



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ &
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη και την ποιότητα φυτών μέντας»



ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ:

ΠΑΠΑΖΗΣΗΣ ΖΗΣΗΣ

A.M.:1219

ΒΟΛΟΣ 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επίκουρο καθηγητή κ. Πετρόπουλο Σ., επιβλέποντα καθηγητή μου και διευθυντή του εργαστηρίου των Κηπευτικών Καλλιεργειών, για την εμπιστοσύνη που μου επέδειξε με την ανάθεση της παρούσας εργασίας και την αφιέρωση πολύτιμου χρόνου ώστε να ολοκληρωθεί.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Λύκα Χ., Επίκουρο Καθηγητή του εργαστηρίου Ανθοκομίας και την κ.Αντωνιάδη Β., Επίκουρο Καθηγητή του εργαστηρίου της Εδαφολογίας, για την πολύτιμη βοήθεια και παρουσία τους καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου Παναγιώτη Βούλγαρη και Γεώργιο Αρβανιτάκη καθώς πραγματοποιήσαμε μαζί το πειραματικό μέρος της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 1	6
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ- ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ- ΕΤΥΜΟΛΟΓΙΑ	6
1.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΝΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ	6
1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΤΟΥ	7
1.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	8
1.4.1 ΚΛΙΜΑ- ΕΔΑΦΟΣ	8
1.4.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΣΗ	9
1.4.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΦΥΤΕΙΑΣ ΜΕΝΤΑΣ	10
1.4.4 ΑΡΔΕΥΣΗ	11
1.4.5 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	11
1.4.6 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	12
1.5 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΜΕΝΤΑΣ	13
1.6 ΤΡΟΠΟΙ ΑΠΟΞΗΡΑΝΣΗΣ	14
1.7 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	16
1.8 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΝΤΑΣ	16
1.9 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΩΣ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	17
1.10 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ	18
1.11 ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ	18
1.11.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ	19
1.11.2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ	19
1.11.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	21
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ	22
2.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	23
2.1.2 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	23
2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΝΑCl	24
2.2.1 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΝΑCl	24
2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΕΝΕΣΗΣ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	25
2.3.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ	27
2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ	28
2.5 ΑΝΤΟΧΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	28
2.6 ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	29

2.7 ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ ΣΤΟ ΦΥΤΟ.....	30
2.8 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ.....	32
2.8.1 ΤΡΟΠΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ.....	33
2.8.2 ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	36
3.1 ΑΡΧΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΦΥΤΕΥΣΗΣ.....	36
3.2 ΑΡΔΕΥΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	37
3.3 ΕΧΘΡΟΙ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	38
3.4. ΑΠΟΣΤΑΞΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ.....	38
3.5 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ pH και EC (ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ)	39
3.6 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ	39
3.7 1 ^η ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	40
3.8 2 ^η ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	40
3.9 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	41
4.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ.....	41
4.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ.....	42
4.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΗΣ ΜΕΝΤΑΣ.....	43
4.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΗΣ ΜΕΝΤΑΣ ...	44
4.6 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΩΝ ΒΛΑΣΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΝΤΑΣ..	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Φύλλα φυτών μέντας.....	8
Εικόνα 2. Άνθη του φυτού <i>Mentha piperita</i>	8
Εικόνα 3. Καλλιέργεια Μέντας σε χωράφι	10
Εικόνα 4. Μέντα που επανέρχεται μετά το χειμώνα	11
Εικόνα 5. Σκωρίαση φύλλων Μέντας από το μύκητα <i>Puccinia menthae Pers</i>	12
Εικόνα 6. Παραδοσιακός τρόπος αποξήρανσης	15
Εικόνα 7. Δυναμικό ξηραντήριο.....	15
Εικόνα 8. Καλλιέργεια Μέντας σε θερμοκήπιο	18
Εικόνα 9: Συσκευή Clevenger	39

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Περιεκτικότητα των φύλλων σε αιθέρια έλαια (τιμές %) σε σχέση με το χρόνο συγκομιδής.....	42
Πίνακας 2. Μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης με τη βοήθεια φορητού χλωροφυλλόμετρου (SPAD 502) πριν τις 2 συγκομιδές.....	42
Πίνακας 3. Το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) στα τρία θρεπτικά διαλύματα της καλλιέργειας μέντας	43
Πίνακας 4. Επίδραση της αλατότητας στο πάχος των φύλλων στις δυο συγκομιδές ..	44
Πίνακας 5. Επίδραση της αλατότητας στο νωπό και ξηρό βάρος των φύλλων και στην ξηρή ουσία (%) στις δυο συγκομιδές.....	45
Πίνακας 6. Επίδραση της αλατότητας στο νωπό και ξηρό βάρος των βλαστών και στην ξηρή ουσία (%) στις δυο συγκομιδές.....	46

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας, ήταν η επίδραση της αλατότητας, μέσω του νερού άρδευσης, στα κυριότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά και στη περιεκτικότητα του παραγόμενου αιθέριου ελαίου σε φυτά του φυτού της μέντας (*Mentha*).

Το πείραμα μας πραγματοποιήθηκε στο θερμοκήπιο των Κηπευτικών Καλλιεργειών της Σχολής Γεωπονικών επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, την περίοδο Δεκεμβρίου-Ιουνίου 2014. Στο πείραμα χωρίσαμε τις γλάστρες της καλλιέργειας μας (60 γλάστρες) σε τρεις διαφορετικές ομάδες, οι οποίες αρδεύτηκαν με διαλύματα διαφορετικού επιπέδου αλατότητας. Η πρώτη ομάδα αρδεύτηκε με νερό ύδρευσης μαζί με λίπασμα (Μάρτυρας), ενώ οι άλλες δύο με το ίδιο διάλυμα μαζί με ποσότητες άλατος που προσθέσαμε, ώστε να επιτύχουμε διαλύματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 3 dS/m (S1) και 5 dS/m (S2). Τα φυτά συγκομίστηκαν σε δυο στάδια ανάπτυξης, με πρώτο το βλαστικό στάδιο και δεύτερο το στάδιο λίγο πριν την άνθηση.

Από τα αποτελέσματα του πειράματος μας, προκύπτει ότι η ανάπτυξη της μέντας υπό συνθήκες αλατότητας, δεν επέφερε σημαντικές αλλαγές στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης και στην πάχυνση των φύλλων. Η αλατότητα φαίνεται ότι επηρέασε αρνητικά το νωπό βάρος των φύλλων και των βλαστών, αλλά επηρέασε θετικά το ξηρό βάρος και το ποσοστό της ξηρής ουσίας των φύλλων και των βλαστών. Τέλος η επίδραση της αλατότητας λειτούργησε θετικά στην παραγωγή αιθέριου ελαίου, καθώς είχαμε αύξηση στην περιεκτικότητά του, κυρίως στη μεταχείριση με τη μεγαλύτερη ποσότητα άλατος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 1

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ- ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ- ΕΤΥΜΟΛΟΓΙΑ

Η μέντα (*Mentha*) είναι ποώδης αρωματικό φυτό της οικογένειας των Χειλανθών (Lamiaceae) και κατάγεται κυρίως από τις παραμεσόγειες περιοχές. Η οικογένεια Lamiaceae περιλαμβάνει πολλά γένη φυτών, τα οποία χαρακτηρίζονται ως αρωματικά, λόγω του ιδιαίτερου αρώματος που διαθέτουν.

Η μέντα καλλιεργήθηκε πρώτα στις χώρες της Μεσογείου και αναγνωρίστηκε ως ξεχωριστό είδος στα τέλη του 1700. Η εμπορική της καλλιέργεια ξεκίνησε στην Αγγλία τον 18^ο αιώνα και χρήση της ήταν κυρίως στην Ιατρική. Από την Αγγλία διαδόθηκε η καλλιέργεια της στην υπόλοιπη Ευρώπη, στις ΗΠΑ και στην Αφρική. Η Βόρεια Αφρική σήμερα αποτελεί μία από τις σημαντικότερες περιοχές καλλιέργειας μέντας. Στην Ευρώπη και την Ασία υπάρχουν πολλά είδη του γένους που είναι αυτοφυή.

Η πιθανή δημιουργία της *Mentha piperita* στην Αγγλία, πιθανώς προήλθε από τυχαία υβριδοποίηση. Η παλαιότερη γνωστή ποικιλία *Black Mitcham* πήρε το όνομα της από μια πόλη κοντά στον Λονδίνο και το σκοτεινό χρώμα των φύλλων της οφείλεται στις ανθοκυάνες - χρωστικές ουσίες. Άλλες ποικιλίες μέντας με λιγότερες ανθοκυάνες είναι γνωστές ως “white peppermint”.

Το όνομα της μέντα προέρχονται από το λατινικό *mentha* και είναι αρκετά πανομοιότυπο στις περισσότερες Ευρωπαϊκές γλώσσες. Το λατινικό *mentha* προέρχεται από την αρχαιοελληνική λέξη «μίνθη», η προέλευση της οποίας όμως δεν είναι γνωστή.

Γίνεται αναφορά της μέντας και στην Καινή Διαθήκη με την ορολογία *ηδύοσμον* που σημαίνει ευχάριστη μυρωδιά και πρόκειται μάλλον για την πράσινη μέντα (spearmint), που στα ελληνικά την ονομάζουμε δυόσμο.

1.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΝΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ

Οι χρήσεις της μέντας ήταν πολλές από την αρχαιότητα ως σήμερα. Η μέντα ανήκει στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά που αξιοποιείται τόσο ο φυτικός ιστός τους, είτε νωπός είτε αποξηραμένος, όσο και το απόσταγμα του αιθέριου ελαίου τους στη μαγειρική, στη βιομηχανία τροφίμων, στη φαρμακευτική βιομηχανία και στην αρωματοποιία (Κουτσός, 2007).

Ο Ιπποκράτης και ο Γαλήνος, στην Αρχαία Ελλάδα χρησιμοποιούσαν την μέντα κατά της δυσπεψίας, των νευρικών διαταραχών, των ιλίγγων, της αϋπνίας, της γαστρίτιδας, του βήχα, του κρυολογήματος, του πονόλαιμου και ως αντισπασμωδικό. Σε Αραβικές φυλές στην αρχαιότητα, η μέντα χρησιμοποιούνταν σε μορφή ροφήματος για τη σεξουαλική διέγερση. Υπάρχει αναφορά για τη χρήση της μέντας και από τον Σαίξπηρ, η οποία μαζί με τη λεβάντα και το δεντρολίβανο, αποτελούσε διεγερτικό για τους μεσήλικους άνδρες. Σύμφωνα με το Διοσκουρίδη, η μέντα χρησιμοποιήθηκε έντονα ως κατάπλασμα κατά των πονοκεφάλων.

1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΤΟΥ

Η μέντα είναι πολυετής πόα και παράγει λεπτά ριζώματα, τα οποία ονομάζονται στόλωνες, που αναπτύσσονται είτε υπόγεια είτε επίγεια (Tucker και Naczi, 2006) και βοηθούν το φυτό να επιβιώνει το χειμώνα. Ο βλαστός της είναι τετράγωνος και φτάνει σε ύψος από 30 μέχρι και 100 εκατοστά, χρώματος πράσινος έως ερυθροϊώδης και με πολλές διακλαδώσεις στο πάνω τμήμα του.

Τα φύλλα του είναι λογχοειδή, οδοντωτά, πτυχωτά (ανάλογα με την ποικιλία), σε σκούρο πράσινο χρώμα, καλυμμένα από πάνω και από κάτω με αδενικά τριχίδια.



Εικόνα 1. Φύλλα φυτών μέντας

Τα άνθη είναι ευωδιαστά λευκού ή ιώδους χρώματος και σχηματίζουν σπονδυλωτές ταξιανθίες στάχους. Όλο το φυτό αποπνέει μια δριμεία, έντονη και χαρακτηριστική μυρωδιά.



Εικόνα 2. Άνθη του φυτού *Mentha piperita*

1.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

1.4.1 ΚΛΙΜΑ- ΕΔΑΦΟΣ

Η μέντα μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία κλιμάτων και εδαφών. Κατάλληλα εδάφη θεωρούνται τα μέσης σύστασης, πλούσια, βαθιά και καλά αποστραγγιζόμενα, ενώ πρέπει να αποφεύγονται τα πολύ όξινα ($\text{pH} = 6-7,5$), τα πολύ αργιλώδη, τα υγρά και ιδιαίτερα κρύα το χειμώνα.

Καλλιεργείται τόσο σε θερμές όσο και σε ψυχρές περιοχές, με πιο κατάλληλες περιοχές αυτές με εύκρατο κλίμα, μικρό και ελαφρύ χειμώνα και δροσερό καλοκαίρι.

Πολλαπλασιάζεται βλαστικά με ριζώματα, που αναπτύσσονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, τα οποία μπορούν να αντέξουν στους $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ και τον χειμώνα όταν σκεπάζεται η καλλιέργεια με χιόνι, ακόμη και τους $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Οι βλαστοί αρχίζουν να εκπύσσονται στους $2 - 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, αλλά η ανάπτυξη επιταχύνεται όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος αυξηθεί πάνω από τους 10°C . Κατάλληλες θερμοκρασίες, την περίοδο βλάστησης, είναι οι $18 - 22\text{ }^{\circ}\text{C}$, οι οποίες συμβάλλουν στην αύξηση της μάζας των φύλλων.

Οι πιο κατάλληλες τοποθεσίες καλλιέργειας είναι σε ποτιστικά χωράφια με νότιο προσανατολισμό και πολλές ηλιόλουστες μέρες. Σε μερικές περιοχές γίνονται δύο συγκομιδές ανά καλλιεργητική περίοδο, οπότε παραλαμβάνονται μεγαλύτερες ποσότητες αιθέριου ελαίου. Παρόλο που η μέντα είναι πολυετές φυτό, σε ελληνικά εδάφη η καλλιέργεια της δεν πρέπει να διαρκεί περισσότερο από 2 με 3 χρόνια στην ίδια έκταση. Η καλλιέργεια της πρέπει να εναλλάσσεται με καλλιέργεια σιτηρών και αγρανάπαιση που συνολικά μπορεί να φθάσει και τα 10 χρόνια.

1.4.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΣΗ

Η κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους για την καλλιέργεια της μέντας ξεκινά από την ολοσχερή καταστροφή των ζιζανίων, ιδιαίτερα των πολυετών. Στη συνέχεια κατά το όργωμα συμπληρώνουμε το χωράφι με κοπριά ($300-400\text{ kg/ }100\text{m}^2$), το σβαρνίζουμε και το διατηρούμε καθαρό από ζιζάνια μέχρι την εγκατάσταση της μέντας. Η μέντα χρειάζεται αρκετά στοιχεία ($\text{kg/ }100\text{m}^2$): $0,8-1,2\text{ kg N}_2$, $0,6-0,8\text{ kg P}_2\text{O}_5$, $1,2-1,4\text{ kg K}_2\text{O}$. Το άζωτο θα πρέπει να προστίθεται σε 2 διαφορετικές χρονικές περιόδους και να ακολουθείται πάντα από ένα πολύ καλό πότισμα: τα $2/3$ στην αρχή της άνοιξης και το υπόλοιπο $1/3$ αμέσως μετά την πρώτη κοπή.

