3492			
Nf _{1,5}	4029	β	2694	<i>n.s</i>	3026	<i>n.s</i>	2901	β	3248	<i>n.s</i>
S ₀	4071	β	3037	β	3674	β	3916	γ	3952	β
S ₁₀	4591	β	2454	$\alpha\beta$	2613	α	3269	β	2448	α
S ₄₀	2863	α	2233	α	2174	$\alpha\beta$	2168	α	3863	β

Για κάθε παράγοντα οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Dunkan στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

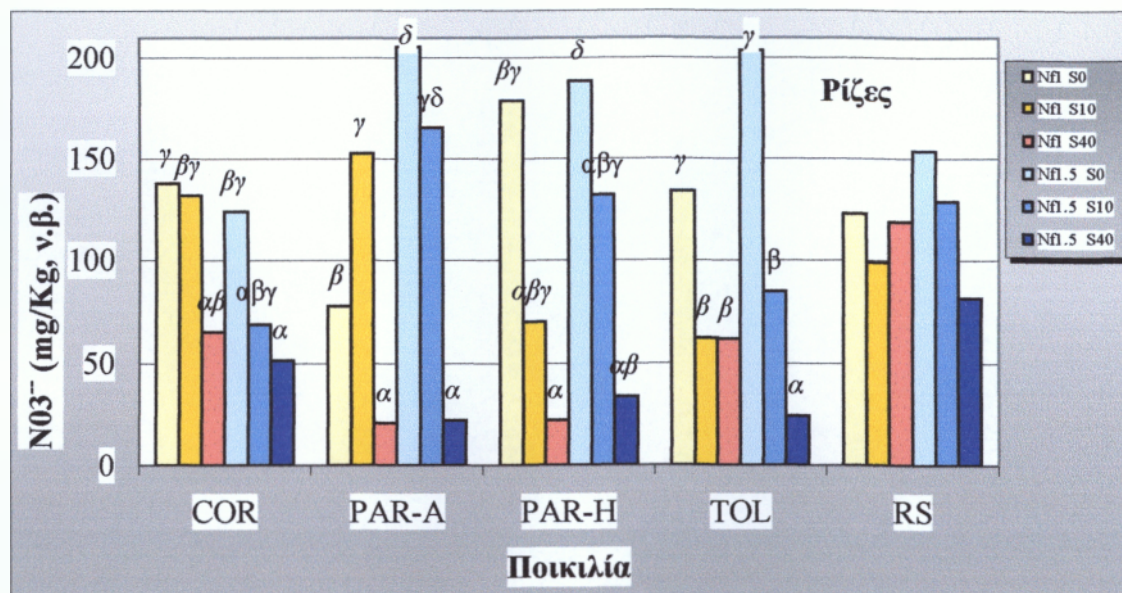
5.3.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΡΙΖΕΣ

Η υψηλή αλατότητα στα δυο επίπεδα N λίπανσης προκάλεσε ισχυρή μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών στις ρίζες των ποικιλιών μαρουλιού με εξαίρεση την ποικίλα RS όπου δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές (Πίνακας 13). Η υψηλότερη συγκέντρωση νιτρικών βρέθηκε στα φυτά των μεταχειρίσεων με το δεύτερο επίπεδο N-ουχου λίπανσης σε σύγκριση με το πρώτο, αλλά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στην ποικιλία PAR-A.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των νιτρικών (mg/Kg, v.β.) στις ρίζες του μαρουλιού.

Επεμβάσεις	COR	PAR-A	PAR-H	TOL	RS9				
Nf ₁	111	84	α	89	113				
Nf _{1,5}	81	130	β	118	121				
S ₀	128	β	154	β	186	β	179	γ	100
S ₁₀	94	$\alpha\beta$	160	β	91	α	74	β	107
S ₄₀	59	$\alpha\beta$	21	α	27	α	43	α	143

Για κάθε παράγοντα οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Dunkan στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



ΣΧΗΜΑ 4. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των νιτρικών στις ρίζες (mg/Kg, v.β.), πέντε ποικιλιών μαρουλιού.