1.4.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΦΥΤΕΙΑΣ ΜΕΝΤΑΣ

Η μέντα, επειδή πρόκειται για στείρο υβρίδιο, πολλαπλασιάζεται κυρίως με ριζώματα. Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου (Αύγουστο - Σεπτέμβριο) τα ριζώματα παραλαμβάνονται από παλαιότερες φυτείες, με εκριζωτική μηχανή τύπου πατάτας, ξετινάζονται, διαλέγονται και τεμαχίζονται σε τμήματα των 20-30 εκατοστών. Το νέο φυτικό υλικό που προορίζεται για εγκατάσταση πρέπει να αποτελείται τουλάχιστον κατά 70% από άσπρα ριζώματα και το υπόλοιπο από πράσινα μέρη.

Τα ριζώματα πρέπει να φυτεύονται όσο το δυνατόν γρηγορότερα από την ημέρα εξαγωγής τους. Στην Ελλάδα, τα ριζώματα φυτεύονται το φθινόπωρο και το βάθος της αυλακιάς δεν πρέπει να ξεπερνά τα 10 εκατοστά, γιατί αλλιώς υπάρχει δυσκολία φυτρώματος των ριζωμάτων. Τοποθετούνται σε αποστάσεις 0,5-0,7 cm. Για την εγκατάσταση 1 στρέμματος μπορεί να χρειαστούν 150 – 200 κιλά ριζωμάτων, ενώ από 1 στρέμμα φυτείας παίρνουμε ριζώματα για 5-8 στρέμματα. Κατάλληλη για τη φύτευση είναι η τυποποιημένη μηχανή φύτευσης *Super Prefer* ή η πιο εξελιγμένη Ιταλική *Riberi*, που μπορεί να φυτεύει 10 στρέμματα σε λιγότερο από 2 ώρες.

Άλλος τρόπος πολλαπλασιασμού είναι με μοσχεύματα ή παραφυάδες που παίρνουμε αρχές Μαΐου και τα φυτεύουμε για τα ριζοβολήσουν. Η ριζοβολία διαρκεί 4 εβδομάδες και τα φυτά μεταφυτεύονται τον Ιούνιο.

Η μέντα είναι πολύ απαιτητική σε νερό και απαιτούνται κατάλληλοι χειρισμοί φυτοπροστασίας και θρέψης.



Εικόνα 3. Καλλιέργεια Μέντας σε χωράφι

1.4.4 ΑΡΔΕΥΣΗ

Η μέντα είναι ένα ποτιστικό φυτό. Χρειάζεται συχνά ποτίσματα, ανάλογα με τη σύσταση του χωραφιού. Οι πιο κρίσιμοι περίοδοι άρδευσης είναι κατά την ανάπτυξη των πλάγιων εκβλαστήσεων, κατά την άνθηση και αμέσως μετά την πρώτη κοπή, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για την παραγωγή φύλλων κατά το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Αυγούστου. Τα ποτίσματα πρέπει να σταματούν λίγες μέρες πριν από κάθε κοπή. Όταν η μέντα δεν ποτιστεί σωστά έχει πτώση των κάτω φύλλων και μείωση της παραγωγής της.

Ο όγκος ποτίσματος υπολογίζεται περίπου σε 4-6 m³ ανά 100 m² κάθε φορά. Οι καλλιέργειες που προορίζονται για παραγωγή αιθέριου ελαίου, είναι προτιμότερο να μην ποτιστούν περίπου μια εβδομάδα πριν από την συγκομιδή, ώστε να αποφευχθεί η μείωση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο.



Εικόνα 4. Μέντα που επανέρχεται μετά το χειμώνα

1.4.5 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Η καταπολέμηση των ζιζανίων σε τακτά χρονικά διαστήματα, είναι πολύ σημαντική ώστε το έδαφος μεταξύ των γραμμών να παραμένει καθαρό. Τα ζιζάνια κάνουν μεγάλη ζημιά στην καλλιέργεια της μέντας, γιατί εκτός από τον ανταγωνισμό, πολλά από αυτά συλλέγονται και αποθηκεύονται μαζί με τη μέντα, και καταστρέφουν την ποιότητα του αιθέριου ελαίου. Η καταπολέμηση γίνεται με σκάλισμα-βοτάνισμα, με ζιζανιοκτόνα και αρκετά συχνά, χρειάζεται επέμβαση μεταξύ των γραμμών με μικρές φρέζες.

1.4.6 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Η μέντα παρουσιάζει μεγάλο πρόβλημα από προσβολές σε βερτισιλλιώσεις (*Verticillium* spp.). Η βερτισιλλίωση είναι μια μυκητιακή ασθένεια που προκαλεί ακραίο στρίψιμο, χλώρωση, μαρασμό και πρόωρο θάνατο του φυτού. Το *Verticillium* διαδίδεται από μολυσμένα αποθέματα, από μολυσμένους εργαζόμενους, από τον αέρα και από μηχανολογικό εξοπλισμό.

Η ασθένεια, που εμφανίζεται πιο συχνά κυρίως, μετά τον δεύτερο χρόνο από την εγκατάσταση, είναι η σκωρίαση που προκαλείται από το *Puccinia menthae* Pers. Η ανάπτυξη της, ευνοείται από την υγρασία και τις αυξομειώσεις της θερμοκρασίας που μπορεί να συμβούν αργά το καλοκαίρι. Τα συμπτώματα είναι οι μικρές πορτοκαλιές φλύκταινες στο κάτω μέρος των φύλλων, που γίνονται καφέ – μαύρες με την ανάπτυξη των μυκήτων. Η προσβολή γίνεται αργά στη σαιζόν, συνήθως μετά την πρώτη κοπή μπορούν να μολυνθούν και τα ριζώματα στα οποία θα εμφανιστούν παραμορφώσεις και λευκές φλύκταινες.



Εικόνα 5. Σκωρίαση φύλλων Μέντας από το μύκητα *Puccinia menthae* Pers

Μία

λύση

που υπάρχει μόλις εντοπιστεί η προσβολή είναι να συγκομιστεί γρήγορα η μέντα, ώστε να ευνοηθεί η ανάπτυξη νέων υγιών βλαστών. Για να ελαχιστοποιηθεί η εμφάνιση της ασθένειας καλό είναι να περιορίζεται η διάρκεια της καλλιέργειας στον 1^ο χρόνο, να εγκαθίστανται τα φυτά της μέντας πιο μακριά μεταξύ τους και να μην γίνεται υπερβολική χρήση λίπανσης με άζωτο. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να τοποθετούνται τα ριζώματα κατά ομάδες των 2 – 3 σε αποστάσεις των 50 – 70 cm και σε βάθος 10 – 12 cm, καλύπτοντας ακολούθως με χώμα. Συνήθως είναι αρκετά 16 φυτά ανά m². Κάποιες ποικιλίες μέντας είναι ανθεκτικότερες στη σκωρίαση. Για την πλήρη καταπολέμηση τους υπάρχουν αρκετά μυκητοκτόνα.

1.5 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΜΕΝΤΑΣ

Υπάρχουν 26 περίπου είδη μέντας. Όσον αφορά την **παραγωγή ξηρού φυτικού υλικού**, στην Ε.Ε. κυρίως καλλιεργούνται οι ακόλουθες ποικιλίες:

1. Hongrie
2. Mitcham Milly (no 18)
3. Maine et Loire
4. Mitcham Ribecourt (no 19)

Οι κυριότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες για την **παραγωγή αιθέριου ελαίου** είναι οι ακόλουθες:

1. Hongrie
2. Mitcham Ribecourt (no 19)
3. Le Chaffaut-Digne (no 38)
4. Turin (no 44)
5. Pessione (no 52)

*οι αριθμοί και τα ονόματα των ποικιλιών είναι σύμφωνα με την ορολογία που αποκαλείται σήμερα και ονομάζεται “*Gilly*”.

Η **ελληνική** χλωρίδα περιλαμβάνει διάφορα είδη μέντας. Τα κυριότερα είναι:

1. Μίνθη η πιπερώδης, της οποίας από τα φύλλα και τα άνθη παίρνουμε τη μινθόλη
2. Μίνθη η σταχυώδης, μίνθη η πράσινη (*Mentha spicata* syn. *Mentha viridis*) κοινώς ο δυόσμος
3. Μίνθη η χνουώδης (*Mentha pubescens*)
4. Μίνθη η μακρόφυλλος, υποείδος η μακρόφυλλος συν. μίνθη η μελανίζουσα (*Mentha longifolia* subsp. *longifolia* syn. *Mentha nigrescens* K.Koch)
5. Μίνθη η στρογγυλόφυλλος (*Mentha rotundifolia*)
6. ο κοινός αγριόδυοσμος, Μίνθη η αρουραία ποικ. η αρουραία συν. μίνθη η μικρόφυλλος, (*Mentha arvensis* var. *arvensis* syn. *Mentha parvifolia*)

7. Μίνθη η πυραμιδοειδής συν. μίνθη η ρεβερχόνειος (*Mentha × pyramidalis* Ten. συν. *Mentha × reverchonii* Briq.)
8. Μίνθη η φίλυδρος (*Mentha aquatica*) και μίνθη η πουλέγιος.

1.6 ΤΡΟΠΟΙ ΑΠΟΞΗΡΑΝΣΗΣ

Όταν θέλουμε να χρησιμοποιούμε τη μέντα σαν ξηρή δρόγη, τη συλλέγουμε πριν από την άνθηση, όταν τα φυτά έχουν ύψος περίπου 40 εκατοστά (Ιούνιο). Στην περίπτωση αυτή κάνουμε τρεις συλλογές το χρόνο (Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο). Ο πιο διαδεδομένος τρόπος τεχνητής αποξήρανσης είναι η ξήρανση αμέσως μετά τη συγκομιδή, του φυτικού υλικού με τεχνητά μέσα σε ξηραντήριο ραφιών, κλίνες ξήρανσης ή σε απλό θάλαμο. Αναγκαία είναι η πολύ καλή κυκλοφορία του αέρα. Οι συγκομιδές πρέπει να είναι από μικρές σχετικά καλλιέργειες (100 kg ως μερικούς τόνους), ώστε η ξήρανση να είναι μία επικερδή διαδικασία, με οικονομικούς περιορισμούς στο κόστος ενέργειας και εργασίας.

Τρόπος φυσικής αποξήρανσης:

Αποτελεί τον πιο διαδεδομένο τρόπο αποξήρανσης, ο οποίος ονομάζεται αλλιώς και παραδοσιακός. Πραγματοποιείται σε σκοτεινές, καλά αεριζόμενες με ξηρή ατμόσφαιρα αποθήκες ή δωμάτια. Τα φυτά τοποθετούνται σε ματσάκια, πλέγματα ή χύμα και ξηραίνονται με την χρήση της επαγωγικής φυσικής θερμότητας με ατμοσφαιρικό αέρα. Απαιτεί μικρές συγκομιδές κάτω των 500 kg ανά ημέρα, διαθέτει οικονομική απόδοση αλλά η ποιότητα της παραγωγής είναι μη ελεγχόμενη.



Εικόνα 6. Παραδοσιακός τρόπος αποξήρανσης

Δυναμικός τρόπος αποξήρανσης:

Πρόκειται για ξηραντήριο με κινούμενο ιμάντα και σε ρεύμα αέρα. Το ουσιαστικό σε αυτή τη διαδικασία είναι η συνεχής επεξεργασία της συγκομιδής και η μετακίνηση του φυτικού υλικού με ταινία σε ρεύμα αέρα. Συνιστάται σε συγκομιδές εκτεταμένων καλλιεργειών (τόνων και άνω). Παράγει εξαιρετική ποιότητα αλλά το οικονομικό κομμάτι του ξηραντηρίου είναι δύσκολο να αποσβεστεί.



Εικόνα 7. Δυναμικό ξηραντήριο

Βιαστικός τρόπος αποξήρανσης:

Τέλος, όταν θέλουμε να κάνουμε μια γρήγορη ξήρανση στη μέντα τοποθετούμε το φυτό σε απορροφητικό χαρτί και στη συνέχεια σε φούρνο μικροκυμάτων για περίπου 3 λεπτά στην μεγαλύτερη ένταση.

1.7 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Η θερμοκρασία κατά την διάρκεια της αποθήκευσης αποτελεί σημαντικό παράγοντα. Πρέπει να παραμένει σταθερή και να μην αυξομειώνεται. Η υπερβολική ψύξη κατά την αποθήκευση μπορεί να προκαλέσει πάγωμα των φυτών και βλάβη στην ακεραιότητα των φυτικών κυττάρων.

Μόλις συγκομίζεται η μέντα έχει 100% εσωτερική υγρασία, αλλά όταν το φυτό αρχίζει να μαραίνεται έχουμε σταδιακή απώλεια ύδατος. Η διατήρηση υψηλής υγρασίας αποθήκευσης μειώνει την απώλεια ύδατος και επιβραδύνοντας τη μετακίνηση του νερού στο φυτό. Το ποσοστό υγρασίας μεταξύ 90 - 95% είναι το καταλληλότερο, καθώς αυτό θα μειώσει την απώλεια ύδατος του φυτού, χωρίς να σχηματίσει συμπυκνώματα, κάτι που υποβοηθά την ανάπτυξη και εξάπλωση των μικροοργανισμών, είτε στο φυτό, είτε στα υλικά συσκευασίας (περιέκτες).

Για να διατηρηθεί η υψηλή υγρασία κατά την αποθήκευση χρησιμοποιούνται φιλμ περιτυλίγματος ή χαρτοκιβώτια με πλαστική επικάλυψη, για την δημιουργία φραγμού στην απώλεια ύδατος (Corey 1989).

Αφού η διαδικασία αποξήρανσης ολοκληρωθεί, τα φυτά θα πρέπει να τοποθετούνται σε αεροστεγή γυάλινα δοχεία και να αποφεύγονται οι σακούλες ή τα πλαστικά δοχεία διότι έτσι αυξάνονται οι πιθανότητες τα φυτά να εμφανίσουν υγρασία που θα οδηγήσει το αποθηκευτικό υλικό σε μούχλιασμα.

1.8 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΝΤΑΣ

Η μέντα, όπως και τα υπόλοιπα είδη του γένους είναι από τα πιο γνωστά αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά στον κόσμο που χρησιμοποιούνται πολύ στην παραδοσιακή ιατρική ως αφεψήματα. Οι ποικιλίες της πράσινης μέντας, που καλλιεργούνται στην Αγγλία, είναι πολύ δημοφιλής στην μαγειρική διότι προσδίδουν άρωμα σε σουπές, ποτά και κρέατα. Η μέντα καλλιεργείται κυρίως για το σημαντικότερο συστατικό που περιέχει το αιθέριο έλαιό της, τη μινθόλη, που είναι μια αλκοόλη η οποία συμβάλλει στην αίσθηση ψύξης. Η χρήση της βρίσκεται κυρίως στις φαρμακευτικές βιομηχανίες, σε βιομηχανίες ζαχαρωτών και τροφίμων, σε βιομηχανίες παραγωγής τσίχλας, σε βιομηχανίες καλλυντικών, σε οδοντόπαστες αρωματισμένες με μινθόλη και στη ζαχαροπλαστική για

την παρασκευή γλυκών και ποτών. Το αιθέριο έλαιο της μέντας αποτελεί σημαντικό βελτιωτικό γεύσης και οσμής.

Η μινθόλη έχει θετικές επιδράσεις στη μνήμη, στο πεπτικό σύστημα, είναι αποτελεσματική σε ρευματικούς πόνους, νευραλγίες, σε συμπτώματα της γρίπης, σε πονοκεφάλους και σε πόνους δοντιών. Έχει τοπική αναισθητική, αγγειοτονωτική και αντισηπτική δράση, βοηθά σε ρινικές αλλεργίες, ρινικές καταρροές, λαρυγγίτιδες και βρογχίτιδες με τα εισπνεόμενα σκευάσματα της. Τέλος, από μελέτη του 2009 βρέθηκε ότι η εισπνοή αιθέριου ελαίου μέντας είχε την ικανότητα να μειώνει τη φλεγμονή της φυματίωσης.

1.9 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΩΣ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

- Στη σημερινή εποχή, οι καταναλωτές στρέφονται σε μία πιο εναλλακτική ή πιο μοντέρνα φαρμακευτική αγωγή σε σχέση με τα συνηθισμένα φάρμακα. Η αύξηση στην ζήτηση διαφορετικών φαρμάκων συνδέεται άμεσα με την αύξηση των πράσινων - βιολογικών προϊόντων στην κατανάλωση.
- Στην αγορά της φαρμακοβιομηχανίας έχουμε σημαντική είσοδο μεγάλων φαρμακευτικών εταιριών μη συνταγογραφούμενων φαρμάκων, οι οποίες προωθούν δυναμικά τα φυτικά φαρμακευτικά προϊόντα στην μαζική αγορά.
- Το μεγάλο ενδιαφέρον των μέσων μαζικής ενημέρωσης και η όλο και αυξημένη διαφήμιση για τα φυτικά φαρμακευτικά σκευάσματα συνεισφέρουν ταχεία αύξηση της καταναλωτικής ζήτησης, που έχει ως αποτέλεσμα αύξηση του προϋπολογισμού.
- Οι αυξημένες απαιτήσεις που υπάρχουν σχετικά με την ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα και την ποιότητα αυτών των προϊόντων, έχουν σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη της έρευνας για υψηλής ποιότητας πρώτες ύλες, ως και την τυποποίηση αυτών των προϊόντων.
- Η αποδοχή των φυτικών φαρμακευτικών προϊόντων βελτιώθηκε σε σημαντικό βαθμό, λόγω της εκτεταμένης έρευνας και ανάπτυξης των νέων.
- Σήμερα, όλο και περισσότερες καινοτόμες επιχειρήσεις αναζητούν βιολογικά πιστοποιημένες πρώτες ύλες ή υψηλής προστιθέμενης αξίας προϊόντα φυτικής

προέλευσης, για την δημιουργία και ανάπτυξη νέων προϊόντων, με αποτέλεσμα τη συνεχή αύξηση της ζήτησης αυτών.

1.10 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΓΛΑΣΤΡΕΣ

Η μέντα είναι ένα ποώδες αρωματικό φυτό, με μεγάλη ευκολία στην καλλιέργεια και στη συντήρησή της. Εκτός από το έδαφος μπορεί να καλλιεργηθεί και σε γλάστρες. Νωρίς την Άνοιξη, μόλις περάσουν τα τελευταία κρύα, μπορούμε να σπείρουμε τους σπόρους της μέντας. Πρέπει να έχουμε πολλούς σπόρους γιατί αρκετοί από αυτούς είναι στείροι. Απλώνουμε τους σπόρους επάνω στο χώμα και ποτίζουμε άμεσα. Δεν πρέπει να σκεπάσουμε τους σπόρους με χώμα. Η γλάστρα πρέπει να τοποθετηθεί σε σημείο που την βλέπει ο ήλιος. Οι σπόροι θα βλαστήσουν σε περίπου 12 ημέρες. Αν θέλουμε οι σπόροι να βλαστήσουν πιο εύκολα, μπορούμε να καλύψουμε τη γλάστρα με ένα διαφανές πλαστικό, π.χ. μεμβράνη περιτυλίγματος, ώστε να δημιουργήσουμε ένα πρόχειρο θερμοκήπιο.

Ο άλλος πιο διαδεδομένος τρόπος πολλαπλασιασμού είναι με τη χρήση ριζωμάτων. Μπορούμε να μεταφυτέψουμε ριζώματα μέντας από ένα αναπτυγμένο φυτό σε μία νέα γλάστρα.



1.11 ΕΛΑΙΟ

Εικόνα 8. Καλλιέργεια Μέντας σε θερμοκήπιο

ΑΙΘΕΡΙΟ

1.11.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ

Σύμφωνα με τον καθηγητή Naves, είναι πολύ δύσκολο να δοθεί μόνο ένας ορισμός για το αιθέριο έλαιο, διότι άνθρωποι διαφορετικών επαγγελμάτων και διαφορετικής εξειδίκευσης όπως βοτανικοί, γιατροί, βιολόγοι, φαρμακοποιοί και αρωματοποιοί, αποδίδουν άλλη έννοια στο αιθέριο έλαιο ανάλογα με την αντίληψη που έχουν γι' αυτό. Συνοπτικά, θα αναφερθούμε στους όρους Essences ή Aetheroleum, που δηλώνουν τα κύρια αρωματοφόρα συστατικά που περιέχονται στα φυτά, τα οποία μπορούν να παραληφθούν με απόσταξη, με εκπίεση ή με εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες.

Τα αιθέρια έλαια είναι λιπόφιλες ουσίες, που αποτελούνται από ένα πτητικό μίγμα οργανικών ενώσεων που παραλαμβάνονται με φυσικούς τρόπους από ένα φυτικό υλικό που μυρίζει και η βιοσύνθεσή τους γίνεται σε εξειδικευμένα εκκριτικά κύτταρα, που συγκροτούν εκκριτικούς ιστούς, οι οποίοι ονομάζονται αδενικά τριχώματα. Στη μέντα, τα αδενικά τριχώματα συναντώνται κυρίως στην επιφάνεια του φύλλου και του βλαστού (Amelunxen, 1965; Guenther, 1974; Fahn, 1979).

Τα αιθέρια έλαια προέρχεται από μια βοτανική πηγή (συνήθως αρωματικά ή και φαρμακευτικά φυτά) και χρησιμοποιούνται ευρέως στην παραγωγή διάφορων προϊόντων όπως αρώματα, φάρμακα, τρόφιμα, ποτά και καλλυντικά.

1.11.2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Η σύσταση του αιθέριου ελαίου των αρωματικών φυτών είναι το αποτέλεσμα αλυσιδωτών αντιδράσεων που ακολουθούν τη βιοσυνθετική οδό των τερπενοειδών. Αποτελούνται κυρίως από αλκοόλες, εστέρες, κετόνες και τερπένια. Είναι σύνθετα μίγματα ακυκλικών, αλλυκυκλικών, αρωματικών ή και ετεροκυκλικών ενώσεων. Στα περισσότερα αιθέρια έλαια παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στα πτητικότερα κλάσματα τους μια ή περισσότερες σειρές ισομερών ακόρεστων υδρογονανθράκων του τύπου $C_{10}H_{16}$ που είναι από τα βασικότερα χαρακτηριστικά τους και είναι γνωστά με το όνομα

τερπένια. Μαζί με τα τερπένια βρέθηκε και ένας αριθμός οξυγονούχων παραγώγων των τερπενίων σε κρυσταλλική μορφή.

Το αιθέριο έλαιο της μέντας είναι άχρωμο ή ελαφρώς κιτρινωπό και έχει χαρακτηριστική οσμή και γεύση. Αποτελείται από περισσότερα από 200 συστατικά, από τα οποία τα 20 είναι σημαντικά για το άρωμα και τη γεύση. Η τυπική σύσταση του αιθέριου ελαίου της μέντας, είναι η εξής: μενθόλη (30-55%), μενθόνη (14-32%), οξικός μενθυλεστέρας (2,8-10%), λιμονένιο (1-5%), κινεόλη (3,5-14%), μενθοφουράνιο (1-9%), ισομενθόνη (1,5-10%), πουλεγόνη (μέχρι 4%) και καρβόνη (μέχρι 1%) (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2010). Γενικά, η άριστη ποιότητα του αιθέριου ελαίου μέντας έγκειται στην υψηλή συγκέντρωση της μενθόλης και της μενθόνης και στη χαμηλή συγκέντρωση της πουλεγόνης και του μενθοφουρανίου (Riachi και De Maria, 2015).

1.11.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

Τα περισσότερα αιθέρια έλαια βρίσκονται στα φύλλα, στα άνθη, στις ρίζες και στις ρητίνες. Είναι συνήθως υγρά λαμπερά και διαφανή, αλλά υπάρχουν και μερικά έγχρωμα, που διαλύονται στην αλκόλη, στον αιθέρα και σε άλλα έλαια.

Η ποσότητα και η σύσταση του αιθέριου ελαίου επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

- η ανόργανη θρέψη (επίπεδο και τύπος λίπανσης) (Singh κ.α., 2001b),
- το στάδιο ανάπτυξης κατά τη συγκομιδή (νεαρό ή ώριμο) (Grulova κ.α., 2015),
- οι βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις (πχ. αλατότητα) (Tabatabaie και Nazari, 2007), και
- το μέσο της καλλιέργειας (έδαφος ή υδροπονία) (Vimolmangkang κ.α., 2010).

Το έδαφος με τους φυσικούς, χημικούς ή βιολογικούς τρόπους, την παρουσία των μικροοργανισμών, τη διακύμανση του pH και των θρεπτικών στοιχείων έχει σύνθετη επίδραση στην αύξηση και ανάπτυξη της παραγωγή ξηρής δρόγης και στους

δευτερογενείς μεταβολίτες. Σημαντική έχει αναφερθεί ότι είναι η αλκαλικότητα του εδάφους, η οποία έχει θετική επίδραση στην περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου (Bernath J. 1992).

Η εποχή καλλιέργειας και συγκομιδής αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα για την ποιότητα του αιθέριου ελαίου. Η συμβολή του φωτός είναι καθοριστική, ιδιαίτερα στην βιοσύνθεση των τερπενίων. Η φωτοπερίοδος λόγω της συμβολής της στη ρύθμιση ανάπτυξης και αύξησης του φυτού, επηρεάζει σημαντικά την απόδοση και την σύνθεση του αιθέριου ελαίου, όπως έχουν δείξει πολλές μελέτες σε αρκετά φυτά και ιδιαίτερα στη μέντα (Bernath J. 1992). Για αυτό το λόγο τα φυτικά υλικά από τα οποία παραλαμβάνουμε τα αιθέρια έλαια πρέπει να συλλέγονται σε ορισμένη περίοδο του οντογενετικού κύκλου, κάτω από ειδικές κλιματολογικές συνθήκες και σε ορισμένες ώρες της ημέρας. Η απόδοση του αιθέριου ελαίου επηρεάζεται και από την θερμοκρασία και το υψόμετρο που αναπτύσσεται το φυτό (Samaras G. et al. 2002).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Γενικά

Η αλάτωση των εδαφών αποτελεί ένα παγκόσμιο αυξανόμενο περιβαλλοντικό πρόβλημα κυρίως λόγω του ολοένα και πιο ξηρού κλίματος που επικρατεί διεθνώς (Kasrati κ.α., 2014). Αυτό το πρόβλημα το αντιμετωπίζει και η χώρα μας, με τη συνεχή συσσώρευση των αλάτων σε ολοένα και αυξανόμενη έκταση (φαινόμενο της αλατότητας). Η παρατηρούμενη αύξηση του προβλήματος οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη χρησιμοποίηση αρδευτικών υδάτων πλουσίων σε άλατα. Λόγω της επέκτασης των αρδεύσεων, τα τελευταία χρόνια το νερό άρδευσης πολλές φορές είναι κακής ποιότητας.

Στη χώρα μας η οικονομική σημασία και τα προβλήματα της αλατότητας στη γεωργία δεν έτυχαν της δέουσας προσοχής. Συχνά οι παραγωγοί χρησιμοποιούν νερό αποστράγγισης (που κατά κανόνα έχει υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων) ή υφάλμυρο νερό, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση περισσότερων αλάτων. Η καλλιέργεια φυτών κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας, δημιουργεί προβλήματα λόγω των δυσμενών δράσεων τους στα καλλιεργούμενα φυτά, που κατά πλειονότητα είναι ευπαθή στα άλατα. Απώλειες, όπως είναι η ποιοτική και ποσοτική μείωση της παραγωγής, μπορούν να παρουσιαστούν ακόμη και με μικρότερη συγκέντρωση αλάτων από την κρίσιμη που είναι για μια καλλιέργεια.

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Με τον όρο αλατότητα εννοούμε το σύνολο των υδατοδιαλυτών αλάτων στο ριζόστρωμα του φυτού που είναι τα ανθρακικά, δισανθρακικά, θειικά, χλωριούχα, νιτρικά και βορικά άλατα με Ca, Mg, Na, K, και NH₄, κυρίως. Από αυτά το CaCO₃ (Ca, Mg) CO₃ είναι δυσδιάλυτα. Τα υδατοδιάλυτα άλατα όταν υπερβούν μια κρίσιμη ποσότητα έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη των καλλιεργειών, γι' αυτό έχει μεγάλη σημασία η γνώση της περιεκτικότητας της περιοχής της ρίζας σε ολικά υδατοδιαλυτά άλατα, με στόχο την βελτίωση και την εφαρμογή της κατάλληλης καλλιέργειας.

Η αλατότητα αποτελεί μια κατάσταση αβιοτικής καταπόνησης για τα φυτά. Επηρεάζει την απορρόφηση του νερού, τη συσσώρευση ιόντων Na και Cl σε τοξικά επίπεδα, τις διάφορες διαταραχές στην ισορροπία ιόντων, καθώς και το οξειδωτικό στρες (Munns, 1993; Lazof και Berstein, 1998; Dat κ.α., 2000).

2.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το φαινόμενο της αλατότητας έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της γεωργίας από την αρχαιότητα ως σήμερα. Στη νότια Μεσοποταμία, λόγω του ότι οι Σουμέριοι εφάρμοζαν τις αρδεύσεις σε εκτεταμένη κλίμακα, η μείωση της γεωργικής παραγωγής λόγω της αλατότητας είχε αρχίσει να γίνεται αισθητή από το 2400 π.Χ. Η μείωση αυτή συνεχίσθηκε για αιώνες για να οδηγήσει τελικά γύρω στο 1700 π.Χ. στην ουσιαστική εγκατάλειψη των περιοχών αυτών. Σε επιγραμμένες πλάκες της περιόδου αυτής περιέχονται εξαιρετικά παραστατικές περιγραφές και στοιχεία που αποδεικνύουν τη βαθμιαία μείωση της απόδοσης των καλλιεργουμένων φυτών (Willcocks, 1911). Η υποβάθμιση αυτή των εδαφών θεωρείται σαν η βασική αιτία της παρακμής της αυτοκρατορίας των Σουμερίων που ακολουθήθηκε από τη μετατόπιση της γεωργικής, πολιτιστικής και πολιτικής δραστηριότητας στη κεντρική Μεσοποταμία, στη Βαβυλωνία, και αργότερα στις Ασσυριακές πόλεις της βόρειας Μεσοποταμίας. Οι περιοχές αυτές στη συνέχεια δοκιμάσθηκαν από την αλατότητα, που στην κεντρική Μεσοποταμία άρχισε να γίνεται αισθητή από το 1300 π.Χ., ενώ στη βόρειο Μεσοποταμία από το 1200 π.Χ.

Οι δυσμενείς αυτές επιδράσεις της αλατότητας δεν παρατηρήθηκαν μόνο στις περιοχές που η άρδευση τους είχε αρχίσει από τους χρόνους της αρχαιότητας, αλλά και σε περιοχές όπου σχετικά πρόσφατα αναπτύχθηκε η αρδευόμενη γεωργία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, είναι οι δυτικές πολιτείες των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, όπου η εφαρμογή της άρδευσης για ένα σχετικά βραχύ χρονικό διάστημα προκάλεσε προβλήματα αλατότητας σε μεγάλη κλίμακα (Soil Salinity Laboratory Riverside, USA).

2.1.2 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το πρόβλημα της αλατότητας είναι έντονο και στον Ελλαδικό χώρο. Το μεγαλύτερο

πρόβλημα αντιμετωπίζει η Θεσσαλία, που είναι η μεγαλύτερη καλλιεργούμενη περιοχή στην Ελλάδα, σαν συνέπεια της εφαρμογής υψηλών ποσοτήτων λιπασμάτων ετησίως και της ανεπαρκούς άρδευσης με νερό καλής ποιότητας. Άλλες περιοχές που αντιμετωπίζουν προβλήματα αλατότητας, σε μικρότερο βέβαια βαθμό είναι: η Σκάλα Λακωνίας, η πεδιάδα του ποταμού Σπερχειού, η πεδιάδα του ποταμού Αχελώου, κλπ, (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων).

Αξίζει εδώ να αναφερθεί και η περίπτωση της Αργολίδας, που αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα διείσδυσης υφάλμυρων νερών. Προκειμένου να καλυφθούν οι μεγάλες απαιτήσεις σε νερό και να προστατευθούν οι εντατικά καλλιεργούμενες εκτάσεις χρησιμοποιείται η πρακτική της βελτίωσης της ποιότητας του υπόγειου νερού. Ο εμπλουτισμός του υπόγειου νερού επιτυγχάνεται με την παροχή νερού πηγών καλής ποιότητας μέσω φρεατίων κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.

2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟ NaCl

Τα φυτά κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με την ικανότητά τους να αναπτύσσονται σε αλατούχα περιβάλλοντα ή όχι. Οι δύο κατηγορίες είναι τα :

- **αλόφυτα** και τα
- **γλυκόφυτα** (Sairam and Tyagi, 2004).

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα φυτά που μπορούν να αναπτυχθούν σε περιβάλλον αλατότητας (Yokoi et al., 2002). Υπάρχουν μάλιστα μερικά είδη αλοφύτων που μπορούν να αναπτυχθούν σε περιβάλλον υψηλής αλατότητας, έως και 400 mM NaCl, χωρίς να ανασταλεί η ανάπτυξή τους (Tester and Danenport, 2003).

2.2.1 ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ NaCl

Λόγω της καταπόνησης που δέχονται τα φυτά της μέντας, από την αυξημένη αλατότητα, επηρεάζονται σημαντικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού. Αυτά είναι το μήκος

ρίζας των φυτών, το νωπό βάρος των ριζών και των βλαστών καθώς και το μήκος των μεσογονάτιων διαστημάτων. Ο κυριότερος λόγος των παραπάνω αποτελεσμάτων είναι η επιβάρυνση που δέχονται τα φυτά λόγω της αλατότητας στα αρχικά στάδια ανάπτυξης (Olga et al., 2009). Κατά τα λεγόμενα του Munns (2003), η καταπόνηση που υφίσταται η καλλιέργεια της μέντας αποφέρει αρνητικές συνέπειες λόγω της μείωσης της διαθεσιμότητας του νερού και της αύξησης της τοξικότητας του χλωριούχου νατρίου. Επιπλέον η μείωση του ξηρού βάρους των φυτών είναι αποτέλεσμα της καταστολής της υδρόλυσης των θρεπτικών στοιχείων και της μετακίνησης τους στους αναπτυσσόμενους βλαστούς.

Η καταπόνηση της αλατότητας μειώνει την διαθεσιμότητα του άνθρακα κατά την ανάπτυξη φυτών στα αρχικά στάδια κάτι το οποίο, μπορεί να μειώσει αισθητά την απόδοση των φυτών σε αιθέρια έλαια (Cheesman, 1988). Εξαιτίας της αλατότητας, παρατηρείται μια επαγωγή του δευτερογενούς μεταβολισμού των φυτών. Ωστόσο, η αλατότητα δεν επηρεάζει με τον ίδιο τρόπο την παραγωγή της βιομάζας και του αιθέριου ελαίου στα αρωματικά φυτά, αλλά εξαρτάται από τη συγκέντρωση των αλάτων, το μέσο καλλιέργειας και την ανοχή κάθε είδους (Baâtour κ.α., 2010).

2.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΕΝΕΣΗΣ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Οι βασικοί παράγοντες που ευνοούν την συγκέντρωση των αλάτων στην περιοχή της ρίζας είναι: η άρδευση με χαμηλής ποιότητας νερό, (εξαιτίας της υπερ-άντλησης του υπόγειου νερού και την διείσδυση του θαλάσσιου νερού) και οι ξηρές κλιματικές συνθήκες που ευνοούν το αρνητικό ισοζύγιο νερού.

Αναλυτικότερα οι παράγοντες της αλατότητας συνοψίζονται ως εξής:

- **Κακή ποιότητα στο νερό άρδευσης:** Η ανάπτυξη της γεωργίας και η αναζήτηση νέων ποικιλιών και καλλιεργητικών μεθόδων για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής είναι στενά συνδεδεμένη με τις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες σε αρδευτικό νερό. Το νερό που χρησιμοποιείται για τις αρδεύσεις προέρχεται από επιφανειακά (ποταμοί ή λίμνες) ή υπόγεια νερά. Τα άλατα συγκεντρώνονται στην περιοχή της ρίζας όταν η ποσότητα αυτών που προστίθεται με το νερό άρδευσης είναι μεγαλύτερη από αυτή που εκπλύνεται. Το νερό άρδευσης περιέχει διάφορες

ποσότητες αλάτων, μέρος από αυτών απορροφάται από τα φυτά, ένα άλλο μέρος εκπλύνεται και το υπόλοιπο παραμένει στο ριζόστρωμα. Η άρδευση έκτασης με λιγότερο από το απαιτούμενο νερό επιφέρει ανεπαρκή έκπλυση και συγκέντρωση αλάτων. Έτσι σημαντικές ποσότητες υδατοδιαλυτών αλάτων μπορούν να προστεθούν στο ριζόστρωμα, σε βραχύ χρονικό διάστημα.

- **Εξατμισοδιαπνοή:** Η κίνηση των αλάτων στην περιοχή της ρίζας σχετίζεται με την κίνηση του νερού. Γενικότερα, όταν το ανοδικό ρεύμα της εξατμισοδιαπνοής υπερσχύει του καθοδικού ρεύματος της έκπλυσης των υδατοδιαλυτών αλάτων, συσσωρεύονται διαλυτά άλατα, τα οποία εναποθέτονται κατά τη συμπύκνωση και εξάτμιση του εδαφικού διαλύματος (το διάλυμα που κυκλοφορεί μεταξύ του εδαφικού πορώδους) ή του θρεπτικού διαλύματος (το διάλυμα που κυκλοφορεί σε υδροπονικό υπόστρωμα ή ριζόστρωμα). Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειώσουμε ότι στην εξάτμιση περιλαμβάνεται και ο παράγοντας της αποστράγγισης. Κάτω από συνθήκες κακής αποστράγγισης, η ύπαρξη υψηλής υπόγειας στάθμης επιτρέπει την ανοδική κίνηση του αλατούχου υπόγειου νερού στη ζώνη του ριζοστρώματος. Το ποσό των αλάτων συγκεντρώνεται στην περιοχή του ριζοστρώματος, λόγω της άντλησης μεγάλης ποσότητας νερού (και κατά συνέπεια συμπύκνωση των αλάτων) για τις ανάγκες του φυτού. Με την πάροδο του χρόνου και τη συμπύκνωση του διαλύματος στην περιοχή των ριζών, το φυτό αναζητώντας νέες ποσότητες νερού συμπυκνώνει όλο και περισσότερο το διάλυμα. Το αρνητικό ισοζύγιο νερού επομένως δημιουργείται όταν η εξατμισοδιαπνοή (ET) γίνεται μεγαλύτερη από τη βροχόπτωση (P) και την άρδευση (I) ($ET > P + I$) συνεπώς το αρνητικό ισοζύγιο νερού παρατηρείται τους θερινούς μήνες. Στις περιόδους με μεγάλη ανάγκη νερού για την εξατμισοδιαπνοή (ET), δηλαδή κάτω από ξηρές και θερμές συνθήκες, το νερό μπορεί να μη είναι αρκετό για αραίωση ή την απομάκρυνση των αλάτων από την περιοχή του ριζοστρώματος. Κάτω από τέτοιες συνθήκες τα φυτά παρουσιάζουν συμπτώματα υδατικής καταπόνησης και είναι ακόμα εντονότερα όταν συνδυάζονται με ξηρούς ανέμους. Γενικά το κλίμα επηρεάζει το ισοζύγιο του νερού. Σε υγρές περιοχές ή κατά την ψυχρότερη περίοδο του έτους έχουμε υψηλότερη βροχόπτωση και μικρότερη εξατμισοδιαπνοή. Το αποτέλεσμα είναι το ποσοστό έκπλυσης των συγκεντρωθέντων αλάτων να είναι μεγαλύτερο, αμβλύνοντας τα συμπτώματα της αλατότητας.

2.3.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ

Οι περιοχές στις οποίες είναι προσφορότερες οι προϋποθέσεις για δημιουργία συνθηκών αλατότητας είναι:

1. Περιοχές παραθαλάσσιες ή με ημίξηρο και ξηρό κλίμα.

Αναφέρθηκε προηγουμένως ότι το νερό κακής ποιότητας, που περιέχει πολλά άλατα είναι δυνατόν να δημιουργήσει συνθήκες υψηλής αλατότητας. Οι παραθαλάσσιες περιοχές λόγω της συνεχούς επαφής τους με το θαλασσινό νερό καθίστανται ευπαθή στο φαινόμενο. Το θαλασσινό νερό περιέχει άλατα με κυριαρχούν στοιχείο το Na υπό μορφή NaCl. Συνέπεια της επαφής των περιοχών αυτών με το θαλασσινό νερό είναι να συγκεντρώνεται μεγάλη ποσότητα αλάτων. Τις παραπάνω περιοχές τις συναντάμε σε όλα σχεδόν τα πλάτη της γης. Συνθήκες αλατότητας παρατηρούνται και σε περιοχές με ημίξηρο και ξηρό κλίμα όπου, η μεν εξατμισοδιαπνοή είναι μεγάλη ενώ η βροχόπτωση, η οποία θα βοηθούσε στη έκπλυση και απομάκρυνση των αλάτων από το περιβάλλον της ρίζας, μικρή (Μισοπολινός 1991).

2. Θερμοκήπια.

Στα θερμοκήπια, το πρόβλημα της αλατότητας παρουσιάζεται σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό. Η έλλειψη βροχοπτώσεων σε συνδυασμό με την αυξανόμενη προσθήκη νερού άρδευσης κακής ποιότητας και των υψηλότερων θερμοκρασιών που επικρατούν συμβάλλει στην ένταση του φαινομένου με αποτέλεσμα να καθιστά ακόμη πιο δύσκολη την έκπλυση των αλάτων (Magan et al., 2008). Προβλήματα αλατότητας συναντάμε και σε συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών λόγω της συσσώρευσης αλάτων που περιέχονται στο θρεπτικό διάλυμα. Η αλατότητα στα μικρού όγκου υποστρώματα ανάπτυξης της ρίζας που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία είναι ιδιαίτερα έντονη, καθώς η συσσώρευση των αλάτων είναι ταχύτερη σε μικρό χρονικό διάστημα. Ιδιαίτερα, όταν οι καλλιέργειες αναπτύσσονται σε κλειστά συστήματα, με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, η συσσώρευση των αλάτων πραγματοποιείται με μεγάλη ταχύτητα (Sonneveld et al., 1999).

2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Η αλατότητα επηρεάζει δυσμενώς και την ανάπτυξη των φυτών. Πειράματα δείχνουν τα βλαβερά αποτελέσματα της αλατότητας στη φύτευση σπερμάτων και στον πολλαπλασιασμό με μόσχευμα (Hegazy, H. S., and Abdulhafez, A. 2004). Κάτω από συνθήκες αλατότητας η φύτευση επιβραδύνεται, η αύξηση μειώνεται και δημιουργούνται νάνα φυτά. Τα φυτά είναι πιο ευαίσθητα στην αλατότητα του υποστρώματος (εμβολιασμένα και μη εμβολιασμένα) κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων αύξησης, απ' ό,τι αργότερα, επειδή δε γίνεται οσμωτική εξισορρόπηση (Fernandez-Garcia, N., et al., 2004). Η αντοχή των φυτών στα άλατα συνήθως είναι μεγαλύτερη όσο προχωρεί η βλαστική αύξηση, διότι ενισχύεται η ικανότητα των φυτών να αυξάνουν την οσμωτική πίεση του κυτταρικού τους χυμού. Μπορεί να εμποδίσει ή να καθυστερήσει τη βλάστηση και την ανάπτυξη του βλαστιδίου κατά τα πρώτα στάδια. (Debouba, M., et al., 2006). Η αλατότητα επηρεάζει ακόμα και την ανθοφορία προκαλώντας πρωιμότητα της παραγωγής των καρπών (McCall, D., and Brazaityte, A. 1997). Η παρουσία υψηλής συγκέντρωσης υδατοδιαλυτών αλάτων στη ζώνη της ρίζας, επιδρούν αρνητικά στην ανάπτυξη των φυτών ανεξάρτητα από την φύση τους, με επιβράδυνση της αυξητικής δραστηριότητας. Κάτω από συνθήκες αλατότητας η ταχύτητα κινητοποίησης των αποθησαυριστικών ουσιών μειώνεται σημαντικά. Η μείωση της ανάπτυξης για τα διάφορα φυτά, ταξινομείται σε κατηγορίες ευαισθησίας ανάλογα με το όριο αλατότητας στο οποίο εμφανίζεται η μείωση αυτή. Η ευαισθησία αυτή προσδιορίζεται με πειραματισμούς σε μικρές επιφάνειες ή δοχεία υπό ελεγχόμενες συνθήκες υγρασίας του ριζοστρώματος, γονιμότητας και φυτοπροστασίας.

2.5 ΑΝΤΟΧΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Τα καλλιεργούμενα φυτά, όπως είδαμε προηγουμένως διαφέρουν στην αντοχή τους στα άλατα και αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο στη συγκέντρωση τους στο διάλυμα του ριζοστρώματος. Με βάση το γεγονός ότι πολλοί παράγοντες έχουν δυσμενή δράση στο φυτό και με βάση την έλλειψη της σταθερότητας τους κάτω από συνθήκες αλατότητας είναι δύσκολο να καθοριστεί επακριβώς η συγκέντρωση αλάτων στην οποία το φυτό

είναι ποιο ανθεκτικό. Ο βαθμός αντοχής των φυτών στα άλατα μεταβάλλεται και εξαρτάται από διάφορους φυσιολογικούς μηχανισμούς. Τα ποσοτικά κριτήρια της αντοχής των φυτών στα άλατα και η παραγωγικότητα των διαφόρων φυτών ποικίλλουν, ανάλογα με τις βιολογικές ιδιότητες. Σε μερικά φυτά, η ιδιότητα της μεγάλης αντοχής στα άλατα συνδέεται με χαμηλή παραγωγικότητα, ενώ σε άλλα με σχετικά υψηλή παραγωγικότητα. Γενικά είναι δύσκολο να επινοηθούν τρόποι προσδιορισμού της αντοχής με βάση βιοχημικές και φυσιολογικές μετρήσεις, γιατί καμιά φυσιολογική παράμετρος μόνη της δεν συσχετίζεται άμεσα με την αντοχή στα άλατα. Αναφορικά οι προσπάθειες και οι προτάσεις που γίνονται για διάφορα κριτήρια ταξινόμησης της αντοχής των φυτών στην αλατότητα είναι:

- i. Στην οπτική εμφάνιση της ζημιάς του φυτού. Τα φυτά προσδιορίζονται σε κλίμακα από 1 (περισσότερο ανεκτικό) μέχρι το 4 (περισσότερο ευαίσθητο). (Chookhampaeng, S., et al., 2007).
- ii. Με την αντοχή στην αλατότητα του θαλασσινού νερού (Hajer, A.S., et al., 2006).
- iii. Με τη μείωση στο ξηρό βάρος ρίζας/βλαστού (Chookhampaeng, S., et al., 2007).
- iv. Με τις φυσιολογικές αλλαγές στα φύλλα με μεταβολή των επιπέδων συγκέντρωσης προλίνης, πουτρεσκίνης, γλουταμινικού οξέως και αργινίνης (Santa-Cruz, A., et al., 1999).
- v. Με βάση την σχέση των Mass-Hoffman (Caro, M., et al., 1991). Για τη γεωργία είναι ειδικά πολύτιμα όχι αυτά τα φυτά που δείχνουν υψηλή αντοχή στα άλατα, αλλά αυτά των οποίων η αντοχή συσχετίζεται με υψηλές αποδόσεις.

2.6 ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Οι υψηλές συγκεντρώσεις Na^+ και Cl^- στο εδαφικό διάλυμα μπορεί να μειώσει τη δραστηριότητα των θρεπτικών ιόντων και να δημιουργήσει αυξημένους λόγους $\text{Na}^+/\text{Ca}^{+2}$, Na^+/K^+ , Na^+/Mg και $\text{Cl}^-/\text{NO}_3^-$. Σε συνέπεια αυτών, το φυτό γίνεται ευαίσθητο σε επιβλαβείς ωσμωτικές και ιοντικές επιδράσεις, καθώς και σε θρεπτικές διαταραχές που μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης ή της ποιότητας των

παραγόμενων προϊόντων. Με άλλα λόγια, από τις θρεπτικές επιδράσεις της αλατότητας στα φυτά διακρίνουμε:

1. Την άμεση τοξικότητα εξαιτίας της υπερβολικής συσσώρευσης ιόντων στους ιστούς και
2. Τη θρεπτική ανισορροπία που προκαλείται από μια περίσσεια ή έλλειψη μερικών συγκεκριμένων ιόντων.

Οι θρεπτικές ανισορροπίες μπορεί να προκύψουν στα φυτά, που αναπτύσσονται σε συνθήκες αλατότητας, με πολλούς τρόπους. Ανισορροπίες μπορεί να προκύψουν από την επίδραση της αλατότητας στη διαθεσιμότητα, στην ανταγωνιστική απορρόφηση, στη μεταφορά ή την κατανομή των θρεπτικών στοιχείων μέσα στο φυτό ή μπορεί να προκληθούν από φυσιολογική αδρανοποίηση ενός θρεπτικού στοιχείου, προκαλώντας την αυξημένη ζήτηση για αυτό το απαραίτητο στοιχείο από το φυτό. Είναι λογικό να θεωρείται ότι δύο ή περισσότερες από αυτές τις διαδικασίες μπορούν να συμβούν την ίδια στιγμή, αλλά αν αυτές τελικά επηρεάζουν την απόδοση της καλλιέργειας ή την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων, εξαρτάται από το επίπεδο της αλατότητας, τη σύνθεση των αλάτων, το είδος της καλλιέργειας, το υπό συζήτηση θρεπτικό στοιχείο και από έναν αριθμό περιβαλλοντικών παραγόντων.

Οι αλληλεπιδράσεις που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα, την απορρόφηση και την κατανομή των θρεπτικών στοιχείων, είναι πολύ σύνθετες ακόμη και κάτω από συνθήκες απουσίας αλατότητας ή άλλων παραγόντων καταπόνησης. Η παρουσία της αλατότητας προσθέτει ένα νέο επίπεδο περιπλοκής στην ανόργανη θρέψη των φυτών (Grattan & Grieve, 1998).

2.7 ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ ΣΤΟ ΦΥΤΟ

Οι μηχανισμοί της δράσης των αλάτων στα φυτά, είναι τα κύρια προβλήματα για έρευνα. Η επίδραση της αλατότητας (Salt effect) στην ανάπτυξη των φυτών οφείλεται κυρίως σε ανεπαρκή τροφοδοσία ύδατος λόγω της υψηλής οσμωτικής του πίεσης, και στις άμεσες ιοντικές επιδράσεις. Η δυσμενής συνέπεια της υψηλής συγκεντρώσεως των αλάτων στην περιοχή της ρίζας είναι η οσμωτική δέσμευση του νερού που το καθιστά λιγότερο

διαθέσιμο στα φυτά. Επίσης, διακρίνουμε και την απ' ευθείας τοξική δράση των αλάτων. Αναλυτικότερα, τα άλατα μπορούν να ζημιώσουν τα φυτά με δύο τρόπους:

- Οσμωτική δράση
- Τοξικότητα ιόντος

Οσμωτική δράση: Η υψηλή οσμωτική πίεση (OP) διαταράσσει το ισοζύγιο σε νερό των φυτών. Η επίδραση των υδατοδιαλυτών αλάτων στην ανάπτυξη των φυτών, απουσία τοξικών φαινομένων, λειτουργεί μέσω του υδατικού δυναμικού. Το υδατικό δυναμικό (που συμβολίζεται με το γράμμα Ψ), έναν όρο που καθιερώθηκε για πρώτη φορά το 1960 από τους Slatyer και Taylor, χρησιμοποιείται για να ερμηνεύει τη συμπεριφορά του νερού σε διάφορα φαινόμενα. Το υδατικό δυναμικό ισούται με τη διαφορά της υδροστατικής πίεσης P και της οσμωτικής πίεσης Π ($\Psi = P - \Pi$), και εκφράζεται με μονάδες πίεσης (atm ή Pascals). Σημείο αναφοράς λαμβάνεται το καθαρό νερό κατά συνθήκη ίσο με το μηδέν $\Psi_w = 0$. Αυτό σημαίνει ότι οι τιμές του κάθε διαλύματος θα είναι αρνητικές, το νερό δηλαδή κινείται από μια περιοχή με υψηλότερο υδατικό δυναμικό, προς μια περιοχή με χαμηλότερο.

Τοξικότητα ιόντος: Τα άλατα σε υψηλές συγκεντρώσεις δρουν τοξικά στο πρωτόπλασμα. Ο μηχανισμός της τοξικής δράσης των αλάτων στα φυτά περιγράφεται ως εξής: Τα άλατα διαταράσσουν το μεταβολισμό και επιδρούν στη δράση των ενζύμων αυξάνοντας τη συγκέντρωση των τοξικών ουσιών. Σαν συνέπεια, προκαλούν συμπτώματα τοξικότητας. Οι μεταβολές που επιφέρει η δράση του NaCl στην οργάνωση και στην δομή των ιστών του φύλλου και γενικότερα στα κύτταρα είναι στο σχήμα και μέγεθος του κυττάρου, στον όγκο των μεσοκυττάρων διαστημάτων και στον αριθμό των χλωροπλαστών. Κατασκευαστικές αλλαγές παρατηρούνται ακόμη στον αριθμό και στο μέγεθος των κόκκων αμύλου, στη κατασκευή των μιτοχονδρίων και χλωροπλαστών, και στο αριθμό των πλαστοσφαιριδίων. (Sam, O., et al., 2004). Άμεση συνέπεια των παραπάνω αλλαγών στην φυσιολογία του φύλλου παρατηρούμε (Romero-Aranda, R., et al., 2001):

- Διαφοροποιημένο αγωγό σύστημα, με πολλά αγγεία μικρής διαμέτρου.
- Φύλλα μετρίου πάχους με μικρό αριθμό στομάτων ανά μονάδα επιφάνειας. Κάτω από συνθήκες αλατότητας τα καλλιεργούμενα φυτά αντιδρούν στην υψηλή

συγκέντρωση αλάτων με μείωση της απορρόφησης αλάτων. Για να καταστεί δυνατή η επιβίωση των φυτών σε συνθήκες αλατότητας, πρέπει να απορροφήσουν ποσότητα αλάτων που δεν υπερβαίνει όμως την αντοχή τους, για να αυξήσουν την οσμωτική του πίεση. Μερικά φυτά αυξάνουν την οσμωτική πίεση συγκεντρώνοντας στους ιστούς προϊόντα αφομοίωσης. Σε υψηλή συγκέντρωση άλατος το πρωτόπλασμα των φυτικών κυττάρων ζημιώνεται και σαν αποτέλεσμα, η ενεργητική απορρόφηση των ιόντων μετατρέπεται σε παθητική. Αυτό συνεπάγεται την αύξηση της συγκέντρωσης ορισμένων ιόντων, στα φυτικά όργανα (Bolarin, M.C., et al., 2001). Είναι δύσκολο να διαχωριστούν τα οσμωτικά από τα τοξικά αποτελέσματα των αλάτων. Κατά τη διάρκεια της προσαρμογής των φυτών στην αλατότητα, οι πρωτεΐνες σχηματίζουν ένα σύμπλοκο με τα ανιόντα και τα κατιόντα στα κύτταρα. Συνέπεια αυτού, είναι ότι η διαπερατότητα του πρωτοπλάσματος και η απορρόφηση ιόντων μειώνονται, ο ρυθμός μεταβολισμού επιβραδύνεται και η αντοχή στα άλατα αυξάνεται.

- Ελάττωση της ταχύτητας διαπνοής. Ο επαρκής εφοδιασμός σε νερό των φύλλων επιτυγχάνεται με αύξηση της οσμωτικής πίεσης του χυμού τους. Η υψηλότερη οσμωτική πίεση του ριζικού συστήματος, σε σχέση με αυτή του διαλύματος του υποστρώματος, είναι που απαιτείται για να διευκολύνεται η απορρόφηση νερού από το περιβάλλον της ρίζας (Rodriguez, P., et al., 1997).

2.8 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Η αλατότητα του εδάφους ή του αρδευόμενου νερού είναι ένα σημαντικό πρόβλημα του περιβάλλοντος στις μελέτες της Γεωπονίας. Είναι σαφές πως μελετώνται μέθοδοι και περιβαλλοντικές συνθήκες που θα οδηγήσουν τα αρωματικά φυτά σε μια ικανοποιητική παραγωγή. Ο αυξημένος αριθμός ανόργανων αλάτων μπορεί να αποτελέσει σοβαρό πρόβλημα σε ξηρά εδάφη που σε συνδυασμό με τις κλιματικές

συνθήκες και τα υψηλά ποσοστά εξατμισοδιαπνοής παρουσιάζεται έλλειψη της έκλυσης των υδάτων. Βεβαίως πολύ συχνά σε ξηρές περιοχές τα εδάφη που επηρεάζονται απ' την αλατότητα είναι αυτά που λαμβάνουν κακής ποιότητας νερό άρδευσης (Buffalo et al., 2015). Σε πειράματα των El Hassani et al.,(2009) αποδείχθηκε πως στο σύνολο τους τα αλατούχα εδάφη μπορούν να επηρεάζουν άμεσα πολλά χαρακτηριστικά των αρωματικών και όχι μόνο φυτών όπως:

- την απόδοση τους,
- διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά,
- τη φωτοσυνθετική τους ικανότητα,
- την περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα, υδατάνθρακες και πρωτεΐνες,
- τη γονιμότητα των σπόρων,
- το ποσοστό επιβίωσης της καλλιέργειας και
- τη φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτών.

2.8.1 ΤΡΟΠΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Οι τεχνικές καλλιέργειας οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν για να περιορίσουν τα βλαβερά αποτελέσματα της αλατότητας, αποτελούν σήμερα πεδίο έρευνας. Μέσα από την σημερινή βιβλιογραφία μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

- i. Στη δημιουργία ανθεκτικών στα άλατα γονοτύπων (Zhang, H.-X. and Blumwald, E. 2001) (Cuartero, J., et al., 2006) ή με χημικά προτρεπτικά (Flors, V., et al., 2007) όπως είναι η DAAME (1,3 διαμινοπροπάνιο) που επιδρά στη φυσιολογία του φυτού και αυξάνει την ανθεκτικότητα.
- ii. Με εγκατάσταση στραγγιστικού δικτύου, έκπλυση της περίσσειας των αλάτων (Leaching Requirements-LR) κατά την περίοδο μικρής κατανάλωσης ύδατος εκ μέρους των φυτών και παρακολούθηση του φαινομένου της αλατότητας στις ημίξηρες κλιματικές ζώνες. Με την κατασκευή του στραγγιστικού δικτύου μειώνεται η υπόγεια στάθμη και αρχίζει η έκλυση των αλάτων. Βελτίωση της καλλιέργειας σημαίνει απομάκρυνση των υδατοδιαλυτών αλάτων, με έκλυση καλής ποιότητας νερού. Οι ποσότητες του νερού που θα χρειαστούν, εξαρτώνται

από την διηθητικότητα του εδάφους. Δεν θα πρέπει η παροχή να ξεπερνά την διήθηση γιατί στην αντίθετη περίπτωση δύναται να υπάρξει εξάτμιση και συνεπώς συμπύκνωση αλάτων. Συνεπώς, θα πρέπει να αποφεύγονται οι θερμοί μήνες για βελτίωση επειδή τότε η εξάτμιση είναι μεγάλη (Μισοπολινός 1991). Η πιστή τήρηση των προαναφερθέντων μέτρων εφαρμόστηκε με επιτυχία στην περίπτωση της ανάκτησης 3.000 εκταρίων έκτασης υψηλής αλατότητας στην περιοχή Kalaat Landelous της Τυνησίας (Hachicha, M., et al., 2000).

- iii. Επέμβαση στη θρέψη του φυτού, όπως: ενσωμάτωση οργανικών υπολειμμάτων στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους (Navarro-Pedreno, J., et al., 1996) (Wan, S., et al., 2007) με ικανοποιητικά αποτελέσματα, αύξηση της αναλογίας των επιπέδων των νιτρικών και αμμωνιακών ιόντων με ισχνά όμως αποτελέσματα (Mori, M., et al., 2008) (Flores, P., et al., 2004) (Flores, P., et al., 2003), αύξηση της αναλογίας των επιπέδων των ιόντων καλίου που επιφέρει μείωση των συμπτωμάτων τοξικότητας του NaCl στα φύλλα (Psarras, G., et al., 2008) (Botrini, L., et al., 2000), αύξηση της αναλογίας των επιπέδων των φωσφορικών ιόντων με θετικά αποτελέσματα στο ριζικό σύστημα των φυτών (Mohammad, M., et al., 1998), αύξηση της αναλογίας των επιπέδων των ιόντων Βορίου με αρνητικά αποτελέσματα (Ben-Gal, A., and Shani, U. 2002) με συνδυασμό αμμωνίας, όξινου ανθρακικού οξέος και ασβεστίου, όπου μείωσαν το αρνητικό αποτέλεσμα της αλατότητας σε φυτά της τομάτας (Navarro, J.M., et al., 2000).
- iv. Με προσαρμογή της φυσιολογίας των φυτών σε ξηρασία ως επέμβαση στο στάδιο των πέντε (5) φύλλων, με θετικό αποτέλεσμα την αύξηση της αντίστασης του φυτού στο αλάτι (Cayela, E., et al., 2007).
- v. Εμβολιάζοντας καλλιεργητικές ποικιλίες επάνω σε κατάλληλο ρίζωμα προμηθεύει επίσης έναν εναλλακτικό τρόπο αύξησης της αντίστασης στο αλάτι (Estan, M.T., et al., 2005) (Fernandez-Garcia, N., et al., 2004) (Chen, G., et al., 2003) (Fernandez-Garcia, N., et al., 2002).
- vi. Η αρδευτική διαχείριση ανάμειξης υφάλμυρου και επιφανειακού γλυκού νερού στην κατάλληλη αναλογία (1/6) αποτελεί στρατηγική σε πολλές χώρες καθώς προσδίδει αυξημένα ποιοτικά χαρακτηριστικά στους καρπούς των τοματών (Kan, I.2008) (Malash, N., et al., 2005).
- vii. Με εμβολιασμό πληθυσμού δενδρόμορφων φλυκταινωδών - μυκορριζών μυκητών (VAM) (Copeman, R.H., et al., 1996).

- viii. Με εφαρμογή της υδρονέφωσης στα φυτά βελτιώνοντας την ανάπτυξη και σοδειά σε συνθήκες αλατότητας (An, P., et al., 2005) (Romero-Aranda, R., et al., 2002).
- ix. Χρήση της στάγδην μεθόδου στην άρδευση (Wan, S., et al., 2007) (Abdel Gawad, G., et al., 2005).
- x. Εμβάπτιση και προσαρμογή των σποροφύτων ηλικίας (5) ημερών σε υφάλμυρο διάλυμα (Parra, M., et al., 2007) (Del Amor, F.M., et al., 2001) (Katerji, N., et al., 1998).
- xi. Με την κατάλληλη πυκνότητα φύτευσης των φυτών στην καλλιέργεια (Saito, T., et al., 2006).
- xii. Ο εμπλουτισμός με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) σε συνθήκες αλατότητας αυξάνει τη σοδειά σε καλλιέργεια τομάτας (Li, J.-H., et al., 1999).
- xiii. Τέλος η εναλλαγή ημέρας/νύχτας στην κατανάλωση νερού χαμηλής/υψηλής ηλεκτρικής αγωγιμότητας αντίστοιχα είχε ενθαρρυντικά αποτελέσματα μόνο στην ποιότητα των καρπών (Santamaria, P., et al., 2004).

2.8.2 ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Οι φυτικοί οργανισμοί διαθέτουν εγγενή την ικανότητα να δραστηριοποιούν μηχανισμούς που θα μειώσουν τις δυσμενείς επιπτώσεις της αυξημένης αλατότητας στο περιβάλλον τους. Διάφοροι μηχανισμοί αντιμετώπισης της αυξημένης αλατότητας εκ μέρους των φυτών μπορεί να είναι:

- Καθυστέρηση βλάστησης μέχρι να εμφανιστούν ευνοϊκότερες για αυτήν, συνθήκες
- Απέκκριση αλάτων μέσω εξειδικευμένων οργάνων και
- Εναπόθεση των αλάτων σε μέρος του ριζικού συστήματος, με σκοπό την ιδανικότερη διαχείριση της αυξημένης τους ποσότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1 ΑΡΧΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Το πείραμα μας διήρκησε περίπου 6-7 μήνες με αρχική ημερομηνία την 18^η Δεκεμβρίου και τελική ημερομηνία την 10^η ημέρα του Ιούνη.

Το φυτικό είδος που επιλέχθηκε ήταν το αρωματικό φυτό της μέντας. Χρησιμοποιήθηκαν πλαστικές γλάστρες 2,5 L, για την φύτευση των ριζών, οι οποίες προήλθαν από μητρική φυτεία. Ο αριθμός των γλαστρών ήταν 60 στον αριθμό. Στις 30 από αυτές τοποθετήσαμε ισομερώς απλό χώμα από τον χώρο του εργαστηρίου και περλίτη (άμορφο ηφαιστειακό γυαλί με σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε νερό) σε αναλογία 1:1. Στις 30 γλάστρες που απέμειναν τοποθετήσαμε εκτός των παραπάνω και σε ποσοστό 3% κ.β. ζεόλιθο (ορυκτό υπόστρωμα βελτίωσης του καλλιεργούμενου εδάφους). Το

πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν αυτό του εντελώς τυχαιοποιημένου σχεδίου με $n=10$ και για τη σήμανση των γλαστρών χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά καλαμάκια διαφορετικού χρώματος ανά μεταχείριση.

3.2 ΑΡΔΕΥΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Την ημέρα της φύτευσης αλλά και περίπου για τις 10-12 επόμενες ημέρες ποτίσαμε συνολικά τις γλάστρες μας με κοινό νερό άρδευσης. Για την μετέπειτα εφαρμογή της άρδευσης δημιουργήσαμε 3 δεξαμενές στις οποίες τοποθετήσαμε νερό από το δίκτυο ύδρευσης, ενώ σε όλες προστέθηκε λίπασμα 20-20-20 (N-P-K) σε ποσότητα τέτοια ώστε να επιτύχουμε συγκέντρωση 300 ppm από το κάθε μακροστοιχείο. Η μια δεξαμενή αποτέλεσε το μάρτυρα (C), ενώ στις υπόλοιπες 2 δεξαμενές οι οποίες ονομάστηκαν (S_1 , S_2), τοποθετήθηκε ποσότητα άλατος ώστε να επιτύχουμε διαλύματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 3 dS/m (S_1) και 5 dS/m (S_2).

Η άρδευση μας στο αρχικό στάδιο λάμβανε χώρα περίπου κάθε 3 μέρες, με 200-300 ml διαλύματος απ' την εκάστοτε δεξαμενή. Με την πάροδο των ημερών και επειδή πλησιάζαμε ολοένα και περισσότερο στην μέση της άνοιξης και συνεπώς στους πρώτους καλοκαιρινούς μήνες τα ποτίσματα έγιναν συχνότερα και με μεγαλύτερες δόσεις. Στο τέλος της άνοιξης ποτίζαμε την καλλιέργεια μας με 300 ml / γλάστρα κάθε 2 ημέρες, ενώ με την είσοδο του καλοκαιριού και την άνοδο των θερμοκρασιών τα ποτίσματα γίνονταν σε καθημερινή βάση. Θα πρέπει να επισημανθεί πως μεταξύ των τριών ομάδων άρδευσης υπήρχαν διαφορετικές ανάγκες σε νερό οπότε πολλές φορές οι αρδεύσεις μας διέφεραν σε ποσότητα. Η συχνότητα παρέμενε ίδια λόγω των θερμών περιβαλλοντολογικών συνθηκών και της υψηλής θερμοκρασίας του θερμοκηπιακού χώρου. Είναι προφανές πως η επιλογή μας να παρέχουμε διαφορετικό νερό άρδευσης σε 3 ομάδες γλαστρών, έγινε για να παρατηρηθούν, οι διαφορές που παρουσιάζουν τα φυτικά μέρη σε ξεχωριστές καλλιεργητικές φροντίδες. Η σύσταση των αλάτων στην μεταχείριση S_2 ήταν κατά προσέγγιση περίπου 2 φορές μεγαλύτερη από την περιεχόμενη ποσότητα στην μεταχείριση S_1 . Αυτός ήταν και ο λόγος που η ηλεκτρική αγωγιμότητα στην δεύτερη παρέμβαση ήταν αναλογικά μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή της μεταχείρισης S_1 .

Η διαδικασία ολοκληρώθηκε με τον εξής τρόπο στις 6 Φεβρουαρίου: Στις δύο δεξαμενές άρδευσης της καταπόνησης αλατότητας τοποθετήσαμε 600 gr αλάτων για κάθε 10 λίτρα αρδευτικού νερού, μέχρι το αποτέλεσμα στις μετρήσεις της ηλεκτρικής αγωγιμότητας να είναι 3 dS/m για την μεταχείριση S1 και 5 dS/m για την μεταχείριση S2 οι οποίες αποτέλεσαν τις δύο πειραματικές δεξαμενές άρδευσης σε σύγκριση με το συμβατικό νερό άρδευσης του μάρτυρα.

3.3 ΕΧΘΡΟΙ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας έγινε επέμβαση με confidor (διασυστηματικό εντομοκτόνο με σκοπό την καταπολέμηση κυρίως μυζητικών εντόμων) για την καταπολέμηση αφίδων.

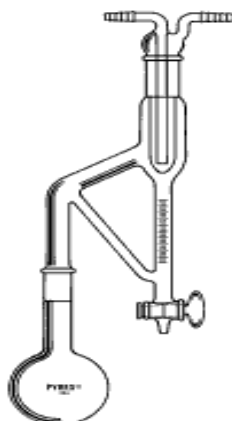
3.4. ΑΠΟΣΤΑΞΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

Για την μελέτη των αποδόσεων των φυτών σε αιθέρια έλαια χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της υδροαπόσταξης (hydro-distillation), σε συσκευή αντίστοιχη της Clevenger (Εικόνα 9). Η μέθοδος αυτή είναι η πιο γνωστή και η πιο διαδεδομένη για την απομόνωση των αιθέριων ελαίων από αρωματικά φυτά.

Η συσκευή αποτελείται από ένα κύριο μέρος, ψυκτήρα, και μια σφαιρική φιάλη χωρητικότητας 1000 ml. Το νωπό δείγμα (100-150 g) τοποθετείται μαζί με 350-400 ml απιονισμένου νερού στη σφαιρική φιάλη και θερμαίνεται με τη χρήση θερμομανδύα Barnstead Electrothermal (EMV 1000). Οι υδρατμοί που σχηματίζονται μαζί με τα πτητικά συστατικά φτάνουν στον ψυκτήρα, στον οποίο κυκλοφορεί νερό βρύσης και υγροποιούνται. Το νερό ψύξης ανακυκλώνεται με τη βοήθεια μικρής υδραντλίας, ενώ η θερμοκρασία του ρυθμίζεται για να μην ξεπεράσει τους 0 °C. Η φάση του αιθέριου ελαίου βρίσκεται υπερκείμενα του νερού και σταδιακά συγκεντρώνεται στον διαβαθμισμένο σε

δέκατα του ml σωλήνα του κυρίου μέρους της συσκευής. Πρακτικά, όταν η ποσότητα του αιθέριου ελαίου που έχει αποσταχθεί δεν αυξάνεται άλλο, η διαδικασία έχει ολοκληρωθεί. Συνήθως διαρκεί 3 ώρες, με την μέτρηση του χρόνου να ξεκινά από την στιγμή που αρχίζει ο βρασμός του δείγματος στην σφαιρική φιάλη.

Το αιθέριο έλαιο μετράται άμεσα σε ml και εκφράζεται σε ml ανά 100g νωπού δείγματος.



Εικόνα 9: Συσκευή Clevenger

3.5 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ pH και EC (ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ)

Ανά τακτά χρονικά διαστήματα συλλέχθηκε νερό από απορροής για την μέτρηση του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αυτού. Οι παραπάνω μετρήσεις ολοκληρώθηκαν στον χώρο του εργαστηρίου και έδωσαν αποτελέσματα σημαντικής απόκλισης μεταξύ των τριών διαφορετικών επεμβάσεων.

3.6 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ

Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στις πειραματικές διεργασίες:

- Συσκευή Ξήρανσης
- Ζυγαριά ακριβείας

- Απεσταγμένο νερό
- Πεχάμετρο ακριβείας (Ηλεκτρονικής Μορφής)
- Συσκευή τύπου Clevenger (Ατμοαπόσταξης αιθερίων ελαίων)
- Ογκομετρικές φιάλες 50ml 100ml
- Χλωροφυλλόμετρο SPAD

3.7 1^η ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Στα μέσα του μήνα Απριλίου (13 του μηνός) τα φυτά μας ήταν έτοιμα για συγκομιδή καθώς βρίσκονταν σε πλήρη ανάπτυξη. Πριν την συγκομιδή θα ήταν καλό να αναφερθεί πως στις 3 ομάδες διαφορετικών επεμβάσεων υπήρχαν διαφορές στην ανάπτυξη και στην πυκνότητα των φύλλων, στην ποιότητα τους, ακόμη και στον αριθμό των φύλλων για κάθε γλάστρα. Πριν τη συγκομιδή έγινε μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης με τη βοήθεια φορητού χλωροφυλλόμετρου (SPAD 502 Chlorophyll Meter, Konica Minolta, Germany). Επιπλέον, στα φύλλα και στους βλαστούς των φυτών έγιναν μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους, αλλά και μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας με τη βοήθεια ψηφιακού σαρωτή. Για την μέτρηση του ξηρού βάρους, οι βλαστοί και τα φύλλα τοποθετήθηκαν, σε ειδικό ξηραντήριο για περίπου 3 ημέρες στους 72 °C και μέχρι τη σταθεροποίηση του βάρους.

3.8 2^η ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Στις πρώτες 10 ημέρες του Ιούνη παρατηρήσαμε πως τα φυτά μας έφθασαν και πάλι σε πλήρη ανάπτυξη, με αποτέλεσμα να προβούμε σε 2^η συγκομιδή την 10^η ημέρα του Ιουνίου. Μια διαφορά που παρατηρήθηκε μεταξύ της 2^{ης} και της 1^{ης} συγκομιδής είναι πως κάποια από τα φυτικά μέρη της μέντας, λόγω των υπερβολικά υψηλών θερμοκρασιών (χώρος θερμοκηπίου) σχετικά με τις ανάγκες της καλλιέργειας υπέστησαν μιας μορφής ξήρανση. Οι ενέργειες που πραγματοποιήσαμε πριν και μετά την συγκομιδή ήταν επακριβώς ίδιες με αυτές της πρώτης συγκομιδής.

3.9 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο (CRD), με 5 επαναλήψεις ανά μεταχείριση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου Statgraphics Centurion και η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με βάση το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων των αιθέριων ελαίων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα του Microsoft Excel office.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό, θα γίνει η παρουσίαση των αποτελεσμάτων που αφορούν την ανάπτυξη των φυτών της μέντας και την απόδοση τους σε αιθέριο έλαιο μετά τις επεμβάσεις που πραγματοποιήσαμε στο πείραμά μας.

4.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

Μεταχείριση	Αιθέριο έλαιο φύλλων (%)	Αιθέριο έλαιο φύλλων(%)
	1 ^η Κοπή	2 ^η Κοπή

Μάρτυρας (C)	0,79	0,04
S1 (3ds/m)	1,27	0,525
S2 (5ds/m)	0,71	0,55

Πίνακας 1. Περιεκτικότητα των φύλλων σε αιθέρια έλαια (τιμές %) σε σχέση με το χρόνο συγκομιδής

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι, η αύξηση της αλατότητας έχει θετική επίδραση στην περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου.

Συγκεκριμένα βλέπουμε ότι, την μεγαλύτερη αύξηση την έχουμε στην 1^η κοπή στην μεταχείριση S1. Στην μεταχείριση S2 οι τιμές κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με τον μάρτυρα.

Μεγάλη αύξηση παρατηρούμε στις τιμές του αιθέριου ελαίου και των δύο μεταχειρίσεων στην 2^η κοπή, όπου έχουμε σχεδόν δεκαπλάσια αύξηση στα φυτά που αρδεύτηκαν με ποσότητες νερού στις οποίες προσθέσαμε ποσότητες αλάτων έναντι των φυτών του μάρτυρα (C).

4.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ

Μεταχείριση	SPAD	SPAD
	Πριν την 1 ^η Κοπή	Πριν την 2 ^η Κοπή
Μάρτυρας (C)	51,4β	41,1β
S1 (3ds/m)	53,9α	46,8α
S2 (5ds/m)	48,2αβ	48,8αβ

Πίνακας 2. Μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης με τη βοήθεια φορητού χλωροφυλλόμετρου (SPAD 502) πριν τις 2 συγκομιδές

*Τα ελληνικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις των μέσων όρων εντός της ίδιας στήλης με βάση το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα σημαίνει ότι δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Από τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνουμε ότι η επίδραση της αλατότητας δεν έφερε σημαντικές αλλαγές στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης. Συγκεκριμένα βλέπουμε ότι στα φύλλα, πριν την 1^η συγκομιδή, η χλωροφύλλη βρίσκεται στα ίδια επίπεδα και στις τρεις μεταχειρίσεις, με μία μικρή αύξηση στην μεταχείριση S1 και μια μικρή μείωση στη μεταχείριση S2. Στα φύλλα της μέντας, πριν την 2^η κοπή παρατηρούμε αύξηση της χλωροφύλλης ανάλογη με την αύξηση της αλατότητας.

4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ pH και EC (ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ)

Μεταχείριση	pH	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (EC)
Μάρτυρας (C)	6,5	2,6 mS
S1 (3ds/m)	6,1	7,1 mS
S2 (5ds/m)	5,9	12,2 mS

Πίνακας 3. Το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) στα τρία θρεπτικά διαλύματα της καλλιέργειας μέντας

Πριν την 1^η συγκομιδή, έγιναν μετρήσεις του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Οι τιμές αυτές αποτελούν το μέσο όρο 5 μετρήσεων που έγιναν στις τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις. Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι οι τιμές του pH παρουσίασαν μία μικρή πτώση στις μεταχειρίσεις που είχαμε προσθέσει NaCl.

Στις τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας είχαμε μεγάλη αύξηση στις καλλιέργειες με τη μεγαλύτερη αλατότητα. Αυτό είναι λογικό γιατί η ηλεκτρική αγωγιμότητα επηρεάζεται και από τις ρίζες των φυτών, καθώς αυτές προσλαμβάνουν τα θρεπτικά στοιχεία από τα διαλύματα.

4.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΗΣ ΜΕΝΤΑΣ

Μεταχείριση	Πάχος Φύλλων	
	1 ^η Κοπή	2 ^η Κοπή
Μάρτυρας (C)	0,56α	0,57α
S1 (3ds/m)	0,54α	0,59α
S2 (5ds/m)	0,57α	0,63α

Πίνακας 4. Επίδραση της αλατότητας στο πάχος των φύλλων στις δυο συγκομιδές

*Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα σημαίνει ότι δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ) σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

Σύμφωνα με τις μετρήσεις μας, παρατηρούμε ότι η αύξηση της αλατότητας δεν επέφερε κάποια σημαντική μεταβολή στο πάχος των φύλλων της μέντας. Και στις τρεις μεταχειρίσεις, μετά την 1^η συγκομιδή το πάχος κυμαίνονταν στα ίδια επίπεδα. Στην 2^η συγκομιδή παρατηρούμε ότι, το πάχος των φύλλων είχε μια μικρή αύξηση καθώς αυξήσαμε την προσθήκη άλατος σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα.

4.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΗΣ ΜΕΝΤΑΣ

Βάρος Φύλλων						
Μεταχείριση	1 ^η Κοπή			2 ^η Κοπή		
	Νωπά Φύλλα	Ξηρά Φύλλα	% Ξ.Ο. Φύλλων	Νωπά Φύλλα	Ξηρά Φύλλα	% Ξ.Ο. Φύλλων
Μάρτυρας(C)	78,04	8,7	11,15	64,6	10,24	16,11
S1 (3ds/m)	76,42	12,2	17,07	55,64	14,98	27,28
S2 (5ds/m)	70,26	14,86	21,18	55	14,8	26,95

Πίνακας 5. Επίδραση της αλατότητας στο νωπό και ξηρό βάρος των φύλλων και στην ξηρή ουσία (%) στις δυο συγκομιδές

Σύμφωνα με τις μετρήσεις μας, παρατηρούμε ότι το νωπό βάρος των φύλλων μετά τις δυο συγκομιδές έχει υποστεί μείωση στις επεμβάσεις που έχουμε μεγαλύτερη αλατότητα σε σχέση με τον μάρτυρα. Η μείωση ήταν ανάλογη με τις ποσότητες αλατότητας.

Στο ξηρό βάρος των φύλλων της μέντας, παρατηρούμε αύξηση στις επεμβάσεις άλατος σε σχέση με τον μάρτυρα. Στην 2^η συγκομιδή, το βάρος των ξηρών φύλλων στις δύο μεταχειρίσεις κυμαίνονταν στα ίδια νούμερα, αλλά παρουσίασαν μικρή αύξηση σε σύγκριση με το μάρτυρα.

Όσον αφορά την ποσότητα επί της % της ξηρής ουσίας των φύλλων (Ξ.Ο.), δηλαδή το ποσοστό ξηρού βάρους προς νωπού, φαίνεται ότι η προσθήκη του αλατιού στο εδαφικό υπόστρωμα επέφερε σημαντική αύξηση σε σχέση τον μάρτυρα. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται στην 2^η συγκομιδή στην μεταχείριση S1.

4.6 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΩΝ ΒΛΑΣΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΝΤΑΣ

Βάρος Βλαστών						
Μεταχείριση	1 ^η Κοπή			2 ^η Κοπή		
	Νωποί Βλαστοί	Ξηροί Βλαστοί	% Ξ.Ο. Βλαστών	Νωποί Βλαστοί	Ξηροί Βλαστοί	% Ξ.Ο. Βλαστών
Μάρτυρας(C)	63,4	11,3	17,94	56,1	11,6	21,1
S1 (3ds/m)	59	16,1	28,3	44,16	12,8	28,9
S2 (5ds/m)	43,8	16,6	38,3	42,8	12,88	30,6

Πίνακας 6. Επίδραση της αλατότητας στο νωπό και ξηρό βάρος των βλαστών και στην ξηρή ουσία (%) στις δύο συγκομιδές

Στον πίνακα 6, παρατηρούμε ότι το νωπό βάρος των βλαστών και στις δύο κοπές παρουσίασε μείωση στα φυτά που έχουμε εφαρμόσει ποσότητες άλατος σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα. Η μείωση ήταν ανάλογη με τις ποσότητες αλατότητας, δηλαδή στην S2 μεταχείριση με την μεγαλύτερη αλατότητα έχουμε και την μεγαλύτερη μείωση. Το ξηρό βάρος των βλαστών και στις δύο συγκομιδές αυξήθηκε στις μεταχειρίσεις με την περισσότερη αλατότητα σε σχέση με τον μάρτυρα.

Το ποσοστό του ξηρού βάρους προς το νωπό βάρος των βλαστών, δηλαδή το ποσοστό της ξηρής ουσίας βλαστών (Ξ.Ο.), και στις δύο συγκομιδές παρουσίασε αύξηση στα φυτά των δύο μεταχειρίσεων που αρδεύτηκαν με διαλύματα με μεγαλύτερες ποσότητες άλατος σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται καταγραφή των συμπερασμάτων που διεξήχθησαν στη μελέτη αυτή και γίνεται σύγκριση με άλλες μελέτες που έγιναν σε καλλιέργειες μέντας και καλλιέργειες αντίστοιχων αρωματικών φυτών που βρίσκονταν υπό την επίδραση αυξημένης αλατότητας στο περιβάλλον των φυτικών ιστών τους.

Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει της ανάπτυξη των φυτών είναι η αλατότητα. Η αύξηση της αλατότητας, με προσθήκη NaCl, έχει αναφερθεί ότι επηρεάζει σημαντικά το δευτερογενή μεταβολισμό των φυτών και βελτιώνει την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων (Adams,1991 και Cornish,1992), αλλά ταυτόχρονα μειώνει την απόδοση των καλλιεργειών, ειδικά σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις NaCl. Η

αλατότητα μπορεί να αναστείλει τη βλαστική ανάπτυξη, λόγω της μειωμένης φωτοσυνθετικής ικανότητας και απορρόφησης νερού, της μειωμένης ανάπτυξης των φύλλων και να προκαλέσει διαταραχές στη θρεπτική κατάσταση των φυτών, εξαιτίας της αυξημένης ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο περιβάλλον των ριζών, αλλά και της συσσώρευσης ιόντων νατρίου και χλωρίου σε τοξικές συγκεντρώσεις (Lazof και Bernstein, 1998).

Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος μας, στο πάχος των φύλλων της μέντας δεν παρουσιάστηκε ουσιαστική διαφορά στα φυτά του μάρτυρα και σ' αυτά των δύο μεταχειρίσεων. Το νωπό βάρος και των φύλλων και των βλαστών μειώθηκε στα φυτά που αναπτύχθηκαν με μεγαλύτερες ποσότητες NaCl, σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα, ενώ το βάρος των ξηρών φύλλων και ξηρών βλαστών αυξήθηκε στα φυτά με την περίσσεια αλατότητα.

Παρόμοια αποτελέσματα με το πείραμα μας, όσον αφορά το νωπό βάρος των φυτών, έχουμε σε πείραμα που πραγματοποίησαν οι Eman E. Aziz, Hussein Al-Amier και Lyle E. Craker (2007), για την επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη και τη χημική σύνθεση των αιθέριων ελαίων σε είδος μέντας (*Mentha piperita*), στο οποίο παρατηρήθηκε μείωση και του νωπού και του ξηρού βάρους της μέντας στα φυτά που αναπτύχθηκαν υπό συνθήκες άλατος, σε σύγκριση με τους μη επεξεργασμένους μάρτυρες που δεν υποβλήθηκαν σε στρες άλατος. Επίσης, σύμφωνα με τους Kasrati κ.α.(2014), σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε μια ποικιλία μέντας (*Mentha suaveolens* subsp. *timija*) όταν προστέθηκαν $\geq 100\text{mM}$ NaCl με άρδευση σε καλλιέργεια φυτών σε γλάστρες, το νωπό βάρος των φυτών μειώθηκε σημαντικά.

Το ίδιο συνέβη και σε καλλιέργεια φυτών καναδικής μέντας, μαντζουράνας και φασκόμηλου, όπου υπήρξε μείωση του νωπού βάρους και του ύψους των φυτών όταν έγινε εφαρμογή 50 mM NaCl, και στο θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας και στο διάλυμα άρδευσης σε φυτά που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες (Pardossi κ.α., 1999a; Jelali κ.α., 2011; Taârit κ.α., 2011; Yu κ.α., 2015). Επίσης και σε υδροπονική καλλιέργεια φυτών βασιλικού, που μελετήθηκε η επίδραση της προσθήκης ποσοτήτων NaCl στο θρεπτικό διάλυμα, το νωπό βάρος των φυτών μειώθηκε αντίστοιχα με την αύξηση της αλατότητας (Bernstein κ.α., 2010).

Σε υψηλές συγκεντρώσεις αλατότητας, οι αρνητικές επιδράσεις είναι αναμενόμενες, ειδικά στα προαναφερθέντα αρωματικά φυτά, τα οποία θεωρούνται ευαίσθητα στην καταπόνηση αυτή.

Όσον αφορά το ποσοστό της ξηρής ουσίας των φύλλων και των βλαστών, παρατηρήθηκε αύξηση στα φυτά των μεταχειρίσεων μας, σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα που δεν υποβλήθηκαν σε αυξημένη αλατότητα. Συγκεκριμένα και δύο κοπές, η αύξηση ήταν ανάλογη με την προσθήκη αλατότητας. Η αύξηση της ξηρής ουσίας στα φυτά μέντας που καλλιεργήθηκαν σε συνθήκες αλατότητας, υποδηλώνει μικρότερη απορρόφηση του νερού, η οποία επιβεβαιώνεται και από το μειωμένο βάρος των νωπών φυτών. Αυτά τα αποτελέσματα έρχονται να συμφωνήσουν με τις μελέτες των Cucci et al. (2014) σε καλλιέργεια φυτών μάραθου που παρατήρησαν αύξηση της ξηρής ουσίας φύλλων και βλαστών σε συνθήκες αλατότητας.

Χλωροφύλλη και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)

Στο πείραμα που πραγματοποιήσαμε, παρατηρήθηκε μικρή αύξηση της χλωροφύλλης στις μεταχειρίσεις με την μεγαλύτερη αλατότητα και κυρίως στα φυτά μετά την 2^η συγκομιδή. Σε αντίστοιχα πειράματα που διεξήχθησαν σε άλλου είδους αρωματικά φυτά είχαμε τα εξής αποτελέσματα: οι El-Danasoury κ.α. (2010), ανέφεραν ότι η περιεκτικότητα της χλωροφύλλης μειώθηκε σε φυτά δυόσμου που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες και αρδεύτηκαν με διάλυμα Hoagland, στο οποίο είχε προστεθεί 200 mM NaCl. Μείωση στην περιεκτικότητα χλωροφύλλης, παρατηρήθηκε επίσης σε φυτά μαντζουράνας κατά την άρδευση τους με διάλυμα στο οποίο είχαν προστεθεί 50 και 100 mM NaCl, το οποίο αντιστοιχούσε σε τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας 5 και 10 mS/cm (Jelali κ.α., 2011). Σε πείραμα των Bernstein κ.α. (2010), βρέθηκε ότι σε καλλιέργεια βασιλικού, με εφαρμογή NaCl μέσω άρδευσης σε διάλυμα Hoagland, δεν υπήρξε μεταβολή στην περιεκτικότητα των φυτών σε χλωροφύλλη.

Οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των θρεπτικών διαλυμάτων στο πείραμα μας αυξήθηκαν αντίστοιχα με την προσθήκη άλατος. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας η ηλεκτρική αγωγιμότητα του υποστρώματος επηρεάζεται και από τις ίδιες τις ρίζες, καθώς αυτές προσλαμβάνουν τα θρεπτικά στοιχεία από το διάλυμα, συνήθως με εκροή ενός πρωτονίου ή κάποιας άλλης ένωσης από αυτές. Όσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η περιεκτικότητα σε άλατα (Abrol κ.α., 1988).

Απόδοση αιθέριου ελαίου

Σύμφωνα με την δική μας μελέτη, η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου αυξήθηκε στα φυτά που αρδεύτηκαν με διάλυμα στο οποίο υπήρξε μεγαλύτερη ποσότητα αλατιού. Ειδικά στα φυτά της 2^{ης} συγκομιδής η αύξηση ήταν πολύ μεγάλη σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα.

Έχουν βρεθεί αντιφατικές αναφορές σχετικά με την ανταπόκριση των φαρμακευτικών φυτών για την παραγωγή αιθέριου ελαίου σε συνθήκες αλατότητας. Σε μελέτες του Tabatabaie και Nazari, (2007), υπήρξε μείωση της απόδοσης του αιθέριου ελαίου σε περιβάλλον αυξημένης αλατότητας. Επίσης στην канаδική μέντα, η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου μειώθηκε, όταν έγινε άρδευση των φυτών με 50 mM NaCl (Yu κ.α., 2015). Σε φυτά μέντας που αναπτύχθηκαν σε αυξημένη ηλεκτρική αγωγιμότητα (5,6 mS/cm) με προσθήκη 45 mM NaCl, η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου δεν επηρεάστηκε (Tabatabaie και Nazari, 2007). Αντίθετα με τα αποτελέσματα αυτά, οι Grulova κ.α. (2015) και οι Verma κ.α. (2010) παρατήρησαν αύξηση της περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου σε φυτά μέντας, πριν και κατά τη διάρκεια της άνθησης. Αύξηση στην περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου έχει αναφερθεί σε φυτά δυόσμου κατά την καλλιέργειά τους σε γλάστρες και άρδευσή τους με διάλυμα Hoagland, στο οποίο είχε προστεθεί πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση NaCl (200 mM) (El-Danasoury κ.α., 2010). Η προσθήκη συγκέντρωσης NaCl ή η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος φαίνεται να είναι επωφελής στην αύξηση της περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου για άλλα αρωματικά φυτά. Ειδικότερα, σε φυτά κόλιανδρου, βασιλικού και μαντζουράνας, η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου αυξήθηκε, όταν εφαρμόστηκαν 50 mM NaCl, ενώ σε φυτά φασκόμηλου αυξήθηκε και σε ακόμη χαμηλότερα επίπεδα NaCl (25 mM) (Neffati και Marzouk, 2010; Jelali κ.α., 2011; Taârit κ.α., 2011; Tarchoune κ.α., 2013). Επιπλέον, στο βασιλικό η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο αυξήθηκε και σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις NaCl (μέχρι 130 mM) (Bernstein κ.α., 2010), ενώ αντίθετα σε φυτά μαντζουράνας, η περιεκτικότητα του ελαίου μειώθηκε, όταν εφαρμόστηκαν 100 mM NaCl (Baâtour κ.α., 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας και των παρόμοιων μελετών που πραγματοποιήθηκαν τα προηγούμενα έτη φαίνεται ότι η αλατότητα αποτελεί ένας σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την ανάπτυξη μιας καλλιέργειας. Συγκεκριμένα στο πείραμα μας μελετήθηκε η επίδραση της αλατότητας στην ποιότητα των φυτών, στο νωπό και ξηρό βάρος των φύλλων και των βλαστών, στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης και στην περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο σε δύο χρόνους συγκομιδής στην καλλιέργεια της μέντας.

Συνοπτικά τα αποτελέσματα της επίδρασης της αλατότητας στη μέντα ήταν:

- ✓ Αύξηση στην περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου, κυρίως στην δεύτερη συγκομιδή και στις δύο μεταχειρίσεις.
- ✓ Ελάχιστες αλλαγές στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης. Στην 1η συγκομιδή, η χλωροφύλλη ήταν στα ίδια επίπεδα, ενώ στην 2η υπήρξε αύξηση της χλωροφύλλης ανάλογη με την αύξηση της αλατότητας.
- ✓ Μεγάλη αύξηση στις τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και μικρή μείωση στις τιμές του pH.
- ✓ Καμία σημαντική επίδραση στην πάχυνση των φύλλων.
- ✓ Μείωση του νωπού βάρους των φύλλων και στις δυο συγκομιδές, στις μεταχειρίσεις που καταπονήθηκαν με αυξημένα ποσοστά αλάτων. Η μείωση ήταν ανάλογη με τις ποσότητες αλατότητας.
- ✓ Αύξηση στο ξηρό βάρος των φύλλων στις μεταχειρίσεις με επεμβάσεις αλατότητας.
- ✓ Αύξηση στο ποσοστό της ξηρής ουσίας φύλλων (Ξ.Ο.) στις μεταχειρίσεις σε σχέση με τον μάρτυρα.
- ✓ Μείωση στο νωπό βάρος των βλαστών και στις δύο συγκομιδές. Στην S2 μεταχείριση είχαμε και την μεγαλύτερη μείωση.
- ✓ Αύξηση στο ξηρό βάρος των βλαστών στις μεταχειρίσεις και στις δύο κοπές σε σχέση με τον μάρτυρα.
- ✓ Αύξηση του ποσοστού του ξηρού προς το νωπό βάρος των βλαστών, δηλαδή του ποσοστού της ξηρής ουσίας βλαστών (Ξ.Ο.).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κατσιώτης, Σ.Θ., Χατζοπούλου, Π.Σ., 2010. Αρωματικά Φαρμακευτικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια: Παραγωγή – Επεξεργασία – Μεταποίηση – Αξιοποίηση – Διεθνείς αγορές – Αρωματοθεραπεία – Αρωματοποιία. Κυριακίδη Αφοί. Θεσσαλονίκη σελ. 761-789.
- Κουτσός, Θ.Β., 2007. *Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά*. Εκδ. Ζήτη. Θεσσαλονίκη.
- Abrol, I.P., Yadav, J.S.P., Massoud, F.I., 1988. Salt-affected soils and their management. *FAO Soils Bulletin 39*.

- Adams, P., 1991. Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. *Journal of Horticultural Science* 66 (2): 201-207.
- Amelunxen, F., 1965. Elektronenmikroskopische Untersuchungen an den Drüsenschuppen von *Mentha piperita* L. *Planta Medica* 13 (4): 457-473.
- Aziz, E., Eman, Hussein Al-Amier και Craker, E., (2007), Influence of Salt Stress on Growth and Essential Oil Production in Peppermint, Pennyroyal, and Apple Mint, *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, Volume 14, 2008 - Issue 1-2
- Baâtour, O., Kaddour, R., Wannas, W.A., Lachaâl. M., Marzouk, B., 2010. Salt effects on the growth, mineral nutrition, essential oil yield and composition of marjoram (*Origanum majorana*). *Acta Physiologiae Plantarum* 32: 45-51.
- Bernstein, N., Kravchik, M., Dudai, N., 2010. Salinity-induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (*Ocimum basilicum*) in relation to alterations of morphological development. *Annals of Applied Biology* 156 (2): 167-177.
- Cornish, P.S., 1992. Use of high electrical conductivity of nutrient solution to improve the quality of salad tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) grown in hydroponic culture. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 32 (4): 513-520.
- Cucci, G., Lacolla, G., Boari, F. and Cantore, V. 2014. Yield response of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) to irrigation with saline water. *Acta Agr. Scand. B- S. P.* 64(2): 129-134.
- El-Danasoury, M., Al-Amier, H., Helaly, A.E.-D., Aziz, E.E., Craker, L., 2010. Essential oil and enzyme activity in spearmint under salt stress. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 16 (2): 136-145.
- Fahn, A., 1979. Secretory Tissues in Plants. Academic Press. New York.

- Grulova, D., De Martino, L., Mancini, E., Salamon, I., De Feo, V., 2015. Seasonal variability of the main components in essential oil of *Mentha × piperita* L. *Science of Food and Agriculture* 95 (3): 621-627.
- Guenther, E., 1974. The Essential Oils, Volume III (reprinted). Krieger, Huntington, New York, p. 681.
- Jelali, N., Dhifi, W., Chahed, T., Marzouk, B., 2011. Salinity effects on growth, essential oil yield and composition and phenolic compounds content of marjoram (*Origanum majorana* L.) leaves. *Journal of Food Biochemistry* 35 (5): 1443-1450.
- Kasrati, A., Jamali, C.A., Bekkouche, K., Wohlmuth, H., Leach, D., Abbad, A., 2014. Plant growth, mineral nutrition and volatile oil composition of *Mentha suaveolens* subsp. *timija* (Briq.) Harley cultivated under salt stress conditions. *Industrial Crops and Products* 59: 80-84.
- Lazof, D.B., Bernstein, N., 1998. The NaCl induced inhibition of shoot growth: The case of disturbed nutrition with special consideration of calcium. *Advances in Botanical Research* 29: 113-189.
- Najoua Karray-Bouraoui., Mokded Rabhi., Manel Neffati., Barbara Baldan., Annamaria Ranieri., Brahim Marzouk., Mokhtar Lachaal., Abderrazak Smaoui., 2009. Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of *Mentha pulegium* Industrial Crops and Products Volume 30, Issue 3, Pages 338–343.
- Neffati, M., Marzouk, B., 2010. Salinity impact on growth, essential oil content and composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) stems and leaves. *Journal of Essential Oil Research* 22 (1): 29-34.
- Pardossi, A., Bagnoli, G., Malorgio, F., Campiotti, C.A., Tognoni, F., 1999a. NaCl effects on celery (*Apium graveolens* L.) grown in NFT. *Scientia Horticulturae* 81 (3): 229-242.

- Queslati, S., Karray-Bouraoui N., Attia H., Rabhi M., Ksouri R., Lachaal M., 2010. Physiological and antioxidant responses of *Mentha pulegium* (Pennyroyal) to salt stress. *Acta Physiol. Plant.* 32289–296.
- Riachi, L.G., De Maria, C.A.B., 2015. Peppermint antioxidants revisited. *Food Chemistry* 176: 72-81.
- Said-Al Ahl H.A.H., Omer, E.A., 2011. Medicinal and aromatic plants production under salt stress. A review, *Herba polonica* 57 (1), 72-87.
- Singh, P., Misra, A., Srivastava, N.K., 2001b. Influence of Mn deficiency on growth, chlorophyll content, physiology and essential monoterpene oil(s) in genotypes of spearmint (*Mentha spicata* L.). *Photosynthetica* 39 (3): 473-476.
- Taârit, M.B., Msaada, K., Hosni, K., Marzouk, B., 2011. Physiological changes and essential oil composition of clary sage (*Salvia sclarea* L.) rosette leaves as affected by salinity. *Acta Physiologiae Plantarum* 33 (1): 153-162.
- Tabatabaie, S.J., Nazari, M.J., 2007. Influence of nutrient concentrations and NaCl salinity on the growth, photosynthesis and essential oil content of peppermint and lemon verbena. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 31: 245-253.
- Tarchoune, I., Baâtour, O., Harrathi, J., Cioni, P.L., Lachaâl, M., Flamini, G., Ouerghi, Z., 2013. Essential oil and volatile emissions of basil (*Ocimum basilicum*) leaves exposed to NaCl or Na₂SO₄ salinity. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 176 (5): 748-755.
- Tucker, A.O., Naczi, R.F.C., 2006. *Mentha*: an overview of its classification and relationships. In: B. M. Lawrence, ed. *Mint: The genus mentha*. CRC Press. Boca Raton pp. 1-40.
- Verma, R.S., Rahman, L., Verma, R.K., Chauhan, A., Yadav, A.K., Singh, A., 2010. Essential oil composition of menthol mint (*Mentha arvensis* L.) and peppermint (*Mentha piperita* L.) cultivars at different stages of plant growth from Kumaon region of western Himalaya. *Open Access Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 1(1): 13-18.

- Vimolmangkang, S., Sitthithaworn, W., Vannavanich, D., Keattikunpairoj, S., Chittasupho, C., 2010. Productivity and quality of volatile oil extracted from *Mentha spicata* and *M. arvensis* var. *piperascens* grown by a hydroponic system using the deep flow technique. *Journal of Natural Medicines* 64 (1): 31-35.
- Yu, X., Liang, C., Chen, J., Qi, X., Liu, Y., Li, W., 2015. The effects of salinity stress on morphological characteristics, mineral nutrient accumulation and essential oil yield and composition in *Mentha canadensis* L. *Scientia Horticulturae* 197: 579-583.