5.3.7 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ Cl ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

Η συγκέντρωση Cl στα φύλλα του μαρουλιού όλων των ποικιλιών μειώθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης νιτρικών στο θρεπτικό διάλυμα, αλλά η μείωση ήταν σημαντική μόνο στις ποικιλίες PAR-A και RS. (Πίνακας 14)

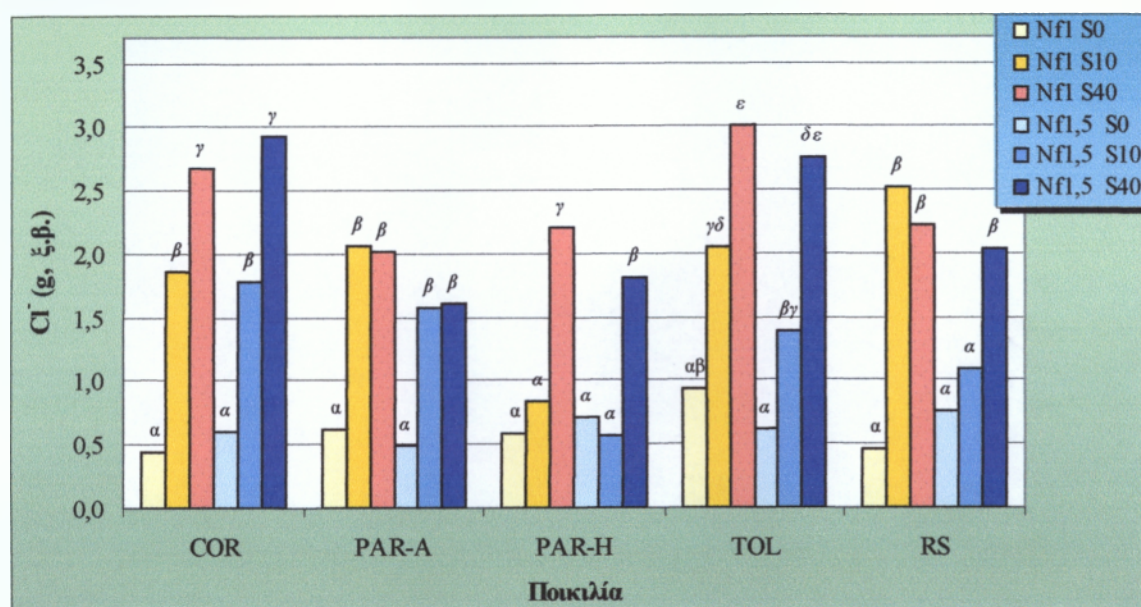
ΠΙΝΑΚΑΣ 14. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου (% , ξ.β.) στα φύλλα του μαρουλιού.

Επεμβάσεις	COR	PAR-A	PAR-H	TOL	RS9					
Nf ₁	1,66	1,61	β	1,24	1,73	β				
Nf _{1,5}	1,77	1,26	α	1,03	1,30	α				
S ₀	0,52	α	0,55	α	0,65	α	0,74	α	0,59	α
S ₁₀	1,82	β	1,87	β	0,68	α	1,70	β	1,53	β
S ₄₀	2,84	γ	1,97	β	2,10	β	2,83	γ	2,08	γ

Για κάθε παράγοντα οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Dunnett στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Η υψηλή αλατότητα από 40 mM NaCl αύξησε σημαντικά την συγκέντρωση του Cl στα φύλλα όλων των ποικιλιών μαρουλιού σε σύγκριση με την προσθήκη 0 mM NaCl εκτός από την ποικιλία PARA στο δεύτερο επίπεδο Νουχου λίπανσης (Σχήμα 6). Η αύξηση της συγκέντρωσης Cl ήταν μεγαλύτερη στο πρώτο επίπεδο Ν-ουχου

λίπανσης σε σύγκριση με το δεύτερο. Η αλατότητα από το NaCl αυξάνει την συγκέντρωση Cl και Na στο μαρούλι και μειώνει την συγκέντρωση σε Ca, K, και PO₄ (Lazof and Lauchli, 1991). Η συγκέντρωση Cl στην ποικιλία PAR-A κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας (2,01 και 1,61 % στις επεμβάσεις Nf₁ S₄₀, και Nf_{1,5} S₄₀ αντίστοιχα) ήταν η μικρότερη από τη συγκέντρωση στις υπόλοιπες ποικιλίες. Η αυξημένη αντοχή που



ΣΧΗΜΑ 5. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου (% , ξ.β) στα φύλλα πέντε ποικιλιών μαρουλιού.

έδειξε η συγκεκριμένη ποικιλία στην αλατότητα μπορεί να συνδέεται με την ύπαρξη ενός μηχανισμού αποκλεισμού ή τουλάχιστον μείωσης της απορρόφησης των τοξικών ιόντων από τα φύλλα τους (Grattan and Grieve, 1999).

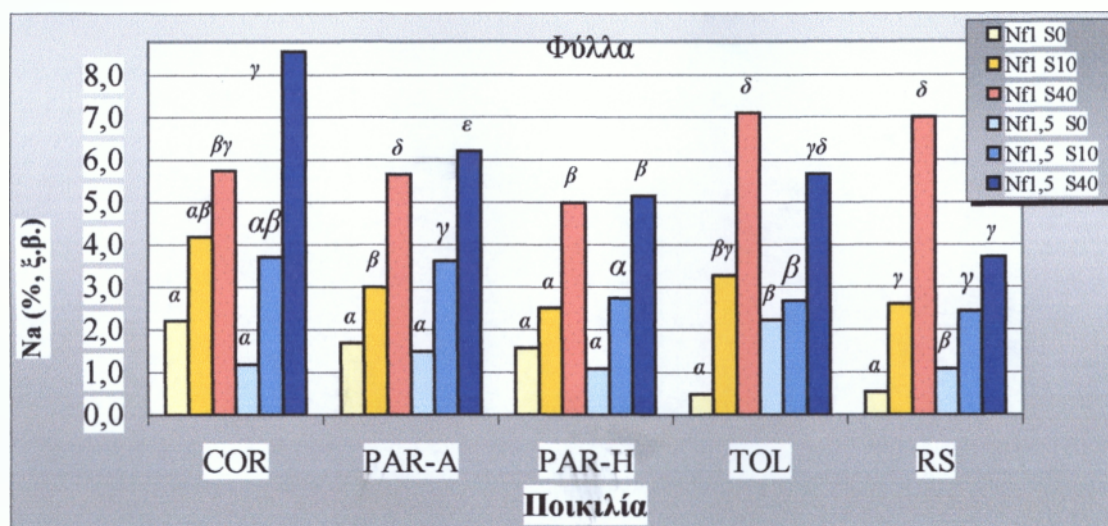
5.3.8 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ Na ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ

Η συγκέντρωση του Na στα φύλλα αυξήθηκε σημαντικά από την αλατότητα (Πίνακας 15). Σε αντίθεση με άλλες εργασίες σχετικά με την αλατότητα (Someveld and Van der Burg, 1991), η συγκέντρωση του Na στα φύλλα ήταν υψηλότερη από την συγκέντρωση των ιόντων Cl. Σε κάθε επίπεδο N, η συγκέντρωση του Na στα φύλλα των φυτών που αναπτύχθηκαν κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας ήταν υψηλότερη από την συγκέντρωση του Na στα φυτά που αναπτύχθηκαν χωρίς NaCl. (Σχήματα 5 και 6).

ΠΙΝΑΚΑΣ 15. Η επίδραση του αζώτου (N) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση του Na (% , ξ.β.) στα φύλλα του μαρουλιού.

Επεμβάσεις	COR	PAR-A	PAR-H	TOL	RS					
N ₁	4,04	3,44	α	3,01	3,63	3,38	β			
N _{1,5}	4,49	3,77	β	2,99	3,31	2,41	α			
S ₀	1,70	α	1,59	α	1,33	α	0,88	α		
S ₁₀	3,89	β	3,38	β	2,61	α	2,96	α	β	
S ₄₀	6,58	γ	5,91	γ	5,06	β	6,31	β	5,11	γ

Για κάθε παράγοντα οι μέσοι όροι που έχουν κοινό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους συγκρινόμενοι με την δοκιμή Dunckan στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.



ΣΧΗΜΑ 6. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης (Nf) και της αλατότητας (S) στη συγκέντρωση του Na (% ,ξ.β) στα φύλλα, πέντε ποικιλιών μαρουλιού.

5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η ποικιλία PAR-A ήταν η περισσότερο ανθεκτική στην αλατότητα και επομένως είναι η καταλληλότερη από όλες τις ποικιλίες μαρουλιού να χρησιμοποιεί νερό υποβαθμισμένης ποιότητας για άρδευση. Η αντοχή της ποικιλίας αυτής σχετίζεται με την χαμηλή συγκέντρωση των χλωροϊόντων στα φύλλα κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας.
2. Η ποικιλία RS παρουσίασε τη μικρότερη αντοχή στην αλατότητα εξαιτίας του φτωχά ανεπτυγμένου ριζικού της συστήματος.
3. Η δημιουργία ανθεκτικών γενοτύπων-ποικιλιών στην αλατότητα θα δώσει τη δυνατότητα χρήσης νερού αυξημένης αλατότητας για άρδευση.

4. Η συγκέντρωση των νιτρικών στα φύλλα του μαρουλιού ήταν κατά πολύ μικρότερη των συγκεντρώσεων που έχουν αναφερθεί σε παρόμοιες ερευνητικές εργασίες από την Βορειοδυτική Ευρώπη. Οι διαφορές αυτές μπορεί να οφείλονται κυρίως στην υψηλή ηλιακή ακτινοβολία που δέχονται οι καλλιέργειες των Μεσογειακών χωρών σε σχέση με τις άλλες χώρες της Ευρώπης.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andersen L. and Nielsen N.E., 1992. A new cultivation method for the production of vegetables with low content of nitrate. *Scientia Horticulturae* 49: 167-171.
- Banuls, J. Legaz, F. and Primo-Millo, E.1990. Effects of salinity on uptake and distribution of chloride and sodium in some Citrus scion-rooststock combinations. *J. Hort. Sci.* 65(6):715-724.
- Barlass, M. and Skene, K.G.M. 1981. Relative NaCl tolerance of grapevines cultivars and hybrids in vitro. *Z. Pflanzenphysiol. Bd.* 102:147-156.
- Chartzoylakis, K.S. and Loupassaki, M.H. 1997. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agric. Water Manag.* 32:215-225.
- Cramer G.R., Lauchli, A. and Polito, V.S. 1985. Displacement of Ca^{2+} by Na^{+} from the plasmalemma of root cells. A primary response to salt stress? *Plant Physiol.* 79:207-211.
- European Commission 1997. Commission Regulation (EC) No 194/97 of 31 January 1997. *Official Journal of the European Countries* No L 31/48-50.
- Grattan S.R., and Crieve, C.M., 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Sci. Hortic.* 78: 127-157.
- Θεριός Ι., 1996. «Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα». Εκδόσεις Δεδούση, Θεσσαλονίκη 1996, σελ.188-215.
- Hoagland, D.R. and Arnon, D.S. 1950. The water culture method for growing plants without soil. *Cal. Arg. Exp. Stn., Circ.* 374.
- Μαυρογιαννόπουλος Ν. Γεώργιος, «Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα».
- Pardossi, A., Malorgio, F. and Tognoni, F., 1999. Salt tolerance and mineral relations for celery. *J. Plant Nutr.* 22: 151-161.
- Πασχαλίδης Χ., Καββαδίας Β. και Αργυρού Σ. 2002. «Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη, παραγωγή και στην συγκέντρωση νιτρικών στο λάχανο και στο έδαφος». *Χημικά χρονικά, Τεύχος 1:* 11-13.
- Roorda van Eysinga, J.P.N.L. 1984. Nitrate in glasshouse vegetables. *Fert. Res.*, 5: 149-156.
- Shannon, M.C., McCreight, J.D., and Draper, J.D. 1983. Screening tests for salt tolerance in lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 225-230.

- Σινάνης Κ. 1999. Εργαστηριακές ασκήσεις αξιοποίησης εδαφών. Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, σελ. 108.
- Siomos A.S., Beis, G., and Papadopulu, P.P., 2001. Quality and composition of lettuce (cv. "Plenty") grown in soil and soilless culture. *Acta Hort.* 548: 445-449.
- Tesi, R., Lenzi A., and Lombardi P., 2003. Effect of Salinity and Oxygen Level on Lettuce grown in a Floating System. *Acta Hort* 609, p.383-386.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Εικόνα 1. Μηχανισμός υδρολίπανσης των φυτών του μαρουλιού στο θερμοκήπιο.



Εικόνα 2. Διάταξη δοχείων στο θερμοκήπιο



Εικόνα 3. Εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας στα φυτά του μαρουλιού υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας.