

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑ ΚΑΙ ΚΗΠΕΥΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Τίτλος μεταπτυχιακής διατριβής:

«Η διερεύνηση της επίδρασης αλατότητας μέσω της άρδευσης με διάλυμα NaCl στην
ανάπτυξη ειδών *Lavandula* sp.»

ANNA Π. ΚΟΝΤΟΔΑΙΜΩΝ ΚΑΡΑΝΤΖΗ

Τεχνολογος Γεωπόνος Α.ΤΕΙ.Θ

Επιβλέπουσα: Αγγελική Παρασκευοπούλου, Επικ. Καθηγήτρια



ΑΘΗΝΑ, 2019

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Τίτλος μεταπτυχιακής διατριβής:

«Η διερεύνηση της επίδρασης αλατότητας μέσω της άρδευσης με διάλυμα NaCl στην
ανάπτυξη ειδών *Lavandula* sp.»

«Studying the effect of salinity on Lavender species watered with NaCl solution»

ANNA Π. ΚΟΝΤΟΔΑΙΜΩΝ ΚΑΡΑΝΤΖΗ

Τεχνολογος Γεωπόνος Α.Τ.Ε.Ι.Θ

Επιβλέπουσα: Αγγελική Παρασκευοπούλου, Επίκ. Καθηγήτρια

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Αγγελική Παρασκευοπούλου, Επίκ. Καθηγήτρια, Επιβλέπουσα

Γεώργιος Λιακόπουλος, Επίκ. Καθηγητής, Μέλος

Μαρία Παπαφωτίου, Καθηγήτρια, Μέλος

ΑΘΗΝΑ, 2019

«Στον πατέρα μου, Παναγιώτη»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή τη μεταπτυχιακή μελέτη διερευνήθηκε η ανάπτυξη τεσσάρων ειδών λεβάντας *Lavandula angustifolia*, *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula stoechas* σε θερμοκηπιακές συνθήκες κάτω από την επίδραση της αλατότητας με την εφαρμογή διαφορετικών συγκεντρώσεων NaCl μέσω της άρδευσης.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο καινούριο θερμοκήπιο του Γεωπονικού πανεπιστημίου Αθηνών. Εφαρμόστηκαν πέντε (5) διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM NaCl) σε κάθε είδος λεβάντας και η κάθε επανάληψη αποτελούνταν από έξι (6) φυτά λεβάντας. Συνολικά δηλαδή χρησιμοποιήθηκαν 120 φυτά λεβάντας. Η διάταξη των γλαστρών του πειράματος ακολούθησε το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο.

Κατά τη διάρκειά του πειράματος λαμβάνονταν μετρήσεις περίπου ανά εβδομάδα οι οποίες περιλάμβαναν τη μέτρηση του ύψους, της διαμέτρου και του δείκτη ανάπτυξης των φυτών, του μήκους των ταξιανθιών και του ποδίσκου των φυτών. Ακόμη κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας περίπου ανά τέσσερις (4) ημέρες λαμβάνονταν μετρήσεις οι οποίες περιλάμβαναν τον αριθμό των μπουμπουκιών και των ταξιανθιών. Η μέτρηση της μέγιστης απόδοσης του φωτοσυστήματος II πραγματοποιήθηκε μία φορά πριν την έναρξη της εφαρμογής των διαφορετικών συγκεντρώσεων αλατότητας στα φυτά, μία κατά τη διάρκεια της εφαρμογής και η τελευταία ήταν λίγο πριν τη λήξη του πειράματος. Η μέτρηση του πάχους των φύλλων τους πραγματοποιήθηκε μία φορά στη λήξη του πειράματος. Με την ολοκλήρωση του πειράματος έγινε καταστροφή των φυτών και υπολογίστηκε το νωπό και το ξηρό βάρος του υπέργειου και του ριζικού συστήματος των φυτών λεβάντας.

Τα είδη *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος αναπτύχθηκαν καλύτερα κάτω από την επίδραση των διαφορετικών συγκεντρώσεων αλατότητας εφόσον δεν υπήρξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στο ύψους, τη διάμετρο και το δείκτη ανάπτυξης, το μήκος των ταξιανθιών και του ποδίσκου, του νωπού και ξηρού βάρους, της μέγιστης απόδοσης του φωτοσυστήματος II αλλά και του πάχους των φύλλων τους συγκριτικά με αυτές των *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas*.

Τα είδη *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula dentata* var. *dentata* μπορούν να αναπτυχθούν κάτω από συνθήκες αλατότητας ωστόσο περαιτέρω πειραματισμός θα συμβάλει στην ασφαλή επιλογή τους για καλλιέργεια σε περιοχές όπου το νερό της άρδευσης περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις NaCl.

Λέξεις κλειδιά: αλατούχο νερό, καταπόνηση αλατότητας, αλατούχο διάλυμα, *Lavandula*, ανάπτυξη, μέγιστη απόδοση φωτοσυστήματος II.

Επιστημονική περιοχή εργασίας: Αθήνα και Ελληνική Επικράτεια.

ABSTRACT

Studying the effect of salinity on Lavender species watered with NaCl solution

In this postgraduate study we investigated the growth of four species of lavender *Lavandula angustifolia*, *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula dentata* var. *candicans* and *Lavandula stoechas* in greenhouse conditions under the influence of salinity through irrigation.

The experiment was carried out in the new greenhouse of the Agricultural University of Athens. Its duration was from 10/10/2017 to 1/4/2018. Five (5) different concentrations of salinity (0, 25, 50, 100, 200 mM NaCl) were applied to each lavender species and six (6) replicates for each species. In total, 120 lavender plants were used. The experiment layout followed the completed randomized design.

Throughout the duration of the experiment weekly measurements were taken that included height, diameter and growth rate of plants, length of the inflorescences and flower pedicels of the plants. Moreover every four (4) days the number of buds and inflorescences were counted. The measurement of the maximum performance of the photosystem II was carried out once before the application of the different NaCl concentrations in the plants, once during the experiment and the final just before the end of the experiment. The thickness of their leaves was measured once at the end of the experiment. At the end of the experiment the plants were destroyed and the fresh and dry weights of the above ground biomass and root system of lavender plants was calculated separately.

Lavandula dentata var. *candicans* και *Lavandula dentata* var. *dentata* during the experiment developed more favorably under the influence of different NaCl concentrations since there were no large variations in height, diameter and growth index, inflorescences and pedicels, fresh and dry weights, maximum yield of the II system but also the thickness of their leaves compared to those of *Lavandula angustifolia* and *Lavandula stoechas*.

Lavandula dentata var. *candicans* και *Lavandula dentata* var. *dentata* can grow under saline conditions but further experimentation will contribute to their safe selection for cultivation in areas where irrigation water contains high concentrations of NaCl.

Keywords: saline water, salt stress, salt solution, *Lavandula*, growth, maximum quantum efficiency of PSII photochemistry.

Field of research: Athens and Greek Area.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κα Αγγελική Παρασκευοπούλου, Επικ. Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου για την ανάθεση του θέματος αυτής της μελέτης, την επιστημονική της καθοδήγηση, την ουσιαστική συμπαράσταση, εμπιστοσύνη και συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια του πειραματικού μέρους και της συγγραφής της μελέτης μου.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κ. Γ. Λιακόπουλο, Επικ. Καθηγητή του Εργαστηρίου Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών για την καθοριστική βοήθειά του κατά τη διεξαγωγή των μετρήσεων και για τις πολύτιμες οδηγίες του κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Επίσης, ευχαριστώ θερμά την κα Μ. Παπαφωτίου, Καθηγήτρια – Δ/ντρια του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου για το χρόνο που αφιέρωσε στην ανάγνωση και εξέταση της παρούσας μελέτης.

Επιπλέον δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω θερμά την Δρ. Παρασκευή Α. Λόντρα του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής για την πολύτιμη βοήθειά της κατά τη διεξαγωγή των μετρήσεων και για τις πολύτιμες οδηγίες της κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη του Εργαστηρίου Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Δρ. Κ. Μπερτσουκλή και Ν. Ντούλα, για το ενδιαφέρον που μου έδειξαν και τη βοήθεια που μου παρείχαν καθ' όλη την πορεία του πειράματος.

Τέλος οφείλω ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στον πατέρα μου, τον μαχητή της καρδιάς μου, για την αμέριστη κατανόηση, αγάπη, συμπαράσταση και ψυχολογική υποστήριξη που μου παρείχε από την αρχή του μεταπτυχιακού προγράμματος καθώς και την παρακίνησή του για την ολοκλήρωσή του παρ'όλες τις δυσκολίες. Φυσικά δεν μπορώ να παραλείψω να ευχαριστήσω τον σύζυγο και την μητέρα μου για την αγάπη, την κατανόηση, την ηθική και την ψυχολογική τους υποστήριξη καθώς και την παρακίνησή τους να ακολουθώ πάντα τα όνειρά μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Τα αρωματικά φυτά της Ελλάδας	1
1.1.1 Γενικά στοιχεία	1
1.1.2 Αιθέρια έλαια – Ιδιότητες - Χρήσεις.....	2
1.2 Το φυτικό υλικό.....	5
1.2.1 Ταξινόμηση – Ποικιλίες	5
1.2.2 Γενική Περιγραφή	6
1.2.3 <i>Lavandula angustifolia</i>	6
1.2.4 <i>Lavandula stoechas</i>	7
1.2.5 <i>Lavandula dentata</i>	8
1.3 Καλλιέργεια.....	10
1.3.1 Καταλληλότητα περιοχών	10
1.3.2 Πολλαπλασιασμός.....	12
1.4 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	14
1.4.1 Προετοιμασία εδάφους.....	14
1.4.2 Αποστάσεις φύτευσης / Πυκνότητα φύτευσης	14
1.4.3 Εποχή φύτευσης	15
1.4.4 Λίπανση.....	15
1.4.5 Άρδευση	15
1.4.6 Κλάδεμα	16
1.4.7 Συγκομιδή.....	16
1.4.8 Ασθένειες, εχθροί και προβλήματα	16
1.4.9 Χρήσεις.....	17
1.5 Καταπόνηση των φυτών	18
1.5.1 Γενικά	18
1.5.2 Αβιοτικές καταπονήσεις.....	19
1.5.3 Καταπόνηση λόγω αλατότητας	20
1.5.4 Εδάφη με υψηλή αλατότητα.....	20
1.5.5 Η ποιότητα του νερού άρδευσης ως παράγοντας αλατότητας	21
1.5.6 Οι επιπτώσεις της υψηλής αλατότητας.....	22
1.6 Επίδραση της αλατότητας στα φυτά.....	23
1.6.1 Ρυθμό ανάπτυξης.....	23
1.6.2 Ανάπτυξη των φυτών.....	24
1.6.3 Φυλλική επιφάνεια	24

1.6.4 Πάχος φύλλων	24
1.6.5 Ριζικό σύστημα.....	25
1.6.6 Φωτοσύνθεση	25
1.7 Τρόποι αντιμετώπισης της αλατότητας.....	26
1.7.1 Ανθεκτικότητα.....	27
1.7.2 Αποφυγή.....	28
1.8 Φωτοσύνθεση	29
1.8.1 Μηχανισμός.....	29
1.8.2 Φυσιολογία.....	30
1.8.3 Φθορισμός χλωροφύλλης.....	31
1.9 Η ανατομία και η φυσιολογία του φύλλου.....	33
2 ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	35
3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	36
3.1 Φυτικό υλικό και υποστρώματα	36
3.2 Επεμβάσεις – Επαναλήψεις.....	37
3.3 Λίπανση.....	40
3.4 Φυτοπροστασία	40
3.5 Συνθήκες ανάπτυξης θερμοκηπίου.....	40
3.6 Μετρήσεις.....	42
3.6.1 Βιομετρικοί παράμετροι	42
3.6.2 Φωτοσυνθετικοί παράμετροι.....	43
3.6.3 Μορφολογικές παράμετροι.....	45
3.6.3.1 Πάχος φύλλου (LT)	45
3.6.4 Καταστροφή φυτών.....	45
3.6.5 Πειραματικό σχέδιο-Στατιστική Ανάλυση.....	45
3.6.6 Μέτρηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και pH.....	46
3.6.7 Κοκκομετρική σύσταση υποστρώματος.....	50
4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	52
4.1 Ύψος φυτού.....	52
4.2 Διάμετρος κόμης	58
4.3 Δείκτης ανάπτυξης	63
4.4 Νωπό βάρος.....	68
4.5 Ξηρό βάρος.....	78
4.6 Αριθμός μπουμπουκιών.....	88
4.7 Αριθμός ταξιανθιών.....	93
4.8 Μήκος ποδίσκου.....	98

4.9	Μήκος ταξιανθίας.....	103
4.10	Πάχος φύλλου.....	108
4.11	Μέγιστη απόδοση του φωτοσυστήματος II (Fv/Fm).....	113
5	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	118
5.1	Βιομετρικά χαρακτηριστικά.....	118
5.1.1	<i>Lavandula angustifolia</i>	118
5.1.2	<i>Lavandula dentata</i> var. <i>dentata</i>	119
5.1.3	<i>Lavandula dentata</i> var. <i>candicans</i>	119
5.1.4	<i>Lavandula stoechas</i>	120
5.2	Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	123
5.2.1	<i>Lavandula angustifolia</i>	123
5.2.2	<i>Lavandula dentata</i> var. <i>dentata</i>	123
5.2.3	<i>Lavandula dentata</i> var. <i>candicans</i>	123
5.2.4	<i>Lavandula stoechas</i>	123
5.3	Φωτοσυνθετικά χαρακτηριστικά.....	124
5.4	Μακροσκοπικές παρατηρήσεις.....	125
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	128
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	129
7.1	Ελληνική βιβλιογραφία.....	129
7.2	Ξένη βιβλιογραφία.....	129
8	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ	140
8.1	Μακροσκοπικές παρατηρήσεις.....	140
8.2	Τομές φύλλου.....	156

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Τα αρωματικά φυτά της Ελλάδας

1.1.1 Γενικά στοιχεία

Από αρχαιοτάτων χρόνων ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά για το άρωμα και τις θεραπευτικές τους ιδιότητες. Σύμφωνα με τους πρωτόγονους ανθρώπους οι ασθένειες οφείλονταν στην παρουσία κακών πνευμάτων στο ανθρώπινο σώμα. Με τη χρήση όμως δηλητηριωδών ή δυσανέκτων ουσιών μπορούσαν να καταστήσουν το σώμα δυσάρεστο τόπο διαμονής τους και έτσι απαλλάσσονταν από αυτά (Βολιώτης, 1998).

Οι αρχαιότερες αναφορές που έχουν γίνει στη χρήση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών προέρχονται από έργα τέχνης και γραπτά των πολιτισμών των Ασυρίων και των Σουμερίων καθώς τα χρησιμοποιούσαν για τη μουμιοποίηση των νεκρών τους (Πολυσίου, 2002).

Στην αρχαία Ελλάδα τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ήταν γνωστά από τον 15^ο αιώνα όπου οι νικητές των Ολυμπιακών Αγώνων στεφανώνονταν με δάφνινα στεφάνια και πετροσέλινο (Πολυσίου, 2002). Ο Ιπποκράτης (460 π.Χ.) «πατέρας της Ιατρικής», αναφέρει σε συγγράμματά του περίπου 400 φυτά από τα οποία τα περισσότερα είναι αρωματικά και φαρμακευτικά. Ο Θεόφραστος (347 π.Χ.) στα έργα του «Περί φυτών Ιστορία» και «Περί Φυτών Αιτίαι» περιγράφει έναν μεγάλο αριθμό αυτοφυών φαρμακευτικών φυτών και ο Διοσκουρίδης (1^{ος} αιώνας π.Χ.), στο έργο του «Περί ύλης Ιατρικής», αναφέρει περίπου 600 φαρμακευτικά φυτά (Πολυσίου, 2002).

Στην Παλαιά Διαθήκη υπάρχουν αναφορές από τις οποίες προκύπτει ότι τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά συγκαταλέγονταν ανάμεσα σε προϊόντα μεγάλης αξίας όπως ο χρυσός και οι πολύτιμοι λίθοι (Πολυσίου, 2002). Ο λόγος ήταν το αιθέριο έλαιο που περιέχουν και στο οποίο οφείλουν και τις ιδιότητές τους.

Τα αρωματικά φυτά ήταν ένας από τους λόγους που ξεκίνησε η εξερεύνηση του κόσμου τον 15^ο και 16^ο αιώνα καθώς οι Αμερικάνοι άρχισαν να ασχολούνται με το εμπόριο των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών το 1672.

Από το 19^ο αιώνα και μετά άρχισε η καλλιέργειά τους με σκοπό να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη στις βιομηχανίες αρωμάτων, καλλυντικών, τροφίμων και ποτών.

Παρόλα αυτά κάποια στιγμή η σημασία τους περιορίστηκε λόγω της παρασκευής συνθετικών χημικών υλικών, τα οποία μπορούσαν να υποκαταστήσουν τα αιθέρια έλαια. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια λόγω της ευαισθητοποίησης της κοινής γνώμης για μια ορθότερη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, περιορισμό της χρήσης χημικών πρόσθετων στα τρόφιμα καθώς και μείωση της κατανάλωσης των συνθετικών φαρμάκων αναζωπυρώθηκε το ενδιαφέρον για τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά (Πολυσίου, 2002). Με αυτό τον τρόπο η παγκόσμια βιομηχανία αρωμάτων, καλλυντικών, τροφίμων και ποτών στρέφεται ξανά στη φύση με αποτέλεσμα να χρησιμοποιεί όλο και περισσότερο ουσίες φυτικής προέλευσης για την παρασκευή των προϊόντων της.

Στις ημέρες μας η Ασία παραμένει ακόμα κυρίαρχη παραγωγός των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών αν και η καλλιέργειά τους αυξάνεται συνεχώς στη Δύση (Πολυσίου, 2002). Οι ΗΠΑ είναι ο κύριος αγοραστής πλέον και ακολουθούν η Γερμανία, η Ιαπωνία και η Γαλλία, ενώ τα μεγαλύτερα κέντρα εμπορίου είναι το Αμβούργο, η Νέα Υόρκη και το Τόκιο (Πολυσίου, 2002).

1.1.2 Αιθέρια έλαια – Ιδιότητες - Χρήσεις

Υπάρχουν πολλά και διαφορετικά είδη φυτών περίπου 350.000, όμως τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά αν και αποτελούν μια σχετικά μικρή ομάδα φυτών συγκαταλέγονται σε μια από τις πιο εξελιγμένες ομάδες του φυτικού βασιλείου (Πολυσίου, 2002).

Το αιθέριο έλαιο είναι ένα μείγμα ουσιών που κυκλοφορεί στο φυτό και λαμβάνεται από αυτό σε συμπυκνωμένη μορφή. Παράγεται στις αδενώδεις τρίχες των φυτών οι οποίες ανάλογα με το σχήμα τους, χαρακτηρίζονται ως δισκοειδείς ή λεπιοειδείς (Δεληβόπουλος, 1994). Το κάθε αιθέριο έλαιο έχει ξεχωριστές ιδιότητες οι οποίες οφείλονται στα συστατικά του καθώς και χαρακτηριστική οσμή. Μπορεί να παραληφθεί με διάφορες τεχνικές σε συμπυκνωμένη μορφή και να αποτελέσει εμπορικό προϊόν (Πολυσίου, 2002).

Μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί σε όλο τον κόσμο περίπου 2000 φυτικά είδη τα οποία παράγουν αιθέρια έλαια κατανεμημένα σε 60 οικογένειες, οι κυριότερες από τις οποίες αλφαβητικώς είναι οι: Apiaceae (Umbelliferae), Asteraceae (Compositae), Lamiaceae (Labiatae), Lauraceae, Myrtaceae, Pinaceae και Rutaceae (Bonner και Varner, 1975).

Για παράδειγμα:

- Η δάφνη (*Laurus nobilis* L.) της οικογένειας Lauraceae,
- Το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla* L.) και η αψιθιά (*Artemisia absinthium* L.) της οικογένειας Asteraceae (Compositae),
- Η μυρτιά (*Myrtus communis* L.) της οικογένειας Myrtaceae,
- Το γλυκάνισο (*Pimpinella anisum* L.) και το μάραθο (*Foeniculum vulgare* Mill.) της οικογένειας Apiaceae (Umbelliferae),
- Ο απήγανος (*Ruta graveolens* L.) και τα εσπεριδοειδή της οικογένειας Rutaceae,
- Το μαστιχόδενδρο (*Pistacia lentiscus* L. var. *Chia*) της οικογένειας Anacardiaceae,
- Το πεύκο (*Pinus silvestris* L.) της οικογένειας Pinaceae,

Τα αρωματικά φυτά ανήκουν στην ελληνική χλωρίδα και χρησιμοποιούνται από την αρχαιότητα ως αρτύματα, αφεψήματα και στη λαϊκή θεραπευτική (ΓΕΩΤ.Ε.Ε παράρτημα Ανατολικής Μακεδονίας, 2013).

Η οικογένεια όμως με το μεγαλύτερο αριθμό αρωματικών φυτών που απαντάται στην ελληνική χλωρίδα είναι η οικογένεια Lamiaceae, διότι τα περισσότερα μέλη της α) παράγουν αιθέρια έλαια β) είναι ενδημικά και γ) συμμετέχουν σε όλους τους τύπους βλάστησης των διαφόρων κλιματικών περιοχών της χώρας (Kokkini *et al.*, 1988).

Τα αρωματικά φυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως ξηρό ή γλωρό φυτικό υλικό, είτε ως παραλαμβανόμενο αιθέριο έλαιο. Τα αποξηραμένα φύλλα χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ροφημάτων, στην βιομηχανία τροφίμων και ποτών, στην κονσερβοποιία, στη ζαχαροπλαστική, καθώς και για τη λήψη ορισμένων φαρμακευτικών ουσιών. Ακόμη στη μαγειρική χρησιμοποιούνται ως μπαχαρικά είτε

φρεσκοκομμένα, είτε ξηρά ή αλεσμένα. Σημαντικές δυνατότητες αξιοποίησης υπάρχουν επίσης στη λήψη φυτικών χρωστικών ουσιών όπως είναι τα φλαβονοειδή, τα καροτενοειδή, οι χλωροφύλλες και άλλες ουσίες που λαμβάνονται από αρωματικά φυτά και έχουν ως κυριότερη χρήση την αντικατάσταση συνθετικών χρωστικών στη χρήση τροφίμων (ΓΕΩΤ.Ε.Ε παράρτημα Ανατολικής Μακεδονίας, 2013).

Σήμερα, η χρήση των αιθέριων ελαίων των αρωματικών φυτών είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη καθώς έχουν χρησιμοποιηθεί από την αρχαιότητα τόσο στα καλλυντικά όσο και στη θεραπευτική ιατρική.

Σήμερα η χρήση τους βασίζεται σε επιστημονικά δεδομένα και η συστηματική εφαρμογή τους γίνεται στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών, αρωμάτων καλλυντικών και φαρμάκων (ΓΕΩΤ.Ε.Ε παράρτημα Ανατολικής Μακεδονίας, 2013). Τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται είτε αυτούσια είτε σε μίγματα που παράγονται από την ανάμειξη φυσικών αιθέριων ελαίων μεταξύ τους ή με διαλύτες και συνθετικά έλαια.

Κάθε αιθέριο έλαιο μπορεί να επιδράσει και να έχει διαφορετικό θεραπευτικό αποτέλεσμα στα διάφορα μέρη του σώματος. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι το αυξημένο ενδιαφέρον που παρουσιάζουν σήμερα στην βιομηχανία τα αρωματικά και τα φαρμακευτικά φυτά που οδηγεί στην προαγωγή της έρευνας για την καλλιέργεια και την παραγωγή φυτών για τη χρήση και κατανάλωσή τους (ΓΕΩΤ.Ε.Ε παράρτημα Ανατολικής Μακεδονίας, 2013).

Τεράστιο ενδιαφέρον παρουσιάζει η συμβολή των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στο περιβάλλον καθώς η καλλιέργειά τους βοηθά στη μείωση της αλόγιστης και άναρχης συλλογής και εκμετάλλευσης των αυτοφυών ειδών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Επίσης, βοηθούν στην μείωση της διάβρωσης των εδαφών η οποία έχει ως αποτέλεσμα το φαινόμενο της ερημοποίησης, σε περιοχές που είναι ακαλλιέργητες. Ακόμη η καλλιέργειά τους βοηθά στην εξοικονόμηση υδατικού δυναμικού λόγω του ότι τα περισσότερα καλλιεργούμενα είδη χρειάζονται μικρές ποσότητες νερού έως καθόλου. Επιπροσθέτως βοηθούν στη μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων καθώς οι ανάγκες των αρωματικών και φαρμακευτικών ειδών σε αυτά είναι ελάχιστες έως μηδενικές. Τέλος συμβάλλουν στην ανάπτυξη και αποκατάσταση περιοχών με κύριο χαρακτηριστικό την προσέλκυση τουριστών και την οργάνωση επισκέψεών τους σε περιοχές με μεγάλη παραγωγή αρωματικών φυτών και μονάδες επεξεργασίας τους (Πολυσίου, 2002, Τσόγκας, 2005).

1.2 Το φυτικό υλικό

1.2.1 Ταξινόμηση – Ποικιλίες

Λεβάντα είναι το κοινό όνομα του γένους *Lavandula* της οικογένειας Lamiaceae. Είναι ευρέως γνωστό από τις Καναρίους Νήσους, τα νησιά του Πράσινου Ακρωτηρίου και τη Μαδέρα, σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου, τη Βόρεια Αφρική, τη Νοτιοδυτική Ασία, την Αραβική Χερσόνησο και την τροπική ΝΑ Αφρική αλλά και την Ινδία (Urson, 2002). Η λεβαντίς ή λαβατίς ή στοιχάς, δηλαδή η λεβάντα έγινε αρχικά γνωστή επειδή φύτευε πλούσια στις Στοιχάδες νήσους, κοντά στην τότε ελληνική Μασσαλία, όπως αναφέρεται στα αργοναυτικά των «Ορφικών».

Η λατινική ονομασία *Lavandula* προέρχεται από το λατινικό lavare (νίπτω, πλένω, καθαρίζω) αναφερόμενο στη χρήση της λεβάντας σε λουτρά για τον καθαρισμό του σώματος και του πνεύματος. Κατά την αρχαιότητα στην Ελλάδα, την Περσία και τη Ρώμη χρησιμοποιούνταν για την απολύμανση νοσοκομείων και δωματίων ασθενών (Κατσιώτης, 2010). Στην Αρχαία Ελλάδα το φυτό ονομαζόταν «νάρδος», και αργότερα από τους Ρωμαίους «asarum». Οι περισσότερες Ευρωπαϊκές, αλλά και μη Ευρωπαϊκές γλώσσες έχουν παρόμοια ονόματα για τη λεβάντα, όπως στα γερμανικά, ισπανικά, βουλγάρικα κλπ. (Κατσιώτης, 2010).

Στο γένος *Lavandula* ανήκουν περίπου 39 είδη, εκ των οποίων μόνο τρία αξιοποιούνται εμπορικά και καλλιεργούνται (Κατσιώτης, 2010). Χαρακτηρίζεται από ποώδεις πολυετείς θάμνους με τα χρώματα των ανθέων τους να κυμαίνονται από βαθιά μοβ μέχρι και έντονο χαρακτηριστικό μπλε, ενώ ανευρίσκονται επίσης και μερικές ροζ, πρασινωπές και άσπρες ποικιλίες. Το γένος *Lavandula* διαιρέθηκε ιστορικά σε τρία τμήματα: *Spica*, *Stoechas* και *Pterostoechas*. Πρόσφατα, εντούτοις, το γένος *Lavandula* έχει αναταξινομηθεί σε έξι τμήματα: *Lavandula* (στο παρελθόν *Spica*), *Stoechas*, *Pterostoechas*, *Dentata*, *Haetostachys* και *Subnuda* (Κατσιώτης, 2010).

Τα είδη που ανήκουν στην ομάδα *Lavandula* τείνουν να είναι πιο ανθεκτικά και να παρέχουν αιθέρια έλαια με περισσότερο επιθυμητά χαρακτηριστικά. Οι λεβάντες των άλλων πέντε ομάδων παράγουν επίσης αιθέρια έλαια, αλλά έχουν περιορισμένη εμπορική αξία λόγω των δριμείων, μη ελκυστικών αρωμάτων τους. Άλλα είδη, ειδικά

εκείνα των ομάδων *Stoechas* και *Dentata*, έχουν σημαντική εμπορική αξία στη βιομηχανία φυτωρίων ως φυτά τοπίων (αρχιτεκτονικές διαμορφώσεις χώρων, κήπων κλπ.) ενώ τα αιθέρια έλαια που συλλέγονται από τα είδη *L. x intermedia* και *L. angustifolia*, συμβάλλουν σημαντικά στην οικονομία της αρωματοβιομηχανίας (Κατσιώτης, 2010).

1.2.2 Γενική Περιγραφή

Η λεβάντα είναι θάμνος αειθαλής, ύψους 60-80 cm., που προτιμά ξερά, πετρώδη εδάφη. Οι βλαστοί είναι τετράγωνοι, με φύλλα αντίθετα, προμήκη, γραμμοειδή, μήκους 3-5 cm, χρώματος γκριζοπράσινου με λίγο χνούδι (Κατσιώτης, 2010).

Τα άνθη εκφύονται σε στάχυ, έχουν μίσχο βραχύ και σωληνοειδή κάλυκα και εμφανίζονται σε διάφορα χρώματα (Κατσιώτης, 2010).

Η πλήρη ανθοφορία διαρκεί 6-10 ημέρες. Οι σπόροι διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα 3-4 χρόνια, όμως φυτρώνουν πολύ δύσκολα (Κατσιώτης, 2010).

1.2.3 *Lavandula angustifolia*

Οικογένεια : Lamiaceae (Labiatae) Χειλανθή

Επιστημονική ονομασία: *Lavandula angustifolia* Miller συν. *Lavandula officinalis* Chaix, *L. vera* ή *L. officinalis* (και τα δυο παλαιότερα βοτανικά ονόματα δεν χρησιμοποιούνται πλέον).

Ελληνική ονομασία: Λεβάντα η γνήσια – «true» lavender, λαβαντούλα, λεβαντίδα, καλογερόχορτο

Αγγλική ονομασία: English lavender



Εικόνα 1: *Lavandula angustifolia*

Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Είναι μικρός πολυετής αιθαλής θάμνος με βλαστό όρθιο, τετράγωνο και ύψος 30-80 cm. «Angustifolia» είναι η λατινική λέξη για το στενό φύλλωμα και όπως το όνομα δείχνει, τα φύλλα της είναι στενότερα από άλλες ποικιλίες όπως εκείνα της *L. latifolia*. Οι μίσχοι των ανθέων της δεν έχουν διακλαδώσεις παρά μόνο μια ενιαία ανθοκεφαλή σε κάθε μίσχο. Το είδος αυτό περιλαμβάνει πολλές ποικιλίες, οι οποίες έχουν ένα γλυκό άρωμα. Στο είδος *Lavandula angustifolia* στη βάση της ταξιανθίας υπάρχουν πλατιά βράκτια, ορθοραμβοειδή. Η σχέση μήκους/πλάτους των βράκτιων φύλλων της είναι 0.83-2.20. Το χρώμα των ανθέων κυμαίνεται από βαθύ πορφυρό έως λευκό και ανθίζουν από το τέλος του Ιουνίου μέχρι τον Αύγουστο. Η *Lavandula angustifolia* είναι η πιο ανθεκτική λεβάντα και μπορεί να επιζήσει κάτω από συνθήκες χαμηλών χειμερινών θερμοκρασιών -15°C ή ακόμη και χαμηλότερων αν καλλιεργείται σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη (Κατσιωτης, 2010).

1.2.4 *Lavandula stoechas*

Οικογένεια : Lamiaceae (Labiatae) Χειλανθή

Επιστημονική ονομασία: *Lavandula stoechas*

Ελληνική ονομασία: Αγριολεβάντα, μαυροκέφαλο, χαμολίβανο, λαμπρή, μυροφόρα.

Αγγλική ονομασία: Spanish lavender



Εικόνα 2: *Lavandula stoechas*

Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Είναι πολυετής αειθαλής θάμνος με βλαστό όρθιο, τετράγωνο, χνουδωτό ύψους 30-70 cm. Τα φύλλα είναι αντίθετα, χνουδωτά, γραμμοειδή. Τα άνθη της είναι ιώδη σε ακραία πυκνά ωοειδή στάχια (Δόρδας, 2012). Η λεβάντα αυτή αυτοφύεται στον Υμηττό, στη Ζάκυνθο, στην Ύδρα, στη Σκόπελο, στη Μύλο, στη Κίμωλο, στη Κέρκυρα καθώς και σε περιοχές της Μακεδονίας και της Θράκης (Chaytor, 1937). Η *L. stoechas* subsp. *stoechas* όταν αυτοφύεται αναπτύσσεται πάντα σε όξινο έδαφος (Charlesworth, 2002). Λόγω των ήπιων χειμώνων που επικρατούν τα τελευταία χρόνια η λεβάντα αυτή είναι ευρέως διαδεδομένη. Μπορεί να επιβιώσει κάτω από συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών έως και -5°C και μερικές φορές και ακόμα και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (Charlesworth, 2002). Έχει μεγάλη διάρκεια ανθοφορίας από το Μάιο έως τον Σεπτέμβριο εάν δεν υπάρχουν σοβαρές συνθήκες παγετών (Charlesworth, 2002).

1.2.5 *Lavandula dentata*

Οικογένεια : Lamiaceae (Labiatae) Χειλανθή

Επιστημονική ονομασία: *Lavandula dentata* L.

Ελληνική ονομασία: Λεβάντα η οδοντωτή

Αγγλική ονομασία: Spanish lavender.



Εικόνα 3: *Lavandula dentata* var. *dentata*

Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Η λεβάντα αυτή έχει πάρει το όνομά της από τα οδοντωτά της φύλλα τα οποία έχουν πλούσιο άρωμα (Charlesworth, 2002). Είναι πολυετής αειθαλής θάμνος με βλαστό όρθιο, χνουδωτό ύψους έως 1 m. Τα φύλλα της είναι πρασινογκρί χρώματος αντίθετα, χνουδωτά, γραμμοειδή. Τα άνθη της είναι ιώδη σε ακραία πυκνά ωσειδή στάχια (Δόρδας, 2012) και ανθίζουν σχεδόν όλο το χρόνο (Charlesworth, 2002). Φυτρώνει στην Αλγερία, την Αραβία, το Μαρόκο, στην Νότια και Ανατολική Ισπανία, την Τενερίφη και την Υεμένη (Charlesworth, 2002). Η ποικιλία *Lavandula dentata* var. *candicans* διαθέτει

εντυπωσιακά ασημί και μαλακά φύλλα που φτάνουν έως 75 cm. Τα άνθη της είναι μωβ ανοιχτό.

Είναι η πιο ανθεκτική ποικιλία από όλες τις ποικιλίες *L. dentata* διότι μπορεί να επιβιώσει εάν φυτευτεί σε προστατευμένη θέση με νότιο



Εικόνα 4: *Lavandula dentata* var. *candicans*

Πηγή: Προσωπικό αρχείο

προσανατολισμό και εφόσον το έδαφος διατηρηθεί στεγνό (Charlesworth, 2002). Η ποικιλία *Lavandula dentata* var. *dentata* είναι αρωματικός ξυλώδης θάμνος ύψους έως 1 m. Τα φύλλα της είναι γκριζοπράσινα. Τα άνθη της είναι μωβ-μπλε σε σχήμα ρόμβου (Upson, 2002).

1.3 Καλλιέργεια

1.3.1 Καταλληλότητα περιοχών

α. Κλίμα

Η λεβάντα είναι ενδημική στην περιοχή της Μεσογείου. Ένα μεγάλο μέρος της παγκόσμιας παραγωγής λεβάντας προέρχεται από την περιοχή της Προβηγκίας της νότιας Γαλλίας, όπου τα καλοκαίρια έχουν μεγάλη διάρκεια, είναι ηλιόλουστα και θερμά και οι χειμώνες ήπιοι. Η λεβάντα έχει ανάγκη από ήλιο για να αναπτυχθεί και να αποδώσει καλά, αλλά οι περιοχές με εξαιρετικά θερμά καλοκαίρια ή/και θερμούς χειμώνες δεν μπορούν να προσφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα στην εμπορική αξία της λεβάντας (Κατσιωτης, 2010). Ο εξαιρετικά ζεστός καιρός μπορεί να καθυστερήσει την ανάπτυξη και να μειώσει αισθητά την ποιότητα της λεβάντας, ενώ παράλληλα απαιτείται μια αρκετά ψυχρή περίοδος για να προκληθεί η έντονη ανθοφορία (Κατσιωτης, 2010).

Η *Lavandula angustifolia* μπορεί να ευδοκιμήσει σε περιοχές που βρίσκονται έως και 1700 m από το επίπεδο της θάλασσας (Δόρδας, 2012). Οι ποικιλίες της *Lavandula angustifolia* μπορούν να αναπτυχθούν σε περιοχές με αρκετά μεγάλο υψόμετρο. Οι λεβάντες αναπτύσσονται καλύτερα σε περιβάλλον περιορισμένης υγρασίας. Όταν καλλιεργούνται σε περιοχές με μεγάλη υγρασία είναι περισσότερο επιρρεπείς σε μυκητιακές ασθένειες. Ακόμη η λεβάντα που αναπτύσσεται σε καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη έχει παρατηρηθεί ότι αντέχει περισσότερο στους κρύους χειμώνες, από ότι η λεβάντα που αναπτύσσεται σε κακώς αποστραγγιζόμενα εδάφη (Κατσιωτης, 2010).

β. Έδαφος

Η λεβάντα αναπτύσσεται σε ουδέτερα έως αλκαλικά εδάφη (Charlesworth, 2002). Αναπτύσσεται καλύτερα σε εδάφη καλά αποστραγγιζόμενα, με pH μεταξύ 6.4 και 8.2 (Κατσιωτης, 2010). Ένα μεγάλο ποσοστό της παγκόσμιας παραγωγής λεβάντας

καλλιεργείται σε πετρώδη, ασβεστούχα εδάφη με pH 7.5 έως 8.5 (Κατσιώτης, 2010). Το είδος *Lavandula* sp. αναπτύσσεται καλά σε εδάφη με ηλεκτρική αγωγιμότητα έως και 9 (dS/m) βάση της τεχνικής εκχύλισης από κορεσμένη πάστα εδάφους (Κατσιώτης, 2010). Έχει μικρές έως καθόλου απαιτήσεις σε λίπανση. Σχετικά πειράματα έδειξαν ότι η προσθήκη ενός λεπτού στρώματος άμμου στην επιφάνεια του χώματος έχει θετική επίδραση στην ανθοφορία, αυξάνοντας την κατά 28-70% (Κατσιώτης, 2010). Έγχρωμα, ελαφρά υλικά εδαφοκάλυψης προστατεύουν το φυτό και το κάνουν περισσότερο ανθεκτικό (Κατσιώτης, 2010). Αντίθετα, σκούρα υλικά σε συνδυασμό με σκίαση, ευνοούν το μαρασμό των φυτών.

Τα φυτά της λεβάντας απαιτούν εκτός από εύκολα αποστραγγιζόμενα εδάφη, λιγότερη άρδευση έναντι των άλλων καλλιεργειών παραγωγής αιθέριων ελαίων (Κατσιώτης, 2010). Η λεβάντα ριζώνει βαθιά, είναι ανεκτική στους μέτριους παγετούς και την ξηρασία, όμως οι έντονοι παγετοί έχουν επιπτώσεις στα φυτά.

Στοιχεία από πιλοτικές καλλιέργειες έχουν δείξει πως το μέγεθος των φυτών, το μήκος των ανθοφόρων στελεχών και η απόδοση σε αιθέριο έλαιο ευνοούνται περισσότερο όταν η λεβάντα καλλιεργείται σε καλά-στραγγιζόμενο αμμώδες, βαθύ έδαφος, παρά σε ρηχό αμμώδες έδαφος, με υπέδαφος συμπιεσμένο ή πετρώδες που δεν επιτρέπει τη στράγγιση (Κατσιώτης, 2010). Η πρόσθετη άρδευση της λεβάντας στα πετρώδη εδάφη αναμφισβήτητα ωφελεί.

Το σημαντικότερο στοιχείο σχετικά με την επιλογή του εδάφους για την ανάπτυξη της λεβάντας είναι κατά πόσο το έδαφος αυτό αποστραγγίζεται (Κατσιώτης, 2010). Η λεβάντα είναι πολύ ευαίσθητη στις ασθένειες που προκαλούν το σάπισμα των ριζών και προκαλούνται κυρίως από τους μύκητες *Phytophthora cinnamom* και *Armillariella mellea* (Κατσιώτης, 2010). Δεν αναπτύσσεται καλά σε αργιλώδη εδάφη, ή σε περιοχές με σκληρό έδαφος ή με υψηλή υπόγεια στάθμη νερού ιδιαίτερα κατά το τέλος του φθινοπώρου, του χειμώνα και της πρώιμης άνοιξης, όταν τα φυτά είναι σε λανθάνουσα κατάσταση (Κατσιώτης, 2010). Δεν ανέχεται τα υγρά εδάφη και δεν επιζεί αρκετά σε παρόμοιες συνθήκες. Εάν η λεβάντα φυτευτεί σε λιγότερο καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη, είναι σημαντικό να εγκαθίσταται ένα σύστημα αποστράγγισης, ή να φυτεύεται σε αναχώματα (σαμάρια), ώστε να βελτιώνεται η αποστράγγιση του εδάφους στη ζώνη των ριζών (Κατσιώτης, 2010).

1.3.2 Πολλαπλασιασμός

Πρωταρχικός στόχος κάθε νέου παραγωγού λεβάντας είναι η επιλογή της κατάλληλης πηγής πολλαπλασιαστικού υλικού, αλλά και του κατάλληλου υλικού για τη συγκεκριμένη περιοχή.

Ο πολλαπλασιασμός της λεβάντας γίνεται με μοσχεύματα ή με διαίρεση παλαιότερων φυτών. Μπορεί να γίνει και με σπόρο, ο οποίος όμως φυτρώνει δύσκολα, ενώ τα φυτά που προέρχονται είναι διαφορετικά από τα αρχικά και γενικά έχουν μεγάλη ποικιλομορφία (Κατσιώτης, 2010). Για το λόγο αυτό δεν συνίσταται η παραγωγή φυτών λεβάντας από σπόρο. Ένα επιπλέον πρόβλημα στην περίπτωση αυτή είναι ότι δημιουργείται σύγχυση ως προς την ονομασία και αναγνώριση των ποικιλιών και ως εκ τούτου στη διάθεσή τους στο εμπόριο. Ιδανικά η λεβάντα πολλαπλασιάζεται με καταβολάδες από τους νέους βλαστούς την άνοιξη, με αυτούς τους μικρούς θάμνους να αναπτύσσονται εμπορικά για όχι περισσότερο από 5 έτη, αν και μερικές φυτείες είναι 10-15 ετών ή περισσότερο. Τα φυτά μεταφυτεύονται μετά από 8-10 εβδομάδες (Κατσιώτης, 2010).

α. Σπόρος

Οι περισσότερες ποικιλίες των *L. angustifolia* μπορούν, αν και δύσκολα, να πολλαπλασιαστούν με σπόρο (Κατσιώτης, 2010). Εντούτοις, αυτό δεν συνίσταται λόγω έλλειψης ομοιομορφίας στην εμφάνιση, το άρωμα, και την ποιότητα στα φυτά της λεβάντας που προέρχονται από σπόρο. Δεδομένου ότι η λεβάντα φυτεύεται συνήθως σε σειρές (στις καλλιέργειες), ή σε διάταξη (στη διαμόρφωση χώρων), τα φυτά που προέρχονται από σπόρο θα έχουν σημαντική διακύμανση ως προς το χρώμα και στο μέγεθος των φυτών, δημιουργώντας κατά συνέπεια μια ανώμαλη και συχνά μη ελκυστική εμφάνιση της εγκατάστασης. Η λεβάντα που καλλιεργείται εμπορικά για το αιθέριο έλαιο, τις ξηρές ανθοκεφαλές, ή άλλα προϊόντα όπου η ομοιομορφία είναι επιτακτική, δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να προέρχεται από σπόρο, επειδή η ανομοιομορφία μπορεί να καταστήσει δύσκολο τον ποιοτικό έλεγχο (Κατσιώτης, 2010).

β. Μόσχευμα

Η πλέον συνηθισμένη μέθοδος πολλαπλασιασμού της λεβάντας είναι με μοσχεύματα. Ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα οδηγεί σε νέα φυτά που διατηρούν τα ίδια χαρακτηριστικά με το μητρικό φυτό (Κατσιώτης, 2010). Η λεβάντα μπορεί να πολλαπλασιαστεί είτε με μοσχεύματα ακραίων τρυφερών στελεχών, είτε με μοσχεύματα ημιξυλωδών στελεχών (Κατσιώτης, 2010). Είτε ακολουθώντας τον ένα τρόπο είτε τον άλλο, μόνο τα ώριμα μοσχεύματα και υγιή φυτά πρέπει να επιλέγονται για τη λήψη των μοσχευμάτων. Δεν πρέπει ποτέ να λαμβάνονται μοσχεύματα από φυτά ασθενή ή μη αποδοτικά μητρικά (Κατσιώτης, 2010).

Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη ότι κάποιες ποικιλίες λεβάντας είναι πιο δύσκολο να πολλαπλασιαστούν σε σχέση με άλλες. Τα μοσχεύματα ακραίων μαλακών στελεχών μπορούν να ληφθούν την άνοιξη ή το φθινόπωρο από νεαρές καταβολάδες (Κατσιώτης, 2010). Για τα μοσχεύματα φθινοπώρου, προτείνεται να αφαιρούνται οι οφθαλμοί των ανθέων καθώς σχηματίζονται στα μητρικά φυτά την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι. Αυτό θα υποκινήσει τα μητρικά φυτά να παράγουν νέα στελέχη κατάλληλα για μοσχεύματα. Τα μοσχεύματα πρέπει να είναι τουλάχιστον 6.5-7.5 cm μήκους (Κατσιώτης, 2010). Τα φύλλα από το κατώτερο τμήμα του μοσχεύματος πρέπει να αφαιρεθούν, πληγώνοντας το σημείο κοπής της βάσης κατά τη διαδικασία. Ακολουθώς η βάση της κοπής βυθίζεται σε ορμόνη ριζοβολίας σε μορφή σκόνης για μαλακά μοσχεύματα (Charlesworth, 2002) και εισάγονται σε ένα αποστειρωμένο μέσο φύτευσης (Κατσιώτης, 2010). Το μίγμα του χώματος φύτευσης μπορεί να είναι από διάφορους συνδυασμούς υλικών που αποστραγγίζουν εύκολα, όπως η άμμος, η ελαφρόπετρα, ο βερμικουλίτης, ο περλίτης, η τύρφη κλπ. (Κατσιώτης, 2010).

Τα μοσχεύματα ημιξυλωδών στελεχών πρέπει να έχουν μήκος 10-15 cm και μπορούν να ληφθούν στα τέλη της άνοιξης, ή συχνότερα το φθινόπωρο από νέες δευτερεύουσες παραφυάδες. Μπορούν να ριζοβολήσουν σε ένα χαλικώδες μίγμα φύτευσης είτε άμεσα στο χώμα (Κατσιώτης, 2010).

γ. Καταβολάδα

Αν και δεν είναι πρακτικό ως μέθοδο αγενούς πολλαπλασιασμού μεγάλων εκτάσεων, η λεβάντα μπορεί να πολλαπλασιαστεί εύκολα με καταβολάδες. Την άνοιξη, επιλέγονται υγιή, ώριμα φυτά και ποτίζονται πολύ καλά. Έπειτα επιλέγεται ένα εξωτερικό κλαδί με νεαρό, εύκαμπτο στέλεχος το οποίο κάμπτεται κάτω στο έδαφος. Μετρώνται 20 με 30 εκατοστά από την άκρη και σημειώνεται η περιοχή όπου αυτό το ακραίο μέρος του κλαδιού αγγίζει το έδαφος. Αφαιρούνται όλα τα φύλλα από αυτό το τμήμα του κλαδιού, αφήνοντας περίπου 15 εκατοστά φυλλώματος στο τέλος του κλαδιού και σκάβεται σε βάθος 7,5 με 10 cm στο σημείο που έχει σημειωθεί. Το κλαδί πρέπει να συγκρατηθεί καλά και σταθερά στο αυλάκι και έπειτα προσχώνεται με χώμα, αφήνοντας έξω το άκρο με το φύλλωμα. Με τη βοήθεια μικρού πασσάλου η άκρη του κλαδιού πρέπει να στηρίζεται έτσι ώστε να στέκεται κατακόρυφα.

Η καταβολάδα πρέπει να ποτίζεται και να βοτανίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξής της και το φθινόπωρο να εξεταστεί αν έχει ριζοβολήσει. Εάν έχει ριζοβολήσει, αποκόβεται από το μητρικό φυτό, αλλά αφήνεται στη θέση του μέχρι την άνοιξη όταν θα μπορεί να σκαφτεί και να μεταφυτευτεί. Εάν δεν έχει ριζοβολήσει το φθινόπωρο, δεν κόβεται, αλλά επανελέγχεται την άνοιξη. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλά κλαδιά από κάθε μητρικό φυτό (Κατσιώτης, 2010).

1.4 Καλλιεργητικές φροντίδες

1.4.1 Προετοιμασία εδάφους

Η προετοιμασία του εδάφους για την εγκατάσταση της καλλιέργειας περιλαμβάνει όργωμα του εδάφους σε βάθος 30 cm και στη συνέχεια δισκοσβάρνισμά ή και χρήση καλλιεργητή (Δόρδας, 2012).

1.4.2 Αποστάσεις φύτευσης / Πυκνότητα φύτευσης

Η λεβάντα, *L. angustifolia*, συνήθως φυτεύεται σε αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 0.8-1 m και 0.60-0.70 m μεταξύ των φυτών επί της γραμμής με πυκνότητα 1500-2000 φυτά ανά στρέμμα, ενώ για τα διάφορα υβρίδια (*Lavandula hybrid*) είναι 1.3-1.7 m μεταξύ των γραμμών και 0.8-1 m πάνω στη γραμμή. Η πυκνότητα καθορίζεται ανάλογα με τη διαθέσιμη υγρασία, την ποικιλία, το μέγεθος της καλλιέργειας καθώς και με τις μηχανικές καλλιεργητικές εργασίες συγκομιδής. Υψηλές πυκνότητες σημαίνει και

υψηλό κόστος εγκατάστασης, αλλά επίσης και μεγάλες αποδόσεις από νωρίς. Επίσης τα φυτά γίνονται πιο δυνατά και έχουν περισσότερη διάρκεια στο χρόνο. Μια καλά εγκατεστημένη δυναμική καλλιέργεια λεβάντας θα πρέπει να είναι έτοιμη για συγκομιδή το δεύτερο χρόνο της. Τα φυτά της λεβάντας αναπτύσσονται για περίπου 10-15 έτη ή ακόμη περισσότερο εάν η διαχείριση της καλλιέργειας είναι σύμφωνη με τις ανάγκες της (Δόρδας, 2012).

1.4.3 Εποχή φύτευσης

Σε ήπια κλίματα καλύτερη εποχή φύτευσης είναι το φθινόπωρο ώστε να προλάβουν τα φυτά να προσαρμοστούν καλύτερα για να αντέξουν το χειμώνα και την άνοιξη να αναπτυχθούν με ταχύτερους ρυθμούς.

Σε περιοχές με ψυχρούς χειμώνες η φύτευση πρέπει να γίνεται την άνοιξη. Η φύτευση σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τον τελευταίο παγετό (Δόρδας, 2012).

1.4.4 Λίπανση

Η λεβάντα αποδίδει καλά σε εδάφη που για άλλες καλλιέργειες θεωρούνται θρεπτικά ανεπαρκή. Αυξημένες ποσότητες αζώτου έχουν σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας αλλά και της ποιότητας παραγόμενου αιθέριου ελαίου, τα φυτά γίνονται περισσότερο ευαίσθητα και αυξάνεται ο ανταγωνισμός με τα ζιζάνια. Η συνιστώμενη δόση αζώτου ανά στρέμμα είναι 8-10 kg. Οι απαιτήσεις σε φώσφορο και κάλιο είναι μικρές και εξαρτώνται από τον τύπο του εδάφους και τη θρεπτική του κατάσταση. Περιοδική προσθήκη ασβεστίου μπορεί να είναι αναγκαία ώστε να διατηρείται η τιμή του pH σε ικανοποιητικό επίπεδο. Μια πλήρης ανάλυση εδάφους πριν τη φύτευση είναι αναγκαία (Δόρδας, 2012).

1.4.5 Άρδευση

Η άρδευση είναι αναγκαία για τα πρώτα 2 χρόνια έως ότου η καλλιέργεια έχει εγκατασταθεί πλήρως. Σε ελαφριά εδάφη ή σε περιοχές με χαμηλές βροχοπτώσεις η άρδευση σε κρίσιμα στάδια εξακολουθεί να είναι αναγκαία. Τα φυτά στο στάδιο της άνθησης δεν πρέπει να αφήνονται χωρίς νερό. Η άρδευση μπορεί να αυξήσει την

παραγωγή στις ώριμες καλλιέργειες λεβάντας, αλλά η άκαιρη και υπερβολική άρδευση θα αυξήσει τα προβλήματα των ασθενειών, τα φυτά θα μεγαλώσουν σε ύψος, τα κλαδιά θα σπάσουν και η κόμη του φυτού θα ανοίξει στη μέση. Σε κάθε περίπτωση η στάγδην άρδευση συνίσταται διότι πέρα από την ορθή εφαρμογή του νερού θα βοηθήσει στον έλεγχο των ζιζανίων (Δόρδας, 2012).

1.4.6 Κλάδεμα

Η κοπή των ανθέων μαζί με μέρος των βλαστών θα πρέπει να γίνεται τα δύο πρώτα χρόνια ώστε να βοηθηθούν τα φυτά να δυναμώσουν για να δημιουργήσουν ένα ανθεκτικό πλαίσιο. Στα μετέπειτα χρόνια το κλάδεμα γίνεται σε διαφορετική περίοδο, μετά τη συγκομιδή συνήθως το φθινόπωρο. Ο λόγος είναι ότι η συγκομιδή των ανθέων για την παραγωγή αιθέριου ελαίου αφήνει τα περισσότερα στελέχη στα φυτά. Συνεπώς το κλάδεμα γίνεται αμέσως μετά και σε ύψος τέτοιο, ώστε να δυναμώσει η καλλιέργεια. Το κλάδεμα μπορεί να γίνει είτε μηχανικά είτε με δρεπάνια (Δόρδας, 2012).

1.4.7 Συγκομιδή

Η συγκομιδή της λεβάντας για παραγωγή αιθέριου ελαίου γίνεται όταν το άνθος έχει ωριμάσει και το κάτω μισό μέρος του άνθους έχει ανοίξει. Η συγκομιδή πρέπει να γίνεται έγκαιρα γιατί υποβαθμίζεται η ποιότητά του αιθέριου ελαίου. Συνεπώς η συγκομιδή στην σωστή εποχή έχει πολύ μεγάλη σημασία. Αυτό που πρέπει να έχουμε υπόψη κατά τη συγκομιδή είναι ότι αυτή δεν πρέπει να πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια πολύ υψηλών θερμοκρασιών ούτε και σε συνθήκες ανέμου, διότι πολύ σημαντικές ποσότητες ελαίου χάνονται με την εξάτμιση. Οι ακίδες των ανθέων κόβονται 15-20 cm κάτω από αυτά. Η συγκομιδή γίνεται είτε με δρεπάνια είτε με μηχανήματα που έχουν σχεδιαστεί για αυτή την εργασία. Η κοπή των ανθέων για τις αγορές νωπών και αποξηραμένων αρωματικών φυτών συνήθως λαμβάνει χώρα μια εβδομάδα αργότερα από ό,τι για την παραγωγή αιθέριου ελαίου (Δόρδας, 2012).

1.4.8 Ασθένειες, εχθροί και προβλήματα

Η λεβάντα είναι ανθεκτική σε εχθρούς και ασθένειες. Παρόλα αυτά έχουν αναφερθεί προσβολές από νηματώδεις και μύκητες του εδάφους (*Armilaria melea*, *Roselina nectarix*) που προσβάλουν το ριζικό σύστημα (Δόρδας, 2012).

1.4.9 Χρήσεις

Η λεβάντα ανέκαθεν χρησιμοποιούνταν στη φαρμακευτική, στη μαγειρική, σαν άρτυμα, σαν καθαριστικό, στην αρχιτεκτονική για τη διαμόρφωση κήπων, σαν διακοσμητικό, αλλά και για άλλους σκοπούς. Σήμερα, η λεβάντα γνωρίζει ξανά αναβίωση της δημοτικότητας της, με τις πολλές χρήσεις που βρίσκει είτε σαν νωπή, ξηρή αλλά και πολύ περισσότερο στην αρωματοθεραπεία. Το αιθέριο έλαιό της αποτελεί βασικό στοιχείο στη βιομηχανία καλλυντικών και στην αρωματοποιία. Ευρύτατα χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση του σκώρου και για να αρωματίζει τα δωμάτια, τα ντουλάπια με τα ρούχα και ιδιαίτερα τα λινά (Κατσιώτης, 2010).

Οι φαρμακευτικές ιδιότητες της λεβάντας είναι ευρύτατα γνωστές στη λαϊκή θεραπευτική. Χρησιμοποιείται σαν σπασμολυτικό, αντιμικροβιακό, ευστόμαχο, διουρητικό, ως συστατικό λουτρών για χαλάρωση, ηρεμία και σαν βοηθητικό ύπνου (Wichtl, 1984; Lis – Balchin et al., 1998).

Οι σύγχρονες θεραπευτικές ενδείξεις της λεβάντας βασίζονται αφενός στη μακρά χρήση στη λαϊκή θεραπευτική και αφετέρου σε φυτοχημικές και φαρμακολογικές μελέτες *in vitro* και *in vivo* σε ζώα. Στη Γερμανία χορηγείται σε μορφή τυποποιημένου φαρμακευτικού αφεψήματος, για τις διαταραχές του ύπνου και τις νευρώσεις στομάχου. Φυτοθεραπευτικά παρασκευάσματα που περιέχουν λεβάντα χορηγούνται σε περιπτώσεις ανησυχίας, αϋπνίας, ανορεξίας, νευρικών στομαχικών διαταραχών, μετεωρισμού κλπ. (Κατσιώτης, 2010).

Η λεβάντα περιλαμβάνεται σε όλες τις Ευρωπαϊκές Φαρμακοποιίες, στο National Formulary των ΗΠΑ, στις μονογραφίες της Commission E κ.ά. (Blumenthal et al., 2000).

1.5 Καταπόνηση των φυτών

1.5.1 Γενικά

Τα φυτά κυρίως μέσω των φύλλων τους επιτελούν μια πολύ σημαντική λειτουργία που είναι το να αμύνονται έναντι των βιοτικών (παθογόνα, έντομα κ.α.), όσο και των αβιοτικών παραγόντων καταπόνησης όπως είναι οι ακραίες θερμοκρασίες, η έλλειψη νερού ή θρεπτικών συστατικών κ.α. Σε καθημερινή βάση τα φυτά υποβάλλονται σε περισσότερες από μία τέτοιου είδους καταπονήσεις. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργούνται εξαιρετικά πολύπλοκες φυσιολογικές αντιδράσεις στα φυτά που τείνουν να παρεμποδίσουν την σωστή λειτουργία των φυσιολογικών μηχανισμών τους. Έτσι λοιπόν ένα δείγμα ύπαρξης ενός παράγοντα καταπόνησης σε ένα φυτικό οργανισμό είναι η παρουσία κάποιας δυσλειτουργίας σε αυτόν. Τις περισσότερες φορές όμως ένας παράγοντας καταπόνησης επηρεάζει περισσότερες από μία φυσιολογικές λειτουργίες.

Οι περιβαλλοντικές καταπονήσεις προκαλούν μεταβολές των φυσιολογικών, μορφολογικών και βιοχημικών χαρακτηριστικών ενός φυτικού οργανισμού, το οποίο όμως συντελεί στην προσαρμογή και επιβίωσή του σε αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος.

Τα φυτά τα οποία επιβιώνουν σε αντίξοα περιβάλλοντα, συνήθως εναποθέτουν σημαντικά μεγάλο ποσοστό διαθέσιμων πόρων που έχουν ώστε να ανταπεξέλθουν στις καταπονήσεις με τις οποίες έρχονται σε επαφή. Για το λόγο αυτό, απαιτείται υψηλή δαπάνη ενέργειας για μεταβολικές τροποποιήσεις όπως είναι η κατασκευή αμυντικών δομών ή η σύνθεση αμυντικών μεταβολιτών ώστε τα φυτά να θωρακίσουν τους ιστούς τους και να έχουν τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν κάθε είδους καταπόνηση. Αυτές διακρίνονται σε βιοτικές, οι οποίες προκαλούνται από άλλους οργανισμούς (παθογόνα, ζώα κ.ά.) και σε αβιοτικές, οι οποίες προκαλούνται από το πλεόνασμα ή την έλλειψη ενός πόρου στο φυσικό ή χημικό τους περιβάλλον ή ακόμα και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως η ρύπανση, η υποβάθμιση εδαφών κ.ά. (Καραμπουρνιώτης et al., 2012).

1.5.2 Αβιοτικές καταπονήσεις

Η παρουσία παραγόντων καταπόνησης στο περιβάλλον ενός φυτικού οργανισμού δεν παρουσιάζει ομοιόμορφη κατανομή στο χώρο και στο χρόνο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα συνεχόμενες αντιδράσεις και μεταβολές στα γονίδια των φυτών και κατά επέκταση στην ανάπτυξή τους.

Οι σημαντικότεροι αβιοτικοί παράγοντες καταπόνησης είναι: η υδατική καταπόνηση, λόγω έλλειψης νερού, οι ακραίες θερμοκρασίες, η υψηλή ένταση ορατής ή / και υπεριώδους ακτινοβολίας, η ανεπάρκεια οξυγόνου, η μηχανική καταπόνηση, η οξειδωτική καταπόνηση αλλά και η υψηλή αλατότητα.

Η επιβίωση των φυτικών οργανισμών φαίνεται ότι οφείλεται στην ικανότητά τους να προσαρμόζονται στις δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος. Μέσω μιας ακολουθίας κατάλληλων αμυντικών μηχανισμών, τα φυτά καταφέρνουν να ανταπεξέλθουν και να επιβιώσουν σε αντίξοα περιβάλλοντα έχοντας αναπτύξει περισσότερες από μια στρατηγικές αντιμετώπισης των καταπονήσεων.

Μια τέτοια στρατηγική για παράδειγμα είναι η **διαφυγή**, και αφορά κυρίως τα ετήσια φυτά, τα οποία ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο μέσα στην ευνοϊκή περίοδο κατά την οποία δεν υφίσταται ο παράγοντας καταπόνησης. Η **ανθεκτικότητα** είναι μία άλλη στρατηγική, όπου τα φυτά παρουσία ενός ή περισσότερων παραγόντων καταπόνησης διατηρούν υψηλή μεταβολική δραστηριότητα. Τέλος, η **αποφυγή** αποτελεί μια ακόμη στρατηγική, όπου τα φυτά διαθέτουν μηχανισμούς οι οποίοι αμβλύνουν τις επιπτώσεις της καταπόνησης. Παρόλα αυτά όμως η υιοθέτηση της κατάλληλης στρατηγικής εξαρτάται και από το στάδιο του βιολογικού κύκλου των φυτών.

Η επιλογή της επιμέρους στρατηγικής από το κάθε φυτό ώστε να αντιμετωπίσει έναν συγκεκριμένο παράγοντα καταπόνησης, προϋποθέτει τις κατάλληλες μεταβολές σε επίπεδο δομών ή / και λειτουργιών. Σε περίπτωση που οι μεταβολές αυτές καθορίζονται γενετικά και εμφανίζονται μέσω της διαδικασίας της επιλογής για ένα διάστημα αρκετών γενεών, περιγράφονται με τον όρο **προσαρμογή**, με την οποία προσδίδονται ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα στο συγκεκριμένο είδος όταν στο περιβάλλον επικρατεί ένας ή περισσότεροι παράγοντες καταπόνησης. Όταν οι τροποποιήσεις μορφολογικών ή / και φυσιολογικών χαρακτηριστικών, οι οποίες

συμβαίνουν κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου ενός φυτικού οργανισμού, για την αντιμετώπιση ενός ή περισσότερων παραγόντων καταπόνησης είναι επίκτητες τότε ονομάζεται **εγκλιματισμός** (Καραμπουρνιώτης et al., 2012).

1.5.3 Καταπόνηση λόγω αλατότητας

Η αλατότητα αναφέρεται στην ύπαρξη υψηλών συγκεντρώσεων ιόντων (κατά κανόνα Na^+ και Cl^-) κυρίως στο υπόγειο μέρος του φυτού αλλά και στο υπέργειο (Καραμπουρνιώτης et al., 2012). Είναι ένα φαινόμενο που συναντάται στη φύση εδώ και πολλούς αιώνες, πολύ πριν την εμφάνιση των ανθρώπων και της γεωργίας. Το 30% της παγκόσμιας καλλιεργήσιμης γης αντιμετωπίζει σήμερα προβλήματα υψηλής αλατότητας για διαφορετικούς λόγους (Zhu, 2001) οι οποίες μειώνουν την αύξηση των φυτών και την παραγωγή (Hasegawa et al., 1986; Ghassemi et al., 1995; Munns., 2005).

Η αλατότητα του εδάφους είναι ένα από τα μεγαλύτερα και κυριότερα προβλήματα που μετατρέπει σε άγονα τα γόνιμα και παραγωγικά εδάφη και συχνά οδηγεί στη μείωση της βιοποικιλότητας και στην απώλεια του φυσικού περιβάλλοντος (Ghassemi et al., 1995). Είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα των καλλιεργειών σε ημίξηρες και ξερικές περιοχές (Meloni et al., 2003; Gebauer et al., 2004; Khan and Panda, 2008). Περίπου το 50% των αρδευόμενων εκτάσεων έχει επηρεασθεί από υψηλή αλατότητα (Zhu, 2001), η οποία συχνά είναι αποτέλεσμα της χρήσης νερού με υψηλή συγκέντρωση αλάτων.

Σε ζεστές και ξερικές περιοχές, το πρόβλημα της αλατότητας είναι μεγαλύτερο καθώς η συγκέντρωση αλάτων αυξάνεται στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους, λόγω του ότι η εξατμισοδιαπνοή είναι μεγαλύτερη από την ετήσια βροχόπτωση (Abrol et al., 1988). Η υψηλή αλατότητα του νερού άρδευσης δεν μειώνει μόνο την απορρόφηση νερού από τα φυτά και την αύξησή τους (Syvertsen and Yelenosky, 1988), αλλά μπορεί να προκαλέσει και ανισορροπίες στην θρέψη των φυτών καθώς και τοξικότητες (Syvertsen et al., 1988; Pessaraki and Tucker 1988; Khan et al., 2002; Khan and Panda, 2008).

1.5.4 Εδάφη με υψηλή αλατότητα

Οι περιοχές που παρουσιάζουν προβλήματα υψηλής αλατότητας είναι: α) αυτές που συνήθως διαβρέχονται από θαλασσινό νερό (αλίπεδα ή υφάλμυρα έλη), β) οι

ερημικές περιοχές στα εδάφη των οποίων συσσωρεύονται άλατα επειδή ο ρυθμός εξάτμισης του νερού παρουσιάζεται κατά πολύ υψηλότερος έναντι του ρυθμού βροχόπτωσης, γ) οι υπερβολικά αρδευόμενες γεωργικές εκτάσεις στις οποίες παρατηρείται συσσώρευση ιόντων στο έδαφος λόγω έντονης εξατμισοδιαπνοής ή γεωργικές εκτάσεις οι οποίες αρδούνται με κακής ποιότητας νερό (Καραμπουρνιώτης et al., 2012), δ) περιοχές με εδάφη μικρής υδατοπερατότητας και ε) εδάφη που λόγω αναγλύφου βρίσκονται στα χαμηλότερα σημεία μιας ευρύτερης λεκάνης ή περιοχής (Μισοπολινός, 1991). Γενικότερα, σε περιοχές με ημίξηρο και ξηρό κλίμα όπου η εξατμισοδιαπνοή είναι μεγάλη ενώ η βροχόπτωση δεν επαρκεί για τις ανάγκες της έκπλυσης των αλάτων από το έδαφος τα προβλήματα από τα αλατούχα εδάφη είναι εντονότερα.

Ένα έδαφος μπορεί να θεωρηθεί αλατούχο όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εκχυλίσματος κορεσμού (EC) είναι πάνω από 4 ds/m^{-1} . Όμως η EC μετράται στο εκχύλισμα κορεσμού, η συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό διάλυμα στην κατάσταση υδατοικανότητας θα είναι περίπου διπλάσια από τη συγκέντρωση του εκχυλίσματος κορεσμού και ακόμα πιο υψηλή όταν η υγρασία του εδάφους είναι κάτω από την κατάσταση υδατοικανότητας (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954). Το pH στα αλατούχα εδάφη ποικίλει. Αλατούχα-νατριωμένα ονομάζονται τα εδάφη με ESP μεγαλύτερο του 15 και με $\text{pH} > 7$, τα οποία παρουσιάζουν μικρή διαπερατότητα και προβλήματα αερισμού, όταν απομακρυνθούν από αυτά τα άλατα (Maas and Grieve, 1987). Τα εδάφη αυτά χαρακτηρίζονται από μεγάλους λόγους $\frac{\text{Na}^+}{\text{Ca}^{++}}$ (Maas and Grieve, 1987).

Τα άλατα που συγκεντρώνονται στο έδαφος μπορεί να προέλθουν από την υψηλή υπεδάφια στάθμη, την κακή αποστράγγιση του εδάφους και την μικρή βροχόπτωση, την τοπογραφία, την ύπαρξη αδιαπέρατων στρωμάτων στο έδαφος, την υψηλή εξατμισοδιαπνοή, την ανοδική κίνηση του νερού, τα πετρώματα και ορυκτά, από αλμυρές λίμνες και την άρδευση με νερό κακής ποιότητας (Θερίος, 1996).

1.5.5 Η ποιότητα του νερού άρδευσης ως παράγοντας αλατότητας

Όταν το νερό άρδευσης έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα μικρότερη από 2 dS/m τότε θεωρείται καλής ποιότητας (Μισοπολινός, 1991; Marschner, 1995; Θερίος, 1996). Παρόλα αυτά η γνώση και μόνο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας δεν είναι αρκετή για να

εκτιμήσουμε την καταλληλότητα ενός νερού άρδευσης, διότι η αλατότητα του εκχυλίσματος κορεσμού του εδάφους είναι τριπλάσια ή και μεγαλύτερη σε περιπτώσεις ξηρασίας. Το νερό άρδευσης περιέχει διαλυμένα διάφορα ιόντα μερικά από τα οποία μπορεί να βρίσκονται σε τοξικά επίπεδα. Οπότε είναι απαραίτητη η γνώση της χημικής σύνθεσης του νερού άρδευσης ως προς τα κατιόντα, ο λόγος $\frac{Na^+}{Ca^{++}+Mg^{++}}$, η συγκέντρωση Cl^- , HCO_3^- , CO_3^- , SO_4^- και η συγκέντρωση του βορίου πρέπει να είναι μικρότερη από $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλεί προβλήματα στις ευαίσθητες καλλιέργειες ενώ πάνω από 2 mg.L^{-1} η παρουσία του είναι επιβλαβής σχεδόν σε όλες τις καλλιέργειες (Μισοπολινός, 1991; Marschner, 1995; Θέριος, 1996). Η δημιουργία αλατούχων εδαφών προκύπτει από τη χρήση νερού άρδευσης με υψηλή συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων, όταν η αποστράγγιση και η έκπλυση του εδάφους είναι ανεπαρκείς και η ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους είναι χαμηλή. Σε παραθαλάσσιες ξηρές και ημίξηρες περιοχές παρατηρείται είσοδος του θαλασσινού νερού στους υδροφόρους ορίζοντες σε μεγάλο βαθμό (Καραμπουρνιώτης et al., 2012).

1.5.6 Οι επιπτώσεις της υψηλής αλατότητας

Στα περισσότερα φυτικά είδη παρουσιάζονται επιπτώσεις στην αύξηση και την ανάπτυξή τους καθώς παρουσιάζουν ευαισθησία ακόμα και σε χαμηλές συγκεντρώσεις αλατότητας. Παρόλα αυτά πολύ σημαντικό και καθοριστικό ρόλο παίζουν διάφοροι παράμετροι όπως είναι: η συγκέντρωση των ιόντων, η σύσταση των εδαφών, η απόσταση του φυτικού υλικού από τη θάλασσα, η υψομετρική διαφορά, ο ρυθμός εξάτμισης αλλά και ο ρυθμός βροχοπτώσεων (Καραμπουρνιώτης et al., 2012).

Η ανατομία, φυσιολογία αλλά και η μορφολογία των οργάνων των φυτών και πιο συγκεκριμένα των φύλλων τους μπορεί να επηρεαστούν σε μεγάλο βαθμό από τη συγκέντρωση της αλατότητας κάτω από την οποία τα φυτά αυτά αναπτύσσονται (Καραμπουρνιώτης et al., 2012). Χαρακτηριστικό παράδειγμα της υψηλής αλατότητας είναι η μάρανση των φυτών παρόλο που έχουν ποτιστεί (Burnstein, 1975; Nikaya, 1983).

Η τοξικότητα των ιόντων προκαλεί δυσμενή προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών καθώς επίσης και η παρουσία των ιόντων προκαλεί έλλειψη διαθεσιμότητας του νερού. Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα να προκαλούν ανισορροπίες στο οσμωτικό δυναμικό μεταξύ εδάφους και φυτών (Marschner, 1986; Hasegawa et al., 1986). Επίσης

έχει αναφερθεί από πολλούς ερευνητές ότι σε συνθήκες υψηλής αλατότητας το ξηρό βάρος παραγωγής μειώνεται σε μεγάλο βαθμό αφού η αλατότητα μειώνει σημαντικά το ξηρό βάρος των βλαστών και των ριζών των φυτών (Pessarakli et al., 1988; Bar-Tal et al., 1991). Ακόμη η ισορροπία ηλεκτρολυτών μεταξύ νερού και φυτικών ιστών αλλάζει καθώς η αλατότητα επηρεάζει την πρόσληψη νερού από τα φυτά (Pessarakli et al., 1989).

Παρόλα αυτά σημαντικό ρόλο παίζει το χρονικό διάστημα που εκτίθενται τα φυτά σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (Munns, 2002) καθώς φαίνεται ότι τα φυτά που βρίσκονται σε κατάσταση καταπόνησης απαιτούν μεγαλύτερες ποσότητες νερού και συχνότερη άρδευση σε σχέση με αυτά που αναπτύσσονται σε φυσιολογικές συνθήκες (Pessarakli et al., 1989). Ακόμη η επιβίωση των φυτών εξαρτάται από την ικανότητα εγκλιματισμού τους, ανθεκτικότητας και ευαισθησίας τους καθώς και από την ικανότητα απορρόφησης των ιόντων από το έδαφος ή το υπέργειο μέρος τους (Καραμπουρνιώτης et al., 2012).

1.6 Επίδραση της αλατότητας στα φυτά

1.6.1 Ρυθμό ανάπτυξης

Η μείωση του ρυθμού ανάπτυξης είναι η πρώτη αντίδραση των φυτών έναντι της αλατότητας. Αυτή εμφανίζεται πριν την εκδήλωση των συμπτωμάτων τοξικότητας. Οφείλεται αρχικά στη μείωση του υδατικού δυναμικού και αργότερα στη συσσώρευση τοξικών ιόντων (Marschner, 1995; Zhu, 2001; Munns, 2002; Munns et al., 2006). Λόγω χαμηλού υδατικού δυναμικού στο έδαφος η επιβράδυνση της αύξησης κατευθύνεται από τη ρίζα στο βλαστό μέσω του αμπισιικού οξέος (ABA) (Munns and Termaat, 1986).

Η αλατότητα προκαλεί την απώλεια της υπάρχουσας φυλλικής επιφάνειας, την αναστολή της εμφάνισης και της αύξησης των φύλλων και των μεσογονάτιων διαστημάτων με αποτέλεσμα τη μείωση της αύξησης των βλαστών (Ziska et al., 1990; Zekri, 1991). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το φυτό *Simmondsia chinensis* (jojoba) (Botti et al., 1998).

Παρόλα αυτά οι δυσμενείς επιπτώσεις της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η συγκέντρωση των αλάτων, ο

χρόνος έκθεσης των φυτών στην αλατότητα, το στάδιο ανάπτυξης των φυτών και ο γονότυπος των φυτών (Sultana et al., 1999; Jaleel et al., 2007).

1.6.2 Ανάπτυξη των φυτών

Ακόμη η αυξημένη αλατότητα οδηγεί σε καχεκτική ανάπτυξη των φυτών και στη μείωση του νερού και ξηρού βάρους των φύλλων, των μίσχων και των ριζών τους (Parida et al., 2005). Η μείωση του βάρους των βλαστών, του αριθμού των φύλλων ανά φυτό καθώς και η μείωση του ύψους των φυτών οδηγούν στην καθυστέρηση ή αναστολή της ανάπτυξης τους που είναι ένα ακόμα αποτέλεσμα της αύξησης των επιπέδων αλατότητας (Parida et al., 2005).

1.6.3 Φυλλική επιφάνεια

Η καταπόνηση των φυτών από αλατότητα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του αριθμού των φύλλων ανά φυτό και κατά συνέπεια του όγκου της φυλλικής επιφάνειας. (Greenway and Munns, 1980; Munns, 2002; Taiz and Zeiger, 2002; Giuffrida et al., 2008). Η ταχεία μείωση της επιμήκυνσης των φύλλων είναι πιθανό να οφείλεται στη μείωση της σπαργής (Munns and Termaat, 1986; Thiel et al., 1988; Passioura and Munns, 2000).

Ακόμα ένα επακόλουθο της αλατότητας είναι η αύξηση του αριθμού των νεκρών φύλλων στα φυτά που αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στη μείωση της φυλλικής επιφάνειας των φυτών (Greenway and Munns, 1980; Yeo et al., 1991; Munns, 2002; Munné-Bosch and Alegre, 2004).

Τα φυτά μέσω της μείωσης της φυλλικής τους επιφάνειας φαίνεται ότι προσαρμόζονται στις συνθήκες αλατότητας διότι μέσω της μικρής φυλλικής επιφάνειας που τους απομένει παρατηρείται μείωση της απώλειας νερού (Ruiz-Sánchez et al., 2000; Chaves et al., 2009).

1.6.4 Πάχος φύλλων

Παρατηρείται ότι τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες αλατότητας είναι συνήθως παχύτερα και υδαρή, δηλαδή έχουν μεγαλύτερη ποσότητα νερού στο εσωτερικό τους (Waisel., 1991; Shannon et al., 1994). Το φαινόμενο αυτό

ονομάζεται παχυμορφισμός στα φύλλα και είναι συνηθισμένο χαρακτηριστικό εγκλιματισμού ή προσαρμογής των φυτών που ασκείται καταπόνηση λόγω αλατότητας (Parida et al., 2005). Ο παχυμορφισμός αποτελεί ένα μηχανισμό «αραίωσης» των αλάτων λόγω του ότι η αύξηση του όγκου των παρεγχυματικών κυττάρων εξισσοροπεί τη σταδιακή είσοδο νέων ιόντων στα κύτταρα με αποτέλεσμα η συγκέντρωση των αλάτων να παραμένει σχετικά σταθερή και το δυναμικό νερού των κυττάρων να διατηρείται σε ανεκτά επίπεδα (Hautala et al., 1992).

Η υδαρότητα των φύλλων αποδίδεται στην οσμωρύθμιση των φυτών, καθώς παρατηρείται η εσωτερική επιφάνεια στην οποία γίνεται διάχυση του CO₂ να αυξάνεται σε σχέση με την επιφάνεια του φύλλου και να μειώνεται η εσωτερική αντίσταση του φύλλου στην απορρόφηση του CO₂ (Hautala et al., 1992).

Ακόμα, παρατηρείται ότι η αλατότητα αυξάνει τον αριθμό των τριχών με αποτέλεσμα να μειώνεται η απώλεια νερού μέσω της διαπνοής. Επίσης καταστρέφει τις μεμβράνες των κυττάρων και προκαλεί απέκκριση ενώσεων (Hautala et al., 1992).

1.6.5 Ριζικό σύστημα

Τα φυτά υφίστανται υδατική καταπόνηση λόγω της συγκέντρωσης των αλάτων εξωτερικά των ριζών η οποία οδηγεί στη μείωση της διαθεσιμότητας του νερού (Munns, 1993). Οι ρίζες προκειμένου να καταφέρουν να προσλάβουν νερό από το έδαφος πρέπει τα φύλλα να αποκτήσουν ακόμα πιο αρνητικό δυναμικό με σκοπό να διατηρήσουν την ισορροπία του υδατικού δυναμικού στο σύστημα έδαφος-ρίζα-φυτό. Συνεπώς, η γρήγορη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης των φύλλων και των ριζών προέρχεται από τη διατάραξη της υδατικής σχέσης μεταξύ του εδάφους και του φυτού. Στη συνέχεια παρατηρείται μερική ανάκτηση του ρυθμού ανάπτυξης των φύλλων ή και σε μερικές περιπτώσεις πλήρης ανάκτηση των ριζών, μετά τη σταθεροποίηση του μειωμένου ρυθμού ανάπτυξης των φυτών (Yeo et al., 1991). Επομένως παρατηρείται ότι ορισμένοι ρυθμιστές ανάπτυξης που εντοπίζονται στις ρίζες των φυτών φαίνεται να ελέγχουν την ανάπτυξη των φυτών (Munns et al., 2000).

1.6.6 Φωτοσύνθεση

Η φωτοσύνθεση είναι η σημαντικότερη φυσιολογική διαδικασία η οποία επηρεάζεται είτε βραχυπρόθεσμα είτε μακροπρόθεσμα από την αλατότητα (Parida et

al., 2005). Παρόλα αυτά η ένταση της διαταραχής αυτής ποικίλει από είδος σε είδος (Sánchez-Blanco et al., 2004).

Έχει παρατηρηθεί ότι σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας τα παλαιότερα φύλλα αρχίζουν να εμφανίζουν χλώρωση και έπειτα από παρατεταμένη περίοδο έντονης καταπόνησης αρχίζουν και αποβάλλονται από το φυτό (Parida et al., 2005). Ακόμη παρατηρείται μείωση στο συνολικό περιεχόμενο των χλωροφυλλών και των καροτενοειδών στα φύλλα των φυτών. Επίσης παρατηρείται ότι η αφομοίωση του CO₂ είναι περιορισμένη σε συνθήκες παρατεταμένης αλατότητας λόγω της συσσώρευσης των αλάτων στην επιφάνεια των φύλλων (Parida et al., 2005). Οι επιπτώσεις αυτές όμως φαίνεται ότι εξαρτώνται από την ένταση και τη διάρκεια της καταπόνησης, το φυτικό είδος καθώς και από την ηλικία των φύλλων διότι φαίνεται ότι τα γηραιότερα φύλλα επηρεάζονται περισσότερο από τη συσσώρευση υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων (Chaves et al., 2009).

1.7 Τρόποι αντιμετώπισης της αλατότητας

Σε πολλές τάξεις των αγγειόσπερμων αναπτύχθηκε η ανθεκτικότητα των φυτών στην υψηλή συγκέντρωση των αλάτων. Το 1990 ο Aronson υπολόγισε πάνω από 100 οικογένειες φυτών που περιλαμβάνουν φυτά ανθεκτικά στην αλατότητα αλλά παρατηρήθηκε ότι ενώ στις περισσότερες οικογένειες εντοπίζονται λιγότερα από 10 ανθεκτικά φυτά, στην οικογένεια Chenopodiaceae αναφέρονται πάνω από 350 είδη (Orcutt & Nilsen, 2000). Το 1993 ο Le Houerou υπολόγισε τον αριθμό τους σε 5000-6000 παγκοσμίως (Glenn et al, 1999).

Τα φυτά που παρουσιάζουν αντοχή σε υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων ονομάζονται **αλόφυτα** (Halophytes) ενώ αυτά που είναι ευαίσθητα στην αυξημένη συγκέντρωση αλάτων ονομάζονται **γλυκόφυτα** (Glycophytes) (Orcutt & Nilsen, 2000; Jithesh et al., 2006; Hameed et al., 2010; Manousaki & Kalogerakis, 2010). Παρόλα αυτά όμως ο όρος αυτός δεν είναι γενικά αποδεκτός. Αυτό γίνεται γιατί κάποιιοι ορίζουν ως αλόφυτα τα φυτά που είναι ανθεκτικά σε υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων αλλά έχουν και την ικανότητα να συσσωρεύουν σχετικά υψηλές ποσότητες Na⁺ (νατρίου) και Cl⁻ (χλωρίου) στους ιστούς τους ενώ γλυκόφυτα εκείνα που είναι ευαίσθητα σε υψηλές συγκεντρώσεις αλατότητας και δεν συσσωρεύουν άλατα στους ιστούς τους. Ακόμη χωρίζονται σε **υποχρεωτικά αλόφυτα** (obligate halophytes) τα οποία έχουν την

ικανότητα να αναπτύσσονται πολύ καλά κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας ενώ δυσκολεύονται σε χαμηλές συνθήκες αλάτων και τα **δυναμικά αλόφυτα** (facultative halophytes), όπως για παράδειγμα το *Mesembryanthemum crystallinum*, το οποίο αφού εκτεθεί σε μέτριες συγκεντρώσεις αλάτων λαμβάνουν μέρος οι μεταβολικές διεργασίες των αλόφυτων (Orcutt & Nilsen, 2000).

Το 1999 ο Glenn και οι συνεργάτες τους ανέφεραν ότι είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί ο αριθμός των αλόφυτων διότι υπάρχει δυσκολία στο να καθοριστεί το χαμηλότερο όριο ανθεκτικότητας όπου ένα φυτό θεωρείται αλόφυτο.

Για την αντιμετώπιση της υψηλής αλατότητας τα αλόφυτα έχουν αναπτύξει δύο κύριους μηχανισμούς: την *ανθεκτικότητα* (salt tolerance) που είναι η ικανότητα των φυτών να αναπτύσσονται κανονικά ακόμα και με την παρουσία υψηλών επιπέδων αλάτων ενδοκυτταρικά και την *αποφυγή* (salt avoidance) κατά την οποία τα φυτά δεν επιτρέπουν την είσοδο ιόντων μέσα στα κύτταρά τους (Καραμπουρνιώτης, 2003; Manousaki & Kalogerakis, 2010).

1.7.1 Ανθεκτικότητα

Όταν τα φυτά επιλέγουν τη στρατηγική της ανθεκτικότητας στηρίζονται στην πρόσληψη και συσσώρευση αλάτων εντός των κυττάρων τους προκειμένου να αντισταθμιστεί το χαμηλό δυναμικό νερού του εδάφους και να επιτυγχάνονται με αυτό τον τρόπο ικανοποιητικές πιέσεις σπαργής (Orcutt & Nilsen, 2000; Καραμπουρνιώτης, 2003; Dajic, 2006; Γαλάτης et al., 2009; Hameed et al., 2010). Αυτά τα φυτά είτε προσλαμβάνοντας μεγαλύτερη αναλογία νερού ως προς την ξηρή τους βιομάζα (succulence) (Orcutt & Nilsen, 2000; Breckle, 2002; Dajic, 2006), είτε μεταφέροντας τα ιόντα Na^+ (νατρίου) και Cl^- (χλωρίου) στα χυμοτόπια (salt compartmentation) (Glen et al., 1999; Orcutt & Nilsen, 2000; Καραμπουρνιώτης, 2003; Dajic, 2006; Γαλάτης et al., 2009; Hameed et al., 2010; Manousaki & Kalogerakis, 2010) αντιμετωπίζουν την τοξικότητα των υψηλών συγκεντρώσεων των ιόντων μέσα στα κύτταρά τους.

Ακόμη κάποια αλόφυτα όταν αντιμετωπίσουν υψηλή αλατότητα ή έλλειψη νερού μπορούν να αλλάξουν τη φωτοσύνθεσή τους από C_3 σε CAM (Crassulacean Acid Metabolism) φωτοσύνθεση. Χαρακτηριστικό αποτελεί το φυτό *Mesembryanthemum crystallinum*, στο οποίο μετά από 10 ημέρες στρες ενεργοποιείται η CAM

φωτοσύνθεση, η σπαργή των κυττάρων επανέρχεται και τα στόματα μένουν ανοιχτά μόνο το βράδυ (Orcutt & Nilsen, 2000; Lovelock & Ball, 2002).

1.7.2 Αποφυγή

Όταν οι ρίζες των φυτών παρουσιάζουν χαμηλή περατότητα στα άλατα (salt exclusion) όπως για παράδειγμα στο είδος *Rhizophora mangle* ή εισέρχονται τα άλατα και εκκρίνονται (salt evasion) από εξειδικευμένους αλατώδεις αδένες ή κύστεις των φύλλων όπως στο είδος *Tamarix* sp. πραγματοποιείται σε αυτά ο μηχανισμός αποφυγής (Breckle, 2002; Καραμπουρνιώτης, 2003; Hameed et al., 2010; Manousaki & Kalogerakis, 2010).

Η ικανότητα που έχουν τα φυτά να ρυθμίζουν την απορρόφηση και την μεταφορά των αλάτων εξαρτάται από τους εξής μηχανισμούς:

- Την επιλεκτικότητα των κυττάρων των ριζών.
- Την τάση των κυττάρων των ριζών να προσλαμβάνουν K^+ (καλίου) παρά Na^+ (νατρίου) μέσα στο ξύλομα (xylem) από τα κύτταρα του αγωγού ιστού (stele).
- Την απομάκρυνση των αλάτων μέσω της ανταλλαγής Na^+ με K^+ διαμέσου του ξύλου από τα ανώτερα τμήματα των ριζών, του βλαστού και των φύλλων.
- Της επαναμεταφοράς των ιόντων διαμέσου του φλοιού από τον βλαστό προς τις ρίζες. Το 25% του συνολικού Na^+ που έχει απορροφηθεί από τα φύλλα είναι αποτέλεσμα της απομάκρυνσης των αλάτων μέσω του φλοιού (Dajic, 2006).

Τα περισσότερα φυτά που έχουν επιλέξει τη μέθοδο της αποφυγής έχουν αναπτύξει πολλούς εκκριτικούς μηχανισμούς ή αδενικά τριχώματα (glandular trichomes) με σκοπό να απομακρύνουν τα άλατα από τα κύτταρά τους. Οι εκκριτικοί αυτοί μηχανισμοί ποικίλουν (Fahn, 1988; Toderich et al., 2002). Παρόλα αυτά μπορούν να αναγνωρισθούν τρία (3) κύρια είδη : οι κύστεις (salt bladders), οι αλατώδεις αδένες (salt glands) και οι αδένες αλάτων των εντομοφάγων φυτών που χρησιμεύουν στην έκκριση ενζύμων χώνευσης εκτός από τη ρύθμιση της ομοιόστασης.

Οι αλατώδεις αδένες και οι κύστεις προέρχονται από τον επιδερμικό ιστό και έχουν παρόμοια φυσιολογική λειτουργία αλλά είναι ανατομικά διαφορετικοί (Orcutt & Nilsen, 2000). Οι αλατώδεις αδένες έχουν περίπου το μέγεθος των στομάτων και βρίσκονται στην επιφάνεια των φύλλων. Μπορεί να είναι άφθονοι φθάνοντας ακόμα και τους 1000 ανά cm^2 φυλλικής επιφάνειας (Orcutt & Nilsen, 2000). Φυτά με

αλατώδεις αδένες συναντάμε στα γένη *Cressa*, *Limoniastrum*, *Plumbago*, *Reaumuria*, *Acanthus*, *Avicennia*, *Aegialitis*, *Ipomoea* κ.α (Breckle, 2002). Υπάρχουν όμως και αλατώδεις αδένες που αποτελούνται από δύο (2) κύτταρα, όπως για παράδειγμα στα φυτά του γένους *Spartina* ή είναι πολυκύτταροι όπως στα γένη *Tamarix*, *Frankenia*, *Limonium* (Fahn, 1988; Orcutt & Nilsen, 2000; Dajic, 2006; Hameed et al., 2010).

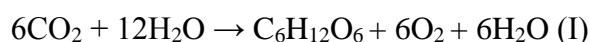
Οι αλατώδεις κύστεις αποτελούνται συνήθως από δύο (2) κύτταρα, το μισχοειδές κύτταρο (stalk cell) και το κυστικό κύτταρο (Bladder cell). Μέσω του μισχοειδούς κυττάρου γίνεται η μεταφορά των ιόντων στο κυστικό κύτταρο, το οποίο έχει ένα κεντρικό χυμοτόπιο στο οποίο συσσωρεύονται τα ιόντα (Fahn, 1988; Orcutt & Nilsen, 2000; Hameed et al., 2010). Πολλά είδη της οικογένειας Chenopodiaceae διαθέτουν αλατώδεις κύστεις όπως για παράδειγμα σε φυτά του γένους *Atriplex*, *Chenopodium*, *Salsola*, *Halimione* κ.α (Breckle, 2002). Χαρακτηριστικό παράδειγμα φυτών με αλατώδεις κύστεις αποτελούν αυτά του γένους *Atriplex* καθώς σε αυτά περισσότερο του 50% της συγκέντρωσης Cl⁻ στα φύλλα τους απομακρύνεται μέσω αυτών. Οι κύστεις τελικά θραύονται και τα άλατα κρυσταλλώνονται με τη σειρά τους στην επιφάνεια των φύλλων ή επιστρέφουν στο έδαφος (Orcutt & Nilsen, 2000).

1.8 Φωτοσύνθεση

1.8.1 Μηχανισμός

Η φωτοσύνθεση αποτελεί το μηχανισμό που επιτρέπει στους φυτικούς αυτότροφους οργανισμούς να συνθέτουν οργανικές ενώσεις από ανόργανα στοιχεία. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί αυτή η διαδικασία απαιτείται ενέργεια η οποία προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία, με τη μορφή φωτονίων, τα οποία απορροφώνται από τη χλωροφύλλη (Αϊβαλάκης et al., 2005). Αυτή η ακτινοβολία ονομάζεται φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία (Photosynthetically Active Radiation, PAR) και περιλαμβάνει μήκη κύματος μεταξύ 400 και 700 nm (Taiz and Zeinger, 1998). Η ενέργεια αποθηκεύεται με τη μορφή σταθερών χημικών ενώσεων (ATP, NADPH) ενώ παράλληλα διασπάται το μόριο του νερού και εκλύεται μοριακό οξυγόνο ως παραπροϊόν. Το μεγαλύτερο μέρος της αποθηκευμένης ενέργειας χρησιμοποιείται για τη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας και το μετασχηματισμό του σε υδατάνθρακες.

Η βασική αντίδραση (I) είναι ισχυρά ενδεργονική καθώς απαιτεί μεγάλη δαπάνη ενέργειας (2840 kJ) για κάθε mole εξόζης (C₆H₁₂O₆) που παράγεται και εμπεριέχει πολυάριθμες αντιδράσεις που συνεργάζονται ώστε να παραχθούν τα τελικά φωτοσυνθετικά προϊόντα.



Η φωτοσύνθεση είναι πολύ σημαντική διαδικασία και είναι ζωτικής σημασίας σε όλο τον πλανήτη καθώς τα οργανικά μόρια παρέχουν χημική ενέργεια και σκελετούς άνθρακα σε όλα τα στάδια της τροφικής αλυσίδας (Δροσόπουλος, 1998). Οι αυτότροφοι οργανισμοί οι οποίοι αποτελούν τους παραγωγούς χρησιμοποιούν τους υδατάνθρακες που σχηματίζονται και έχουν υψηλότερα ποσά ενέργειας από τα αρχικά υποστρώματα. Παράλληλα καλύπτονται έμμεσα και οι ανάγκες των ετερότροφων οργανισμών-καταναλωτών. Με αυτό τον τρόπο η φωτοσύνθεση αποτελεί μοναδική πύλη εισόδου ενέργειας στη βιόσφαιρα. Ακόμη τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης χρησιμοποιούνται είτε ως δομικές μονάδες σε διάφορες αναβολικές αντιδράσεις, είτε παρέχουν μέρος της περιεχόμενης ενέργειάς τους για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κυττάρου κατά την αναπνευστική λειτουργία, στην οποία ελευθερώνονται ως προϊόντα τα αρχικά υποστρώματα της φωτοσύνθεσης (CO₂ και H₂O) (Hall and Rao, 1999). Έτσι εμπλουτίζεται συνεχώς με μοριακό οξυγόνο η ατμόσφαιρα που είναι απαραίτητο για την αναπνοή όλων των αερόβιων οργανισμών. Συνεπώς λοιπόν όλοι οι οργανισμοί που υπάρχουν στον πλανήτη εξαρτώνται έμμεσα ή άμεσα από τη φωτοσύνθεση γιατί τους παρέχει ενέργεια που είναι απαραίτητη για το μεταβολισμό και την ανάπτυξή τους (Richmond, 2004).

1.8.2 Φυσιολογία

Στα ανώτερα φυτά, τα φύλλα και ιδιαίτερα οι ανώτερες στοιβάδες του μεσόφυλλου αποτελούνται από εξειδικευμένα κύτταρα στα οποία επιτελείται η φωτοσυνθετική λειτουργία. Τα φωτοσυνθετικά κύτταρα περιλαμβάνουν ένα μεγάλο αριθμό εξειδικευμένων για την επιτέλεση της φωτοσύνθεσης υποκυτταρικών οργανιδίων, τα οποία ονομάζονται χλωροπλάστες (Αϊβαλάκης et al., 2005). Στους χλωροπλάστες πραγματοποιείται εξ' ολοκλήρου η αλληλουχία των φωτοχημικών και βιοχημικών σταδίων της φωτοσύνθεσης, από την αρχική δέσμευση της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας ως την βιοσύνθεση των υδατανθράκων (Hall and Rao, 1999).

Η φωτοσύνθεση μπορεί να διακριθεί σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση διεξάγονται οι *φωτεινές αντιδράσεις ή φωτοαντιδράσεις*. Οι αντιδράσεις αυτές πραγματοποιούνται πάνω στις εσωτερικές μεμβράνες των χλωροπλαστών που είναι γνωστές ως θυλακοειδή και απαιτούν την απορρόφηση φωτός, τη μεταφορά ενέργειας στα κέντρα αντίδρασης και τις αντιδράσεις μεταφοράς ηλεκτρονίων και πρωτονίων που οδηγούν στην παραγωγή NADPH και ATP (Αϊβαλάκης et al., 2005). Στη δεύτερη φάση διεξάγονται οι *σκοτεινές αντιδράσεις* οι οποίες πραγματοποιούνται στο στρώμα των χλωροπλαστών και δεν απαιτούν άμεσα την παρουσία φωτός. Οι αντιδράσεις αυτές περιλαμβάνουν την αναγωγή του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και τη σύνθεση των υδατανθράκων, χρησιμοποιώντας το NADPH και το ATP που παράγονται κατά τις φωτεινές αντιδράσεις. Τα φύλλα παράλληλα με τις παραπάνω βιοχημικές αντιδράσεις διαθέτουν ένα σύνολο από φυσιολογικούς μηχανισμούς και συγκεκριμένα μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά, ώστε η όλη διαδικασία να πραγματοποιείται με τη μέγιστη απόδοση σε επίπεδο οργάνου (Αϊβαλάκης et al., 2003).

1.8.3 Φθορισμός χλωροφύλλης

Η ενέργεια που δέχονται τα μόρια της χλωροφύλλης λαμβάνει τρεις μορφές: ένα μέρος της ενέργειας χρησιμοποιείται για τη φωτοσύνθεση (φωτοχημική), ένα μέρος της ενέργειας διασκορπίζεται με τη μορφή θερμότητας και ένα μέρος μπορεί να επανεκπεμφθεί υπό μορφή φθορισμού (Maxwell and Johnson, 2000). Αυτές οι διαδικασίες δρουν ανταγωνιστικά, δηλαδή όταν αυξάνεται η απόδοση ενός εκ των τριών, μειώνεται η απόδοση των υπολοίπων. Μέσω της μέτρησης του φθορισμού των μορίων της χλωροφύλλης καταγράφονται πληροφορίες σχετικά με την απόδοση των φωτοχημικών αντιδράσεων της φωτοσύνθεσης (Havaux & Lannoye, 1984; Lannoye et al., 1985).

Μετρώντας τον αριθμό των μορίων του CO₂ μπορεί να προσδιοριστεί η φωτοχημική δραστηριότητα στα φύλλα. Τα μόρια του CO₂ δεσμεύονται ανά φωτόνιο ακτινοβολίας η οποία καλείται απόδοση φωτοσύνθεσης (quantum yield of photosynthesis) (Kramer & Boyer, 1995). Ένας πολύ σημαντικός δείκτης της υδατικής καταπόνησης και του στρες των χαμηλών θερμοκρασιών είναι η αποτελεσματικότητα των φωτονίων διότι κάθε χρονική στιγμή μπορεί να δείξει τη σταθερότητα ή την κατάσταση λειτουργίας των χλωροπλαστών στη διαδικασία μεταφοράς των ηλεκτρονίων (Tehnnunen et al., 1987).

Η απορρόφηση του φωτός, η διέγερση μεταφοράς της ενέργειας και οι φωτοχημικές αντιδράσεις του Φωτοσυστήματος II είναι οι πρωταρχικές διαδικασίες της φωτοσύνθεσης που προκύπτουν από την αντανάκλαση του φθορισμού της χλωροφύλλης α που εκπέμπεται από τη μεμβράνη των θυλακοειδών (Krause & Weis, 1988). Τόσο η αύξηση του ελάχιστου φθορισμού (F_o) όσο και η μείωση του μέγιστου φθορισμού (F_m) μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση της φωτοχημικής απόδοσης. Η μέγιστη απόδοση του Φωτοσυστήματος II (F_v/F_m) παρατηρείται στα πράσινα φυτά μετά από προσαρμογή των φυτών στο σκοτάδι όταν όλα τα κέντρα αντίδρασης είναι ανοικτά και η παραγωγή θερμότητας είναι ελάχιστη (Maxwell & Johnson, 2000). Έτσι ο λόγος F_v/F_m είναι γνωστός ως ένα μέτρο της εσωτερικής ή της μέγιστης αποτελεσματικότητας του Φωτοσυστήματος II (Maxwell & Johnson, 2000). Όταν η μέτρηση του παραπάνω λόγου γίνει με σωστό τρόπο τότε ο λόγος αυτός αποτελεί αξιόπιστο μέτρο της δυνητικής απόδοσης του Φωτοσυστήματος II (Maxwell & Johnson., 2000). Η τιμή του λόγου αυτού μειώνεται από τους παράγοντες που καταφέρνουν να προκαλέσουν την παρεμπόδιση των κέντρων αντίδρασης του Φωτοσυστήματος II και αύξηση παραγωγής θερμότητας (Maxwell & Johnson, 2000).

Ως ένας ευαίσθητος δείκτης της φωτοσυνθετικής απόδοσης του φυτού θεωρούνται οι τιμές του λόγου F_v/F_m που είναι προσαρμοσμένες στο σκοτάδι και αντανακλούν τη δυνητική αποτελεσματικότητα του Φωτοσυστήματος II. Οι ιδανικές τιμές του λόγου αυτού κυμαίνονται στα περισσότερα φυτά γύρω στο 0,83 (Maxwell & Johnson, 2000). Όταν οι τιμές όμως είναι μικρότερες από 0,83 σημαίνει ότι τα φυτά έχουν υποστεί καταπόνηση γιατί κυριαρχεί το φαινόμενο της φωτοαναστολής (Filella et al., 1998). Γι' αυτό το λόγο πολλές μελέτες χρησιμοποιούν τη μείωση αποτελεσματικότητας της δέσμευσης της ενέργειας των διεγερμένων μορίων του ανοικτού Φωτοσυστήματος II σε φύλλα που έχουν μείνει στο σκοτάδι ως ένα διαγνωστικό δείκτη της φωτοαναστολής των φυτών ως απάντηση σε διάφορες καταπονήσεις (Filella et al., 1998).

Φωτοαναστολή σημαίνει αναστολή της φωτοσύνθεσης εξαιτίας της περίσσειας του φωτός (Quiles & Lopez, 2004). Η περίσσεια της απορροφημένης φωτονικής ενέργειας μπορεί να προκαλέσει βλάβες στον φωτοσυνθετικό μηχανισμό όταν δεν διασκορπιστεί. Αυτό συμβαίνει όταν τα φύλλα εκτίθενται σε υψηλότερες τιμές ροής φωτονίων από αυτές που μπορούν να χρησιμοποιήσουν στη φωτοσύνθεση. Μία από τις πιο χρήσιμες παραμέτρους αποτελεί η πραγματική φωτοχημική αποτελεσματικότητα του Φωτοσυστήματος II ($\Delta F/F_m'$) η οποία μπορεί να καθοριστεί μετρώντας την απόδοση

του φθορισμού της χλωροφύλλης (Maxwell & Johnson, 2000). Ο λόγος αυτός δείχνει το ποσοστό του απορροφημένου φωτός από τη χλωροφύλλη που σχετίζεται με το Φωτοσύστημα II (Maxwell & Johnson, 2000). Με αυτό τον τρόπο δίνεται μια ένδειξη της συνολικής αποτελεσματικότητας της φωτοσύνθεσης και ένα μέτρο του ρυθμού της γραμμικής μεταφοράς ηλεκτρονίων. Ο φθορισμός της χλωροφύλλης είναι μια πολύ σημαντική και απαραίτητη τεχνική που εφαρμόζεται στις μελέτες που γίνονται για τη φωτοσυνθετική επίδοση των φυτών που αναπτύσσονται σε συνθήκες πεδίου (Maxwell & Johnson, 2000).

Οι μετρήσεις του φθορισμού της χλωροφύλλης έχουν μεγάλη σημασία διότι έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν πληροφορίες που δεν είναι άμεσα διαθέσιμες με άλλους τρόπους. Πιο συγκεκριμένα δίνει στοιχεία για την ικανότητα αντοχής των φυτών απέναντι σε περιβαλλοντικές καταπονήσεις και για το βαθμό που αυτές προκαλούν βλάβες στο φωτοσυνθετικό μηχανισμό (Maxwell & Johnson., 2000). Σε πολλά πειράματα χρησιμοποιείται η μείωση του λόγου F_v/F_m και η αύξηση του F_o ως ένδειξη της ύπαρξης φωτοαναστολής εξαιτίας πολλών παραγόντων καταπόνησης όπως η υδατική καταπόνηση (Epron et al., 1992, Filella et al., 1998), αλατότητα (Xia et al., 2004), η υψηλή ένταση του φωτός (Kalaji et al., 2012), οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (Van Heerden et al., 2004) και πολύ υψηλές θερμοκρασίες (Gamon & Pearcy, 1989; Groom & Baker, 1992).

1.9 Η ανατομία και η φυσιολογία του φύλλου

Η φωτοσύνθεση λαμβάνει χώρα στα φύλλα, τα οποία έχουν ελασματοειδή κατασκευή και διάταξη τέτοια ώστε να αξιοποιούνται πιο αποτελεσματικά οι πρώτες ύλες της φωτοσύνθεσης δηλαδή η ακτινοβολία και το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Όσον αφορά το επίπεδο κόμης των φυτών αναπτύσσεται μια τεράστια επιφάνεια φωτοσυλλογής η οποία εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία. Σε επίπεδο φύλλου η αποτελεσματικότερη απορρόφηση ακτινοβολίας καθώς και η ευχερέστερη διάχυση του CO_2 προς τα φωτοσυνθετικά κύτταρα επιτυγχάνεται μέσω της κατασκευής ενός λεπτού ελάσματος (Αϊβαλάκης et al., 2003).

Κατά την παρατήρηση ενός τυπικού φύλλου συμπεραίνει κανείς πως το όργανο αυτό αποτελείται από εξειδικευμένους ιστούς με αυστηρά καταμερισμένους ρόλους. Η εξωτερική επιφάνεια του φύλλου καλύπτεται από την εφυμενίδα και την επιδερμίδα. Η

περιοχή μεταξύ της προσαξονικής και αποαξονικής επιδερμίδας αποτελεί την περιοχή του μεσόφυλλου και περιλαμβάνει τα φωτοσυνθετικά κύτταρα (τα οποία περιέχουν χλωροπλάστες) και τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες. Προκειμένου να διευκολύνεται η ανταλλαγή αερίων τα κύτταρα του παρεγχύματος διαθέτουν πολυάριθμους χλωροπλάστες και άφθονους μεσοκυττάριους χώρους (Taiz & Zeiger, 1998).

Στα τυπικά φύλλα των δικότυλων φυτών το μεσόφυλλο από δύο τύπους φωτοσυνθετικού παρεγχύματος, το δρυφρακτοειδές ή πασσαλώδες και το σπογγώδες παρέγχυμα (Taiz & Zeiger, 1998). Το σπογγώδες παρέγχυμα αποτελείται από ακανόνιστα κύτταρα με άφθονους μεσοκυττάριους χώρους (Αϊβαλάκης et al., 2003).

Η μεταφορά του νερού και των θρεπτικών συστατικών γίνεται μέσω των αγγείων του ξύλου που εντοπίζονται στην πλευρά της δεσμίδας που βρίσκεται προς την προσαξονική επιφάνεια του φύλλου. Η εξαγωγή των φωτοσυνθετικών προϊόντων γίνεται μέσω των στοιχείων του ηθμού τα οποία εντοπίζονται στην πλευρά της δεσμίδας που βρίσκεται προς την αποαξονική επιφάνεια (Αϊβαλάκης et al., 2003).

Οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες περιβάλλονται από παρεγχυματικά κύτταρα του δεσμικού κολεού και συνήθως προστατεύονται από σκληροεγχυματικές ίνες οι οποίες προσφέρουν μηχανική στήριξη και προστασία έναντι προσβολών παθογόνων οργανισμών και εντόμων. Οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες είναι εξαιρετικά πλούσιες σε θρεπτικά συστατικά και σάκχαρα και έτσι αποτελούν εύκολο στόχο των βιοτικών εχθρών. Τα κύτταρα του δεσμικού κολεού βοηθούν σε μεγάλο βαθμό στην τροφοδότηση του ηθμού με σάκχαρα (Αϊβαλάκης et al., 2003).

2 ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η λεβάντα ανήκει στη μεγάλη και πολύ σημαντική κατηγορία των αρωματικών φυτών. Χρησιμοποιείται ευρέως για το αιθέριο έλαιό της, ως αφέψημα αλλά και ως καλλωπιστικό αρωματικό φυτό.

Η αλατότητα θεωρείται ένας από τους σημαντικούς παράγοντες καταπόνησης για τα καλλιεργούμενα αλλά και τα καλλωπιστικά φυτά.

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η ανάπτυξη τεσσάρων ειδών λεβάντας *Lavandula angustifolia*, *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula stoechas* σε θερμοκηπιακές συνθήκες κάτω από την επίδραση της αλατότητας μέσω της άρδευσης με την εφαρμογή πέντε διαφορετικών συγκεντρώσεων NaCl.

Σκοπός ήταν η μελέτη των μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών των διαφορετικών ειδών λεβάντας στην επίδραση της αλατότητας και η διερεύνηση του πιο ανθεκτικού είδους.

3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Φυτικό υλικό και υποστρώματα

Στο πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκαν 120 φυτά λεβάντας τεσσάρων διαφορετικών ειδών *Lavandula angustifolia*, *Lavandula dentata* var. *dentata* (green), *Lavandula dentata* var. *candicans* (grey) και *Lavandula stoechas* τα οποία προμηθεύτηκαν από το φυτώριο Kalantzis Plants (Μαραθώνας, Αττική).

Τα φυτά προήλθαν από το Ισραήλ στις 8 Αυγούστου 2018 ως έρριζα μοσχεύματα και τοποθετήθηκαν με σκόνη ριζοβολίας (IBA) σε υπόστρωμα ριζοβολίας με τα εξής χαρακτηριστικά:

- 90% τύρφη κοκκομετρίας 0-5 mm
- 10% περλίτης κοκκομετρίας 0,5 - 1,5 mm
- pH : 5,5 – 6,0
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) : 0,8 mS*m⁻¹

Τα φυτά αυτά αφού ανέπτυξαν ριζικό σύστημα, κορυφολογήθηκαν και μεταφυτεύτηκαν σε γλάστρες διαμέτρου 9 cm (300 ml volume) στις 11 Σεπτεμβρίου 2017. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε τότε ήταν:

- 50% τύρφη κοκκομετρίας 0-7 mm
- 40% τύρφη κοκκομετρίας 7- 15 mm
- 6% ίνες τύρφης
- 4% περλίτης κοκκομετρίας 0,5 – 2,5 mm
- pH : 5,5 – 6,0
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) : 0,8 mS*m⁻¹

Έπειτα περίπου ένα μήνα με πέντε εβδομάδες πριν παραληφθούν τα φυτά μεταφυτεύτηκαν σε γλάστρες διαμέτρου 17 cm (2,5 L volume) και το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν:

- 15% τύρφη κοκκομετρίας 0 - 10 mm
- 15% μαύρη τύρφη κοκκομετρίας 0 - 10 mm
- 40% τύρφη 10 – 20 mm
- 26% τύρφη 20 – 40 mm

- 4% περλίτης κοκκομετρίας 0,5 – 2,5 mm
- pH : 5,5 – 6,0
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) : 0,8 mS*m⁻¹

Τα φυτά λεβάντας παραλήφθηκαν την 10^η Οκτωβρίου 2017 και τοποθετήθηκαν σε μεταλλικά τραπέζια στο καινούριο θερμοκήπιο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

3.2 Επεμβάσεις – Επαναλήψεις

Αρχικά πέρασε ένα χρονικό διάστημα τριών μηνών περίπου ώστε να αναπτυχθούν τα φυτά λεβάντας και να γίνει το πρώτο κλάδεμα.

Σε αυτό το διάστημα τα φυτά λιπαίνονταν με υδατοδιαλυτό λίπασμα Fast-Grow 20-20-20 (Humofert S.A) σε συγκέντρωση 2g / lt H₂O κάθε μήνα. Όσον αφορά τη φυτοπροστασία αρχικά τα φυτά λεβάντας ψεκάστηκαν στις 13 Νοεμβρίου 2017 με πυρεθρινοειδές εντομοκτόνο επαφής και στομάχου Decis 25 EC (1 ml/lt H₂O) καθώς παρατηρήθηκε ότι είχαν προσβληθεί από το σκαθάρι *Chrysolina americana*. Ο ψεκασμός επαναλήφθηκε σε δεκαπέντε (15) ημέρες και έπειτα γινόταν κάθε μήνα για προληπτικούς λόγους. Έτσι ο τελευταίος ψεκασμός έγινε στις 13 Μαρτίου 2018. Έπειτα προσδιορίστηκαν οι απαιτούμενες ποσότητες σε νερό άρδευσης προσδιορίζοντας τις καθημερινές ανάγκες των φυτών σε νερό. Πιο συγκεκριμένα, στις 5/1/2018 πάρθηκαν δέκα (10) γλάστρες λεβάντας από κάθε ποικιλία, δηλαδή συνολικά σαράντα (40) γλάστρες. Ζυγίζονταν καθημερινά την ίδια ώρα και γινόταν μέτρηση της υγρασίας του υποστρώματος με υγρασιόμετρο χειρός TDR (HH2, Delta-T Devise, Cambridge, U.K), του οποίου ο αισθητήρας εισάγεται στην επιφάνεια του υποστρώματος και καταγράφει την υγρασία σε 65mm βάθος και σε 45mm πλάτος (WET sensor, Delta-T Devise). Τα φυτά ποτίζονταν κάθε τρίτη, τέταρτη και ένατη ημέρα ανάλογα με την ποικιλία με ποσότητα νερού ίση με το μέσο όρο της ποσότητας νερού που είχε εξατμιστεί σε κάθε ποικιλία και έπειτα από μία ώρα ζυγίζονταν ξανά και προσδιορίζονταν η υγρασία τους. Για χρονικό διάστημα περίπου ενός (1) μήνα (5/1/2018 – 1/2/2018), προσδιορίστηκε ο μέσος όρος της ποσότητας του νερού που εξατμιζόταν καθημερινά από κάθε ποικιλία.

Η εφαρμογή άρδευσης με διάλυμα NaCl διαφόρων συγκεντρώσεων έγινε την περίοδο από 1 Φεβρουαρίου 2018 έως 1 Απριλίου 2018 και στις τέσσερις (4) ποικιλίες λεβάντας.

Τα διαλύματα παρασκευάστηκαν στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου ως εξής:

- 25 mM NaCl με προσθήκη 1,461 g NaCl / lt H₂O
- 50 mM NaCl με προσθήκη 2,922 g NaCl / lt H₂O
- 100 mM NaCl με προσθήκη 5,844 g NaCl / lt H₂O
- 200 mM NaCl με προσθήκη 11,688 g NaCl / lt H₂O



Εικόνα 5: Διαλύματα NaCl

Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Οι γλάστρες τοποθετήθηκαν βάσει του εντελώς τυχαιοποιη-μένου σχεδίου πάνω στους πάγκους του θερμοκηπίου. Με αυτό τον τρόπο, σε κάθε επέμβαση, συμπεριλαμβανομέ-νου και του μάρτυρα, αντιστοιχούσαν έξι (6) φυτά για την κάθε ποικιλία. Κατά συνέπεια, ο συνολικός αριθμός φυτών λεβάντας που μελετήθηκαν ήταν 120.



Εικόνα 6: Φυτά λεβάντας πειράματος.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Η εφαρμογή της άρδευσης γινόταν κάθε δύο (2) ημέρες για την ποικιλία *Lavandula dentata var. dentata* (green) κάθε τρεις (3) ημέρες για τις *Lavandula dentata var. candicans* (grey) και *Lavandula stoechas* και τέλος κάθε εννέα (9) ημέρες για την *Lavandula angustifolia* λόγω του ότι παρατηρήθηκε ότι στην ποικιλία αυτή η ποσότητα νερού που εξατμιζόταν ήταν πολύ μικρή σε σχέση με τις άλλες ποικιλίες με αποτέλεσμα το υπόστρωμα στις γλάστρες να κρατά την επιθυμητή υγρασία για αρκετές ημέρες. Σε κάθε εφαρμογή ποτίσματος η δόση άρδευσης ήταν 200 ml διαλύματος για όλα τα φυτά λεβάντας ανεξαρτήτου ποικιλίας και συγκέντρωσης διαλύματος, εξασφαλίζοντας τις ανάγκες των φυτών σε νερό. Τα φυτά που δέχθηκαν την εφαρμογή ριζοποτίσματος με διαφορετικές συγκεντρώσεις άλατος συγκρίθηκαν με φυτά μάρτυρες, στα οποία το ριζοπότισμα γινόταν με νερό γεώτρησης του εργαστηρίου.

Στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 1**) αναγράφονται το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) των εφαρμοζόμενων διαλυμάτων άλατος NaCl (συμπεριλαμβανομένου του μάρτυρα) του πειράματος.

Πίνακας 1: Μετρήσεις pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και θερμοκρασίας (°C) των εφαρμοζόμενων διαλυμάτων άλατος NaCl (συμπεριλαμβανομένου του μάρτυρα) του πειράματος.

Συγκέντρωση NaCl	pH	EC (mS*m ⁻¹)	Temp(°C)
0	8,15	0,27	24,50
25	8,02	3,07	24,53
50	8,07	5,77	24,23
100	8,00	10,61	23,73
200	8,03	20,70	22,70

3.3 Λίπανση

Η λίπανση γινόταν κάθε μήνα με ριζοπότισμα όλων των φυτών λεβάντας με διάλυμα Fast-Grow 20-20-20 (Humofert S.A) σε συγκέντρωση 2g / lt H₂O. Η λίπανση ξεκίνησε στις 17 Νοεμβρίου 2017 και η τελευταία πραγματοποιήθηκε στις 17 Μαρτίου 2018.



Εικόνα 7: Υδατοδιαλυτό λίπασμα Fast-Grow 20-20- 20 (Humofert S.A).

Πηγή: Προσωπικό αρχείο

3.4 Φυτοπροστασία

Αρχικά τα φυτά λεβάντας ψεκάστηκαν στις 13 Νοεμβρίου 2017 με 1ml/lt H₂O με πυρεθρινοειδές εντομοκτόνο επαφής και στομάχου Decis 25 EC καθώς παρατηρήθηκε ότι είχαν προσβληθεί από το σκαθάρι *Chrysolina americana*. Ο ψεκασμός επαναλήφθηκε σε δεκαπέντε (15) ημέρες και έπειτα γινόταν κάθε μήνα για προληπτικούς λόγους. Έτσι ο τελευταίος ψεκασμός έγινε στις 13 Μαρτίου 2018.



Εικόνα 8: *Chrysolina americana*

Πηγή: Προσωπικό αρχείο

3.5 Συνθήκες ανάπτυξης θερμοκηπίου

Κατά τη διάρκεια του πειράματος (10/10/2017-1/4/2018), οι μετεωρολογικοί παράμετροι (θερμοκρασία και υγρασία εντός του θερμοκηπίου) δίνονται στους παρακάτω πίνακες (**Πίνακας 2**, **Πίνακας 3**), με τιμές που λήφθηκαν από τους αισθητήρες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας που βρίσκονταν εντός του θερμοκηπίου (HOBO H8).

Πίνακας 2: Μετρήσεις μέσης μηνιαίας, μέσης μηνιαίας μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας (εντός θερμοκηπίου) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος 2018 – Απρίλιος 2018).

Ποικιλίες	Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	Μέση μηνιαία μέγιστη θερμοκρασία (°C)	Μέση μηνιαία ελάχιστη θερμοκρασία (°C)
Οκτώβριος 2018	17,24	21,53	14,21
Νοέμβριος 2018	16,91	26,79	12,77
Δεκέμβριος 2018	17,83	29,26	11,37
Ιανουάριος 2018	15,76	23,3	12,77
Φεβρουάριος 2018	14,01	20,41	10,12
Μάρτιος 2018	14,08	20,1	9,87

Πίνακας 3: Μετρήσεις μέσης μηνιαίας, μέσης μηνιαίας μέγιστης και ελάχιστης σχετικής υγρασίας (εντός θερμοκηπίου) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος 2018 – Απρίλιος 2018)

Μήνας	Μέση μηνιαία σχετική υγρασία (%)	Μέση μηνιαία μέγιστη σχετική υγρασία (%)	Μέση μηνιαία ελάχιστη σχετική υγρασία (%)
Οκτώβριος 2018	73,80	85,14	54,88
Νοέμβριος 2018	78,33	88,47	43,78
Δεκέμβριος 2018	72,09	88,35	34,22
Ιανουάριος 2018	79,84	90,22	47,17
Φεβρουάριος 2018	72,24	84,44	46,90
Μάρτιος 2018	76,71	84,45	57,79

3.6 Μετρήσεις

3.6.1 Βιομετρικοί παράμετροι

Κάθε εβδομάδα περίπου στις 12:00 μμ με τη χρήση χάρακα σε cm λαμβάνονταν οι μετρήσεις του ύψους του φυτού (μετρώντας από το σημείο του λαιμού μέχρι την ανώτερη επιφάνεια της κόμης του φυτού), της μεγαλύτερης διαμέτρου της κόμης του φυτού και της καθέτου αυτής. Η διάμετρος της κόμης κάθε φυτού υπολογίστηκε ως ο μέσος όρος των δύο τελευταίων μετρήσεων. Επίσης με βάση τις παραπάνω μετρήσεις υπολογίστηκε και ο δείκτης ανάπτυξης των φυτών ως το άθροισμα του μήκους της μεγαλύτερης διαμέτρου του κάθε φυτού, της καθέτου αυτής και του ύψους του φυτού δια τρία (Monterusso et al., 2005, Ruter, 1996), σύμφωνα με τον τύπο:

$$G.I. = (L+W+H)/3$$

Όπου L: το μεγαλύτερο μήκος της διαμέτρου του φυλλώματος (cm)

W: το μήκος του φυλλώματος στην κάθετη διάσταση του L (cm) και

H: το ύψος του φυτού (cm).

Επίσης, κάθε δεύτερη (2^η) ημέρα και έπειτα προς το τέλος του πειράματος από τις 16/3/2018 όπου τα φυτά λεβάντας λόγω της υψηλής αλατότητας είχαν υποστεί ξήρανση μετρήθηκαν κάθε τέταρτη (4^η) ημέρα ανά φυτό ο αριθμός των μπουμπουκιών όταν η ταξιανθία είχε μήκος 1 cm και των ανθισμένων ταξιανθιών όταν η ανθοφορία της ταξιανθίας ήταν πάνω από 60%, καθώς και το μήκος των ταξιανθιών και του ποδίσκου. Το μήκος της ταξιανθίας μαζί με τον ποδίσκο μετρήθηκε με τη χρήση χάρακα σε cm από την κορυφή της ταξιανθίας μέχρι το πρώτο γόνατο από την κορυφή όταν η ταξιανθία ήταν κατά >60% ανθισμένη. Το μήκος του ποδίσκου μετρήθηκε με τη χρήση χάρακα σε cm από τη βάση της ταξιανθίας μέχρι το πρώτο γόνατο από την κορυφή όταν η ταξιανθία ήταν κατά >60% ανθισμένη.

3.6.2 Φωτοσυνθετικοί παράμετροι

Ο φθορισμός της χλωροφύλλης προσδιορίστηκε με τη χρήση του φορητού φθοριόμετρου χλωροφύλλης MINI-PAM Photosynthesis Yield Analyzer (Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Germany).



Εικόνα 9: Όργανο μέτρησης φθορισμού της χλωροφύλλης MINI-PAM Photosynthesis Yield Analyzer

Πηγή: Διαδίκτυο

Το όργανο αυτό αποτελείται από τρεις μονάδες :

- Τους συνδετήρες φύλλου (leaf clips) που χρησιμοποιούνται για την προσαρμογή του αισθητήρα (sensor) και διαθέτουν ειδικό κλείστρο για να κρατούν το φύλλο.
- Τη μονάδα ελέγχου (control box) για αποθήκευση και επεξεργασία των μετρήσεων.

- Τη μονάδα του αισθητήρα (sensor unit) που εκπέμπει ερυθρό φάσμα φωτός.

Η μονάδα του αισθητήρα:

- Φωτίζει τον ιστό
- Ανιχνεύει και καταγράφει τα επαγόμενα σήματα του φθορισμού.

Αποτελείται από 6 διόδους εκπομπής φωτός υψηλής έντασης (LEDs) που φωτίζουν ομοιόμορφα την επιφάνεια του φύλλου. Ο φθορισμός που εκπέμπεται από τον φωτοσυνθετικό ιστό περνάει μέσα από ένα οπτικό φίλτρο και φθάνει στον ανιχνευτή ο οποίος απορροφά τα μεγάλα μήκη κύματος και ανακλά το μικρότερου μήκους κύματος φωτός που προέρχεται από τα LEDs. Η μονάδα του αισθητήρα συνδέεται με ένα καλώδιο με τη συσκευή ελέγχου που έχει και όλα τα ηλεκτρονικά μέρη του PAM (Maxwell & Johnson, 2000).

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τέσσερις φορές κατά τη διάρκεια του πειράματος. Η αρχική μέτρηση που τα φυτά λεβάντας δεν είχαν ακόμα επηρεαστεί από τον παράγοντα της αλατότητας πραγματοποιήθηκε στις 17 Ιανουαρίου 2018, νωρίς το πρωί πριν την ανατολή του ηλίου και στις δώδεκα (12) το μεσημέρι. Η επόμενη μέτρηση πραγματοποιήθηκε ένα μήνα μετά δηλαδή στις 17 Φεβρουαρίου 2018, τις ίδιες ώρες και ακολούθησαν δύο ακόμα μετρήσεις στις 14 Μαρτίου και 29 Μαρτίου 2018. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν και στα 120 φυτά μελέτης του πειράματος.

Παρόλα αυτά, λόγω της δυσκολιών που αφορούσαν αφενός μεν στο μικρό και στενό σχήμα του ελάσματος των φύλλων κατά συνέπεια στη μη κάλυψη του 100% της επιφάνειας του αισθητήρα από τα φύλλα και αφετέρου στην αδυναμία επίτευξης της ίδιας θέσης μέτρησης σε τόσο μικρά και στενά φύλλα το πρωί και το μεσημέρι, δεν ήταν εφικτό να μετρηθεί με ορθό τρόπο η PAR. Κατά συνέπεια, δεν ήταν δυνατόν να μετρηθούν οι συνδυαστικές παράμετροι (F_o , F_m πρωί - F_s , F_m' μεσημέρι) και έτσι προσδιορίστηκε μόνο μια παράμετρος λαμβάνοντας υπόψη τις πρωινές μετρήσεις. Η παράμετρος αυτή είναι η διαφορά ανάμεσα στο F_m (μέγιστη τιμή φθορισμού) και το F_o (αρχική τιμή φθορισμού) η οποία έδωσε τον μεταβλητό φθορισμό F_v ($F_v = F_m - F_o$).

3.6.3 Μορφολογικές παράμετροι

3.6.3.1 Πάχος φύλλου (LT)

Το πάχος φύλλου των νωπών φύλλων μετρήθηκε σε ένα φύλλο από το κάθε φυτό λεβάντας. Πιο συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκαν εγκάρσιες τομές φύλλου σε απόσταση 3 cm από τη βάση του ελάσματος και παρατηρήθηκαν στο Οπτικό μικροσκόπιο (Zeiss Axiolab (Carl Zeiss, Jena, Germany) και μετρήθηκε το πάχος των τομών με τη βοήθεια βαθμονομημένου προσοφθαλμίου φακού. Οι μετρήσεις συνολικά έγιναν σε 120 φύλλα, πραγματοποιήθηκαν στο τέλος του πειράματος και το πάχος φύλλου εκφράστηκε σε μm ενώ οι τιμές που πάρθηκαν είναι $\times 100$.

3.6.4 Καταστροφή φυτών

Η καταστροφή των φυτών, στο τέλος του πειράματος, πραγματοποιήθηκε την 1^η Απριλίου 2018. Η αφαίρεση των φυτών από τις γλάστρες έγινε πολύ προσεκτικά, ώστε να μην διαλυθεί η μπάλα χώματος. Με τη χρήση κλαδευτήρα διαχωρίστηκε στο σημείο του λαιμού το υπέργειο μέρος του φυτού και το ριζικό σύστημα.

Το ριζικό σύστημα των φυτών καθαρίστηκε από το υπόστρωμα προσεκτικά με τρεχούμενο νερό πάνω από σίτα προκειμένου να συλλεχθούν τυχόν ριζίδια που αποσπάστηκαν κατά το πλύσιμο. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν ξεχωριστά το υπέργειο και το ριζικό σύστημα των φυτών σε χάρτινα σακουλάκια. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν εντός ξηραντήριου στο νέο θερμοκήπιο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στους 70°C για τρεις ημέρες. Ακολούθησε ζύγισμα με ζυγό ακριβείας, στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου, για τον υπολογισμό του ξηρού βάρους του υπέργειου μέρους και ριζικού συστήματος των φυτών.

3.6.5 Πειραματικό σχέδιο-Στατιστική Ανάλυση

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε, εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο το εντελώς τυχαίο. Οι επεμβάσεις ήταν οι πέντε διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας του νερού άρδευσης συμπεριλαμβανομένου και του μάρτυρα ($\Sigma_0, \Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3, \Sigma_4$) και οι τέσσερις διαφορετικές ποικιλίες λεβάντας ($\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$). Έγινε διπαραγοντική ανάλυση διασποράς των δεδομένων και οι μέσοι των επεμβάσεων

συγκρίθηκαν με τη μέθοδο LSD (ελάχιστης σημαντικής διαφοράς) σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0,05$.

Οι επαναλήψεις σε κάθε επέμβαση ήταν 6 ($n=6$). Στους πίνακες που δημιουργήθηκαν με τα αποτελέσματα των μετρήσεων, αναφέρεται η σημαντικότητα F για τις κύριες επιδράσεις των παραγόντων και την αλληλεπίδρασή τους και δίπλα σε αυτήν τοποθετείται το σύμβολο * για την αναφορά της περίπτωσης που η τιμή F είναι σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας $P=0,05$.

3.6.6 Μέτρηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και pH

Πριν την έναρξη του πειράματος σε τρία φυτά από την κάθε ποικιλία λήφθηκαν μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και pH στο νερό αποστράγγισης κάθε γλάστρας με τη χρήση pHμέτρου (ThermoOrion model 710), αγωγιμόμετρου (EC-CON-200) αλλά και στο υπόστρωμα κάθε γλάστρας με τη χρήση υγρασιόμετρου χειρός TDR (HH2, Delta-T Devise, Cambridge, U.K) (**Πίνακας 4**). Η μέτρηση επαναλήφθηκε και στο τέλος του πειράματος σε όλα τα φυτά του πειράματος (**Πίνακες 5-8**). Ειδικότερα οι μετρήσεις pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) πραγματοποιήθηκαν σε όγκο 50 ml νερού απορροής από κάθε γλάστρα (συμπεριλαμβανομένου του μάρτυρα) μετά την παρέλευση χρονικού διαστήματος τριάντα (30) λεπτών από το πότισμα. Οι μετρήσεις του pH έγιναν με pHμετρο (ThermoOrion model 710) και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) με αγωγιμόμετρο (EC-CON-200).

Πίνακας 4: Μετρήσεις υγρασίας πριν την έναρξη του πειράματος με τη χρήση υγρασιόμετρου χειρός TDR (HH2, Delta-T Devise, Cambridge, U.K).

Ποικιλίες	Wet (% Vol)	Ecp (mS*m ⁻¹)	Temp (°C)	Eb	Ecb (mS*m ⁻¹)
<i>Lavandula angustifolia</i>	37,83	75,33	18,90	21,00	15,33
<i>Lavandula dentata</i> var. <i>dentata</i>	18,70	34,00	18,90	9,57	5,00
<i>Lavandula dentata</i> var. <i>candicans</i>	29,00	104,67	19,40	15,13	12,33
<i>Lavandula stoechas</i>	24,60	98,33	19,47	12,17	8,33

Πίνακας 5: Μετρήσεις pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και θερμοκρασίας (°C) περίπου στο τέλος του πειράματος (5/04/2018) για είδος *Lavandula stoechas*.

<i>Lavandula stoechas</i>			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	Ph	EC (mS*m ⁻¹)	Temp (°C)
0	7,81	0,50	25,1
25	6,99	10,45	26,5
50	6,32	19,79	27,6
100	5,95	24,86	26,2
200	5,94	25,60	27,3

Πίνακας 6: Μετρήσεις pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και θερμοκρασίας (°C) περίπου στο τέλος του πειράματος (5/04/2018) για το είδος *Lavandula angustifolia*.

<i>Lavandula angustifolia</i>			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	pH	EC (mS*m⁻¹)	Temp (°C)
0	7,70	0,47	24,0
25	7,51	3,02	26,20
50	7,42	6,05	20,00
100	6,56	13,20	20,70
200	6,33	25,55	22,9

Πίνακας 7: Μετρήσεις pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και θερμοκρασίας (°C) περίπου στο τέλος του πειράματος (5/04/2018) για το είδος *Lavandula dentata* var. *candicans*.

<i>Lavandula dentata</i> var. <i>candicans</i>			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	pH	EC (mS*m ⁻¹)	Temp (°C)
0	8,00	0,31	20,5
25	7,86	3,46	20,20
50	7,79	8,43	20,40
100	7,52	29,15	20,00
200	7,50	31,95	20,1

Πίνακας 8: Μετρήσεις pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και θερμοκρασίας (°C) περίπου στο τέλος του πειράματος (5/04/2018) για το είδος *Lavandula dentata* var. *dentata*.

<i>Lavandula dentata</i> var. <i>dentata</i>			
Συγκέντρωση NaCl (mM)	pH	EC (mS*m ⁻¹)	Temp (°C)
0	8,06	0,30	25,8
25	6,86	11,89	25,20
50	6,09	24,86	24,10
100	5,93	16,18	23,10
200	6,18	29,88	21,7

3.6.7 Κοκκομετρική σύσταση υποστρώματος

Η κοκκομετρική σύσταση του υποστρώματος μετρήθηκε με τη λήψη χόματος που χρησιμοποιήθηκε ως υπόστρωμα στις γλάστρες του πειράματος. Έγιναν τρεις επαναλήψεις και κάθε φορά το δείγμα χόματος ήταν περίπου 200 g. Έγινε με τη βοήθεια στήλης κοσκίων όπου το ένα εφαρμόζεται πάνω στο άλλο από εκείνο με τη μικρότερη διάμετρο οπών ως εκείνο με τη μεγαλύτερη. Οι διάμετροι των οπών φαίνονται στην πρώτη στήλη του **Πίνακα 9**. Χαμηλότερα βρίσκονταν δοχείο συλλογής των μικρότερων εδαφικών υλικών που πέρασαν από όλα τα κόσκινα. Η στήλη των κοσκίων τοποθετήθηκε σε δονούμενη πλάκα. Ο χρόνος λειτουργίας της δόνησης κατά μέσο όρο ήταν 3 min (Van Bael., 1949).

Η κοκκομετρική σύσταση του υποστρώματος που χρησιμοποιήθηκε στις γλάστρες του πειράματος φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 9**).

Πίνακας 9: Κοκκομετρική σύσταση υποστρώματος

Μέση διάμετρος κοσκίων	Βάρος σωματιδίων που παραμένουν στο κάθε κόσκινο
>20 mm	1.24
16-20 mm	1.18
10-16 mm	2.09
8-10 mm	6.7
4-8 mm	18.19
2-4 mm	20.79
1-2 mm	21.85
2-500 μm	11.22
500-250 μm	7.18
250-106 μm	3.94
106-53 μm	2.72
<53 μm	2.9

4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει παράθεση των αποτελεσμάτων από τις μετρήσεις που πάρθηκαν. Η παράθεση θα γίνει με τη βοήθεια πινάκων, που θα δείχνουν πως επηρεάστηκε ανά φυτικό είδος, το ύψος, η μέση διάμετρος της κόμης, ο δείκτης ανάπτυξης, ο αριθμός των μπουμπουκιών και των ταξιανθιών ανά φυτό, το μήκος του ποδίσκου και της ταξιανθίας ανά φυτό, το πάχος των φύλλων, ο παράγοντας Fv/Fm, το νωπό και το ξηρό βάρος του υπέργειου και υπόγειου τμήματος.

4.1 Ύψος φυτού

Συγκρίνοντας τις μεταβολές των φυτών στην καθ' ύψος ανάπτυξή τους, παρατηρείται ότι η ανάπτυξη του ύψους των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* ήταν μεγαλύτερη συγκριτικά με το ύψος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula stoechas* είχαν παρόμοια ανάπτυξη σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Η ανάπτυξη του ύψους των φυτών του είδους *Lavandula angustifolia* ήταν μικρότερη συγκριτικά με τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula stoechas* (Πίνακας 10, Σχήμα 1).

Όσον αφορά την καθ' ύψος ανάπτυξη των φυτών, σε σχέση με την αλατότητα, παρατηρείται ότι η ανάπτυξη των φυτών σε όλα τα είδη δεν επηρεάστηκε όταν η συγκέντρωση αλατότητας ήταν 25 mM 50 mM συγκριτικά με τα φυτά του μάρτυρα (0 mM). Η αλατότητα σε συγκεντρώσεις 100 mM και 200 mM παρατηρείται ότι επηρέασε στατιστικά σημαντικά την ανάπτυξη του ύψους των φυτών συγκριτικά με τα φυτά του μάρτυρα (0 mM) αλλά πιο γρήγορα εκδηλώθηκε στη συγκέντρωση αλατότητας 200 mM (Πίνακας 10, Σχήμα 2).

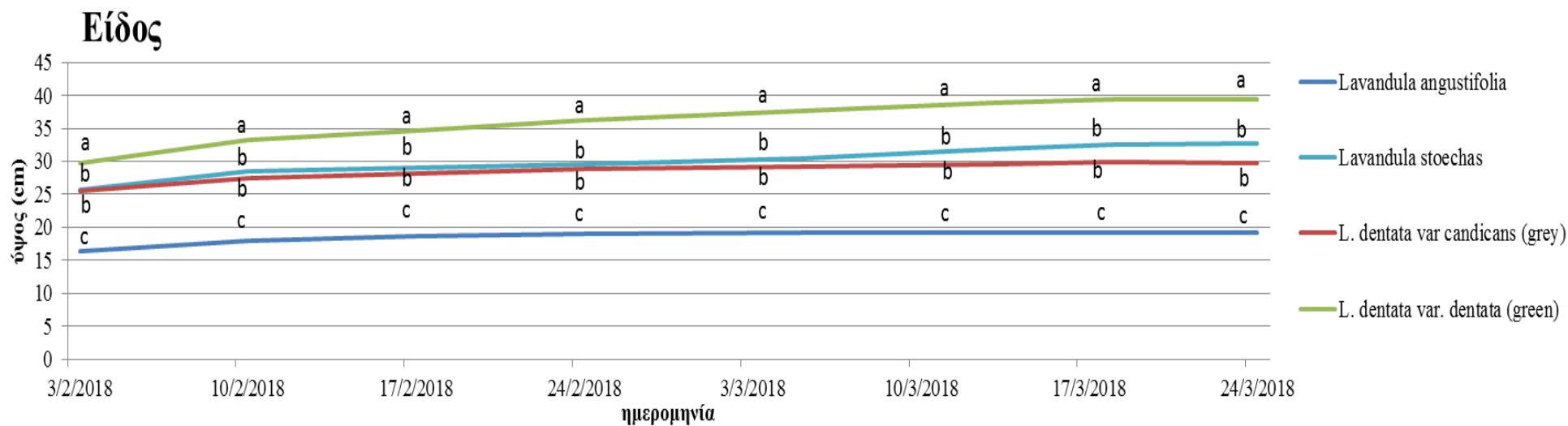
Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι επηρέασε την ανάπτυξη του ύψους των φυτών προς το τέλος του πειράματος συγκεκριμένα από 18/3/2018-24/3/2018 όπου ήταν και η τελευταία μέτρηση που πάρθηκε. Η ανάπτυξη καθ' ύψος των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* παρατηρήθηκε ότι επηρεάστηκε λιγότερο σε σύγκριση με αυτή των φυτών των υπόλοιπων ειδών από την εφαρμογή διαφορετικών συγκεντρώσεων αλατότητας. Η ανάπτυξη καθ' ύψος των φυτών του είδους *Lavandula angustifolia* παρατηρήθηκε ότι επηρεάστηκε περισσότερο σε σύγκριση με τα φυτά των υπόλοιπων ειδών από την εφαρμογή διαφορετικών συγκεντρώσεων αλατότητας. Η ανάπτυξη καθ'

ύψος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula stoechas* παρατηρείται ότι επηρεάστηκαν σχεδόν το ίδιο από τις διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας, με αυτή της *Lavandula dentata* var. *candicans* να έχει επηρεαστεί σε μεγαλύτερο βαθμό από της *Lavandula stoechas*. (Πίνακας 10, Σχήμα 3).

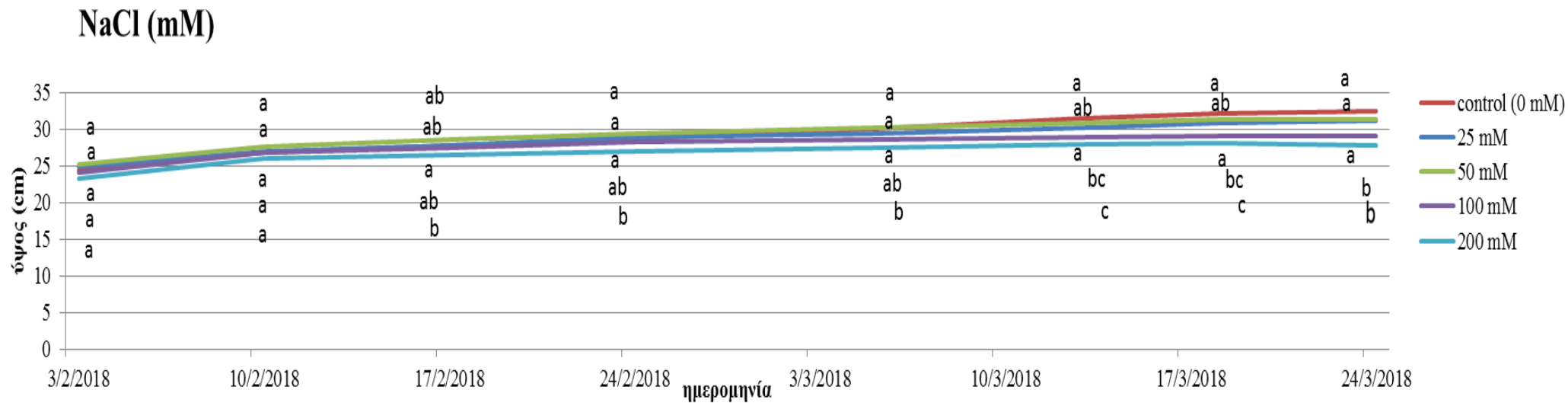
Πίνακας 10: Η ανάπτυξη του ύψους των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ		3/2/2018	10/2/2018	17/2/2018	24/2/2018	5/3/2018	13/3/2018	18/3/2018	24/3/2018
Είδος									
<i>Lavandula angustifolia</i>		16,467±0,456c	18,047±0,389c	18,583±0,408c	19,063±0,405c	19,257±0,390c	19,267±0,412c	19,250±0,419c	19,277±0,441c
<i>Lavandula stoechas</i>		25,700±0,456b	28,510±0,389b	29,023±0,408b	29,657±0,405b	30,463±0,390b	31,810±0,412b	32,580±0,419b	32,790±0,441b
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey)		25,583±0,456b	27,410±0,389b	28,207±0,408b	28,900±0,405b	29,280±0,390b	29,623±0,412b	29,893±0,419b	29,833±0,441b
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)		29,767±0,456a	33,327±0,389a	34,617±0,408a	36,237±0,405a	37,603±0,390a	38,840±0,412a	39,333±0,419a	39,493±0,441a
Συγκέντρωση NaCl (mM)									
control (0)		24,375±0,510a	26,796±0,435a	27,779±0,456ab	28,825±0,453a	29,983±0,436a	31,463±0,461a	32,117±0,468a	32,450±0,493a
25 mM		24,875±0,510a	26,933±0,435a	27,763±0,456ab	28,850±0,453a	29,450±0,436a	30,275±0,461ab	30,825±0,468ab	31,088±0,493a
50 mM		25,271±0,510a	27,550±0,435a	28,525±0,456a	29,392±0,453a	30,271±0,436a	30,829±0,461a	31,288±0,468a	31,383±0,493a
100 mM		24,042±0,510a	26,850±0,435a	27,467±0,456ab	28,213±0,453ab	28,604±0,436ab	28,904±0,461bc	29,067±0,468bc	29,092±0,493b
200 mM		23,333±0,510a	25,988±0,435a	26,504±0,456b	27,042±0,453b	27,446±0,436b	27,954±0,461c	28,025±0,468c	27,729±0,493b
Αλληλεπίδραση									
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	16,000±1,021	17,117±0,869	17,600±0,911	18,500±0,906	18,667±0,871	18,817±0,921	18,817±0,936i	18,817±0,985j
	25 mM	16,083±1,021	17,750±0,869	18,533±0,911	18,933±0,906	19,183±0,871	19,300±0,921	19,300±0,936i	19,300±0,985j
	50 mM	16,583±1,021	18,583±0,869	18,917±0,911	19,300±0,906	19,567±0,871	19,783±0,921	19,683±0,936i	19,817±0,985j
	100 mM	17,500±1,021	19,167±0,869	19,567±0,911	20,067±0,906	20,250±0,871	20,067±0,921	20,083±0,936i	20,083±0,985j
	200 mM	16,167±1,021	17,617±0,869	18,300±0,911	18,517±0,906	18,617±0,871	18,367±0,921	18,367±0,936i	18,367±0,985j
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	25,667±1,021	28,817±0,869	29,583±0,911	30,217±0,906	31,250±0,871	34,650±0,921	35,950±0,936bcde	36,283±0,985cdef
	25 mM	26,333±1,021	28,650±0,869	29,200±0,911	29,917±0,906	30,033±0,871	31,817±0,921	32,483±0,936cdefg	32,950±0,985defgh
	50 mM	26,167±1,021	29,567±0,869	29,950±0,911	30,483±0,906	31,917±0,871	32,500±0,921	33,500±0,936cdef	33,750±0,985defg
	100 mM	24,833±1,021	27,800±0,869	28,333±0,911	29,283±0,906	30,150±0,871	30,683±0,921	31,400±0,936efgh	31,400±0,985fghi
	200 mM	25,500±1,021	27,717±0,869	28,050±0,911	28,383±0,906	28,967±0,871	29,400±0,921	29,567±0,936fgh	29,567±0,985ghi
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	26,500±1,021	28,900±0,869	29,200±0,911	29,683±0,906	30,750±0,871	31,533±0,921	32,100±0,936defg	32,517±0,985defgh
	25 mM	26,750±1,021	28,183±0,869	28,550±0,911	29,833±0,906	30,067±0,871	30,067±0,921	30,600±0,936fgh	30,600±0,985ghi
	50 mM	27,333±1,021	28,133±0,869	29,950±0,911	30,600±0,906	31,000±0,871	31,483±0,921	31,633±0,936efgh	31,633±0,985efgh
	100 mM	24,833±1,021	26,217±0,869	27,317±0,911	27,667±0,906	27,700±0,871	27,867±0,921	27,950±0,936gh	27,950±0,985hi
	200 mM	22,500±1,021	25,617±0,869	26,017±0,911	26,717±0,906	26,883±0,871	27,167±0,921	27,183±0,936h	26,467±0,985i
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)	29,333±1,021	32,350±0,869	34,733±0,911	36,900±0,906	39,267±0,871	40,850±0,921	41,600±0,936a	42,183±0,985a
	25 mM	30,333±1,021	33,150±0,869	34,767±0,911	36,717±0,906	38,517±0,871	39,917±0,921	40,917±0,936a	41,500±0,985ab
	50 mM	31,000±1,021	33,917±0,869	35,283±0,911	37,183±0,906	38,600±0,871	39,550±0,921	40,333±0,936ab	40,333±0,985abc
	100 mM	29,000±1,021	34,217±0,869	34,650±0,911	35,833±0,906	36,317±0,871	37,000±0,921	36,833±0,936abcd	36,933±0,985bcd
	200 mM	29,167±1,021	33,000±0,869	33,650±0,911	34,550±0,906	35,317±0,871	36,883	36,983±0,936abc	36,517±0,985bcde
F_{είδους}		151,694/ 0,000	270,206/ 0,000	266,763/ 0,000	305,079/ 0,000	375,767/ 0,000	386,198/ 0,000	397,793/ 0,000	364,676/ 0,000
F_{NaCl}		2,158/ 0,079	1,641/ 0,170	2,568/ 0,043	3,926/ 0,005	6,909/ 0,000	9,685/ 0,000	12,834/ 0,000	14,908/ 0,000
F_{αλληλ.}		0,981/ 0,472	1,135/ 0,341	0,740/ 0,709	0,695/ 0,753	1,272/ 0,247	1,374/ 0,191	1,856/ 0,049*	1,961/ 0,036*

*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$

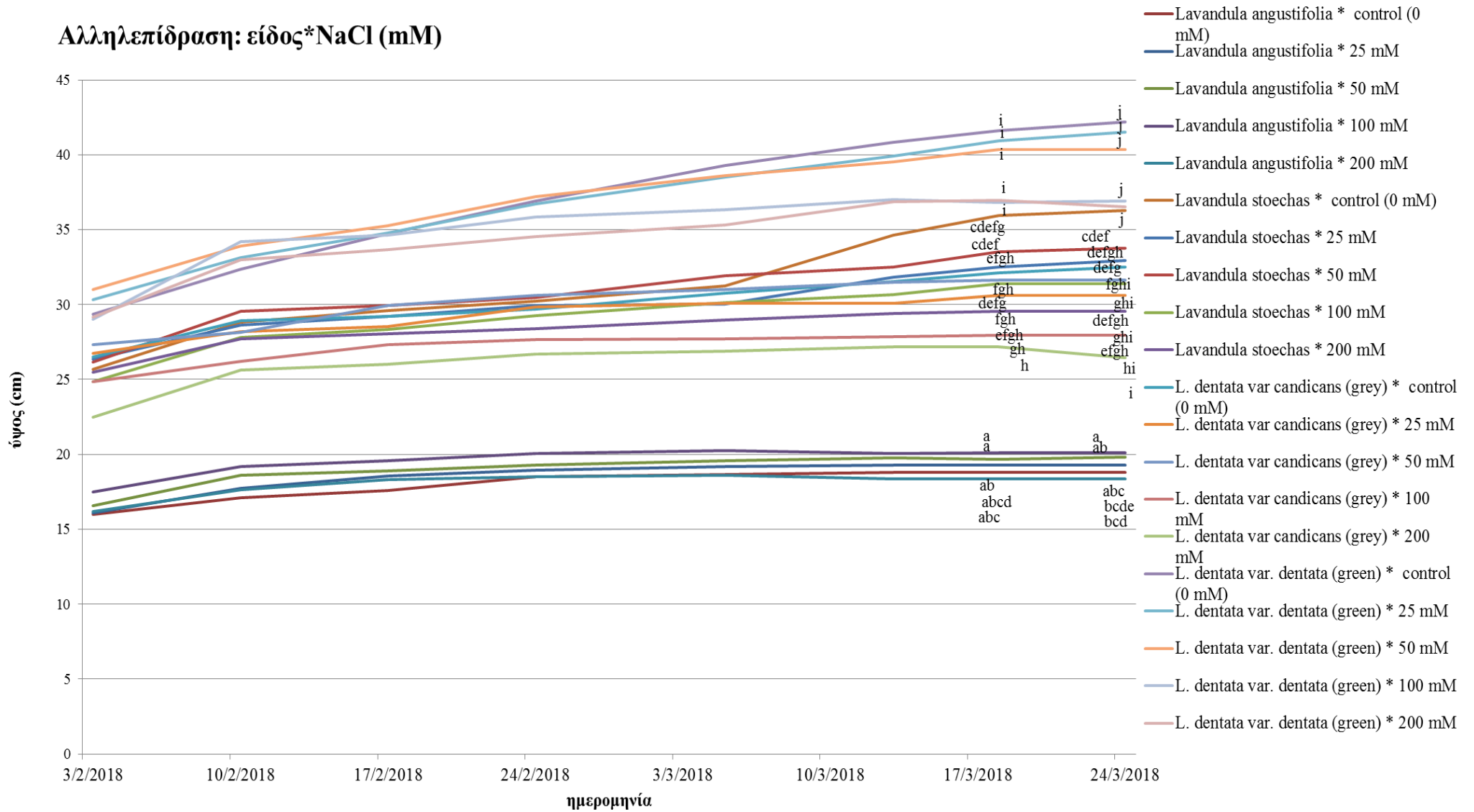


Σχήμα 1: Η ανάπτυξη του ύψους των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 2 : Η ανάπτυξη του ύψους των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).

Αλληλεπίδραση: είδος*NaCl (mM)



Σχήμα 3: Η ανάπτυξη του ύψους των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018).

4.2 Διάμετρος κόμης

Συγκρίνοντας τις μεταβολές των φυτών στην ανάπτυξη της διαμέτρου της κόμης των φυτών, παρατηρείται ότι η διάμετρος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata* και *Lavandula dentata* var. *candicans* ήταν μεγαλύτερη συγκριτικά με αυτή των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula angustifolia* καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Ωστόσο στις τελευταίες μετρήσεις των ημερομηνιών 13/3/2018 και 24/3/2018 η διάμετρος του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* είχε παρόμοια ανάπτυξη με αυτή των φυτών του είδους *Lavandula stoechas*. Η ανάπτυξη της διαμέτρου των φυτών του είδους *Lavandula angustifolia* ήταν μικρότερη συγκριτικά με τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula stoechas* (**Πίνακας 11, Σχήμα 4**).

Όσον αφορά την ανάπτυξη της διαμέτρου των φυτών, σε σχέση με την αλατότητα, παρατηρείται ότι η ανάπτυξη των φυτών συνολικά επηρεάστηκε από τις διάφορες συγκεντρώσεις αλατότητας στις 24/3/2018. Η ανάπτυξη της διαμέτρου των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα μάρτυρα (0 mM) μειώθηκε σημαντικά προς το τέλος του πειράματος δηλαδή στις μετρήσεις των 18/3/2018 και 24/3/2018 (**Πίνακας 11, Σχήμα 5**).

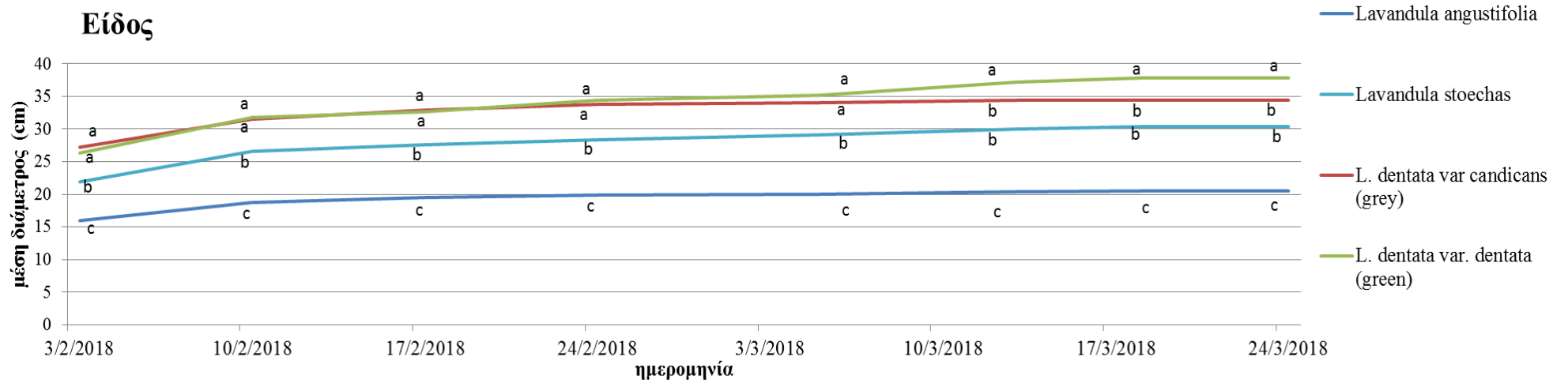
Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά την ανάπτυξη της διαμέτρου της κόμης των φυτών (**Πίνακας 11, Σχήμα 6**).

Πίνακας 10: Η ανάπτυξη της διαμέτρου της κόμης των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata*

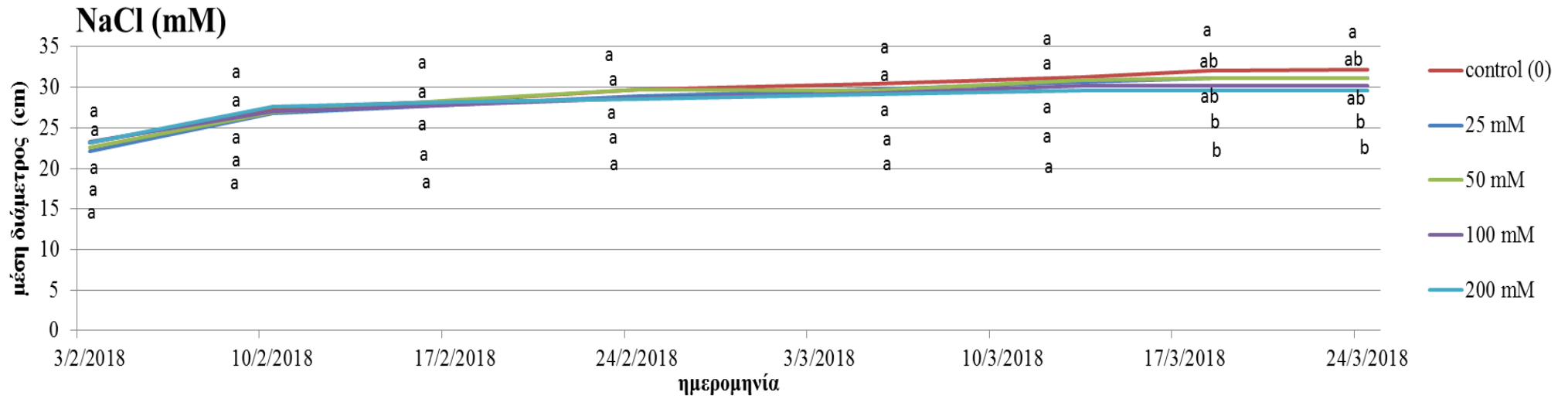
σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).

ΕΠΙΜΒΑΣΕΙΣ		3/2/2018	10/2/2018	17/2/2018	24/2/2012	5/3/2018	13/3/2018	18/3/2018	24/3/2018
Είδος									
<i>Lavandula angustifolia</i>		15,940± 0,413c	18,747±0,441c	19,473±0,417c	19,903±0,418c	20,037±0,412c	20,407±0,415c	20,510±0,418c	20,533±0,419c
<i>Lavandula stoechas</i>		21,890±0,413b	26,647±0,441b	27,600±0,417b	28,330±0,418b	29,173±0,412b	29,950±0,415b	30,417±0,418b	30,417±0,419b
<i>L. dentata</i> var <i>candicans</i> (grey)		27,233±0,413a	31,457±0,441a	32,873±0,417a	33,840±0,418a	34,097±0,412a	34,427±0,415b	34,473±0,418b	34,473±0,419b
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)		26,350±0,413a	31,750±0,441a	32,603±0,417a	34,477±0,418a	35,203±0,412a	37,160±0,415a	37,797±0,418a	37,863±0,419a
Συγκέντρωση NaCl (mM)									
control (0)		23,167±0,462a	27,383±0,493a	28,313±0,466a	29,758±0,467a	30,458±0,461a	31,242±0,464a	32,021±0,467a	32,117±0,469a
25 mM		22,058±0,462a	26,767±0,493a	27,792±0,466a	28,900±0,467a	29,717±0,461a	30,621±0,464a	31,063±0,467ab	31,079±0,469ab
50 mM		22,592±0,462a	26,879±0,493a	28,471±0,466a	29,750±0,467a	29,621±0,461a	30,846±0,464a	31,125±0,467ab	31,125±0,469ab
100 mM		23,333±0,462a	27,079±0,493a	27,871±0,466a	28,717±0,467a	29,204±0,461a	30,146±0,464a	30,163±0,467b	30,163±0,469b
200 mM		23,117±0,462a	27,642±0,493a	28,242±0,466a	28,563±0,467a	29,138±0,461a	29,575±0,464a	29,625±0,467b	29,625±0,469b
Άλληλεπίδραση									
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	15,950±0,923	18,700±0,987	19,467±0,932	20,533±0,934	20,533±0,922	20,867±0,928	21,200±0,935	21,250±0,937
	25 mM	14,850±0,923	18,233±0,987	18,917±0,932	19,483±0,934	19,717±0,922	19,917±0,928	19,983±0,935	20,050±0,935
	50 mM	16,067±0,923	18,700±0,987	19,367±0,932	19,500±0,934	19,883±0,922	20,367±0,928	20,483±0,935	20,483±0,935
	100 mM	15,167±0,923	18,017±0,987	19,200±0,932	19,417±0,934	19,433±0,922	19,950±0,928	19,950±0,935	19,950±0,935
	200 mM	17,667±0,923	20,083±0,987	20,410±0,932	20,583±0,934	20,617±0,922	20,933±0,928	20,933±0,935	20,933±0,935
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	22,133±0,923	26,933±0,987	27,483±0,932	28,883±0,934	29,733±0,922	30,467±0,928	31,833±0,935	31,833±0,935
	25 mM	21,050±0,923	26,350±0,987	26,750±0,932	27,767±0,934	29,667±0,922	30,400±0,928	31,133±0,935	31,133±0,935
	50 mM	21,383±0,923	26,383±0,987	27,833±0,932	27,867±0,934	28,233±0,922	30,017±0,928	30,133±0,935	30,133±0,935
	100 mM	22,333±0,923	26,583±0,987	27,550±0,932	28,350±0,934	29,233±0,922	29,700±0,928	29,817±0,935	29,817±0,935
	200 mM	22,550±0,923	26,983±0,987	28,383±0,932	28,783±0,934	29,000±0,922	29,167±0,928	29,167±0,935	29,167±0,935
<i>L. dentata</i> var <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	27,167±0,923	31,583±0,987	33,450±0,932	34,617±0,934	35,100±0,922	35,250±0,928	35,500±0,935	35,500±0,935
	25 mM	26,333±0,923	31,633±0,987	33,150±0,932	34,633±0,934	34,750±0,922	35,033±0,928	35,033±0,935	35,033±0,935
	50 mM	25,917±0,923	30,967±0,987	33,350±0,932	34,650±0,934	34,733±0,922	35,367±0,928	35,367±0,935	35,367±0,935
	100 mM	29,000±0,923	31,350±0,987	32,167±0,932	32,750±0,934	33,217±0,922	33,650±0,928	33,550±0,935	33,550±0,935
	200 mM	27,750±0,923	31,750±0,987	32,250±0,932	32,550±0,934	32,683±0,922	32,833±0,928	32,917±0,935	32,917±0,935
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)	27,417±0,923	32,317±0,987	32,850±0,932	35,000±0,934	36,467±0,922	38,383±0,928	39,550±0,935	39,883±0,935
	25 mM	26,000±0,923	30,850±0,987	32,350±0,932	33,717±0,934	34,733±0,922	37,133±0,928	38,100±0,935	38,100±0,935
	50 mM	27,000±0,923	31,467±0,987	33,333±0,932	36,983±0,934	35,633±0,922	37,633±0,928	38,517±0,935	38,517±0,935
	100 mM	26,833±0,923	32,367±0,987	32,567±0,932	34,350±0,934	34,933±0,922	37,283±0,928	37,333±0,935	37,333±0,935
	200 mM	24,500±0,923	31,750±0,987	31,917±0,932	32,333±0,934	34,250±0,922	35,367±0,928	35,483±0,935	35,483±0,935
F_{είδος}	156,673/ 0,000*	189,365/ 0,000*	226,035/ 0,000*	260,722/ 0,000*	280,935/ 0,000*	313,565/ 0,000*	321,313/ 0,000*	320,620/ 0,000*	
F_{NaCl}	1,289/ 0,280	0,536/ 0,710	0,395/ 0,811	1,518/ 0,203	1,315/ 0,270	1,933/ 0,111	3,950/ 0,005	4,215/ 0,003*	
F_{αλληλ.}	1,302/ 0,229	0,243/ 0,995	0,382/ 0,967	1,305/ 0,228	0,556/ 0,872	0,528/ 0,892	0,635/ 0,808	0,656/ 0,789	

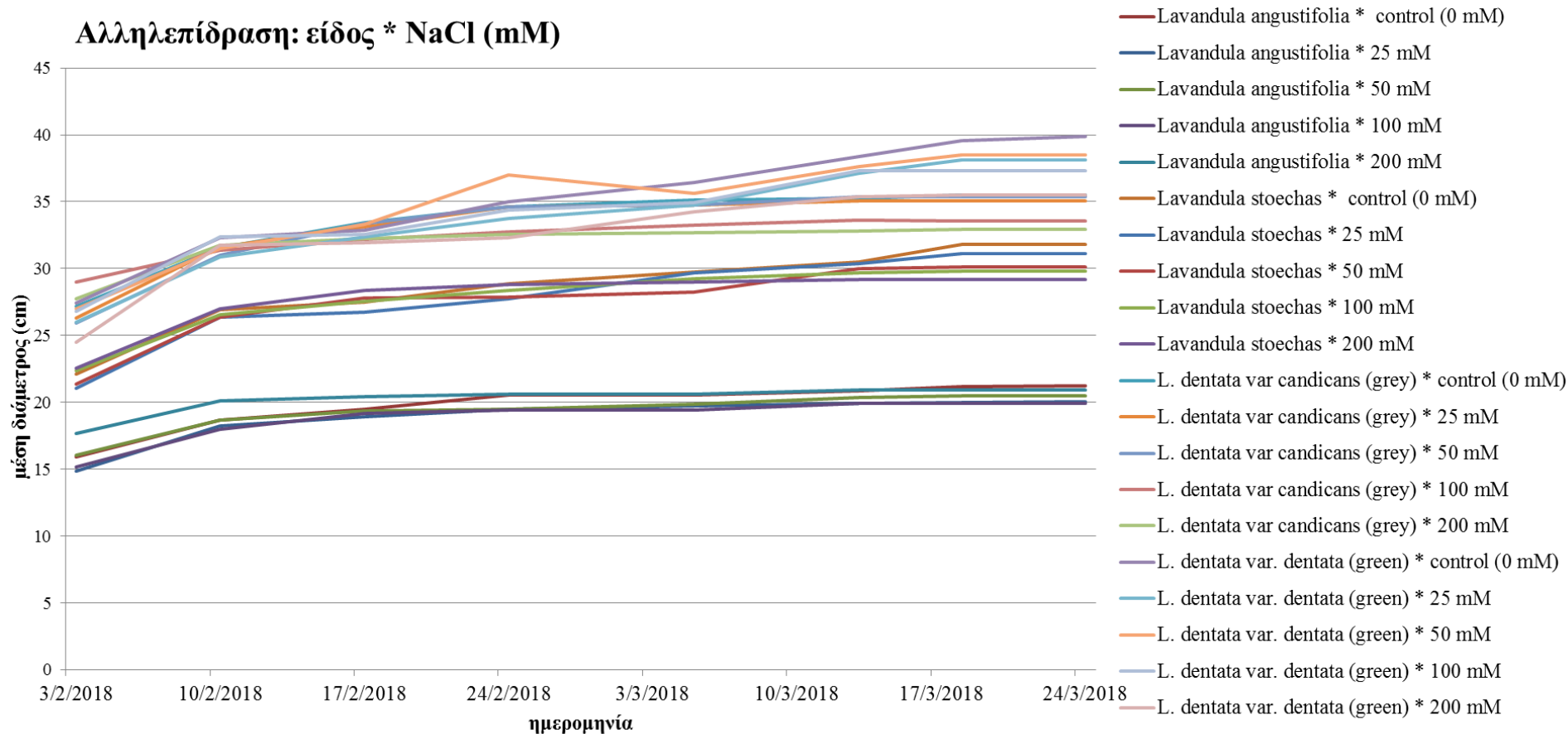
*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$



Σχήμα 4: Η ανάπτυξη της διαμέτρου της κόμης των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 5: Η ανάπτυξη της διαμέτρου της κόμης των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 6: Η ανάπτυξη της διαμέτρου της κόμης των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018).

Δεν παρατίθενται τα στατιστικά λόγω μη στατιστικά σημαντικής αλληλεπίδρασης.

4.3 Δείκτης ανάπτυξης

Συγκρίνοντας τις μεταβολές των φυτών στο δείκτη ανάπτυξης τους, παρατηρείται ότι ο δείκτης ανάπτυξης των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* ήταν μεγαλύτερος συγκριτικά με αυτόν των ειδών *Lavandula stoechas*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula dentata* var. *candicans* καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος ($P < 0.05$ μεταξύ 10/2/2018-24/3/2018). Παρατηρείται ακόμα ότι τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans* είχαν παρόμοια ανάπτυξη με αυτή των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος με εξαίρεση τη μέτρηση της 3/2/2018 όπου φαίνεται ότι η ανάπτυξη των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* είναι παρόμοια με αυτή των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata*. Ο δείκτης ανάπτυξης των φυτών του είδους *Lavandula angustifolia* ήταν μικρότερος συγκριτικά με τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula stoechas* ($P < 0.05$) (Πίνακας 12, Σχήμα 7).

Όσον αφορά το δείκτη ανάπτυξης των φυτών, σε σχέση με την αλατότητα, παρατηρείται ότι η ανάπτυξη των φυτών συνολικά επηρεάστηκε από τις διάφορες συγκεντρώσεις αλατότητας. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις αλατότητας (100, 200 mM) επηρέασαν το δείκτη ανάπτυξης των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα (0 mM) στατιστικά σημαντικά από το μέσο του πειράματος και μετά, δηλαδή στις μετρήσεις των ημερομηνιών 5/3/2018, 13/3/2018, 18/3/2018 και 24/3/2018 (Πίνακας 12, Σχήμα 8).

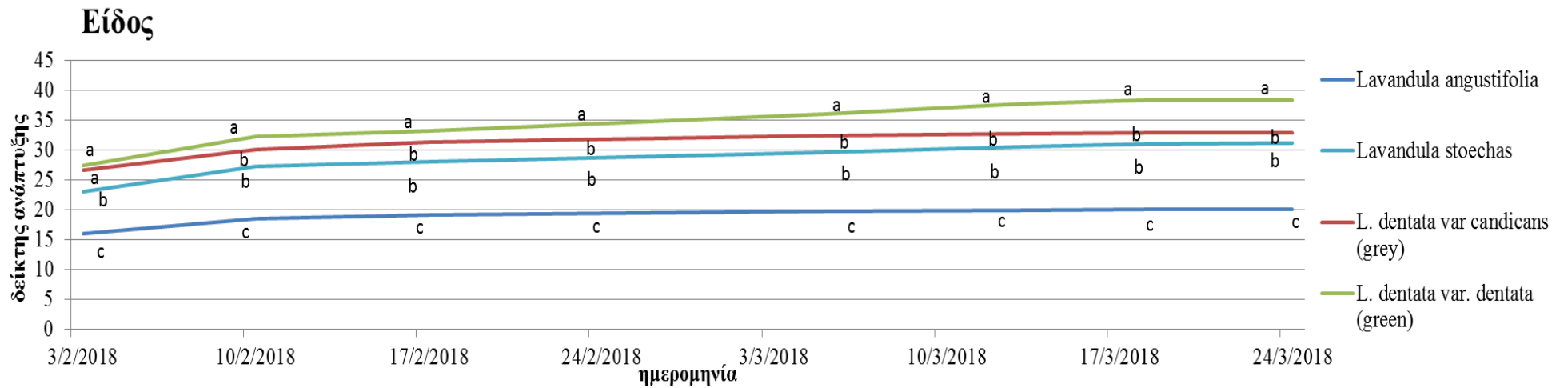
Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι δεν επηρέασε στατιστικά σημαντικά το δείκτη ανάπτυξης των φυτών (Πίνακας 12, Σχήμα 9).

Πίνακας 12: Η ανάπτυξη του δείκτη ανάπτυξης των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata*

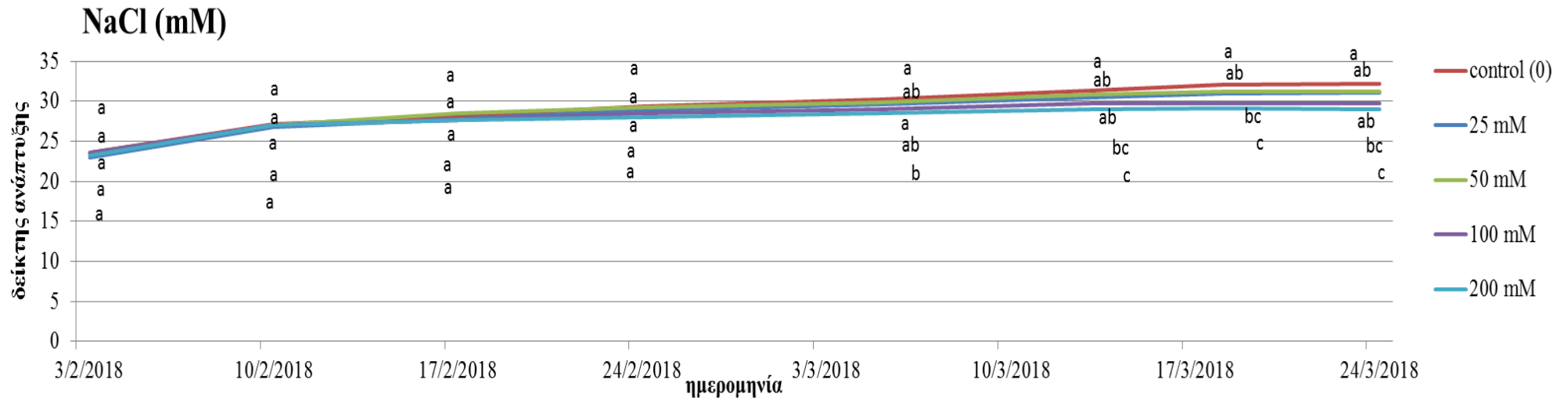
σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	3/2/2018	10/2/2018	17/2/2018	24/2/2018	5/3/2018	13/3/2018	18/3/2018	24/3/2018	
Είδος									
<i>Lavandula angustifolia</i>	16,100± 0,335c	18,493± 0,323c	19,157±0,318c	19,617±0,327c	19,767±0,309c	20,010±0,318c	20,073±0,329c	20,097±0,333c	
<i>Lavandula stoechas</i>	23,153±0,335b	27,250± 0,323b	28,067±0,318b	28,760±0,327b	29,593±0,309b	30,553±0,318b	31,110±0,329b	31,187±0,333b	
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey)	26,687±0,335a	30,087± 0,323b	31,297±0,318b	32,173±0,327b	32,480±0,309b	32,807±0,318b	32,927±0,329b	32,910±0,333b	
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)	27,483±0,335a	32,263±0,323a	33,253±0,318a	34,720±0,327a	35,993±0,309a	37,710±0,318a	38,310±0,329a	38,407±0,333a	
Συγκέντρωση NaCl (mM)									
control (0)	23,567± 0,375a	27,167±0,361a	28,125±0,356a	29,433±0,366a	30,296±0,345a	31,300±0,356a	32,038±0,367a	32,213±0,372a	
25 mM	22,992± 0,375a	26,813±0,361a	27,767±0,356a	28,867±0,366a	29,617±0,345ab	30,492±0,356ab	30,967±0,367ab	31,071±0,372ab	
50 mM	23,475± 0,375a	27,088±0,361a	28,467±0,356a	29,208±0,366a	29,821±0,345ab	30,825±0,356ab	31,171±0,367ab	31,204±0,372ab	
100 mM	23,558± 0,375a	26,988±0,361a	27,713±0,356a	28,538±0,366a	28,996±0,345ab	29,717±0,356bc	29,775±0,367bc	29,783±0,372bc	
200 mM	23,188± 0,375a	27,063±0,361a	27,646±0,356a	28,042±0,366a	28,563±0,345b	29,017±0,356c	29,075±0,367c	28,979±0,372c	
Αλληλεπίδραση									
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	15,933±0,750	18,133±0,721	18,833±0,712	19,850±0,732	19,900±0,690	20,167±0,711	20,383±0,735	20,417±0,744
	25 mM	15,250±0,750	18,067±0,721	18,783±0,712	19,300±0,732	19,533±0,690	19,700±0,711	19,750±0,735	19,800±0,744
	50 mM	16,217±0,750	18,667±0,721	19,183±0,712	19,417±0,732	19,767±0,690	20,150±0,711	20,217±0,735	20,250±0,744
	100 mM	15,933±0,750	18,367±0,721	19,300±0,712	19,633±0,732	19,700±0,690	19,983±0,711	19,967±0,735	19,967±0,744
	200 mM	17,167±0,750	19,233±0,721	19,683±0,712	19,883±0,732	19,933±0,690	20,050±0,711	20,050±0,735	20,050±0,744
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	23,317±0,750	27,567±0,721	28,167±0,712	29,317±0,732	30,233±0,690	31,850±0,711	33,183±0,735	33,300±0,744
	25 mM	22,800±0,750	27,100±0,721	27,550±0,712	28,483±0,732	29,767±0,690	30,867±0,711	31,567±0,735	31,733±0,744
	50 mM	22,967±0,750	27,417±0,721	28,533±0,712	28,733±0,732	29,450±0,690	30,817±0,711	31,217±0,735	31,317±0,744
	100 mM	23,150±0,750	26,967±0,721	27,817±0,712	28,633±0,732	29,533±0,690	30,017±0,711	30,317±0,735	30,317±0,744
	200 mM	23,533±0,750	27,200±0,721	28,267±0,712	28,633±0,732	28,983±0,690	29,217±0,711	29,267±0,735	29,267±0,744
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	26,967±0,750	30,650±0,721	32,033±0,712	32,967±0,732	33,650±0,690	34,000±0,711	34,350±0,735	34,500±0,744
	25 mM	26,467±0,750	30,483±0,721	31,600±0,712	33,000±0,732	33,200±0,690	33,350±0,711	33,517±0,735	33,517±0,744
	50 mM	26,400±0,750	30,000±0,721	32,200±0,712	33,283±0,732	33,467±0,690	34,067±0,711	34,117±0,735	34,117±0,744
	100 mM	27,617±0,750	29,633±0,721	30,500±0,712	31,033±0,732	31,350±0,690	31,700±0,711	31,667±0,735	31,667±0,744
	200 mM	25,983±0,750	29,667±0,721	30,150±0,712	30,583±0,732	30,733±0,690	30,917±0,711	30,983±0,735	30,750±0,744
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)	28,050±0,750	32,317±0,721	33,467±0,712	35,600±0,732	37,400±0,690	39,183±0,711	40,233±0,735	40,633±0,744
	25 mM	27,450±0,750	31,600±0,721	33,133±0,712	34,683±0,732	35,967±0,690	38,050±0,711	39,033±0,735	39,233±0,744
	50 mM	28,317±0,750	32,267±0,721	33,950±0,712	35,400±0,732	36,600±0,690	38,267±0,711	39,133±0,735	39,133±0,744
	100 mM	27,533±0,750	32,983±0,721	33,233±0,712	34,850±0,732	35,400±0,690	37,167±0,711	37,150±0,735	37,183±0,744
	200 mM	26,067±0,750	32,150±0,721	32,483±0,712	33,067±0,732	34,600±0,690	35,883±0,711	36,000±0,735	35,850±0,744
F_{είδους}	239,689/ 0,000*	351,413/ 0,000*	384,017/ 0,000*	406,690/ 0,000*	224,500/ 0,000*	550,696/ 0,000*	542,787/ 0,000*	532,256/ 0,000*	
F_{NaCl}	0,464/0,762	0,138/0,968	0,948/ 0,440	2,267/ 0,067	3,933/ 0,05	6,514/ 0,000*	10,242/ 0,000*	11,675/ 0,000*	
F_{αλληλ.}	0,862/0,587	0,431/0,948	0,619/0,822	0,962/ 0,490	0,922/ 0,528	0,860/ 0,590	1,139/ 0,338	1,256/ 0,257	

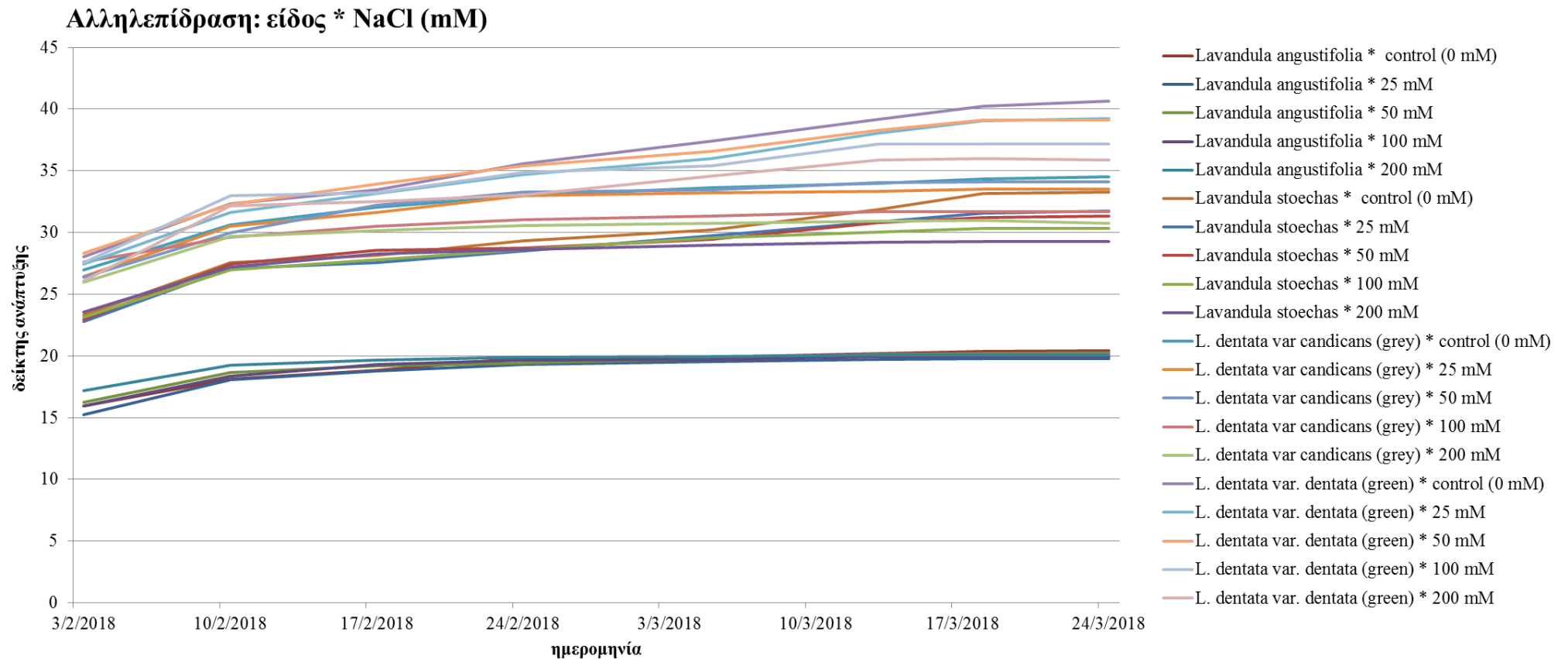
*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$



Σχήμα 7: Η ανάπτυξη του δείκτη ανάπτυξης των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 8 : Η ανάπτυξη του δείκτη ανάπτυξης των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 9 : Η ανάπτυξη του δείκτη ανάπτυξης των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018).

Δεν παρατίθενται τα στατιστικά λόγω μη στατιστικά σημαντικής αλληλεπίδρασης.

4.4 Νωπό βάρος

- **Υπέργειο τμήμα φυτού**

Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι επηρέασε το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών (**Πίνακας 13, Σχήμα 12**). Το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* επηρεάστηκε λιγότερο σε σχέση με τις διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας σε σύγκριση με το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula stoechas*, *Lavandula angustifolia* καθώς επηρεάστηκε μόνο στην υψηλότερη συγκέντρωση αλατότητας (200 mM) (**Πίνακας 13, Σχήμα 10**). Επίσης η *Lavandula angustifolia* παρουσίασε το μικρότερο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών σε όλες τις συγκεντρώσεις συγκρητικά με τα υπόλοιπα είδη λεβάντας με εξαίρεση τις υψηλές συγκεντρώσεις αλατότητας (100 και 200 mM) (**Πίνακας 13, Σχήμα 11**).

Πίνακας 13: Το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ		ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ
Είδος		
<i>Lavandula angustifolia</i>		44,952±3,365c
<i>Lavandula stoechas</i>		78,908±3,365b
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey)		126,165±3,365a
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)		111,127±3,365b
Συγκέντρωση NaCl (mM)		
control (0)		115,618±3,762a
25 mM		105,056±3,762a
50 mM		102,546±3,762a
100 mM		74,402±3,762b
200 mM		53,817±3,762c
Αλληλεπίδραση		
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	50,457±7,524fghi
	25 mM	52,228±7,524fghi
	50 mM	57,382±7,524efghi
	100 mM	38,108±7,524ghi
	200 mM	26,583±7,524i
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	111,170±7,524bcd
	25 mM	89,170±7,524cdef
	50 mM	91,382±7,524cde
	100 mM	59,678±7,524efghi
	200 mM	43,140±7,524ghi
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	148,643±7,524ab
	25 mM	139,007±7,524ab
	50 mM	134,073±7,524ab
	100 mM	141,135±7,524ab
	200 mM	67,967±7,524efgh
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)	152,202±7,524a
	25 mM	139,820±7,524ab
	50 mM	127,347±7,524abc
	100 mM	58,685±7,524efghi
	200 mM	77,580±7,524defg
F_{ειδους}		115,006/ 0.000
F_{NaCl}		45,794/0,000
F_{αλληλ.}		6,177/0,000*

*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$.

- Ριζικό σύστημα φυτού

Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι επηρέασε το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών (Πίνακας 14, Σχήμα 15).

Το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* επηρεάστηκε λιγότερο σε σχέση με τις διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας σε σύγκριση με το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula stoechas*, *Lavandula angustifolia* (Πίνακας 14, Σχήμα 13), (Παράρτημα I, Εικόνες 1-4).

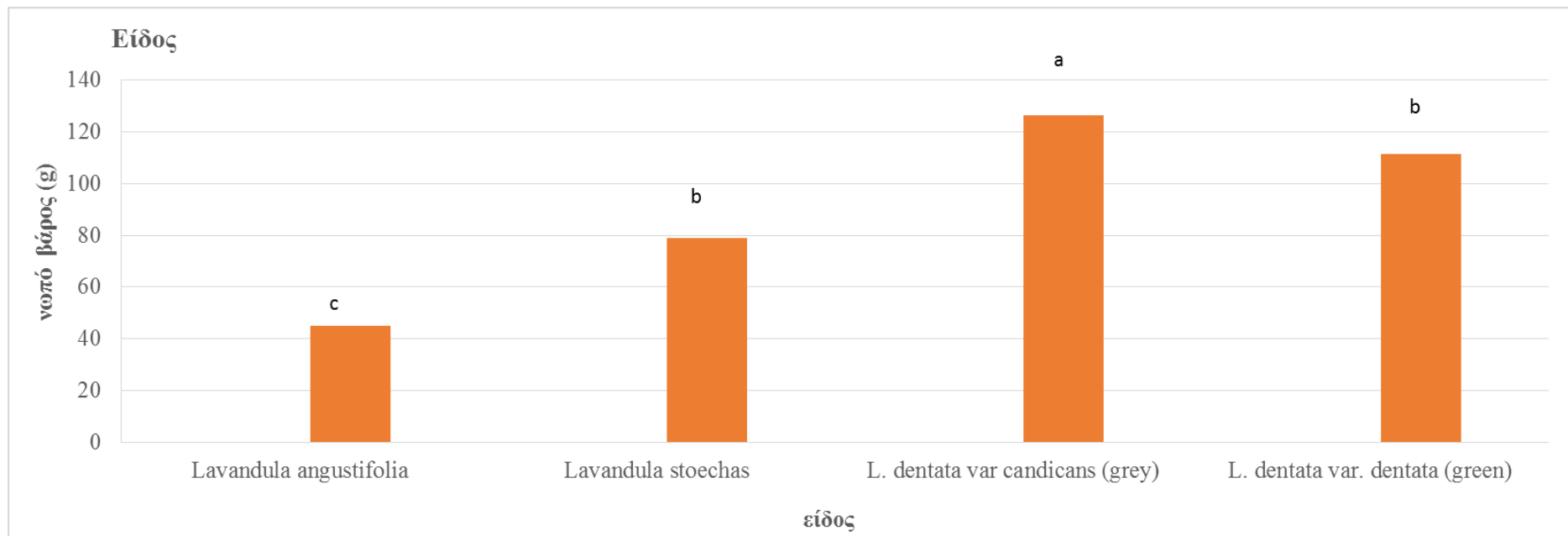
Ειδικότερα το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* σε όλες τις συγκεντρώσεις NaCl ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των ειδών *Lavandula stoechas*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula dentata* var. *dentata*. Το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών *Lavandula dentata* var. *candicans* παρουσίασε αύξηση, στις συγκεντρώσεις αλατότητας 50 και 100 mM σε σύγκριση με το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών του μάρτυρα (0 mM). Το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas*, δεν επηρεάστηκαν από τις διάφορες συγκεντρώσεις αλατότητας (Πίνακας 14, Σχήμα 14).

Πίνακας 14: Το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).

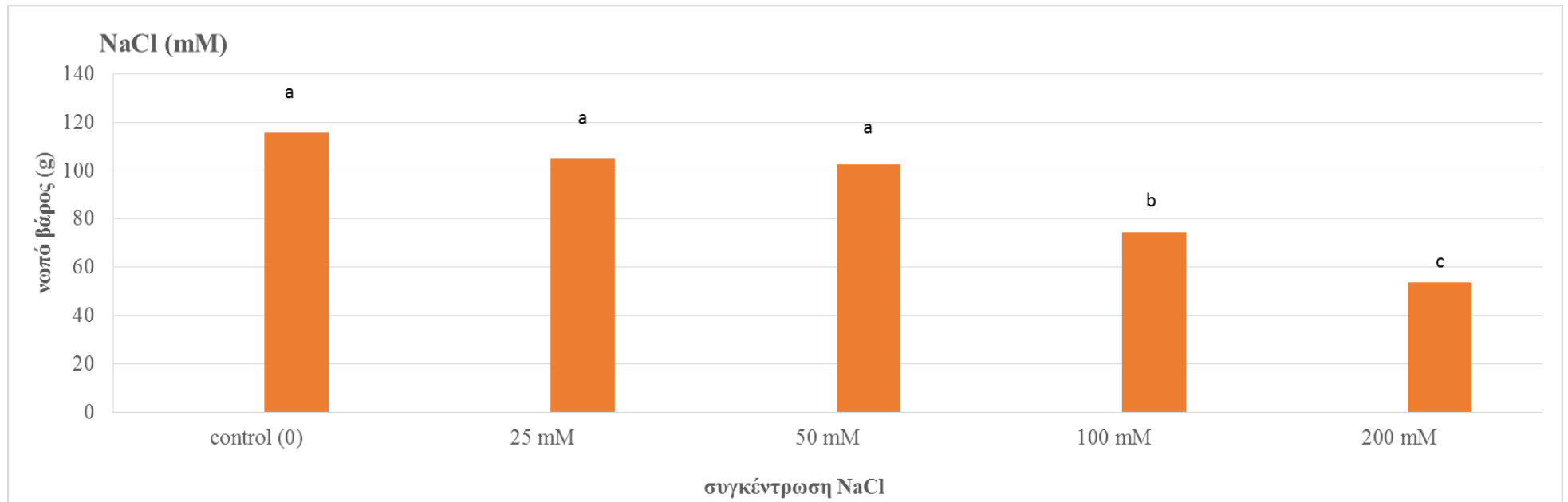
ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ		ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
Είδος		
<i>Lavandula angustifolia</i>		45,642±1,753b
<i>Lavandula stoechas</i>		38,630±1,753b
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey)		86,252±1,753a
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)		32,139±1,753c
Συγκέντρωση NaCl (mM)		
control (0)		48,897±1,960
25 mM		52,534±1,960
50 mM		52,761±1,960
100 mM		52,958±1,960
200 mM		46,179±1,960
Αλληλεπίδραση		
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	48,815±3,919cd
	25 mM	52,147±3,919c
	50 mM	43,052±3,919cde
	100 mM	42,768±3,919cde
	200 mM	41,427±3,919cde
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	41,767±3,919cde
	25 mM	46,355±3,919cde
	50 mM	36,665±3,919cde
	100 mM	41,863±3,919cde
	200 mM	26,498±3,919e
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	72,902±3,919b
	25 mM	81,288±3,919ab
	50 mM	95,917±3,919a
	100 mM	96,415±3,919a
	200 mM	84,738±3,919ab
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)	32,103±3,919cde
	25 mM	30,345±3,919de
	50 mM	35,412±3,919cde
	100 mM	30,783±3,919de
	200 mM	32,053±3,919cde
F_{είδους}		193,127/ 0.000
F_{NaCl}		2,369/0,058
F_{αλληλ.}		3,191/0,001*

*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$.

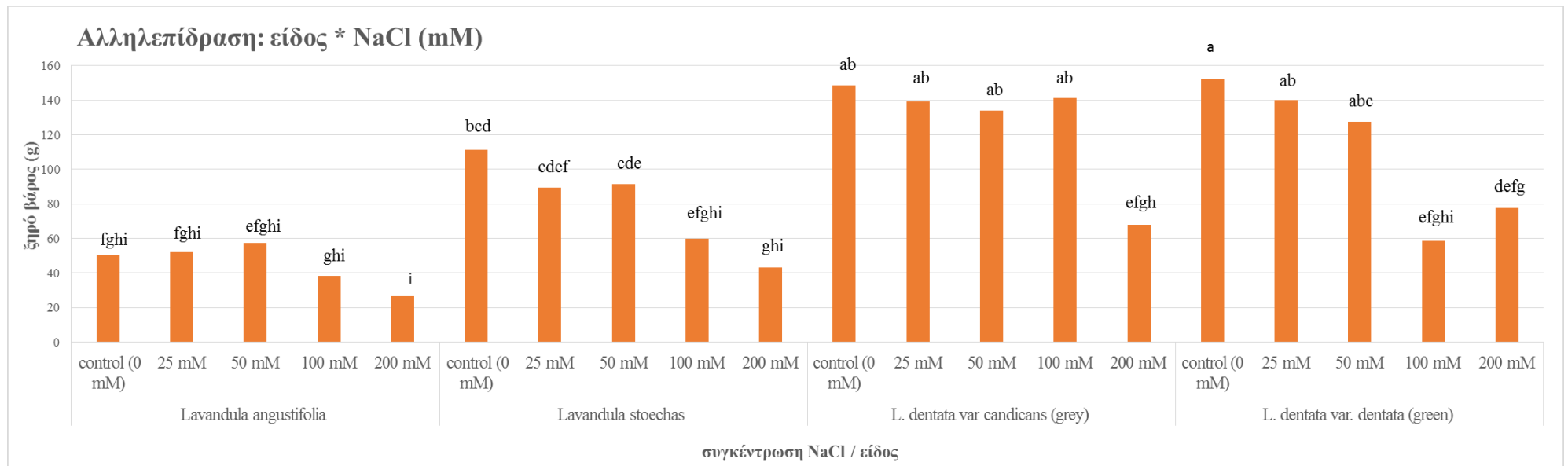
Στη συνέχεια ακολουθεί παράθεση των γραφημάτων του νωπού βάρους του υπέργειου και ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).



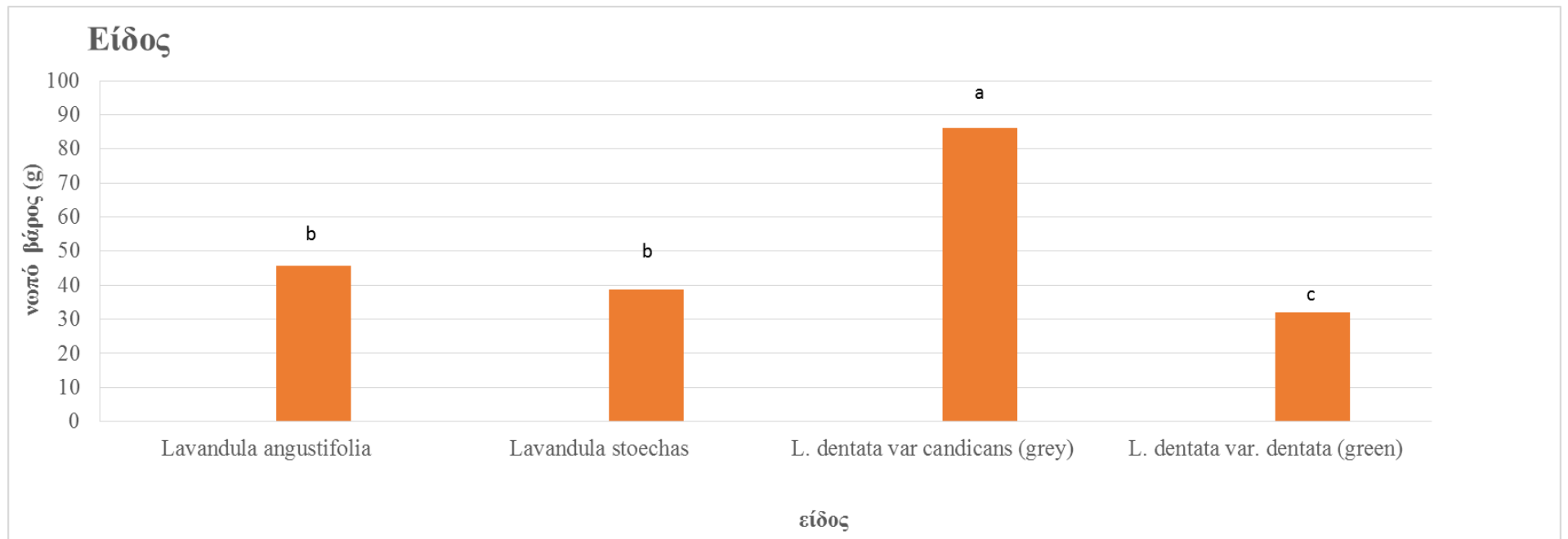
Σχήμα 10: Το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



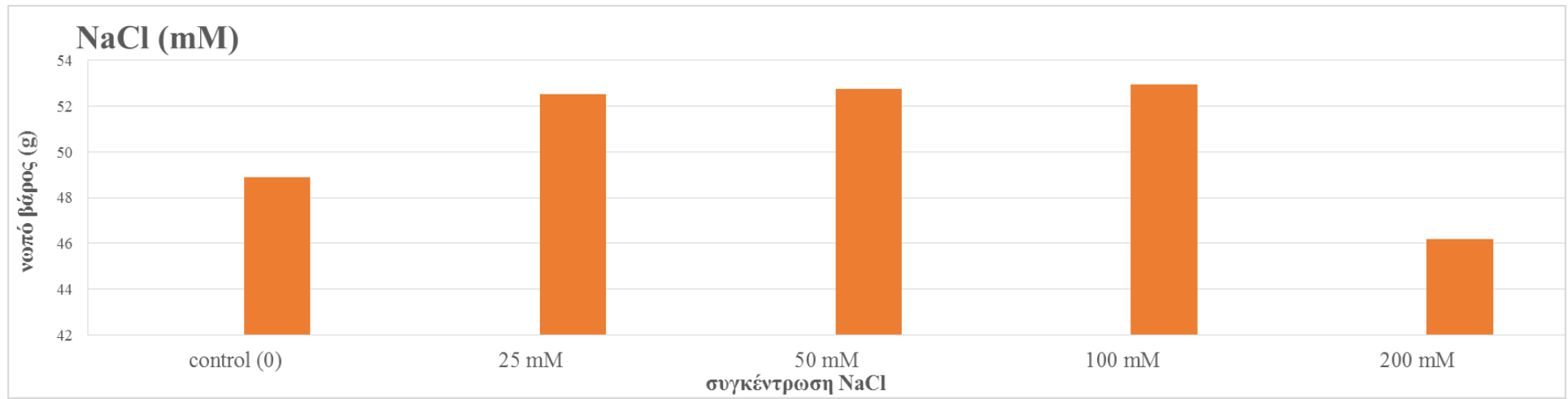
Σχήμα 11 : Το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



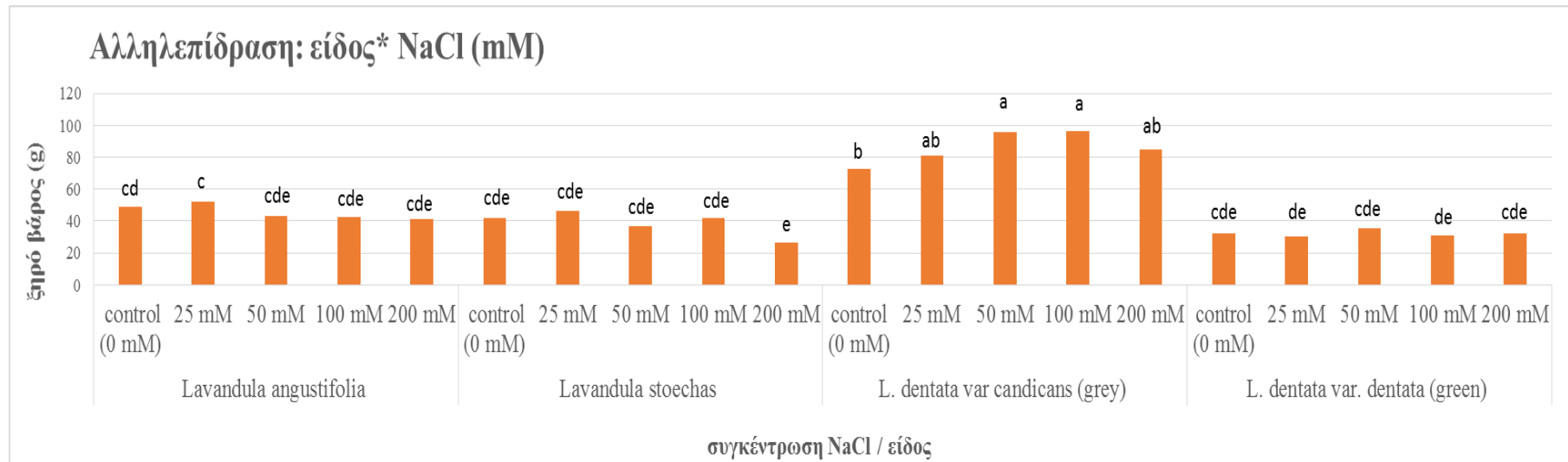
Σχήμα 12: Το ξηρό βάρους του υπέργειου τμήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018).



Σχήμα 13: Το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candidans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 14: Το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 15 : Το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018).

4.5 Ξηρό βάρος

- **Υπέργειο τμήμα φυτού**

Δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των ειδών λεβάντας και της συγκέντρωσης NaCl. Το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula dentata* var. *dentata* δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ τους, ωστόσο και τα δύο ήταν μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα ξηρά βάρη του υπέργειου τμήματος των υπολοίπων δύο ειδών λεβάντας. Μεταξύ των διαφόρων ειδών λεβάντας το είδος *Lavandula angustifolia* παρουσίασε το μικρότερο ξηρό βάρος. Επίσης ανεξαρτήτου είδους λεβάντας υπήρξε σταδιακή μείωση του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος των φυτών με την αύξηση της συγκέντρωσης NaCl. (Πίνακας 15, Σχήματα 16, 17, 18).

Πίνακας 15: Το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ		ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ
Είδος		
<i>Lavandula angustifolia</i>		20,638±0,950c
<i>Lavandula stoechas</i>		34,428±0,950b
<i>L. dentata</i> var <i>candicans</i> (grey)		47,178±0,950a
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)		43,854±0,650a
Συγκέντρωση NaCl (mM)		
control (0)		41,270±1,062a
25 mM		36,907±1,062b
50 mM		37,534±1,062ab
100 mM		34,974±1,062bc
200 mM		31,937±1,062c
Αλληλεπίδραση		
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	20,438±2,124
	25 mM	20,687±2,124
	50 mM	22,655±2,124
	100 mM	19,677±2,124
	200 mM	19,732±2,124
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	41,645±2,124
	25 mM	34,627±2,124
	50 mM	35,382±2,124
	100 mM	32,253±2,124
	200 mM	28,232±2,124
<i>L. dentata</i> var <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	51,830±2,124
	25 mM	47,557±2,124
	50 mM	46,373±2,124
	100 mM	47,567±2,124
	200 mM	42,562±2,124
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)	51,167±2,124
	25 mM	44,757±2,124
	50 mM	45,725±2,124
	100 mM	40,400±2,124
	200 mM	37,222±2,124
F_{είδους}		156,577/ 0.000*
F_{NaCl}		10,444/0.000*
F_{άλληλ.}		1,312/0,223

*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$

- Ριζικό σύστημα φυτού

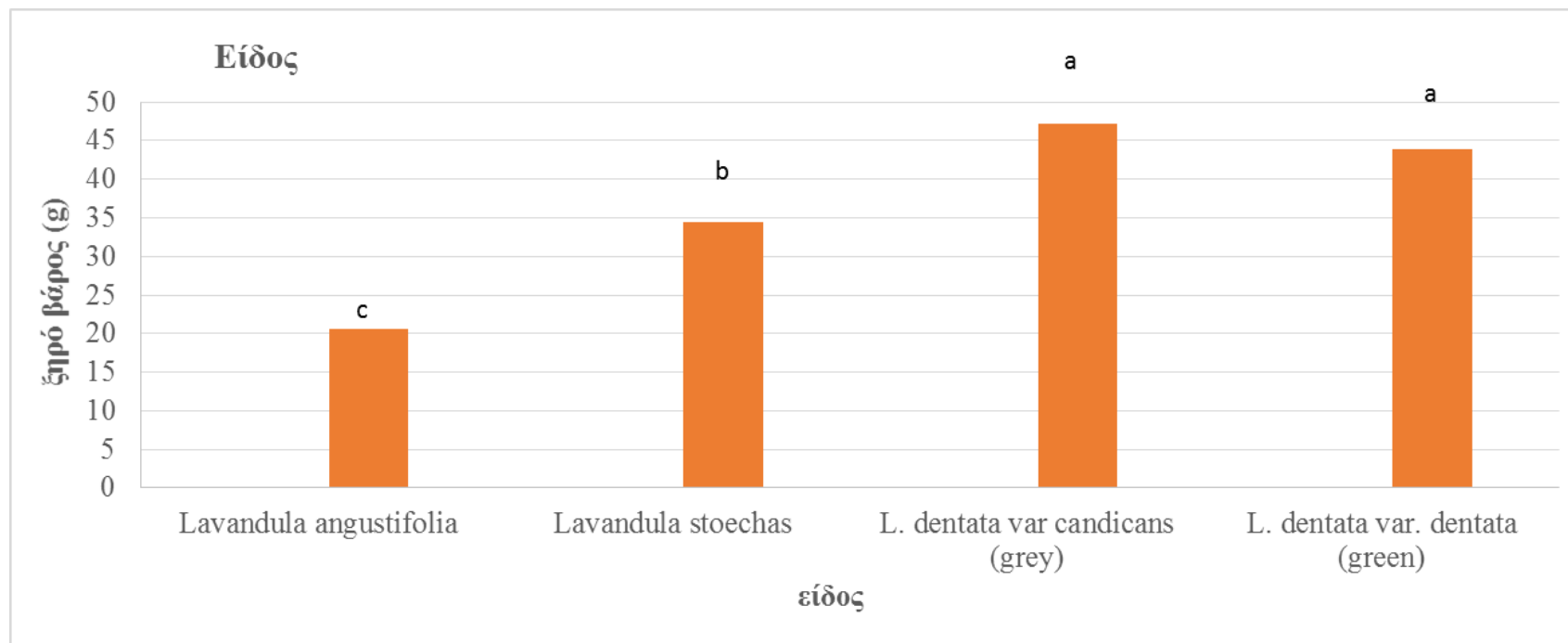
Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι επηρέασε το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών (Πίνακας 16, Σχήμα 21). Το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* ήταν σημαντικά μεγαλύτερο σε σχέση με το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* (Πίνακας 16, Σχήμα 19). Παρατηρείται αύξηση του ξηρού βάρους του ριζικού συστήματος των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* στις συγκεντρώσεις αλατότητας των 50 και 100 mM σε σύγκριση με τον μάρτυρα (0 mM). Στα είδη *Lavandula stoechas* και *Lavandula angustifolia* δεν επηρεάστηκαν τα ξηρά βάρη από τις διάφορες συγκεντρώσεις NaCl. Επίσης, το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula angustifolia* ήταν παρόμοιο σε όλες τις συγκεντρώσεις με εξαίρεση τα 200 mM για το είδος *Lavandula stoechas* το οποίο ήταν μικρότερο από εκείνο του *Lavandula angustifolia* στα 25 mM. Το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά στη συγκέντρωση αλατότητας των 200 mM. Το ξηρό βάρος του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* δεν επηρεάστηκε καθόλου από τις διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας σε σχέση με το ξηρό βάρος των φυτών του μάρτυρα (0 mM) (Πίνακας 16, Σχήμα 20).

Πίνακας 16: Το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).

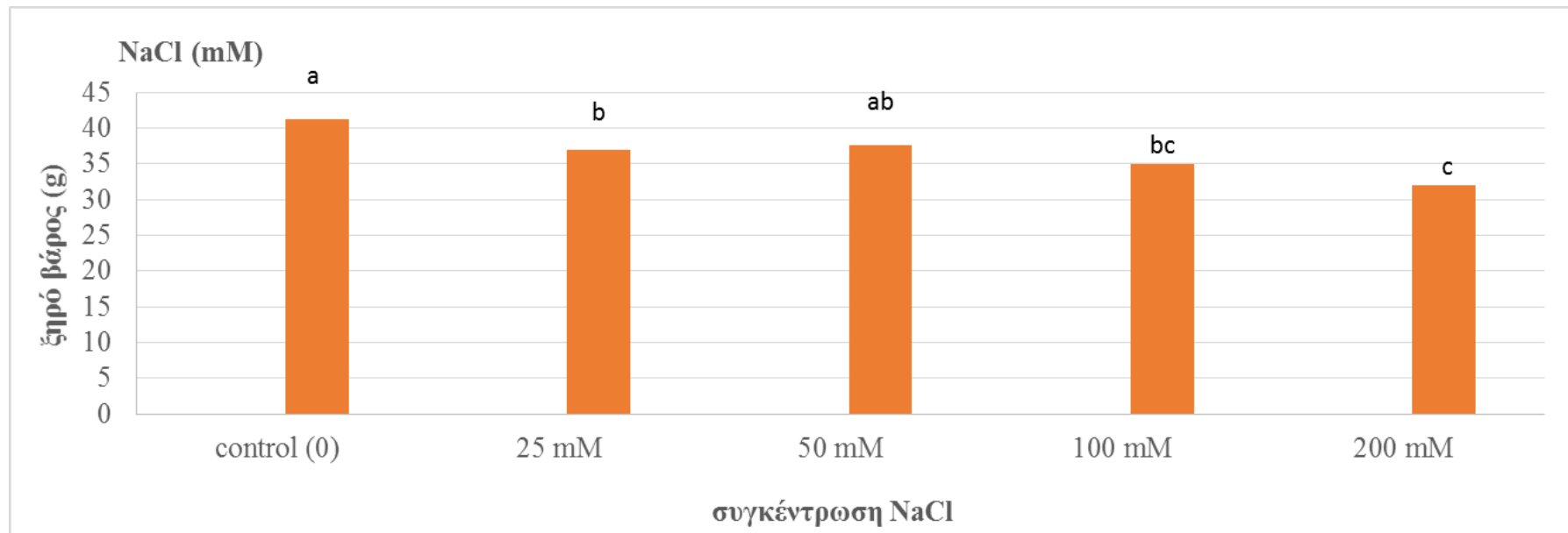
ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ		ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
Είδος		
<i>Lavandula angustifolia</i>		5,434±0,224b
<i>Lavandula stoechas</i>		5,165±0,224b
<i>L. dentata</i> var <i>candicans</i> (grey)		14,322±0,224a
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)		5,004±0,224b
Συγκέντρωση NaCl (mM)		
control (0)		7,678±0,250a
25 mM		8,086±0,250a
50 mM		7,583±0,250a
100 mM		7,662±0,250a
200 mM		6,398±0,250b
Αλληλεπίδραση		
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	5,917±0,501 cd
	25 mM	6,282±0,501 c
	50 mM	4,865±0,501 cd
	100 mM	4,985±0,501 cd
	200 mM	5,123±0,501 cd
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	5,593±0,501 cd
	25 mM	6,417±0,501 c
	50 mM	4,752±0,501 cd
	100 mM	5,575±0,501 cd
	200 mM	3,488±0,501 d
<i>L. dentata</i> var <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	13,887±0,501 ab
	25 mM	14,847±0,501 ab
	50 mM	15,180±0,501 a
	100 mM	15,422±0,501 a
	200 mM	12,277±0,501 b
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)	5,315±0,501 cd
	25 mM	4,800±0,501 cd
	50 mM	5,533±0,501 cd
	100 mM	4,667±0,501 cd
	200 mM	4,703±0,501 cd
F_{είδους}		415,648/ 0.000
F_{NaCl}		6,470/0,000
F_{αλληλ.}		2,396/0,009*

*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$.

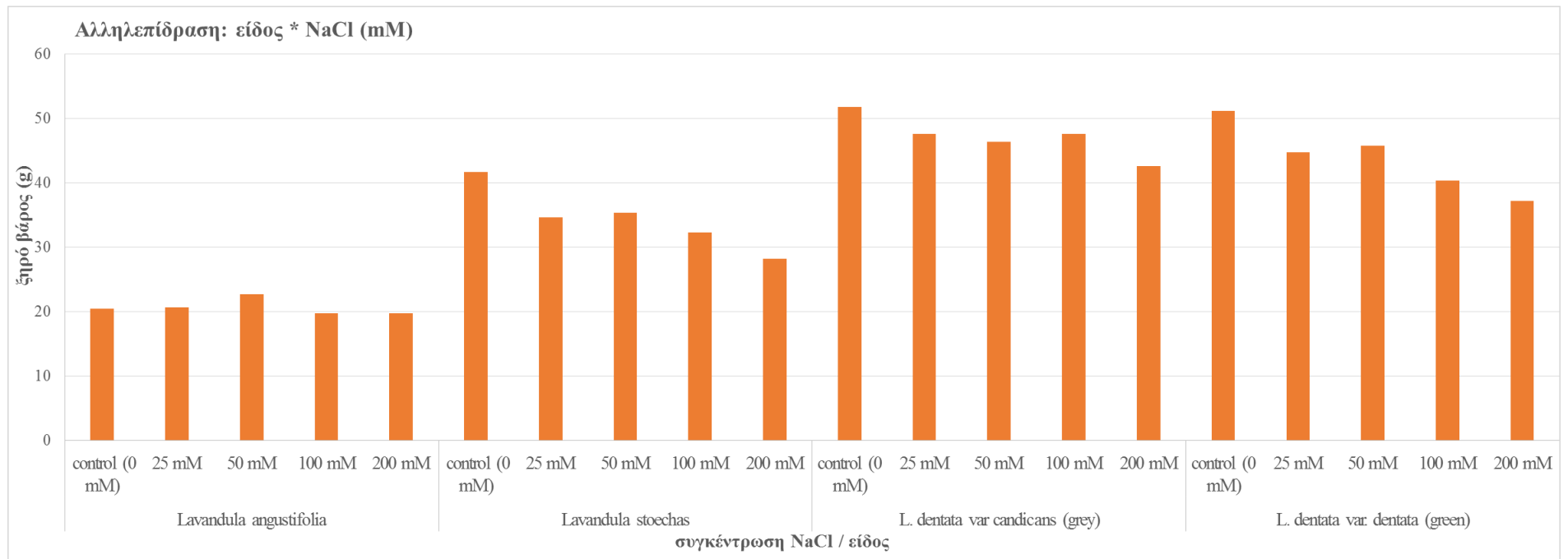
Στη συνέχεια ακολουθεί παράθεση των γραφημάτων του ξηρού βάρους του υπέργειου και ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).



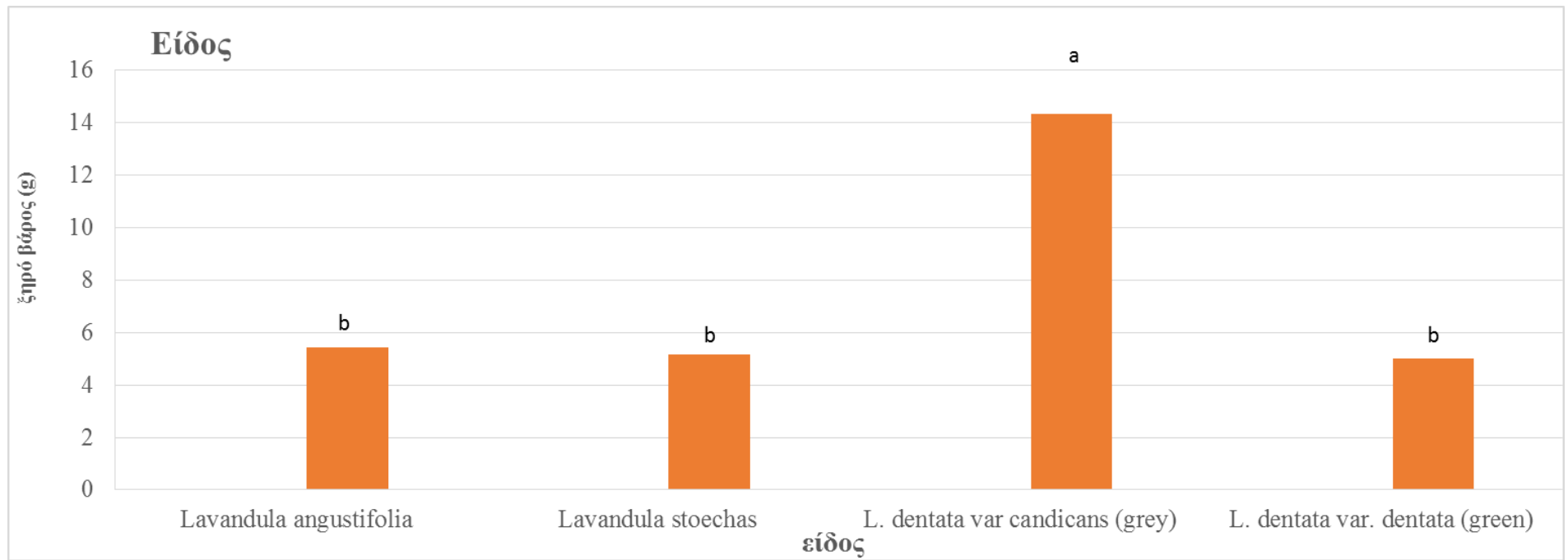
Σχήμα 16: Το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



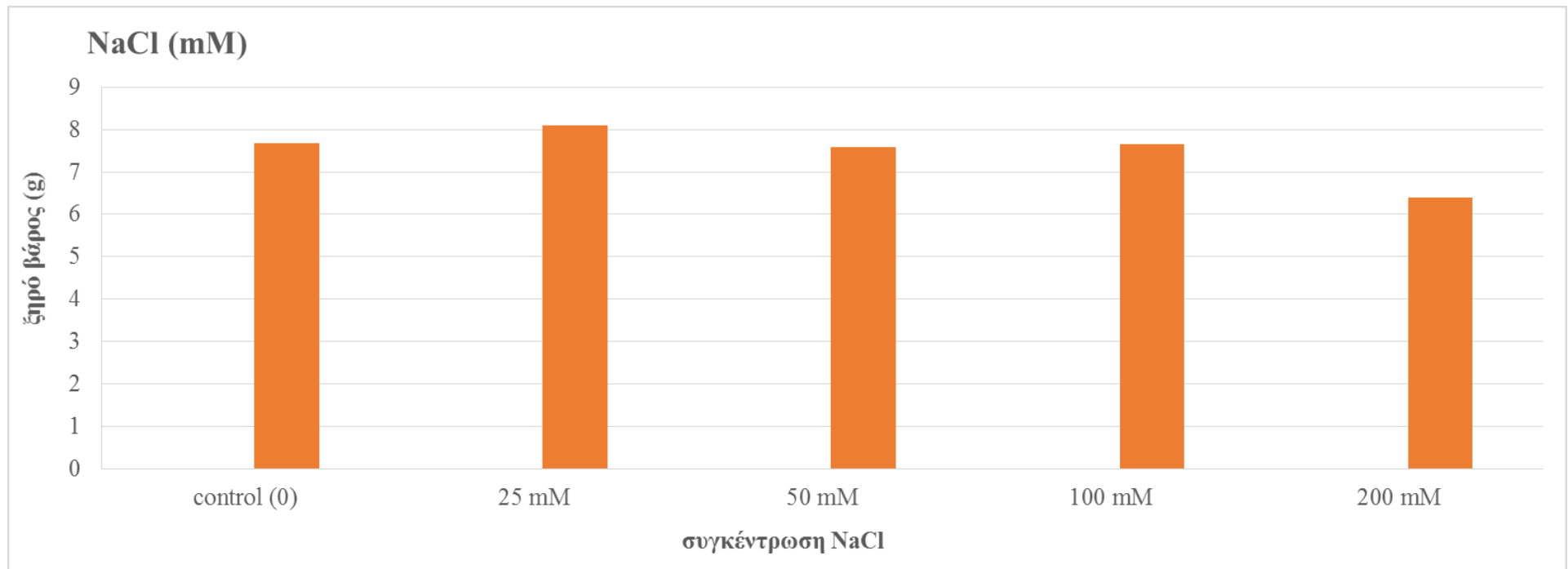
Σχήμα 17 : Το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



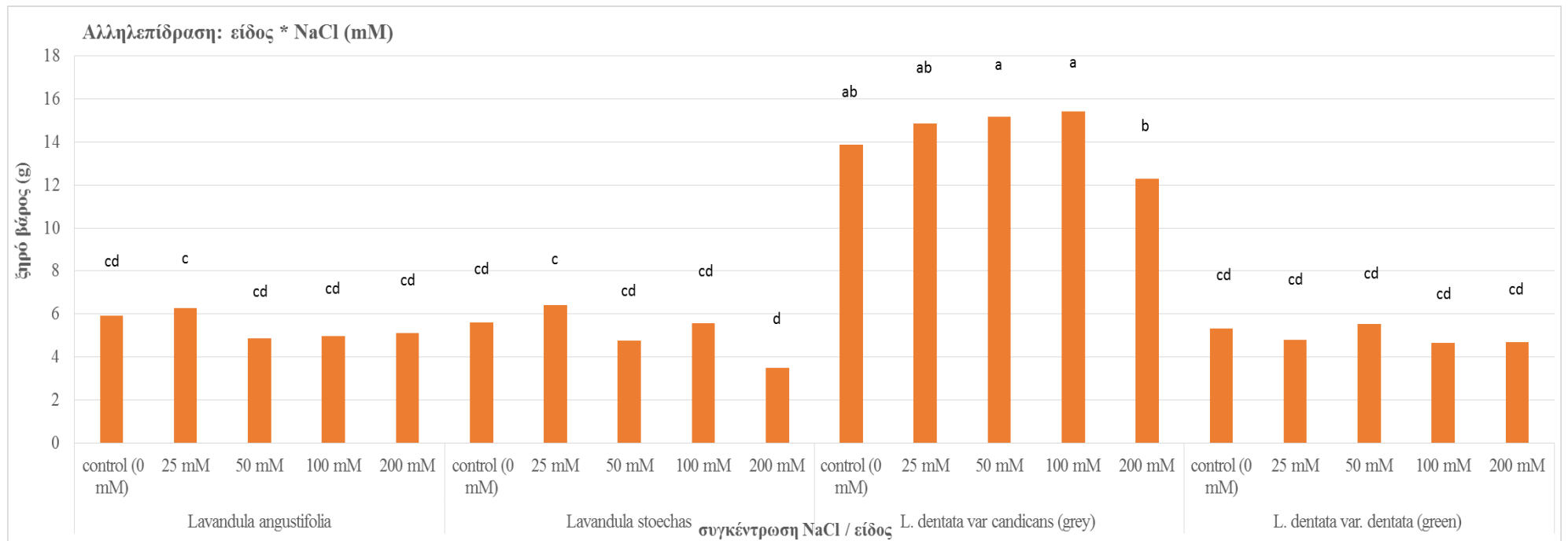
Σχήμα 18: Το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candidans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018).



Σχήμα 19: Το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 20 : Το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia* και *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).

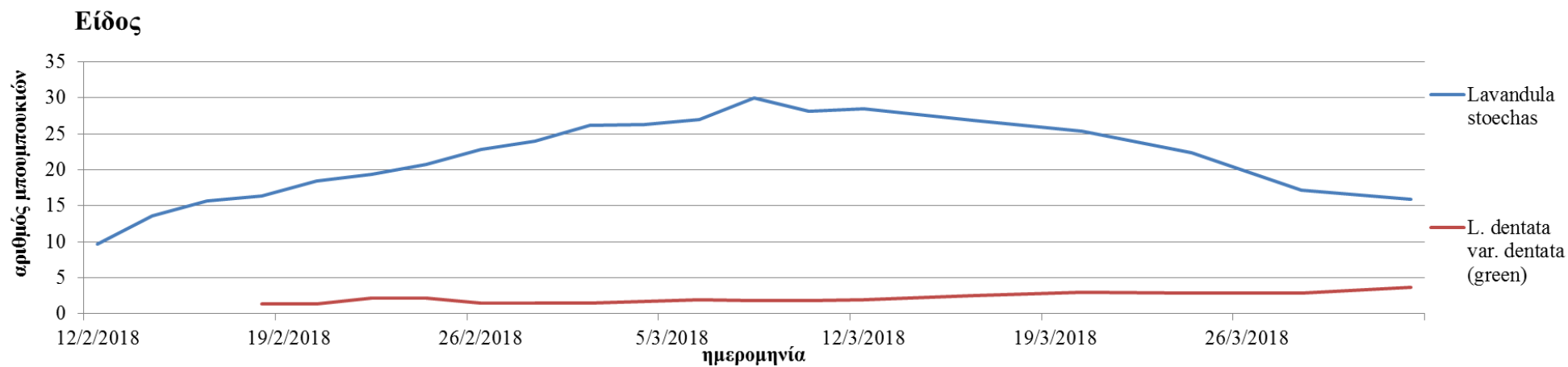


Σχήμα 21: Το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candidans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018).

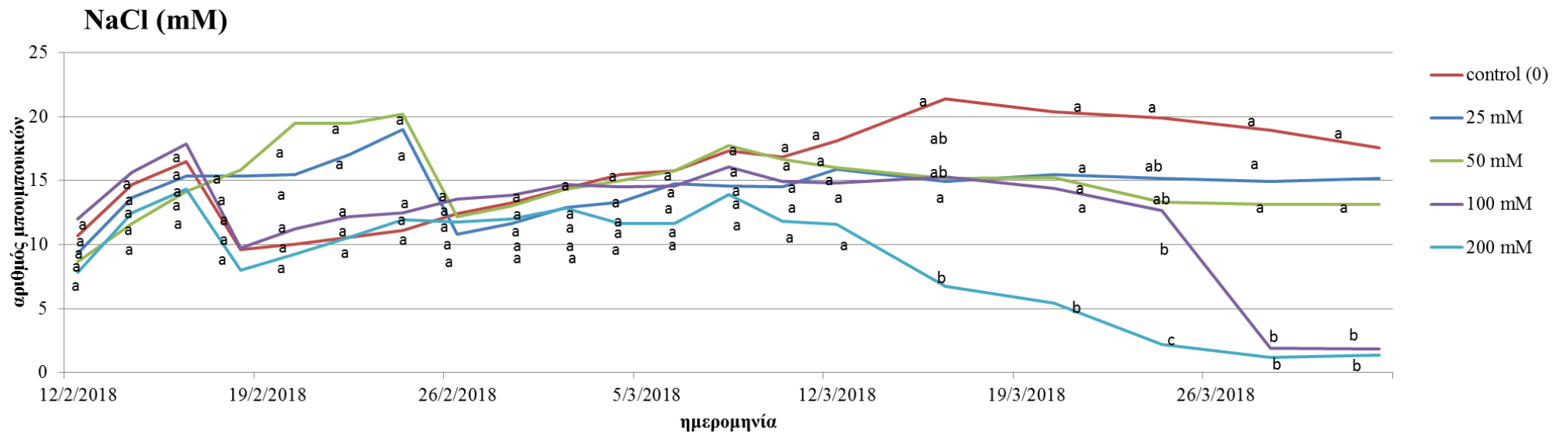
4.6 Αριθμός μπουμπουκιών

Ως προς τον αριθμό των μπουμπουκιών τους, παρατηρείται ότι ο αριθμός των μπουμπουκιών των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* ήταν μεγαλύτερος συγκριτικά με τον αριθμό των μπουμπουκιών των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος ($P < 0.05$ στις 16/2/2018 - 12/3/2018). Τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula angustifolia* δεν άνθισαν σε όλη τη διάρκεια του πειράματος (Πίνακας 17, Σχήμα 22).

Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι επηρέασε τον αριθμό των μπουμπουκιών των φυτών προς το τέλος του πειράματος συγκεκριμένα από 16/3/2018-1/4/2018 όπου ήταν και η τελευταία μέτρηση που πάρθηκε (Πίνακας 17, Σχήμα 24). Ο αριθμός των μπουμπουκιών των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* από τις 16/3/2018-20/3/2018 μειώθηκε σημαντικά στα 200 mM και ήταν μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο αριθμό μπουμπουκιών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata*. Στη συνέχεια ο αριθμός των μπουμπουκιών των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* μειώθηκε σημαντικά στις συγκεντρώσεις των 25, 50 και 100 mM και ακόμα περισσότερο στη συγκέντρωση των 200 mM NaCl. Ο αριθμός των μπουμπουκιών των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* παρατηρείται ότι δεν επηρεάστηκε από τις διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας (25,50,100 και 200 mM). Επίσης ο αριθμός των μπουμπουκιών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* δεν επηρεάστηκε από τις διάφορες συγκεντρώσεις NaCl ο οποίος ήταν παρόμοιος με τον αντίστοιχο αριθμό μπουμπουκιών του είδους *Lavandula stoechas* στα 200 mM NaCl (Πίνακας 17, Σχήμα 23).

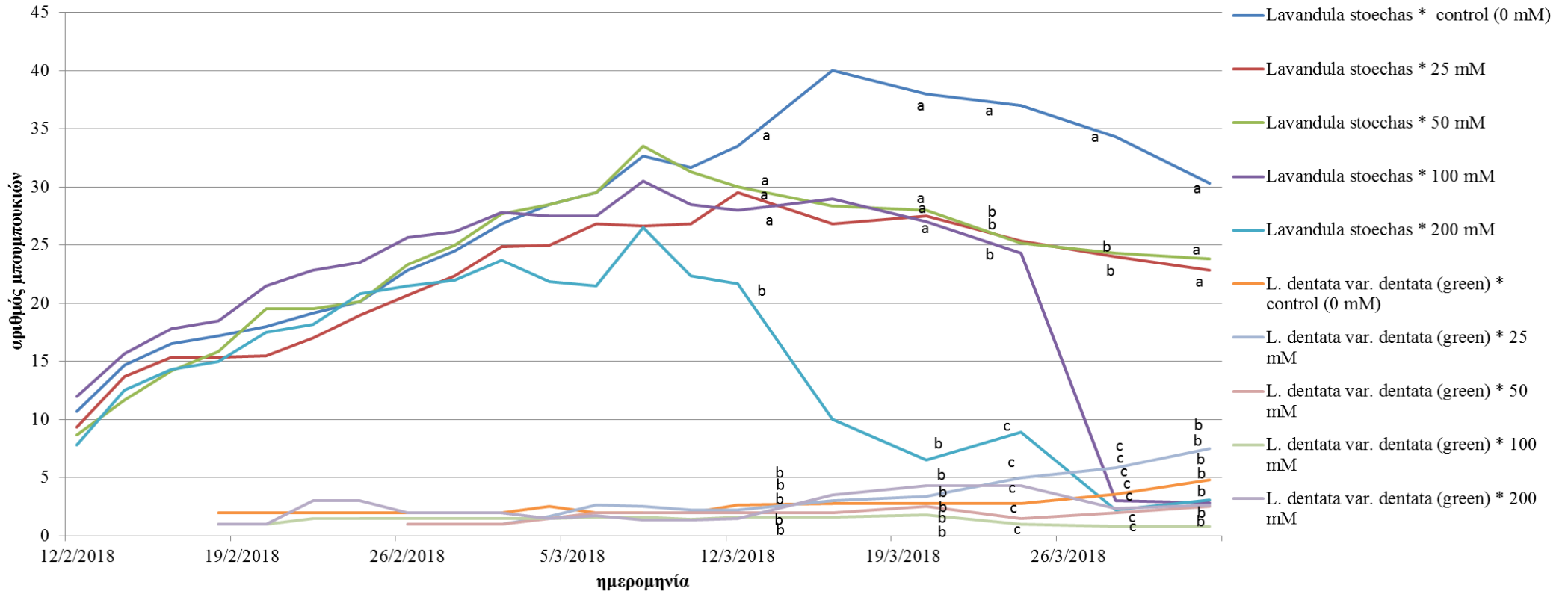


Σχήμα 22 : Ο αριθμός των μπουμπουκιών των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018). Τα είδη *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, δεν άνθισαν.



Σχήμα 23: Ο αριθμός των μπουμπουκιών των φυτών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018). Τα είδη *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, δεν άνθισαν

Αλληλεπίδραση: είδος * NaCl (mM)



Σχήμα 24 : Ο αριθμός των μπουμπουκιών των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018). Τα είδη *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, δεν άνθισαν.

4.7 Αριθμός ταξιανθιών

Ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* ήταν συγκριτικά μεγαλύτερος από τον αριθμό των ταξιανθιών των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος ($P < 0.05$ μεταξύ 16/2/2018 – 24/3/2018). Τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula angustifolia* δεν άνθισαν σε όλη τη διάρκεια του πειράματος (**Πίνακας 18, Σχήμα 25**).

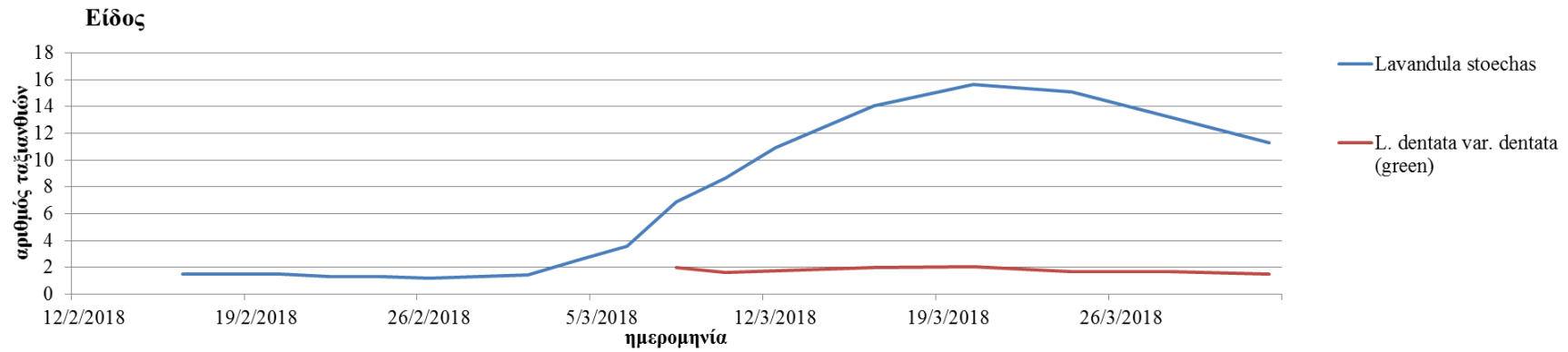
Όσον αφορά τον αριθμό των ταξιανθιών των φυτών, σε σχέση με την αλατότητα, παρατηρείται ότι ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών στα είδη *Lavandula dentata* var. *dentata* και *Lavandula stoechas* επηρεάστηκε από τις 28/3/2018 έως τη λήξη του πειράματος (1/4/2018). Παρατηρείται ότι ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata* και *Lavandula stoechas* επηρεάστηκε περισσότερο από τις υψηλές συγκεντρώσεις αλατότητας (100 και 200 mM) και λιγότερο από τις χαμηλές συγκεντρώσεις αλατότητας (25 και 50 mM) (**Πίνακας 18, Σχήμα 26**).

Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι επηρέασε τον αριθμό των ταξιανθιών των φυτών προς το τέλος του πειράματος συγκεκριμένα από 28/3/2018 έως και 1/4/2018 όπου ήταν η τελευταία μέτρηση που πάρθηκε. Ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* στις 28/3/2018 μειώθηκε σημαντικά κατά την εφαρμογή 100 mM και 200 mM, ενώ ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* δεν επηρεάστηκε από τις διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας (25, 50, 100 και 200 mM). Ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* δεν επηρεάστηκε σημαντικά στα 25 mM NaCl (**Πίνακας 18, Σχήμα 27**).

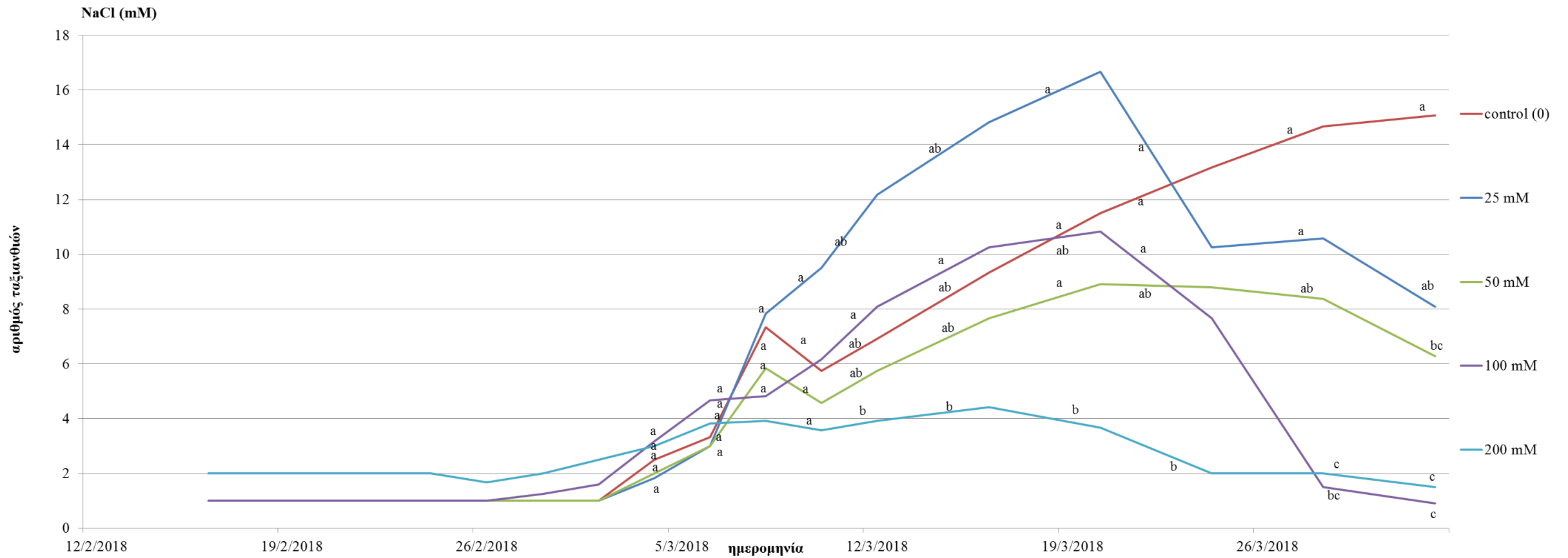
Πίνακας 17: Ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E). Τα είδη *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula angustifolia*, δεν άνθισαν.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ		12/2/2018	14/2/2018	16/2/2018	18/2/2018	20/2/2018	22/2/2018	24/2/2018	26/2/2018	28/2/2018	2/3/2018	4/3/2018	6/3/2018	8/3/2018	10/3/2018	12/3/2018	16/3/2018	20/3/2018	24/3/2018	28/3/2018	1/4/2018	
Είδος																						
<i>Lavandula angustifolia</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lavandula stoechas</i>		-	-	1,500	1,500	1,500	1,333	1,333	1,167±0,527	1,313±0,222	1,420±0,214	2,500±0,204	3,567±0,342	6,900±0,538	8,633±0,723	10,900±0,933	14,033±1,264	15,667±1,417	15,067±1,337	13,167±1,181	11,267±1,133	
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,000±2,084	1,625±1,714	1,750±2,212	2,000±2,997	2,042±3,267	1,683±2,354	1,683±2,011	1,483±1,929	
Συγκέντρωση NaCl (mM)																						
control (0)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000±0,683	2,500±0,456a	3,333±0,764a	7,333±1,203a	5,750±1,616a	6,917±2,086ab	9,333±2,826ab	11,500±3,169a	13,167±5,892a	14,667±2,287a	15,083±2,194a	
25 mM		-	-	-	-	-	-	-	1,000±1,155	1,000±0,443	1,000±0,483	1,833±0,456a	3,000±0,764a	7,833±1,203a	9,500±1,616a	12,167±2,086a	14,833±2,826a	16,667±3,169a	10,250±2,990a	10,583±2,641a	8,083±2,533ab	
50 mM		-	-	-	-	-	1,000	1,000±1,414	1,000±1,155	1,000±0,627	1,000±0,483	2,000±0,456a	3,000±0,764a	5,833±1,203a	4,583±1,616a	5,750±2,086ab	7,667±2,826ab	8,917±2,745ab	8,792±2,364a	8,375±2,088ab	6,292±2,003bc	
100 mM		-	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000±1,414	1,000±1,155	1,250±0,313	1,600±0,306	3,167±0,456a	4,667±0,764a	4,833±1,592a	6,167±2,138a	8,083±2,759ab	10,250±3,739ab	10,833±4,193a	7,667±2,990ab	1,500±2,287c	0,917±2,194c	
200 mM		-	-	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000±1,000	1,667±0,667	2,000±0,313	2,500±0,342	3,000±0,456a	3,833±0,764a	3,917±1,592a	3,583±2,138a	3,917±2,759b	4,417±3,739b	3,667±4,193b	2,000±3,955b	2,000±3,494bc	1,500±3,351c	
Αλληλεπίδραση																						
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	100 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000±0,683	2,500±0,456	3,333±0,764	7,333±1,203	10,000±1,616	12,333±2,086	17,167±2,826	21,500±3,169	24,667±2,990	27,333±2,641a	28,167±2,533a	
	25 mM	-	-	-	-	-	-	-	1,000±1,155	1,000±0,443	1,000±0,483	1,833±0,456	3,000±0,764	7,833±1,203	9,500±1,616	12,167±2,086	14,833±2,826	16,667±3,169	19,500±2,990	20,167±2,641a	15,167±2,533b	
	50 mM	-	-	-	-	-	1,000	1,000±1,414	1,000±1,155	1,000±0,627	1,000±0,483	2,000±0,456	3,000±0,764	5,833±1,203	8,167±1,616	10,000±2,086	13,833±2,826	16,167±3,169	16,833±2,990	16,000±2,641ab	11,833±2,533bc	
	100 mM	-	-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000±1,414	1,000±1,155	1,250±0,313	1,600±0,306	3,167±0,456	4,667±0,764	8,667±1,203	11,333±1,616	15,167±2,086	19,500±2,826	20,667±3,169	14,333±2,990	2,333±2,641c	1,167±2,533c	
	200 mM	-	-	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000±1,000	1,667±0,667	2,000±0,313	2,500±0,342	3,000±0,456	3,833±0,764	4,833±1,203	4,167±1,616	4,833±2,086	4,833±2,826	3,333±3,169	1,155±2,990	6,661±2,641c	9,326±2,533c	
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	100 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500±2,799	1,500±3,613	1,500±4,895	1,500±5,489	1,667±4,228	2,000±3,735bc	2,000±3,583bc	
	25 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000±5,179	1,000±4,574bc	1,000±4,388bc	
	50 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000±2,799	1,500±3,613	1,500±4,895	1,667±4,482	0,750±3,662	0,750±3,234c	0,750±3,103c	
	100 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000±2,947	1,000±3,958	1,000±5,109	1,000±6,922	1,000±7,763	1,000±5,179	0,667±3,735bc	0,667±3,583bc	
	200 mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,000±2,947	3,000±3,958	3,000±5,109	4,000±6,922	4,000±7,763	4,000±7,324	4,000±6,469abc	3,000±6,205bc	
F_{είδους}													4,453/ 0,045*	12,848/ 0,001*	13,043/ 0,001*	12,751/ 0,001*	13,569/ 0,001*	24,434/ 0,000*	24,240/ 0,000	19,120/ 0,000		
F_{NaCl}								0,250/ 0,816	0,167/ 0,911	1,678/ 0,258	2,686/ 0,101	1,671/ 0,188	0,848/ 0,508	0,429/ 0,787	0,344/ 0,846	0,444/ 0,776	0,404/ 0,804	0,638/ 0,640	1,519/ 0,220	5,128/ 0,003	6,064/ 0,001	
F_{άλληλ.}													1,679/0,207	0,895/0,456	0,923/ 0,443	1,131/ 0,354	1,468/0,245	2,143/0,098	5,243/ 0,002*	5,603/ 0,001*		

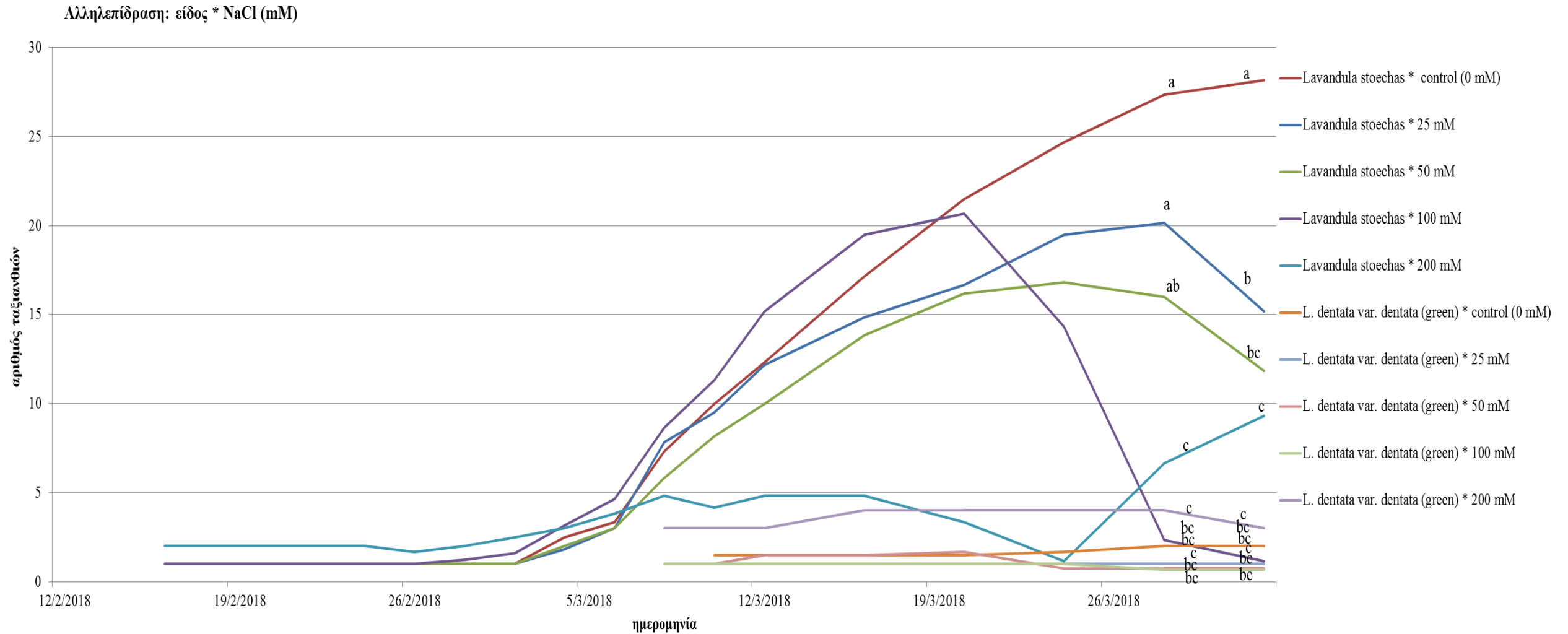
*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$.



Σχήμα 25: Ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018). Τα είδη *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, δεν άνθισαν.



Σχήμα 26 : Ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018). Τα είδη *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, δεν άνθισαν.



Σχήμα 27: Ο αριθμός των ταξιανθιών των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018). Τα είδη *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, δεν άνθισαν.

4.8 Μήκος ποδίσκου

Το μήκος του ποδίσκου των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* ήταν μεγαλύτερο συγκριτικά με το μήκος του ποδίσκου των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula angustifolia* δεν άνθισαν σε όλη τη διάρκεια του πειράματος και έτσι δεν ήταν δυνατό να μετρηθεί το μήκος του ποδίσκου της ταξιανθίας (**Πίνακας 18, Σχήμα 28**).

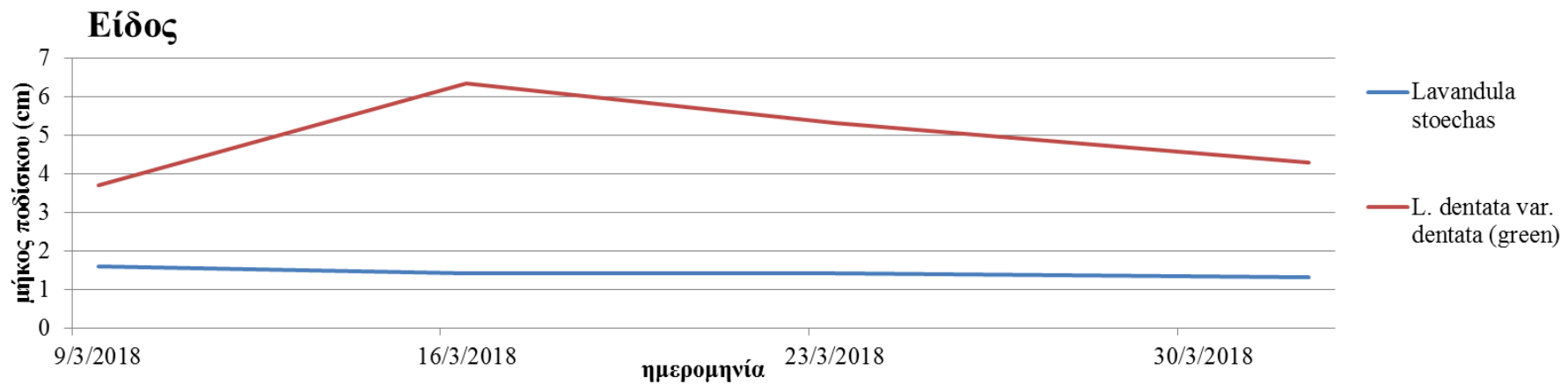
Όσον αφορά το μήκος του ποδίσκου των φυτών, σε σχέση με την αλατότητα, παρατηρείται ότι το μήκος του ποδίσκου των φυτών στα είδη *Lavandula dentata* var. *dentata* και *Lavandula stoechas* επηρεάστηκε από τις 16/3/2018 έως τη λήξη του πειράματος (1/4/2018). Παρατηρείται ότι το μήκος του ποδίσκου των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata* και *Lavandula stoechas* επηρεάστηκε από όλες τις συγκεντρώσεις αλατότητας περισσότερο όμως στις συγκεντρώσεις αλατότητας 50 mM και 100 mM (**Πίνακας 18, Σχήμα 29**).

Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι επηρέασε το μήκος του ποδίσκου των φυτών προς το τέλος του πειράματος συγκεκριμένα από 16/3/2018 έως και 1/4/2018 όπου ήταν η τελευταία μέτρηση που άρθηκε. Από τις 16/3/2018 έως και τις 23/3/2018 το μήκος του ποδίσκου των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* μειώθηκε σημαντικά σε όλες τις συγκεντρώσεις NaCl ενώ στις 1/4/2018 μειώθηκε σημαντικά στις υψηλές συγκεντρώσεις (100-200 mM). Αντίθετα το μήκος του ποδίσκου των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* μειώθηκε σημαντικά σε όλες τις συγκεντρώσεις NaCl σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Επίσης το μήκος του ποδίσκου της ταξιανθίας του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* ήταν σημαντικά μεγαλύτερο του αντίστοιχου μήκους του ποδίσκου των ταξιανθιών του είδους *Lavandula stoechas* (**Πίνακας 18, Σχήμα 30**).

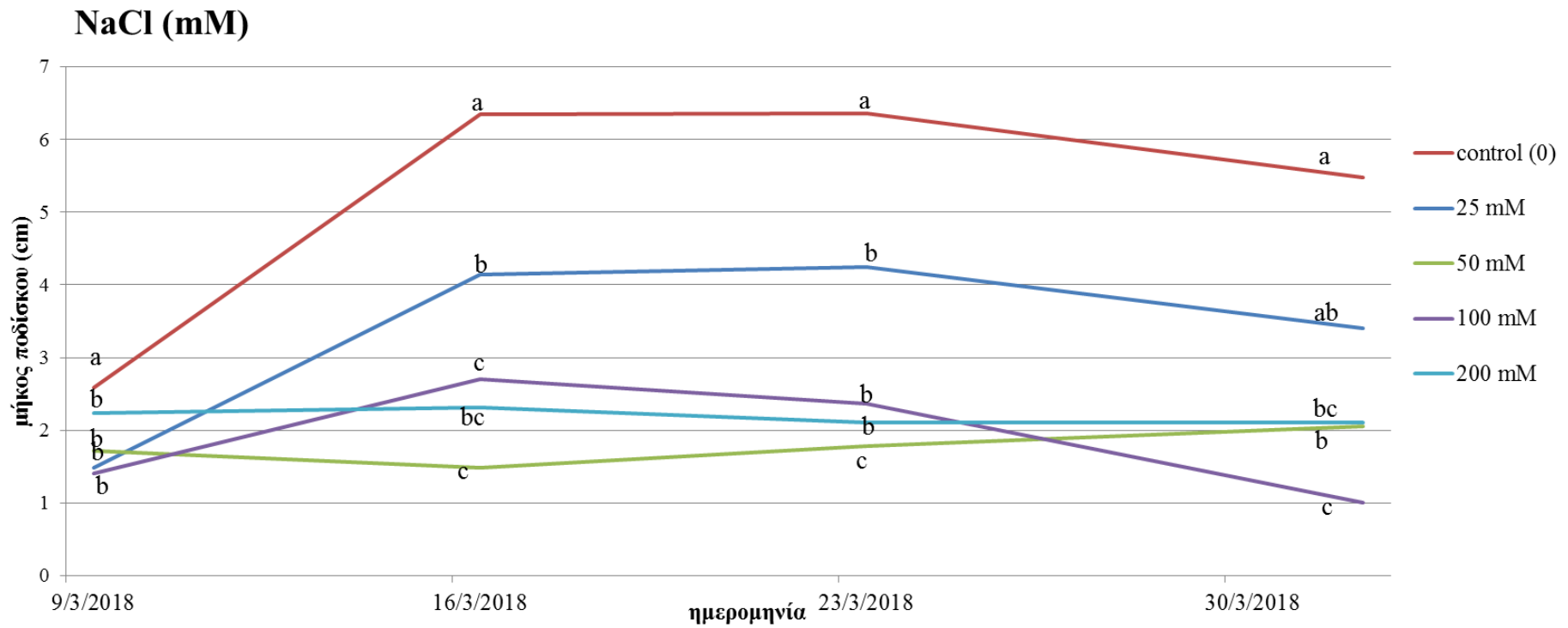
Πίνακας 18: Το μήκος του ποδίσκου των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).

ΕΠΙΜΒΑΣΕΙΣ		9/3/2018	16/3/2018	23/3/2018	1/4/2018
Είδος					
<i>Lavandula angustifolia</i>		-	-	-	-
<i>Lavandula stoechas</i>		1,590±0,074	1,410±0,059	1,433±0,057	1,327±0,132
<i>L. dentata</i> var <i>candicans</i> (grey)		-	-	-	-
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)		3,700±0,285	6,362±0,141	5,310±0,124	4,293±0,229
Συγκέντρωση NaCl (mM)					
control (0)		2,583±0,165a	6,342±0,175a	6,358±0,167a	5,483±0,392a
25 mM		1,483±0,165b	4,142±0,175b	4,242±0,167b	3,408±0,256ab
50 mM		1,717±0,165b	1,483±0,133c	1,783±0,167c	2,058±0,256b
100 mM		1,400±0,165b	2,708±0,133bc	2,367±0,126b	1,000±0,256c
200 mM		2,233±0,165b	2,317±0,133bc	2,108±0,126b	2,100±0,296bc
Άλληλεπίδραση					
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	-	-	-	-
	25 mM	-	-	-	-
	50 mM	-	-	-	-
	100 mM	-	-	-	-
	200 mM	-	-	-	-
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	2,583±,1650	2,783±0,133d	2,917±0,126de	3,067±0,296cd
	25 mM	1,483±0,165	1,483±0,133e	1,483±0,126f	1,717±0,296d
	50 mM	1,717±0,165	1,483±0,133e	1,567±0,126f	1,683±0,296d
	100 mM	1,400±0,165	1,017±0,133e	1,083±0,126f	0,167±0,296ef
	200 mM	0,767±0,165	0,283±0,133f	0,117±0,126g	2,665±0,296f
<i>L. dentata</i> var <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	-	-	-	-
	25 mM	-	-	-	-
	50 mM	-	-	-	-
	100 mM	-	-	-	-
	200 mM	-	-	-	-
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)		9,900±0,325a	9,800±0,310a	7,900±0,725a
	25 mM		6,800±0,325b	7,000±0,310b	5,100±0,419ab
	50 mM		0,000±0,000abcdef	2,000±0,310ef	2,433±0,419cd
	100 mM		4,400±0,230c	3,650±0,219cd	1,833±0,419de
	200 mM	3,700±0,285	4,350±0,230c	4,100±0,219c	4,200±0,513bc
F_{ειδους}		79,176/0,000*	1022,677/ 0,000	809,832/ 0,000	125,606/ 0,000
F_{NaCl}		15,902/ 0,000*	97,929/ 0,000	145,690/ 0,000	27,416/ 0,000
F_{αλληλ.}			26,910/0,000*	59,124/ 0,000*	8,524/ 0,000*

*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$.

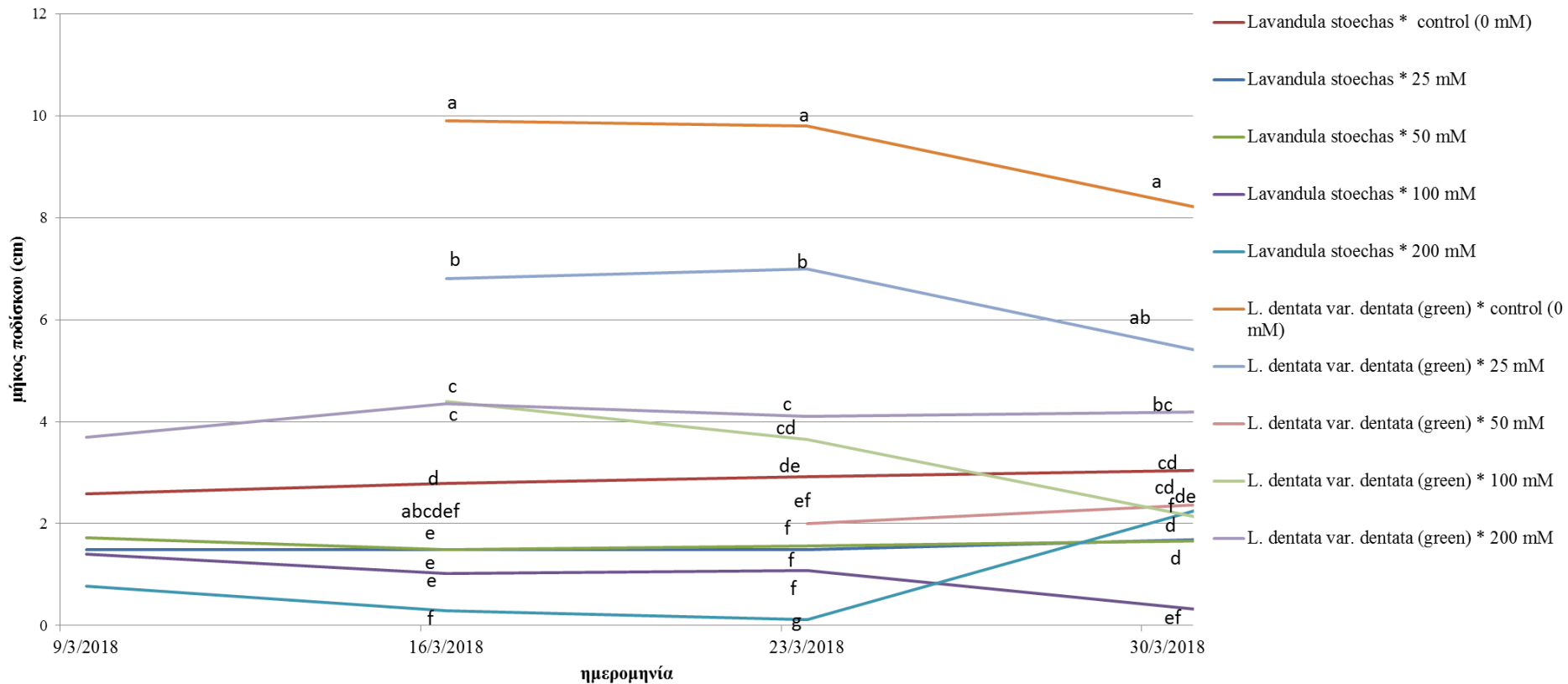


Σχήμα 28: Το μήκος του ποδίσκου των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 29: Το μήκος του ποδίσκου των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).

Αλληλεπίδραση: είδος * NaCl (mM)



Σχήμα 30: Το μήκος του ποδίσκου των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018).

4.9 Μήκος ταξιανθίας

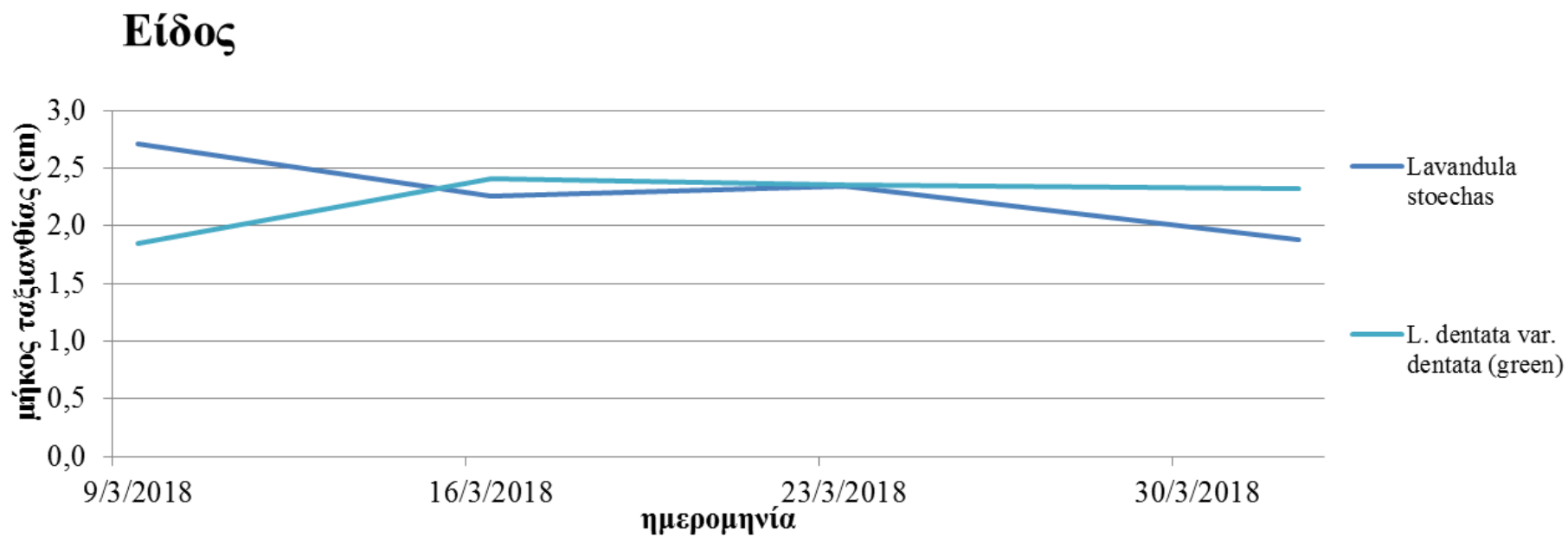
Το μήκος ταξιανθίας των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* δεν διαφέρει σημαντικά από το αντίστοιχο μήκος της ταξιανθίας των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* (Πίνακας 19, Σχήμα 31), (Παράρτημα I, Εικόνα 5).

Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι επηρέασε το μήκος της ταξιανθίας των φυτών προς το τέλος του πειράματος συγκεκριμένα από 16/3/2018 έως και 1/4/2018 όπου ήταν η τελευταία μέτρηση που πάρθηκε. Το μήκος της ταξιανθίας των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* μειώθηκε σημαντικά στις υψηλότερες συγκεντρώσεις των 100 και 200 mM. Αντίθετα το μήκος της ταξιανθίας των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τις διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας (Πίνακας 19, Σχήματα 32, 33).

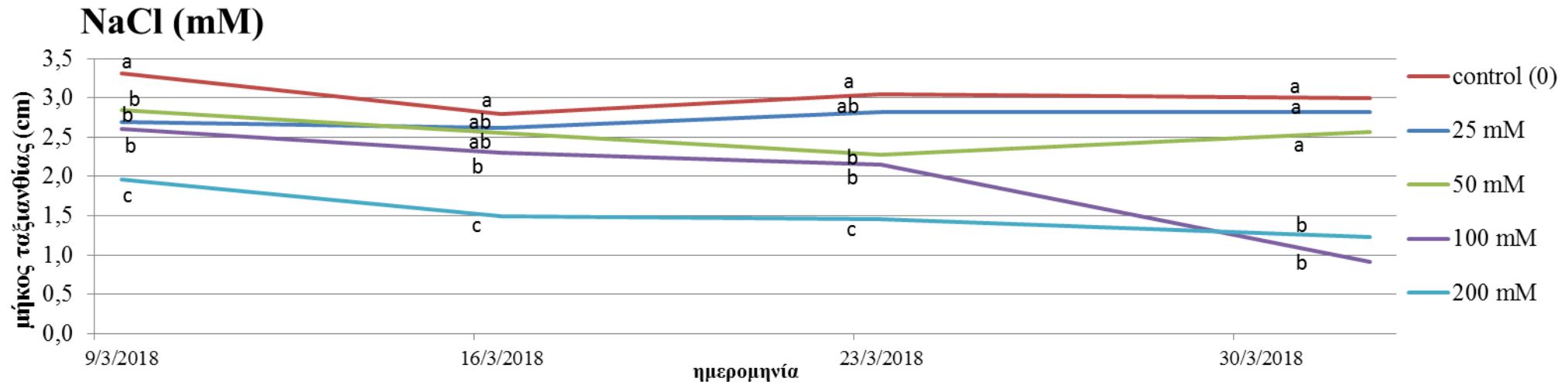
Πίνακας 19: Το μήκος της ταξιανθίας των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ		9/3/2018	16/3/2018	23/3/2018	1/4/2018
Είδος					
<i>Lavandula angustifolia</i>		-	-	-	-
<i>Lavandula stoechas</i>		2,710±0,41	2,260±0,088	2,343±0,085	1,883±0,101
<i>L. dentata</i> var <i>candicans</i> (grey)		-	-	-	-
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)		1,850± 0,158	2,412±0,209	2,360±0,187	2,323±0,175
Συγκέντρωση NaCl (mM)					
control (0)		3,317±0,091a	2,792±0,261a	3,050±0,253a	2,992±0,299a
25 mM		2,700± 0,091b	2,617±0,261ab	2,825± 0,253ab	2,817± 0,196a
50 mM		2,850± 0,091b	2,550±0,197ab	2,275± 0,253b	2,567±0,196a
100 mM		2,600± 0,091b	2,300±0,197b	2,150±0,191b	0,917± 0,196b
200 mM		1,967± 0,091c	1,492±0,197c	1,458±0,191c	1,225± 0,226b
Άλληλεπίδραση					
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	-	-	-	-
	25 mM	-	-	-	-
	50 mM	-	-	-	-
	100 mM	-	-	-	-
	200 mM	-	-	-	-
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	3,317±0,091	3,183± 0,197a	3,500±0,191a	3,483± 0,226a
	25 mM	2,700± 0,09	2,533±0,197ab	2,850±0,191ab	2,767±0,226ab
	50 mM	2,850± 0,091	2,550±0,197ab	2,650±0,191ab	2,867± 0,226a
	100 mM	2,600± 0,091	2,200±0,197b	2,200±0,191b	0,300±0,226cd
	200 mM	2,083± 0,09	0,833±0,197c	0,517±0,191c	8,882±0,226d
<i>L. dentata</i> var <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	-	-	-	-
	25 mM	-	-	-	-
	50 mM	-	-	-	-
	100 mM	-	-	-	-
	200 mM	-	-	-	-
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)		2,400±0,483abc	2,600±0,468ab	2,500±0,555ab
	25 mM		2,700±0,483ab	2,800±0,468ab	2,867± 0,320ab
	50 mM		0,000±0,000abc	1,900±0,468abc	2,267±0,320ab
	100 mM		2,400±0,341ab	2,100±0,331b	1,533± 0,320bc
	200 mM	1,850± 0,158	2,150± 0,341abc	2,400±0,331ab	2,450± 0,392ab
F_{ειδους}		1,638/ 0,212	0,948/ 0,339	0,007/ 0,936	4,722/ 0,037
F_{NaCl}		23,838/ 0,000*	5,892/ 0,002	8,140/ 0,000	19,699/ 0,000
F_{αλληλ.}			3,665/0,025*	7,126/ 0,000*	9,271/ 0,000*

*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$.

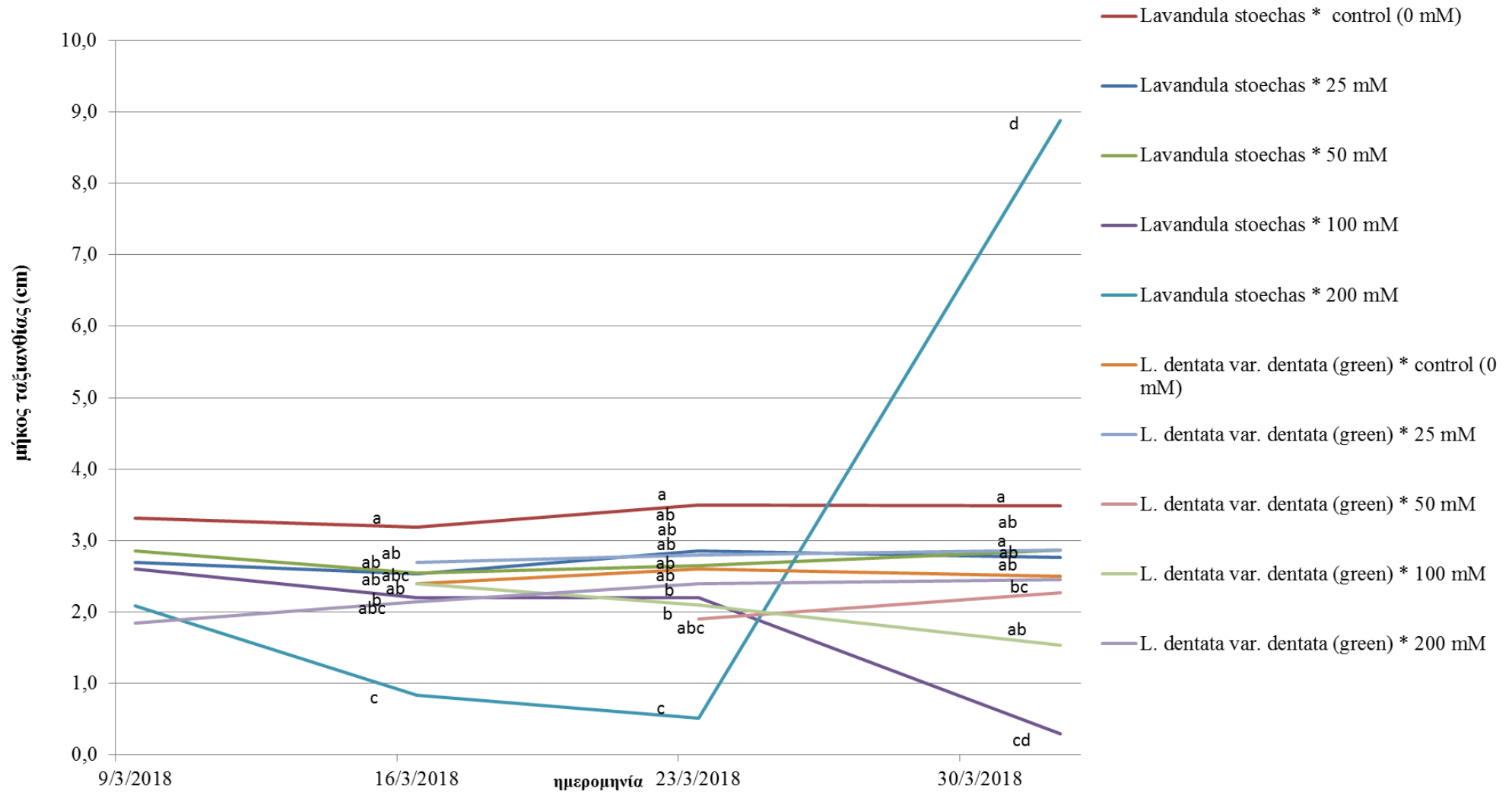


Σχήμα 31: Το μήκος της ταξιανθίας των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 32: Το μήκος της ταξιανθίας των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).

Αλληλεπίδραση: είδος * NaCl (mM)



Σχήμα 33: Το μήκος της ταξιανθίας των φυτών των ειδών *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018).

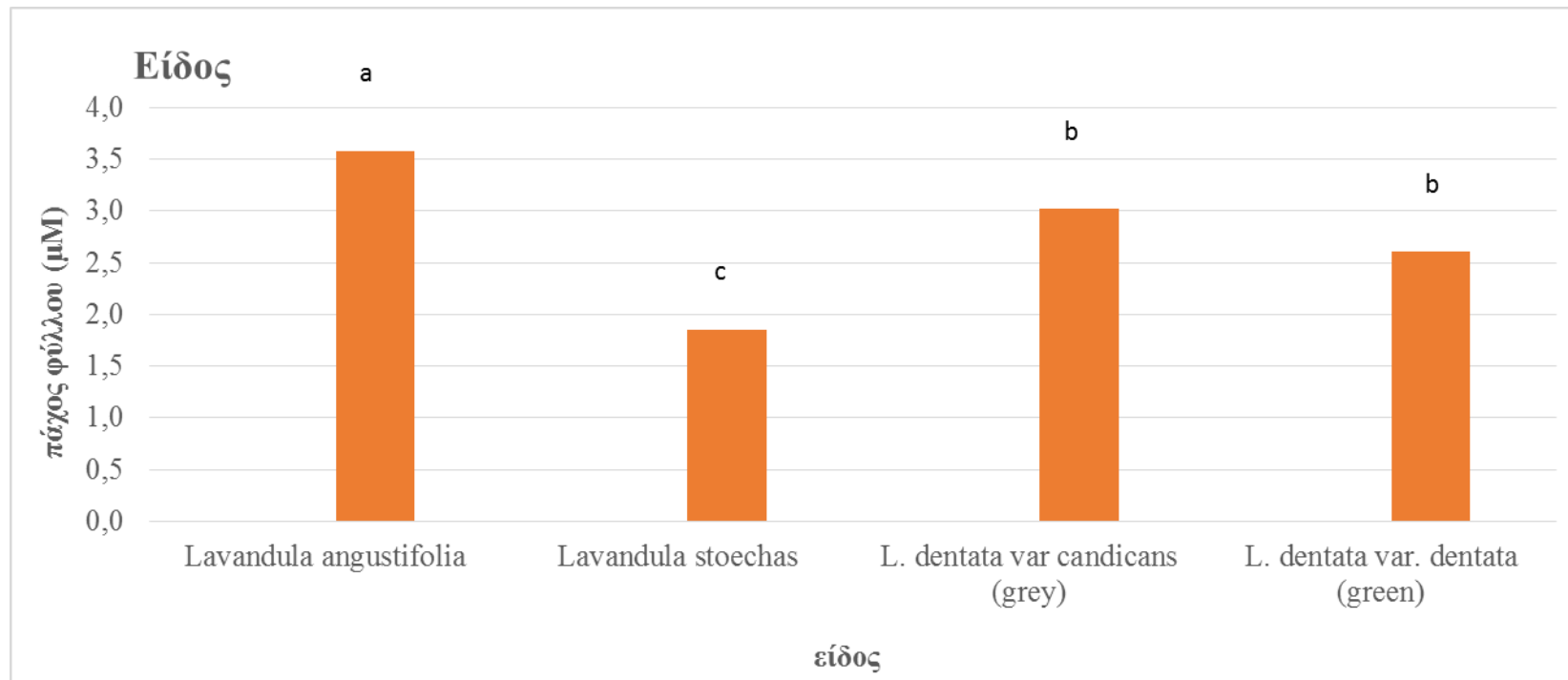
4.10 Πάχος φύλλου

Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι επηρέασε το πάχος του φύλλου των φυτών (**Πίνακας 20, Σχήμα 36**). Το μικρότερο πάχος φύλλων ανέπτυξε το είδος *Lavandula stoechas* στα 200 mM το οποίο ήταν σημαντικά μικρότερο από τα αντίστοιχα πάχη φύλλων των ειδών *Lavandula angustifolia*, *Lavandula dentata* var. *candicans*. Τα είδη *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *candicans* δεν επηρεάστηκαν από τις διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας. Στο είδος *Lavandula dentata* var. *dentata* το πάχος των φύλλων στα 25 και 50 mM ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από το αντίστοιχο πάχος των φύλλων στα 100 mM ενώ στο είδος *Lavandula angustifolia* το πάχος των φύλλων στα 50 mM ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από το αντίστοιχο πάχος των φύλλων μόνο στα 200 mM. Το είδος *Lavandula angustifolia* στα 50 mM παρουσίασε το μεγαλύτερο πάχος φύλλων το οποίο ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από το πάχος φύλλων στα είδη *Lavandula stoechas* σε όλες τις συγκεντρώσεις και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε όλες τις συγκεντρώσεις με εξαίρεση την συγκέντρωση των 25 mM, *Lavandula dentata* var. *candicans* όλες τις συγκεντρώσεις με εξαίρεση την συγκέντρωση των 100 και 200 mM και *Lavandula angustifolia* των 200 mM (**Πίνακας 20, Σχήματα 34, 35**).

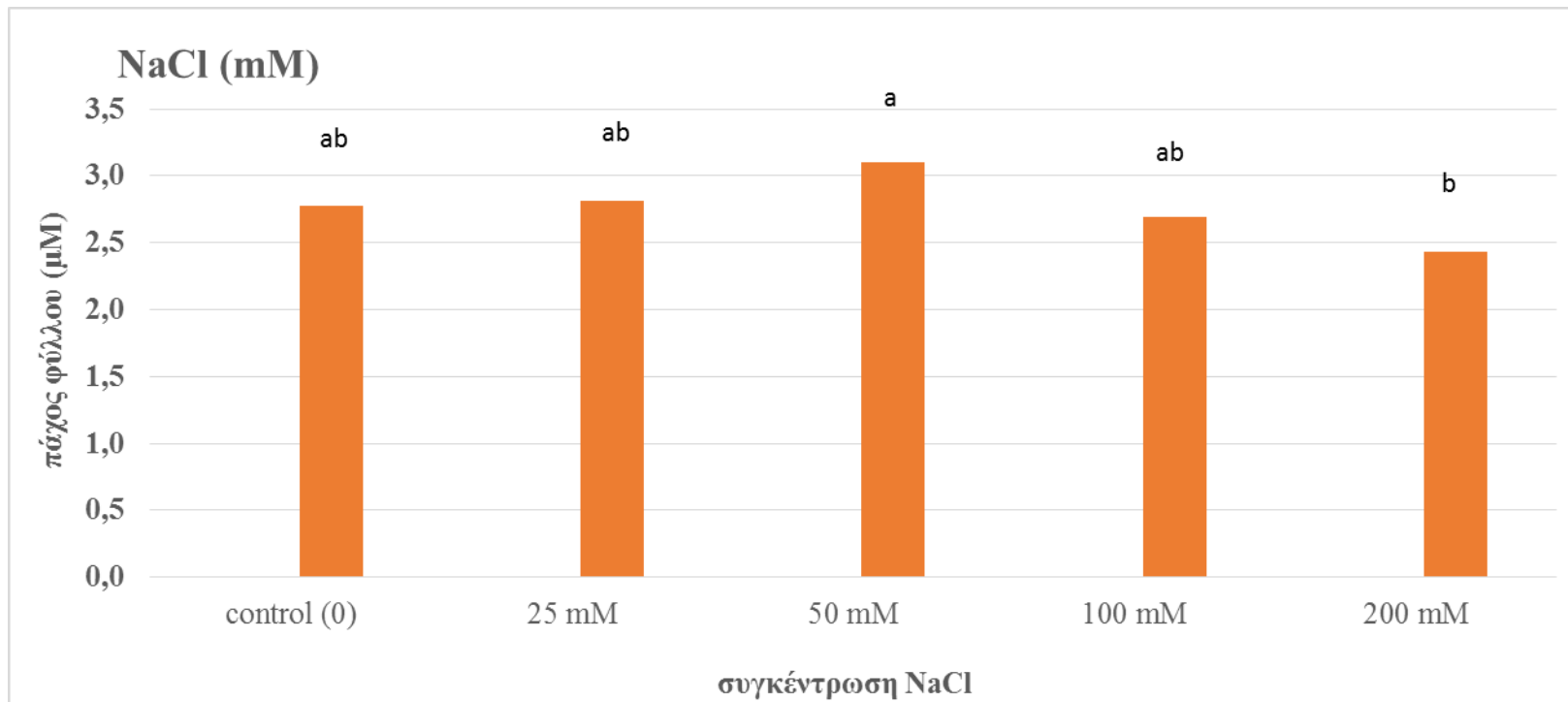
Πίνακας 19: Το πάχος του φύλλου των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E). Το πάχος φύλλου εκφράστηκε σε μm ενώ οι τιμές που πάρθηκαν είναι x100.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ		ΠΑΧΟΣ ΦΥΛΛΟΥ
Είδος		
<i>Lavandula angustifolia</i>		3,573±0,131a
<i>Lavandula stoechas</i>		1,850±0,131c
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey)		3,020±0,131b
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)		2,610±0,131b
Συγκέντρωση NaCl (mM)		
control (0)		2,771±0,147ab
25 mM		2,817±0,147ab
50 mM		3,104±0,147a
100 mM		2,696±0,147ab
200 mM		2,429±0,147b
Αλληλεπίδραση		
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	3,300±0,293abcd
	25 mM	3,450±0,293abc
	50 mM	4,633±0,293a
	100 mM	3,733±0,293ab
	200 mM	2,750±0,293bcde
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	2,150±0,293cdef
	25 mM	1,917±0,293def
	50 mM	1,833±0,293def
	100 mM	2,250±0,293bcdef
	200 mM	1,100±0,293f
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	2,800±0,293bcd
	25 mM	2,767±0,293bcde
	50 mM	2,900±0,293bcde
	100 mM	3,317±0,293abcd
	200 mM	3,317±0,293abcd
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)	2,833±0,293bcde
	25 mM	3,133±0,293abcd
	50 mM	3,050±0,293bcd
	100 mM	1,483±0,293ef
	200 mM	2,550±0,293bcdef
F_{ειδους}		30,576/ 0.000
F_{NaCl}		2,733/0,033
F_{αλληλ.}		3,761/0,000*

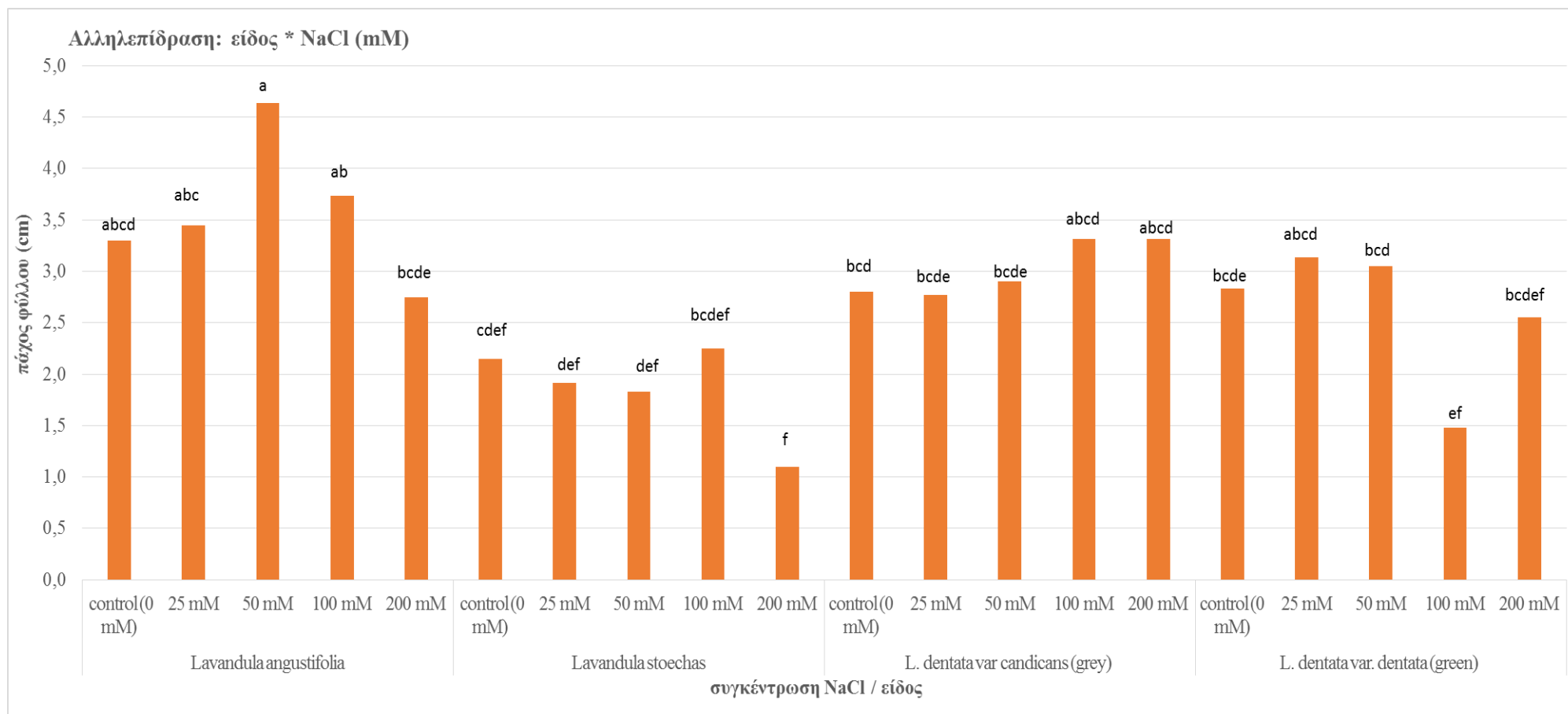
*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$.



Σχήμα 34: Η μεταβολή του πάχους των φύλλων των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candidans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 35: Η μεταβολή του πάχους των φύλλων των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 36 : Η μεταβολή του πάχους των φύλλων των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candidans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018).

4.11 Μέγιστη απόδοση του φωτοσυστήματος II (Fv/Fm)

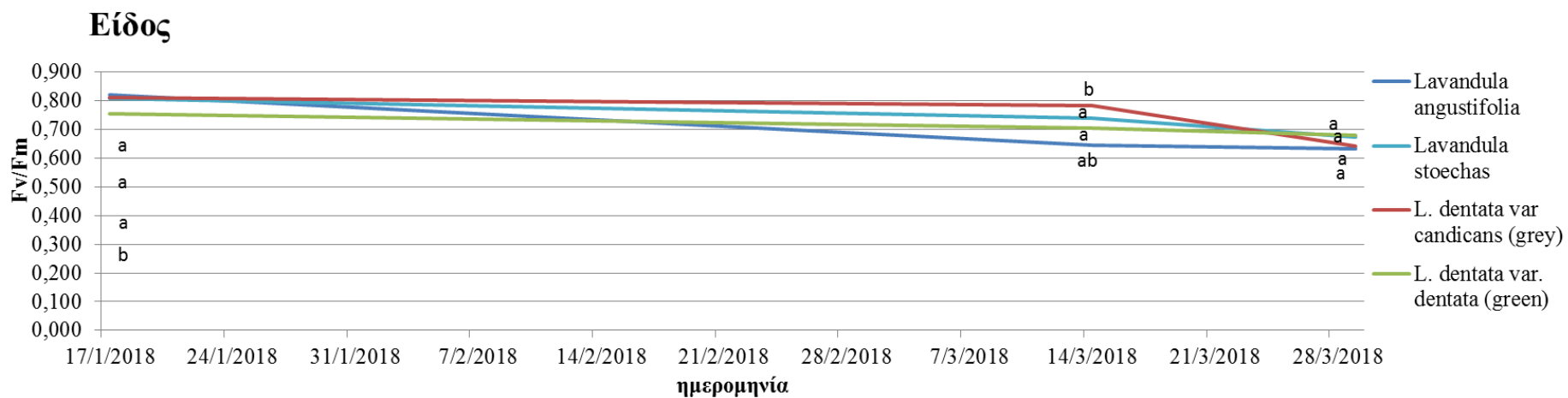
Στις 17/1/2018 όπου έγινε η πρώτη μέτρηση της μέγιστης απόδοσης του φωτοσυστήματος II των φυτών, το είδος *Lavandula dentata* var. *dentata* παρουσίασε σημαντικά μικρότερη τιμή συγκριτικά με τα υπόλοιπα είδη ανεξάρτητα των διαφορετικών συγκεντρώσεων αλατότητας (**Πίνακας 20, Σχήμα 37**). Στις 29/3/2018 παρατηρείται ότι η τιμή του λόγου Fv/Fm των φυτών δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των διαφόρων ειδών στις συγκεντρώσεις των 0, 25 και 50 mM NaCl (**Πίνακας 20, Σχήμα 38**).

Η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (είδος λεβάντας και αλατότητα) παρατηρείται ότι επηρέασε στατιστικά σημαντικά το λόγο Fv/Fm των φυτών. Η τιμή του λόγου Fv/Fm των φυτών επηρεάστηκε μόνο στις δύο (2) μετρήσεις (14/3/2018 και 29/3/2018). Στις 14/3/2018 παρατηρείται ότι η τιμή του λόγου Fv/Fm των φυτών επηρεάστηκε μόνο στο είδος *Lavandula angustifolia* καθώς μειώθηκε στα 200 mM συγκέντρωσης αλατότητας. Ακόμη στις 29/3/2018 παρατηρείται ότι η τιμή του λόγου Fv/Fm των φυτών μειώθηκε σημαντικά στις υψηλότερες συγκεντρώσεις αλατότητας (100 και 200 mM) στα είδη *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata*. Επίσης στα 200 mM στο είδος *Lavandula dentata* var. *candicans* παρατηρείται ότι η τιμή του λόγου Fv/Fm των φυτών μειώθηκε στις συγκεντρώσεις αλατότητας (25, 100 και 200 mM) ενώ στην συγκέντρωση των 50 mM η τιμή του λόγου Fv/Fm παρέμεινε ίδια (**Πίνακας 20, Σχήμα 39**).

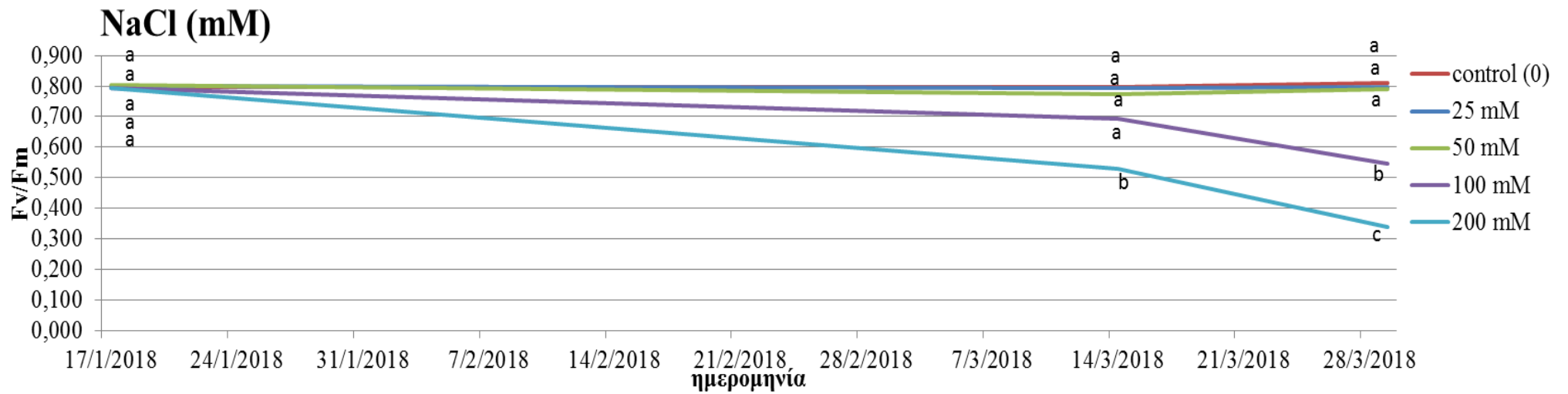
Πίνακας 20: Ο λόγος Fv/Fm των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις NaCl (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος–Απρίλιος 2018), (mean ± S.E).

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ		17/1/2018	14/3/2018	29/3/2018
Είδος				
<i>Lavandula angustifolia</i>		0,821±0,007a	0,645±0,025b	0,632±0,034a
<i>Lavandula stoechas</i>		0,807±0,007a	0,738±0,025a	0,673±0,034a
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey)		0,810±0,007a	0,782±0,025a	0,643±0,034a
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green)		0,755±0,007b	0,704±0,025a b	0,679±0,034a
Συγκέντρωση NaCl (mM)				
control (0)		0,796±0,008a	0,798±0,028a	0,812±0,038a
25 mM		0,800±0,008a	0,792±0,028a	0,796±0,038a
50 mM		0,805±0,008a	0,775±0,028a	0,791±0,038a
100 mM		0,795±0,008a	0,694±0,028a	0,547±0,039b
200 mM		0,795±0,008a	0,528±0,028b	0,340±0,038c
Αλληλεπίδραση				
<i>Lavandula angustifolia</i> *	control (0 mM)	0,796±0,015	0,788±0,056a	0,821±0,075a
	25 mM	0,848±0,015	0,816±0,056a	0,833±0,075a
	50 mM	0,823±0,015	0,789±0,056a	0,794±0,075a
	100 mM	0,810±0,015	0,674±0,056a	0,500±0,075abc
	200 mM	0,830±0,015	0,160±0,056b	0,215±0,075bc
<i>Lavandula stoechas</i> *	control (0 mM)	0,803±0,015	0,815±0,056a	0,832±0,075a
	25 mM	0,811±0,015	0,790±0,056a	0,798±0,075a
	50 mM	0,826±0,015	0,797±0,056a	0,775±0,075a
	100 mM	0,804±0,015	0,723±0,056a	0,470±0,075abc
	200 mM	0,791±0,015	0,566±0,056a	0,493±0,075abc
<i>L. dentata</i> var. <i>candicans</i> (grey) *	control (0 mM)	0,820±0,015	0,821±0,056a	0,807±0,075a
	25 mM	0,807±0,015	0,820±0,056a	0,821±0,075a
	50 mM	0,816±0,015	0,796±0,056a	0,828±0,075a
	100 mM	0,809±0,015	0,748±0,056a	0,631±0,075a
	200 mM	0,797±0,015	0,728±0,056a	0,130±0,075c
<i>L. dentata</i> var. <i>dentata</i> (green) *	control (0 mM)	0,767±0,015	0,770±0,056a	0,788±0,075a
	25 mM	0,733±0,015	0,743±0,056a	0,731±0,075a
	50 mM	0,757±0,015	0,717±0,056a	0,767±0,075a
	100 mM	0,757±0,015	0,632±0,056a	0,585±0,075ab
	200 mM	0,762±0,015	0,660±0,056a	0,523±0,075ab
F_{είδους}		19,181/ 0,000*	5,358/ 0,000	0,450/ 0,718
F_{NaCl}		0,352/0,842	16,579/0,000	30,580/ 0,000
F_{αλληλ.}		1,061/0,401	4,322/0,000*	1,959/0,036*

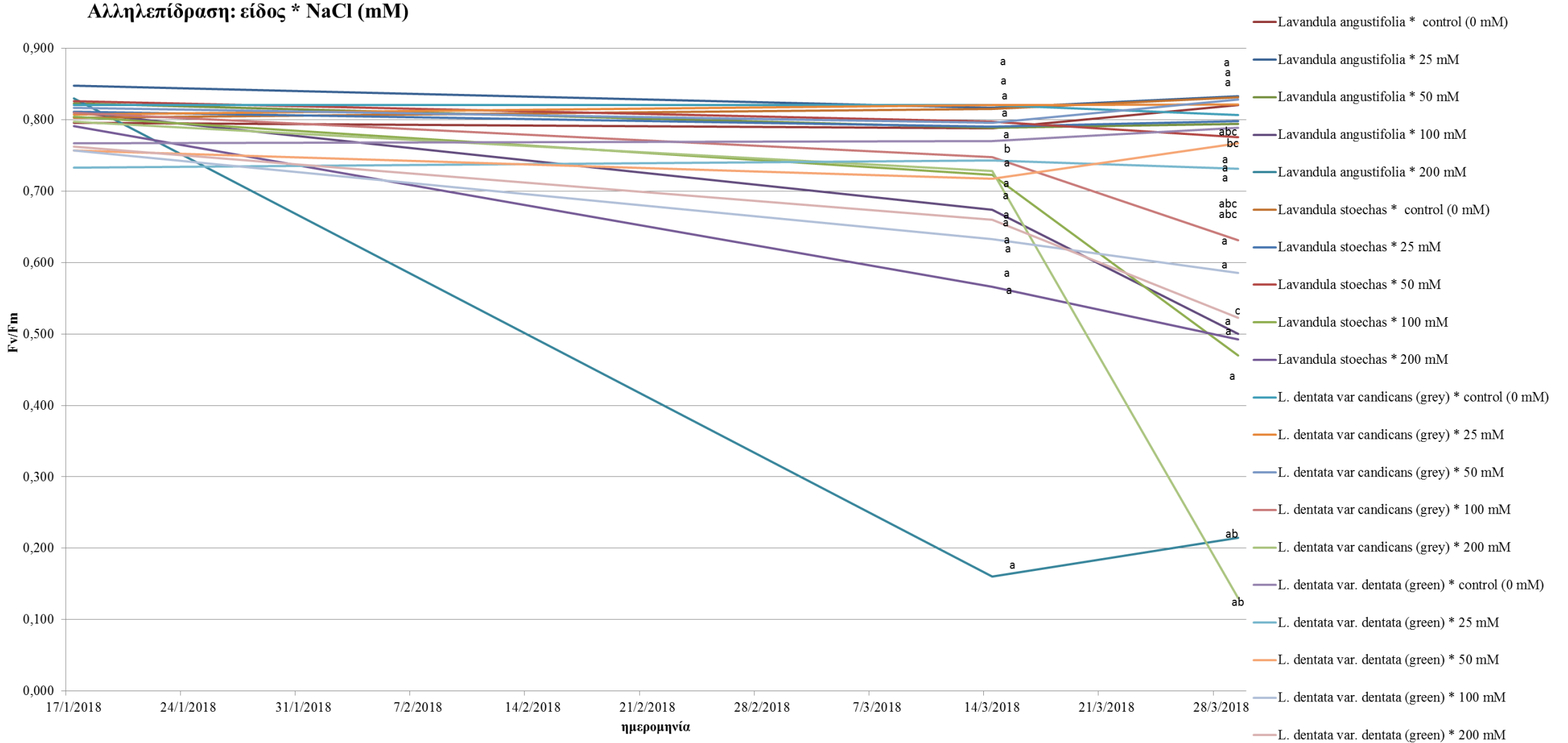
*: στατιστικά σημαντική διαφορά σε $P < 0,05$.



Σχήμα 37: Ο λόγος Fv/Fm των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 38: Ο λόγος Fv/Fm των φυτών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος-Απρίλιος 2018).



Σχήμα 39: Ο λόγος F_v/F_m των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* σε σχέση με τις συγκεντρώσεις αλατότητας (0, 25, 50, 100, 200 mM) κατά τη διάρκεια του πειράματος (Φεβρουάριος – Απρίλιος 2018).

5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα φυτά που υπόκεινται σε συνθήκες αλατότητας υφίστανται πολλές μεταβολικές διαταραχές προκειμένου να μειωθεί η ικανότητά τους να απορροφούν νερό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μεγάλες επιπτώσεις στο ρυθμό ανάπτυξής τους. Η μείωση της ανάπτυξης των φυτών οφείλεται στο χαμηλό οσμωτικό δυναμικό του εδάφους που οδηγεί σε μειωμένη πρόσληψη νερού, μειωμένη διαπνοή και κλείσιμο των στομάτων (Ben-Asher et al., 2006). Οι επιπτώσεις της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών συνδέεται με:

- Την επίδραση της αλατότητας στις ρίζες και τα στόματα των φυτών στη ροή του νερού (Said-Al Ahl and Mahmoud., 2010).
- Την ανισοροπία που προκαλείται στις ορμόνες του ριζικού συστήματος και του υπέργειου τμήματος των φυτών υπό συνθήκες αλατότητας (Said-Al Ahl and Mahmoud., 2010).
- Την αλλαγή που προκαλεί η αλατότητα στη δομή των χλωροπλαστών και των μιτοχονδρίων των φυτών (Said-Al Ahl and Mahmoud., 2010).
- Την αύξηση της αναπνοής και την μείωση των φωτοσυνθετικών προϊόντων των φυτών λόγω αλατότητας (Said-Al Ahl and Mahmoud., 2010).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά την ανάλυση βιομετρικών, φωτοσυνθετικών και μορφολογικών παραμέτρων διαπιστώθηκε η διαφορετική επίδραση της αλατότητας σε κάθε είδος.

Πιο συγκεκριμένα για κάθε είδος λεβάντας που χρησιμοποιήθηκε διαπιστώθηκαν τα κάτωθι:

5.1 Βιομετρικά χαρακτηριστικά

5.1.1 *Lavandula angustifolia*

Κατά την αξιολόγηση των βιομετρικών χαρακτηριστικών των φυτών του είδους *Lavandula angustifolia* παρατηρείται ότι τα φυτά που δέχθηκαν ριζοπότισμα με NaCl εμφάνισαν τη μεγαλύτερη καταπόνηση όπως αυτό διαπιστώνεται από το σημαντικό περιορισμό του ύψους, της διαμέτρου της κόμης, του δείκτη ανάπτυξης τους καθώς και του νωπού και ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματός και του ριζικού συστήματός τους σε σχέση με τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* (Παράρτημα I, Εικόνα 4). Γενικά μεγαλύτερη

καταπόνηση παρατηρείται στα φυτά ανεξάρτητα του είδους στις υψηλότερες συγκεντρώσεις NaCl (100 και 200 mM) σε αρχικό στάδιο του πειράματος.

5.1.2 *Lavandula dentata* var. *dentata*

Κατά την αξιολόγηση των βιομετρικών χαρακτηριστικών των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* παρατηρείται ότι τα φυτά που δέχθηκαν ριζοπότισμα με NaCl εμφάνισαν τη μικρότερη καταπόνηση του ύψους, της διαμέτρου της κόμης, του δείκτη ανάπτυξης τους καθώς και του νωπού βάρους του υπέργειου τμήματος και ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματός και του ριζικού συστήματός τους σε σχέση με τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula angustifolia*. (Παράρτημα I, Εικόνες 1-4).

Όσον αφορά την ανθοφορία των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* παρατηρείται ότι ο αριθμός των μπουμπουκιών και των ταξιανθιών ήταν μικρότερος από αυτόν των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* σε όλες τις συγκεντρώσεις NaCl με εξαίρεση τα 200 mM από το μέσο του πειράματος και μετά. Το μήκος της ταξιανθίας και του ποδίσκου μειώθηκε σημαντικά σε συγκεντρώσεις > 50 mM NaCl ωστόσο ήταν μεγαλύτερο συγκριτικά με αυτό των φυτών του είδους *Lavandula stoechas*. (Παράρτημα I, Εικόνα 5).

Στην παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε ότι τα φυτά του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* επηρεάστηκαν περισσότερο από τις υψηλότερες συγκεντρώσεις NaCl (100 και 200 mM) κοντά στο τέλος του πειράματος.

5.1.3 *Lavandula dentata* var. *candicans*

Κατά την αξιολόγηση των βιομετρικών χαρακτηριστικών των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* παρατηρείται ότι τα φυτά που δέχθηκαν ριζοπότισμα με NaCl εμφάνισαν μέτρια καταπόνηση όπως αυτό διαπιστώνεται από το περιορισμό του ύψους, της διαμέτρου της κόμης και του δείκτη ανάπτυξης τους σε σχέση με τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula dentata* var. *dentata*. Τα φυτά του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* είχαν παρόμοιο περιορισμό στο ύψος, στη μέση διάμετρο και στο δείκτη ανάπτυξης τους με τα φυτά του είδους *Lavandula stoechas*. Η διάμετρος κόμης των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* αρχικά είχε παρόμοια καταπόνηση με τα φυτά του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata*. Μεγαλύτερη καταπόνηση παρατηρείται στα φυτά του είδους *Lavandula*

dentata var. *candicans* στο ύψος και στο νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος στα 200 mM NaCl.

Όσον αφορά το νωπό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* ήταν μεγαλύτερο από τα φυτά των ειδών *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *dentata* και παρουσίασε άυξηση σε όλες στις συγκεντρώσεις αλατότητας (**Παράρτημα I, Εικόνες 1-4**).

5.1.4 *Lavandula stoechas*

Κατά την αξιολόγηση των βιομετρικών χαρακτηριστικών των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* παρατηρείται ότι τα φυτά που δέχθηκαν ριζοπότισμα με NaCl εμφάνισαν παρόμοια καταπόνηση με αυτή των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* όπως αυτό διαπιστώθηκε. Η καταπόνηση θεωρείται μέτρια όπως προκύπτει από τις μετρήσεις του ύψους, της διαμέτρου της κόμης και του δείκτη ανάπτυξης τους σε σχέση με τα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula angustifolia*. Το νωπό βάρος της ρίζας των φυτών *Lavandula stoechas* ήταν σημαντικά μικρότερο στη συγκέντρωση αλατότητας 200 mM σε σχέση με το νωπό βάρος της ρίζας των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans* ενώ το ξηρό βάρος της ρίζας των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* διαπιστώθηκε ότι ήταν παρόμοιο με αυτό των υπόλοιπων φυτικών ειδών στα 200 mM. Επίσης διαπιστώθηκε σημαντική μείωση του νωπού βάρους του υπέργειου και υπόγειου τμήματος των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* στη συγκέντρωση των 200 mM (**Παράρτημα I, Εικόνες 1-4**).

Όσον αφορά την ανθοφορία των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* παρατηρείται ότι ο αριθμός των μπουμπουκιών και των ταξιανθιών ήταν μεγαλύτερος από αυτόν των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* που επίσης άνθισε κατά την περίοδο του πειράματος. Το μήκος της ταξιανθίας και του ποδίσκου ήταν μεγαλύτερο συγκριτικά με αυτό των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata*.

Στην παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε ότι το είδος *Lavandula stoechas* επηρεάστηκε από τις διαφορετικές συγκεντρώσεις αλατότητας. Παρατηρήθηκε σημαντική καταπόνηση των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* στις υψηλές συγκεντρώσεις αλατότητας 100 mM και 200 mM ενώ μη σημαντική καταπόνηση παρατηρήθηκε στις μικρότερες συγκεντρώσεις 25 mM και 50 mM.

Η αναστολή της αύξησης των φυτών είναι ένα κοινό σύμπτωμα της καταπόνησης τους λόγω αλατότητας (Hendawy and Khalid., 2005). Οι Chrysargiris, Michailidi και Tzortzakis (2018) σε παρόμοιο πείραμα έδειξαν και αυτοί ότι η συγκέντρωση >50 mM NaCl μείωσε την ανάπτυξη και το βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών του είδους *Lavandula angustifolia*. Ακόμη το νωπό και το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών του είδους *Lavandula angustifolia* μειώθηκαν όπως διαπιστώθηκε και σε άλλες μελέτες που έγιναν στο βασιλικό (Tarchoune et al., 2010), στη λεβάντα και το θυμάρι (Cordovilla et al., 2014), στο χαμομήλι (Nasrin et al., 2012) και το μαϊντανό (Chondraki et al., 2012). Οι Hejazi Mehrizi et al. (2012) αναφέρουν ότι η συγκέντρωση 50 mM NaCl προκαλεί μόνο 7% μείωση στο ξηρό βάρος του υπέργειου και του ριζικού συστήματος στο δενδρολίβανο ενώ η ίδια συγκέντρωση προκαλεί 21% μείωση στο ξηρό βάρος του υπέργειου και του ριζικού συστήματος του είδους *Lavandula angustifolia*. Με αυτό τον τρόπο κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το είδος *Lavandula angustifolia* είναι λιγότερο ανθεκτικό στην αλατότητα από ότι το δενδρολίβανο. Παρόλα αυτά η Garcia-Caragros et al. (2017) αναφέρει ότι το είδος *Lavandula multifida* ανταποκρίνεται καλύτερα στην αλατότητα από ότι άλλα είδη της οικογένειας Lamiaceae. Ακόμη σύμφωνα με τους Manteghi Tafreshi, Abdossi και Delkhosh (2015) το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος και των φύλλων των φυτών του είδους *Lavandula officinalis* μειώθηκε δραστικά κάτω από συνθήκες αλατότητας (50, 100, 150 και 200 mM) σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα (0 mM).

Ακόμη οι υψηλές συγκεντρώσεις της αλατότητας διαταράσσουν την ομοιόσταση στο δυναμικό του νερού και την κατανομή των ιόντων στα φυτά. Η μεταβαλλόμενη κατάσταση στο δυναμικό του νερού πιθανότατα οδηγεί σε μείωση της ανάπτυξης των φυτών (Al-Karaka et al., 2000; Dash and Panda., 2001; Demiral et al., 2005). Ο λόγος που το μήκος του ριζικού συστήματος και του υπέργειου τμήματος επηρεάζονται αρνητικά από την αλατότητα οφείλεται στην τοξική επίδραση του άλατος καθώς και στην αναστολή της κυτοκίνης και της επέκτασης των κυττάρων. Ακόμη, η μείωση των ορμονών που διεγείρουν την ανάπτυξη και η αύξηση των ορμονών που εμποδίζουν την ανάπτυξη μπορεί να προκαλέσει μείωση στο μήκος του ριζικού συστήματος και του υπέργειου τμήματος των φυτών (Ashraf and O'leary., 1997). Η αύξηση της οσμωτικής πίεσης γύρω από τις ρίζες των φυτών λόγω της αλατότητας μπορεί να αποτρέψει την πρόσληψη νερού από τις ρίζες των φυτών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του μήκους του ριζικού και του υπέργειου τμήματος των φυτών (Al-Karaki, 2001).

Η επίδραση της αλατότητας στα μη αλόφυτα φυτά προκαλεί μείωση της ανάπτυξης και της απόδοσής τους (Mass and Hoffman., 1997). Οι Cordovilla et al. (2014) σε παρόμοια έρευνα τους έδειξαν την σημαντική επίδραση της αλατότητας στην αύξηση και την ανάπτυξη της λεβάντας και του θυμαριού. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και από πειράματα από άλλους συγγραφείς για τα φυτά του είδους *Thymus vulgaris* (Koocheki et al., 2008; Ezz El-Din et al., 2009; Urrestarazu et al., 2011) και άλλα φαρμακευτικά φυτά (Abdul-Jaleel et al., 2008; Bazihizina et al., 2009). Οι Zidan et al. (1990) ανέφεραν σε παρόμοια έρευνά τους ότι η καταπόνηση λόγω αλατότητας μπορεί άμεσα ή έμμεσα να αναστείλει την κυττάρικη διαίρεση ή / και την επιμήκυνση των κυττάρων στους αναπτυσσόμενους ιστούς των ριζών, του υπέργειου τμήματος των φυτών και των φύλλων. Ωστόσο η αλληλεπίδραση μεταξύ των φυτών της λεβάντας και του θυμαριού επηρέασε αρνητικά την ανάπτυξη των φυτών που εφαρμόστηκε υψηλή συγκέντρωση αλατότητας (100 mM). Η επίδραση της συγκέντρωσης αλατότητας (100 mM) στην ανάπτυξη των φυτών ήταν μεγαλύτερη όταν τα φυτά αναπτύσσονταν μαζί από ότι όταν αναπτύσσονταν το κάθε είδος ξεχωριστά. Η λεβάντα και το θυμάρι είτε αναπτύσσονταν μαζί είτε το κάθε ένα ξεχωριστά και στις 2 συγκεντρώσεις αλατότητας (50 και 100 mM), η μείωση του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος και του ριζικού συστήματος στα φυτά και των δύο ειδών ήταν εμφανής. Στο θυμάρι σε συγκέντρωση αλατότητας 100 mM το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών μειώθηκε περισσότερο από το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν προκύψει και από έρευνες που έχουν γίνει στα φασόλια (Seemann and Critchley, 1985), τα ακτινίδια (Chartzoulakis et al., 1995), τον αρακά και τα ρεβύθια (Cordovilla et al., 1999). Αντίθετα οι Belaqqiz et al. (2009) αναφέρουν ότι το υπέργειο τμήμα των φυτών του θυμαριού επηρεάστηκε περισσότερο από ότι το ριζικό σύστημα τους. Σύμφωνα με τους Nelson et al. (2004) και Xu and Zhou (2005), η βελτίωση της αναλογίας του ριζικού συστήματος και του υπέργειου τμήματος των φυτών παίζει σημαντικό ρόλο στην επιβίωση των φυτών κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας.

5.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

5.2.1 *Lavandula angustifolia*

Κατά την αξιολόγηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των φυτών του είδους *Lavandula angustifolia* προέκυψε ότι το πάχος των φύλλων των φυτών του είδους *Lavandula angustifolia* ήταν μεγαλύτερο από τα φυτά των ειδών *Lavandula stoechas*, *Lavandula dentata* var. *dentata* και *Lavandula dentata* var. *candicans*. Ακόμα στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι το πάχος των φύλλων του είδους *Lavandula angustifolia* αυξήθηκε μη σημαντικά στις συγκεντρώσεις NaCl (25, 50, 100 mM) ενώ μειώθηκε σημαντικά στην υψηλότερη συγκέντρωση αλατότητας (200 mM) συγκριτικά με την συγκέντρωση των 50 mM (**Παράρτημα I, Εικόνες 22-24**).

5.2.2 *Lavandula dentata* var. *dentata*

Κατά την αξιολόγηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* προέκυψε ότι το πάχος των φύλλων των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* ήταν παρόμοιο με αυτό των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans*. Ακόμα βρέθηκε ότι το πάχος των φύλλων του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* αυξήθηκε στις συγκεντρώσεις NaCl (25 και 50 mM) ενώ μειώθηκε σημαντικά στα 100 mM συγκριτικά με τις συγκεντρώσεις 25 και 50 mM (**Παράρτημα I, Εικόνες 22-24**).

5.2.3 *Lavandula dentata* var. *candicans*

Κατά την αξιολόγηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* προέκυψε ότι το πάχος των φύλλων των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* ήταν παρόμοιο με αυτό των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata*. Ακόμα βρέθηκε ότι το πάχος των φύλλων του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* αυξήθηκε μη σημαντικά σε όλες τις συγκεντρώσεις NaCl (**Παράρτημα I, Εικόνες 22-24**).

5.2.4 *Lavandula stoechas*

Κατά την αξιολόγηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* προέκυψε ότι το πάχος των φύλλων των φυτών του είδους *Lavandula stoechas* ήταν το μικρότερο από τα φυτά των ειδών *Lavandula angustifolia*,

Lavandula dentata var. *dentata* και *Lavandula dentata* var. *candicans*. Ακόμα στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι το πάχος των φύλλων του είδους *Lavandula stoechas* αυξήθηκε στην υψηλή συγκέντρωση NaCl (100 mM) ενώ μειώθηκε μη σημαντικά στις συγκεντρώσεις αλατότητας (25, 50 και 200 mM) (**Παράρτημα I, Εικόνες 22-24**).

Τα φυτά λόγω του ότι προσπαθούν να διατηρήσουν την περιεκτικότητά τους σε νερό κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας ενώ η εκροή του νερού είναι περιορισμένη οδηγεί σε αύξηση του πάχους του φύλλου. Οι Geissler et al. (2008) αναφέρουν ότι το είδος *Aster tripolium* L. σε συνθήκες υψηλής αλατότητας αντιδρά στην ωσμωτική πίεση με το κλείσιμο των στομάτων των φύλλων του με σκοπό να μειωθεί η διαπνοή. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται το πάχος των φύλλων λόγω της αύξησης των μεσοφυλλικών κυττάρων και της μεγάλης ποσότητας των μεσοφυλλικών στρωμάτων. Αυτή η αύξηση του πάχους του φύλλου έχει σαν αποτέλεσμα τα άλατα να αποθηκεύονται στον υποδερμικό ιστό (Werner and Stelzer., 1990).

5.3 Φωτοσυνθετικά χαρακτηριστικά

Κατά την αξιολόγηση των φωτοσυνθετικών χαρακτηριστικών των φυτών των ειδών *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas*, *Lavandula dentata* var. *dentata* και *Lavandula dentata* var. *candicans* προέκυψε ότι η τιμή της μέγιστης απόδοσης του φωτοσυστήματος II (Fv/Fm) των φυτών του ήταν παρόμοια στον μάρτυρα και στα 25, 50, 100 mM NaCl σε όλα τα είδη λεβάντας καθόλη τη διάρκεια του πειράματος. Η σημαντικά μικρότερη τιμή του λόγου Fv/Fm συγκριτικά με τον μάρτυρα παρατηρείται στα φυτά του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula stoechas* στα 200 mM ενώ στα υπόλοιπα δύο είδη δεν ήταν σημαντική. Στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι η μέγιστη απόδοση του φωτοσυστήματος II (Fv/Fm) του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* και *Lavandula angustifolia* επηρεάστηκε περισσότερο από αυτή των φυτών των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata* και *Lavandula stoechas* καθώς στην αρχή του πειράματος η τιμή του λόγου Fv/Fm των φυτών του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* του μάρτυρα (0 mM) ήταν 0,821 και 0,798 αντίστοιχα και στο τέλος του πειράματος στα φυτά που εφαρμόστηκε συγκέντρωση αλατότητας 200 mM η τιμή του λόγου Fv/Fm ήταν 0,130 και 0,215 αντίστοιχα. Ακόμη βρέθηκε ότι η μέγιστη απόδοση του φωτοσυστήματος II (Fv/Fm) του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* μειώθηκε λιγότερο από αυτή των φυτών των ειδών *Lavandula angustifolia*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula dentata* var. *candicans* καθώς στην αρχή του πειράματος η

τιμή του λόγου F_v/F_m των φυτών του μάρτυρα (0 mM) ήταν 0,77 και στο τέλος του πειράματος στα φυτά που εφαρμόστηκε συγκέντρωση αλατότητας 200 mM η τιμή του λόγου F_v/F_m ήταν 0,52.

Τα φυτά όταν εκτείθενται σε συνθήκες αλατότητας για μεγάλο χρονικό διάστημα, βιώνουν ιοντική καταπόνηση, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρη εμφάνιση της γήρανσης των ενήλικων φύλλων και να μειωθεί με αυτό τον τρόπο η διαθέσιμη φωτοσυνθετική περιοχή η οποία είναι υπεύθυνη για να συνεχιστεί η ανάπτυξη των φυτών (Sultana et al., 1999). Η αλατότητα επηρεάζει επίσης τα παράγωγα της φωτοσύνθεσης που είναι οι χλωροφύλλες και τα καροτενοειδή. Οι αλλαγές όμως σε αυτά εξαρτώνται από τη διάρκεια της καταπόνησης (Mirsa et al., 1997) και το είδος των φυτών (Dubey et al., 1994). Η χλωροφύλλη αποτελεί τον κύριο χρωστικό υποδοχέα, ο οποίος διοχετεύει την φωτονική ενέργεια που έχει απορροφηθεί στα κέντρα αντιδράσεων όπου λαμβάνει χώρα η φωτοχημική μετατροπή της ενέργειας. Έπειτα λαμβάνουν χώρα η φωτοσύνθεση, η παραγωγή θερμότητας και ο χλωροφυλλικός φθορισμός των οποίων το άθροισμα θα πρέπει να είναι σταθερό. Αυτό σημαίνει ότι η παραγωγή φθορισμού είναι μεγαλύτερη όταν η φωτοσύνθεση και η θερμότητα μειώνονται και αντιστρόφως. Έτσι όσο μεγαλύτερες τιμές παίρνει ο λόγος F_v/F_m τόσο η φωτοσύνθεση θα μοιράζεται τις μεγάλες αυτές τιμές με τη θερμότητα. Αυτό καθιστά το χλωροφυλλικό φθορισμό ως δείκτη της φωτοσυνθετικής αποτελεσματικότητας (Maxwell and Johnson., 2000). Οι άριστες τιμές του λόγου F_v/F_m κυμαίνονται γύρω από την τιμή 0,83 (Bajorkman and Demmig, 1987; Johnson et al., 1993; Fleck et al., 1998; Maxwell and Johnson, 2000). Στην παρούσα μελέτη οι τιμές όπου φαίνονται να είναι χαμηλότερες σημαίνει ότι το μέγιστο δυναμικό της φωτοχημικής απόδοσης του φωτοσυστήματος II έχει μειωθεί από την επίδραση καταπόνησης λόγω του ότι τα φύλλα που έχουν μείνει στο σκοτάδι αντανakλούν το δυναμικό της αποτελεσματικότητας του φωτοσυστήματος II και χρησιμοποιούνται ως ένας ευαίσθητος δείκτης της φωτοσυνθετικής απόδοσης των φυτών (Maxwell and Johnson., 2000). Στην προκειμένη περίπτωση είναι εμφανής η επίδραση της αλατότητας στη λειτουργία του φωτοσυστήματος II.

5.4 Μακροσκοπικές παρατηρήσεις

Σύμφωνα με τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις που παραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος, μετά την πάροδο 15 ημερών από τη έναρξη των εφαρμογών

(1 Φεβρουαρίου 2018), στα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata* και *Lavandula stoechas* που εφαρμόστηκε ριζοπότισμα με διάλυμα NaCl παρατηρήθηκε αρχικά χλώρωση των φύλλων. Κατά τη διάρκεια του πειράματος τα συμπτώματα της συστροφής των φύλλων, εγκαυμάτων, περιφερειακής ξήρανσης και τελικώς φυλλώπτωσης ήταν πολύ έντονα. Στο τέλος του πειράματος παρατηρείται χλώρωση των φύλλων κυρίως της κορυφής στα φυτά που εφαρμόστηκε ριζοπότισμα συγκέντρωσης NaCl 25 mM ενώ παρατηρείται ξήρανση στο 50% της βάσης των φύλλων των φυτών που εφαρμόστηκε ριζοπότισμα συγκέντρωσης NaCl 50 mM (Παράρτημα I, εικόνες). Στα φυτά που εφαρμόστηκε ριζοπότισμα συγκέντρωσης NaCl 100 mM παρατηρείται έντονη συστροφή, χλώρωση και ξήρανση των φύλλων της βάσης και της μέσης των φυτών, των ταξιανθιών και των μπουμπουκιών καθώς και ξήρανση μερικών βλαστών των φυτών (Παράρτημα I, εικόνες). Ακόμη παρατηρείται 80% ξήρανση σε δύο φυτά. Στα φυτά που εφαρμόστηκε ριζοπότισμα συγκέντρωσης NaCl 200 mM παρατηρούνται τα ίδια συμπτώματα αλλά και ολική ξήρανση σε τρία από τα έξι φυτά που εφαρμόστηκε ριζοπότισμα συγκέντρωσης NaCl 200 mM (Παράρτημα I, Εικόνες 6-9 και 14-17).

Στα φυτά του είδους *Lavandula angustifolia* τα συμπτώματα έκαναν την εμφάνισή τους μετά την πάροδο ενός μήνα περίπου από την έναρξη του πειράματος (1 Φεβρουαρίου 2018) με την διαφορά ότι ήταν πιο έντονα στα φυτά που εφαρμόστηκε ριζοπότισμα συγκέντρωσης NaCl 200 mM καθώς παρατηρείται και μικροφυλλία εκτός της συστροφής των φύλλων, εγκαυμάτων, περιφερειακής ξήρανσης και φυλλώπτωσης αλλά και ξήρανση πάνω από 50% σε όλα τα φυτά. Στις συγκεντρώσεις NaCl 25, 50 και 100 mM δεν ήταν ιδιαίτερα έντονα έως τη λήξη του πειράματος (Παράρτημα I, Εικόνες 22-24).

Τέλος στα φυτά του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* τα συμπτώματα που εμφανίστηκαν στα φυτά των ειδών *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula angustifolia* έκαναν την εμφάνισή τους 40 ημέρες περίπου μετά την έναρξη του πειράματος (1 Φεβρουαρίου 2018). Η διαφορά ήταν ότι μέχρι και τη λήξη του πειράματος δεν υπήρξε ολική ξήρανση της κόμης των φυτών παρά μόνο μικροφυλλία, συστροφής των φύλλων, εγκαυμάτων, περιφερειακής ξήρανσης στα φύλλα της μέσης και της βάσης στα φυτά που εφαρμόστηκε ριζοπότισμα συγκέντρωσης NaCl 200 mM. Στη συγκέντρωση NaCl 100 mM τα συμπτώματα δεν ήταν έντονα παρά μόνο παρατηρήθηκε μικροφυλλία και χλώρωση στα φύλλα μέσης και βάσης έως και τη λήξη του πειράματος. Στις συγκεντρώσεις 25 και 50 mM μόνο το

σύμπτωμα της μικροφυλλίας ήταν ορατό έως και τη λήξη του πειράματος (**Παράρτημα I, Εικόνες 10-13**).

Σε ανάλογο πείραμα των Tsamaidi et al (2017) στον άνηθο (*Anethum graveolens* L.) του οποίου η καλλιέργεια ενδείκνεται σε παραθαλάσσιες περιοχές καθώς είναι ανθεκτικό φυτό στην αλατότητα (Gururaja-Rao et al., 2001b) μπορεί να παρουσιαστούν συμπτώματα χλώρωσης και φυλλόπτωση σε αρχικό στάδιο του βιολογικού του κύκλου (έως 30 ημέρες από τη σπορά) (Mehr et al., 2012; Mehr, 2013).

Στον άνηθο (Parvaiz and Satyawati, 2008; Nourani Azad et al., 2006) αλλά και άλλα αρωματικά φυτά όπως ο μάραθος (Mehta et al., 2012) τα συμπτώματα που εμφανίζονται λόγω αλατότητας δεν εξαρτώνται μόνο από τη διάρκεια της καταπόνησης αλλά και το στάδιο ανάπτυξης που βρίσκονται τα φυτά όταν επέλθει η καταπόνηση (Parida and Das, 2005; Abd El-Wahab, 2006).

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση αυτά που προαναφέρθηκαν φαίνεται ότι ο παράγοντας της αλατότητας προκαλεί:

- Αναστολή της ανάπτυξης των φυτών λόγω διαταραχής της ομοιόστασης στο δυναμικό του νερού και την κατανομή των ιόντων στα φυτά.
- Μείωση του μήκους του ριζικού συστήματος και του υπέργειου τμήματος των φυτών. Αυτό γίνεται πιθανόν λόγω της μείωσης των ορμονών που διεγείρουν την ανάπτυξη και την αύξηση των ορμονών που εμποδίζουν την ανάπτυξη και την αύξηση της ωσμωτικής πίεσης γύρω από τις ρίζες των φυτών που μπορεί να αποτρέψει την πρόσληψη νερού από τις ρίζες των φυτών.
- Αύξηση του πάχους του φύλλου πιθανόν λόγω της προσπάθειας των φυτών να διατηρήσουν την περιεκτικότητά τους σε νερό ενώ η εκροή του νερού είναι περιορισμένη.
- Μείωση της διαθέσιμης φωτοσυνθετικής περιοχής των φυτών πιθανόν λόγω της ιοντικής καταπόνησης που βιώνουν η οποία οδηγεί σε πρόωρη εμφάνιση της γήρανσης των ενήλικων φύλλων.

Η επίδραση της αλατότητας εξαρτάται από την διάρκεια, την ένταση της καταπόνησης αλλά και το φυτικό είδος.

Στα είδη *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula angustifolia* που μελετήθηκαν οι συγκεντρώσεις αλατότητας > 50 mM επηρέασαν αρνητικά τα βιομετρικά, μορφολογικά και φωτοσυνθετικά χαρακτηριστικά τους.

Ως προς την αντοχή τους στις υψηλές συγκεντρώσεις αλατότητας (100 και 200 mM) τα είδη που μελετήθηκαν κατατάσσονται με φθίνουσα σειρά *Lavandula dentata* var. *candicans* > *Lavandula dentata* var. *dentata* > *Lavandula stoechas* > *Lavandula angustifolia*

Η συγκέντρωση αλατότητας ≥ 50 mM ήταν οριακή για την ανάπτυξη των ειδών *Lavandula dentata* var. *candicans*, *Lavandula dentata* var. *dentata*, *Lavandula stoechas* και *Lavandula angustifolia*.

Προτείνεται σε περιοχές όπου το νερό της άρδευσης περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις NaCl να προτιμάται η χρήση του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans*.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

7.1 Ελληνική βιβλιογραφία

Αϊβαλάκις, Γ., Καραμπουρνιώτης, Γ. και Φασσέας, Κ., (2003). Σημειώσεις Γενικής Βοτανικής. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Αϊβαλάκις, Γ., Καραμπουρνιώτης, Γ. και Φασσέας, Κ., (2005). Γενική Βοτανική: η Μορφολογία, η Ανατομία και η Φυσιολογία των Ανώτερων Φυτών. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.

Βολιώτης, Δημ., (1998). Οικονομική βοτανική. Εκδόσεις Αθήνα.

ΓΕΩΤΕΕ Παράρτημα Ανατολικής Μακεδονίας. Εργαστήριο Τοπικής Εμβέλειας Γεωτεχνικών στην Καλλιέργεια Ελληνικών/Φαρμακευτικών ειδών. Δροσόπουλος, Β.Ι., (1992). Η μορφολογία και Ανατομία Φυτών. Αθήνα: Εκδόσεις Γ.Π.Α.

Δόρδας, Χρήστος. (2012). Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.

Καραμπουρνιώτης, Γ.Α., (2003). Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών. Εκδόσεις Έμβρυο.

Καραμπουρνιώτης, Γ., Λιακόπουλος, Γ. και Νικολόπουλος, Δ., (2012). Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών : Οι λειτουργίες των φυτών κάτω από αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος. Εκδόσεις Έμβρυο. Αθήνα.

Κατσιώτης, Σταύρος Θ., (2010). Αρωματικά- φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια: παραγωγή, επεξεργασία, μεταποίηση, αξιοποίηση, διεθνείς αγορές, αρωματοθεραπεία, αρωματοποιία. Εκδόσεις Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη.

Μισοπολινός, Ν., (1991). Προβληματικά εδάφη. Μελέτη, Προβλεψη, Βελτίωση.

Θέριος Ι. (1996). Ανόργανη Θρέψη και Λιπάσματα. Εκδόσεις Δεδούση, Θεσσαλονίκη σελ. 188-215.

Πολυσίου, Μ., (2002). Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα. Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας – Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

7.2 Ξένη βιβλιογραφία

Abd El-Wahab, M.A., (2006). The efficiency of using saline and fresh water irrigation as alternating methods of irrigation on the productivity of *Foeniculum vulgare* Mill subsp. *vulgare* var. *vulgare* under North Sinai conditions. Res. J. Agric. Biol. Sci. 2 (6), 571-577.

- Abdul-Jaleel, C., R. P. Gopi, P. Manivannan, M. Gomathinayagam, P.V. Murali, and R. Panneerselvam., (2008).** Soil applied propiconazole alleviates the impact of salinity on *Cantharanthus roseus* by improving antioxidant status. Pesticide Biochemistry and Physiology 90: 135–139. Journal of Plant Nutrition 36: 562–565.
- Abrol, I.P., Yadav, J.S.P., Massoud, F.I., (1988).** Salt-affected soils and their management, FAO Soils Bulletin, vol. 39. Italy Rome pp. 93.
- Afzal, I., Maqsood, S., Basra, A., Ahmed, N., Farooq, M., (2005).** Optimization of Hormonal Priming techniques for Alleviation of Salinity stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) Caderno de Pesquisa Ser.Bio Santa Cruz do Sul 17.
- Al-Karaki, GN., (2001).** Germination, sodium, and potassium concentrations of barley seeds as influenced by salinity. J Plant Nutr. 24, 511-512
- Al-Karaki, GN., (2000).** Growth, water use efficiency, and sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. J Plant Nutr. 23(1), 1-8.
- Ashraf, M., O’leary, JW., (1997).** Response of a salt-tolerant and a salt-sensitive line of sunflower to varying sodium/calcium ratios in saline sand culture. J Plant Nutr. 20, 361-377.
- Bar-Tal, A., Feigenbaum, S., Sparks, D.L., (1991).** Potassium salinity interactions in irrigated corn. Irrigat. Sci. 12: 27-36.
- Bazihizina, R., A. Romane, and A. Abbad., (2009).** Salt stress effects on germination, growth and essential oil content of an endemic thyme species in Morocco (*Thymus maroccanus* Ball.) Journal of Applied Sciences Research 5: 858–863.
- Belaqziz, R., A. Roman, and A. Abbad. (2009).** Salt stress effects on germination, growth and essential oil content of an endemic Thyme species in Morocco (*Thymus maroccanus* Ball.) Journal of Applied Science Research 5: 858–863.
- Ben-Asher, J., Tsuyuki, I., Bravdo, B. A., and Sagih, M. (2006).** Irrigation of grapevines with saline water. I. Leaf area index, stomatal conductance, transpiration and photosynthesis. Agr. Water Manag. 83, 13–21. doi: 10.1016/j.agwat.2006.01.002.
- Björkman, O. and Demmig, B., (1987).** Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence at 77 k among vascular plants of diverse origins. Planta 170, 489-504.
- Bonner, J. and A.J Varner., (1975).** Plant Biochemistry, Academic Press, New York, London.

- Botti, C., Palzkill, D., Munoz, D., Prat, L., (1998).** Morphological and anatomical characterization of six jojoba clones at saline and non saline sites. *Industrial Crops and Products*, 9, 53-62.
- Burnstein., (1975).** Effects of salinity and sodicity on plant growth. *Ann. Rev. Phytopath.* 13, 295-312.
- Chartzoulakis, K. S., I. N. Therios, and D. N. Misopolinos., (1995).** Growth, ion content and photosynthetic performance of salt-stressed kiwifruit plants. *Irrigation Science* 16: 23–28.
- Chaves, M.M., Flexas J., Pinheiro, C., (2009).** Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Ann. Bot.* 103, 551-560.
- Chondraki, S., Tzerakis, C., and Tzortzakis, N. (2012).** Influence of NaCl and calcium foliar spray on hydroponically grown parsley in NFT system. *J. Plant Nutr.* 35, 1457–1467. doi: 10.1080/01904167.2012.689906.
- Chrysargyris A, Michailidi E and Tzortzakis N (2018).** Physiological and Biochemical Responses of *Lavandula angustifolia* to Salinity under Mineral Foliar Application. *Front. Plant Sci.* 9:489. doi: 10.3389/fpls.2018.00489.
- Cordovilla, M. P., F. Ligeró, and C. Lluch. (1999).** Effects of NaCl on growth and nitrogen fixation and assimilation of inoculated and KNO₃ fertilized *Vicia faba* L. and *Pisum sativum* L. plants. *Plant Science* 140: 127–136.
- Cordovilla, M., Bueno, M., Aparicio, C., and Urrestarazu, M. (2014).** Effects of salinity and the interactions between *Thymus vulgaris* and *Lavandula angustifolia* on growth, ethylene production and essential oil contents. *J. Plant Nutr.* 37, 875–888. doi: 10.1080/01904167.2013.873462.
- Dash, M., Panda, SK., (2001).** Salt stress induced changes in growth and enzyme activities in germination phaseolus mungo seeds. *Biol Plant.* 44(4), 587-589.
- Demiral, T., Turkan, I., (2005).** Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and praline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance. *Environ Exp Bot.* 53, 247-257.
- Dubey R.S., (1994).** Protein synthesis by plants under stressful conditions. In: Pessaraki M, (Ed), *Hand book of plant and crop stress*. Marcel Dekker, New York pp: 277-299.
- Epron, D., Dreyer, E. and Breda, N., (1992).** Photosynthesis of oak trees (*Quercus petraea* (Matt) Leibl.) during drought stress under field conditions: diurnal course

- of net CO₂ assimilation and photochemical efficiency of photosystem II. *Plant, Cell and Environment*, 15, 809-820.
- Fahn, A., (1988).** Secretory tissues in vascular plants, *New Phytologist*, Vol. 108, pp. 229-257
- Filella, I., Llusia, J., Pinol, J., Peneuelas, J., (1998).** Leaf gas exchange and fluorescence of *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus* and *Quercus ilex* saplings in severe drought and high temperature conditions. *Environmental and Experimental Botany* 39, 213-220.
- Fleck, I., Hogan, K.P., Llorens, L., Abadia, A. and Aranda, X., (1998).** Photosynthesis and photoprotection in *Quercus ilex* resprouts after fire. *Tree Physiology* 18, 607-614.
- Gamon, J.A and Peracy, R.W., (1989).** Leaf movement, stress avoidance and photosynthesis in *Vitis California*. *Oecologia* 79, 475-481.
- Garcia-Caparros, P., Llanderal, A., Pestana, M., Correia, P. J., and Lao, M. T. (2017).** *Lavandula multifida* response to salinity: growth, nutrient uptake, and physiological changes *J.PlantNutr. Soil Sci.* 180, 96–104. doi: 10.1002/jpln.201600062.
- Gebauer, J., El-Siddig, K., Salih, A.A., Ebert, G., (2004).** *Tamarindus indica* L. seedlings are moderately salt tolerant when exposed to NaCl–induced salinity. *Sci.Hort.* 103, 1-8.
- Geissler, N., Hussin, S., Koyro, H., (2009).** Elevated atmospheric CO₂ concentration ameliorates effects of NaCl salinity on photosynthesis and leaf structure of *Aster tripolium* L. *Experimental Botany.* 60 (1), 137-151.
- Giuffrida F., Heuvelink E., Stanghellini C. (2008).** Effects of root-zone nutrient concentration on cucumber grown in rockwool. *Acta Hort.* 801, 1055-1063.
- Ghassemi, F., Jakeman, A.J., Nix, H.A., (1995).** Salinisation of land and water resources: Human Causes, Extent, Management and case Studies, Cab International, Wallingford, UK.
- Gururaja Rao, G., Nayak, A.K., Chinchmalatpure, A.R., (2001a).** Growth and yield of dill (*Anethum graveolens* L.) on saline black soils of different unirrigated farm sites of Bhal area in Gujarat State. *Indian J. Agric. Sci.* 71 (11), 712-714.
- Greenway, H., Munns, R., (1980).** Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31, 149-190.

- Groom, Q.J. and Baker, N.R., (1992).** Analysis of light-induced depressions of photosynthesis in leaves of wheat crop during the winter. *Plant physiology* 100, 1217-1223.
- Hall, D.O., Rao, K.K., (1999).** Photosynthesis. 6th edn. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hautala, E. L., Wulff, A., Oksanen, J., (1992).** Effects of deicing salt on visible symptoms, element concentrations and membrane damage in first year needles of roadside Scots pine. *Annals of Botany Fenn* 29,179-185.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A. and Handa, A.V., (1986).** Cellular mechanisms of salinity tolerance. *HortSci.* 21, 1317-1324.
- Havaux, M., Lannoye, R., (1984).** Effect of chilling temperatures on prompt and delayed chlorophyll fluorescence in maize and barley leaves. *Photosynthetica* 19, 117-128.
- Hejazi Mehrizi, M., Shariatmadari, H., Khoshgoftarmanesh, A. H., and Dehghani, F. (2012).** Copper effects on growth, lipid peroxidation, and total phenolic content of rosemary leaves under salinity stress. *J. Agr. Sci. Tech.* 14, 205–212. *Science Explorer Publications.* 9(9): 1504-1506.
- Hendawy, S. F., and Khalid, K. A. (2005).** Response of sage (*Salvia officinalis* L.) plants to zinc application under different salinity levels. *J. Appl. Sci. Res.* 1, 147-155.
- Jaleel, C.A., Gopi, R., Sankar, B., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Sridharan, R., Panneerselvam, R., (2007).** Alterations in germination, seedling vigour, lipid peroxidation and proline metabolism in *Catharanthus roseus* seedlings under salt stress. *S Afr J Bot* 73, 190-195.
- Johnson, G.N., Scholes, J.D., Horton, P., (1993).** The dissipation of excess excitation energy in British plant species. *Plant, Cell and Environment* 16,673-679.
- Kalaji, H.M., Carpentier, R., Allakverdiev, S.I., Bosa, K., (2012).** Fluorescence parameters as early indicators of light stress in barley. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 112, 1-6.
- Kaydan, D., Yagmur, M., Okut, N., (2007).** Effects of salicylic Acid on the Growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). *Tarim Bilimleri Dergisi.* 13(2), 114-119.

- Khan, M.H., Singha, L.B., Panda, S.K., (2002).** Changes in antioxidant levels in *Oriza sativa* L. roots subjected to NaCl-salinity stress. *Acta Physiol Plant*, 24, 145-148.
- Khan, M.H., Panda, S.K., (2008).** Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. *Acta Physiol Plant*, 30, 91-89.
- Kokkini, S., Adam, K., Sivropoulou, A., Lanaras, T. and Arsenakis, M., (1998).** Antifungal Activities of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Mentha spicata*, *Lavandula angustifolia*, and *Salvia fruticosa* Essential Oils against Human Pathogenic Fungi. *J. Agric. Food Chem*, 46, 1739-1745.
- Koocheki, A., Nassiri-Mahallati, M. and G. Azizi., (2008).** Effect of drought, salinity, and defoliation on growth characteristics of some medicinal plants of Iran. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 14: 37–53.
- Kramer, P.J., Boyer, J.S., (1995).** Water relations of plants and soils. Academic press, San Diego.
- Krause, G.S. and Weis, E., (1988).** The photosynthetic apparatus and chlorophyll fluorescence. An introduction, pp. 3-11.
- Lannoye, R., Havaux, M., Reimer, P., (1985).** In vivo chlorophyll fluorescence as a rapid screening technique for drought resistance in durum wheat. *Foggia* 7, 173-181.
- Maas, E.V., Grieve C.M., (1987).** Sodium-induced calcium deficiency in salt-stressed corn. *Plant Cell Environ.* 10, 559-564.
- Mass, E. V., and G. J. Hoffman., (1997).** Crop salt tolerance-current assessement. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 103: 115–134.
- Manteghi Tafreshi, A., Abdossi, V., Delkhosh, B., (2015).** The effect of salt stress on growth parameters of *Lavandula officinalis*.
- Marshner, H., (1986).** Mineral nutrition of higher plants. Academic press, San Diego, CA.
- Marschner, H., (1995).** Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London. pp. 889.
- Maxwell, K., Johnson, G.N., (2000).** Chlorophyll fluorescence, a practical guide, *Journal of Experimental Botany* 51 (345), 659-668.

- Meloni, D.A., Oliva, A.A., Martinez, Z.A., Cambraia, J., (2003).** Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. *Environ. Exp. Bot.*, 49, 69-76.
- Mehr, Z.S., 2013.** Salt-induced changes in germination and vegetative stages of *Anethum graveolens* L. *J. Stress Phys. Biochem.* 9 (2), 189-198.
- Mehr, Z.S., Khajeh, H., Bahabadi, S.E., Sabbagh, S.K., (2012).** Changes on proline, phenolic compounds and activity of antioxidant enzymes in *Anethum graveolens* L. under salt stress. *Int. J. Agron. Plant Prod.* 3, 710-715.
- Mehr, Z.S., Ganjeali, A., (2013).** Effects of drought stress on growth and physiological characteristics of dill (*Anethum graveolens* L.). *J. Hort. Sci. (Agric. Sci. Technol.)*. 27 (1), 27-35.
- Mehta, R.S., Anwer, M.M., Sharma, Y.K., (2012).** Effect of irrigation, nutrient levels and crop geometry on growth and yield of dill (*Anethum sowa* L.). *J. Spices Arom. Crops.* 21 (1), 20-24.
- Misra, A.N., Sahu, S.M., Misra, M., Singh, P., Das, N., Kar, M., Sahu, P., (1997).** Sodium chloride induced changes in leaf growth and pigment and protein contents in two rice cultivars. *Biol. Plant.*, 39, 257-262.
- Munné-Bosch, S., Alegre, L., (2004).** Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. *Funct. Plant Biol.* 31,203-216.
- Munns R., (1993).** Physiological processes limiting plant growth in saline soils some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell and Environment* 16, 15-24.
- Munns R., (2002).** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ* 25, 239-250.
- Munns, R., (2005).** Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist* 167, 645-663.
- Munns R., Termaat, A., (1986).** Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13,143-160.
- Munns, R., Guo, J., Passioura, J.B., Cramer, G.R., (2000).** Leaf water status controls day time but not daily rates of leaf expansion in salt treated barley. *Australian Journal of Plant Physiology* 27(10), 949-957.
- Munns, R., James, R.A. and Lduchli, A., (2006).** Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. Exp. Bot.* 57, 1025-1043.

- Nasrin, F., Nasibi, F., and Rezazadeh, R. (2012).** Comparison the effects of nitric oxide and spermidin pretreatment on alleviation of salt stress in chamomile plant (*Matricaria recutita* L.). *J. Stress Physiol. Biochem.* 8, 214–223.
- Nelson, J. A., J. A. Morgan, D. R. LeCain, A. Mosier, D. G. Milchunas, and B. A. Parton. (2004).** Elevated CO₂ increases soil moisture and enhances plant water relations in a long-term field study in semi-arid shortgrass steppe of Colorado. *Plant and Soil* 259: 169–179.
- Nikaya, A., Masui, M. and Ishida, A., (1983).** Salt tolerance of muskmelons in sand nutrient salution cultures. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 49, 93-101.
- Nourani Azad, H., Ghorbanli, M., Kafilzadeh, F., 2006.** The study the effects of NaCl on some physiological traits and chemical composition of dill (*Anethum graveolens* L.). *Plant Ecosystem*, 2 (8), 48-58.
- Parida, A.K., Das, A.B., (2005).** Salt tolerance and salinity effect on plants: a review. *Ecotoxicol. Environ. Safety.* 60, 324-349.
- Parvaiz, A., Satyawati, S., 2008.** Salt stress and phytochemical responses of plants – a review. *Plant Soil Environ.* 54, 89-99.
- Passioura, J.B., Munns, R. (2000).** Rapid environmental changes that affect leaf water status induce transient surges or pauses in leaf expansion rate. *Aust. J. Plant Physiol.* 27, 941-948.
- Pessaraki, M., Tucker, T.C., (1988):** Dry matter yield and nitrogen-15 uptake by tomatoes under sodium chloride stress. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:698-700.
- Pessaraki, M., Huber, J.T., Tucker, T.C., (1989):** Dry matter yield, Nitrogen absorption and water uptake by sweet corn under salt stress. *J. plant Nut.* 12: 279-290.
- Pessaraki, J.B., Munns, R., (2000).** Rapid environmental changes that affect leaf water status induce transient surges or pauses in leaf expansion rate. *Aust. J. Plant Physiol.* 27, 941-948.
- Pilar Cordovilla, M., Milagros Bueno., Carolina Aparicio, & Miguel Urrestarazu., (2014).** Effects of salinity and the interaction between *thymus vulgaris* and *lavandula angustifolia* on growth, ethylene production and essential oil contents , *Journal of Plant Nutrition*, 37:6, 875-888, DOI: 10.1080/01904167.2013.87346.

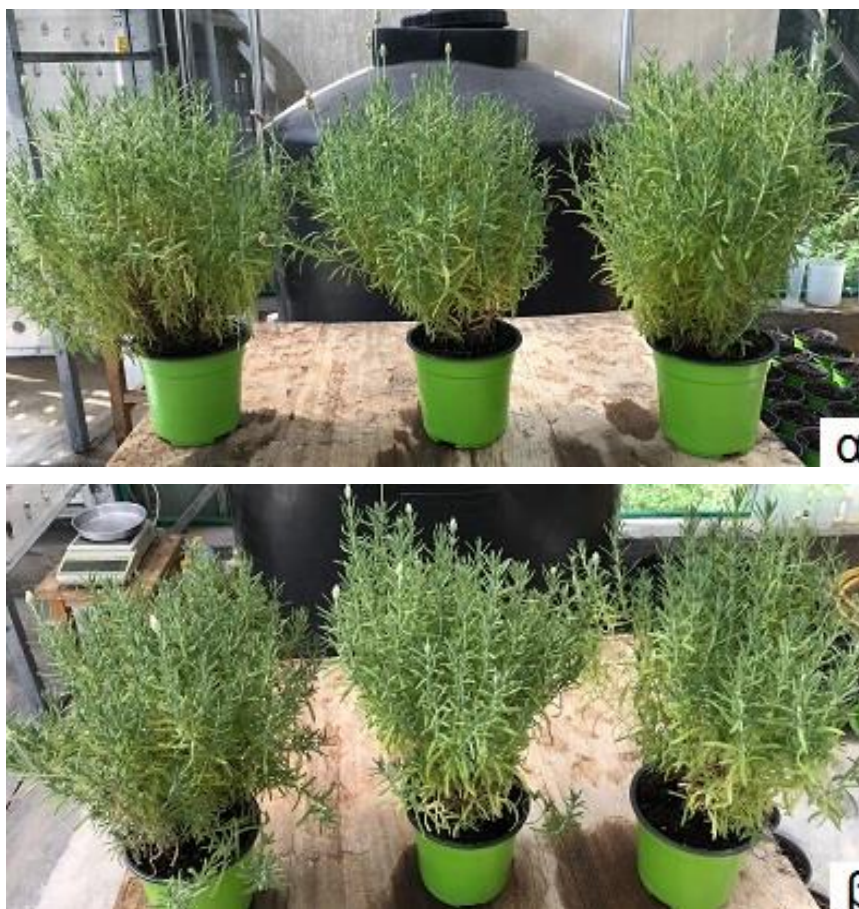
- Quiles M.J. and Lopez N.I. (2004).** Photoinhibition of photosystem I and II induced by exposure to high light intensity during oat plant growth: Effects on the chloroplast NADH dehydrogenase complex. *Plant Sci.* 166, 815-823.
- Richmond Amos., (2004).** Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology. Chapter 2 Photosynthesis in Microalgae, Blackwell Science Ltd.
- Ruiz-Sánchez, M.C., Domingo, R., Torrecillas, A., Perez-Pastor, A., (2000).** Water stress preconditioning to improve drought resistance in young apricot plants. *Plant Sci.* 156, 245-251.
- Said-Al Ahl, H. A. H., and Mahmoud, A. A. (2010).** Effect of zinc and/or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. *Ozean J. Appl. Sci.* 3, 97–111.
- Sánchez-Blanco, M.J., Rodriguez, P., Olmos, E., Morales, M.A. and Torrecillas, A., (2004).** Plant and Environment Interactions. Differences in the effects of simulated sea aerosol on water relations, salt content, and leaf ultrastructure of rock-rose plants. *Journal of Environmental Quality*, 33, 1369-1375.
- Seemann, J. R., and C. Critchley., (1985).** Effects of salt stress on the growth, ion content, stomatal behavior and photosynthetic capacity of a salt-sensitive species *Phaseolus vulgaris* L. *Planta* 164: 151–162.
- Shannon, M.C., Grieve, C.M., Fransois, L.E., (1994).** Whole plant response to salinity. Wilkinson R.E, *Plant Environment Interactions*. Marcel Dekker, New York, 199-224.
- Sultana, N., Ikeda, T., Itoh, R., (1999).** Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environ. Exp. Bot.*, 42, 211-220.
- Syvertsen, J.P., Yelenosky, G., (1988).** Salinity can enhance freeze tolerance of citrus rootstock seedlings by modifying growth, water relations and mineral nutrition. *J.Am. Soc. Hort. Sci.* 113, 889-893.
- Taiz, L., Zeiger, E., (1998).** *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc, New York.
- Taiz, L. and Zeiger, E., (1998).** Sinauer Associates, Inc, New York. *Plant Physiology*. 792 pp.
- Taiz, L. and Zeiger, E., (2002).** Sinauer Associates, Inc, New York. *Plant Physiology*.
- Tarchoune, I., Sgherri, C., Izzo, R., Lachaal, M., Navari-Izzo, F., and Ouerghi, Z. (2012).** Changes in the antioxidative systems of *Ocimum basilicum* L. (cv. Fine)

- under different sodium salts. *Acta Physiol. Plant.* 34, 1873–1881. doi: 10.1007/s11738-012-0985-z.
- Tenhunen, J.D., Beyschlag, W., Lange, O.L., Harley, P.C., (1987).** Changes during summer drought in leaf CO₂ uptake rates of macchia shrubs growing in Portugal. Limitations due to photosynthetic capacity, carboxylation efficiency, and stomatal conductance, 305-327.
- Thiel, G., Lynch, J., Läuchli, A., (1988).** Short-term effects of salinity stress on the turgor and elongation of growing barley leaves. *J. Plant Physiol.* 132, 38-44.
- Tsamaidi, D., Daferera, D., Karapanos, I.C., Passam, H.C., (2017).** The effect of water deficiency and salinity on the growth and quality of fresh dill (*Anethum graveolens* L.) during autumn and spring cultivation. *Plant Production*, 11 (1), 1735-6814.
- Urrestarazu, M., Borges, S. Burés, and J. E. Álvaro., (2013).** Response of lime thyme (*Thymus citriodorus*) to salinity and ionic concentration in nutrient solution.
- Van, Bael., C.M., (1949).** Mean weight diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation, *Soil Sci. Soc.* 14:20-23.
- Van Heerden, P.D.R., Gtrsser, R.J., Gruger, G.H.J., (2004).** Reduction of dark chilling stress in N₂-fixing soybean by nitrate as indicated by chlorophyll a fluorescence kinetics. *Physiologia Plantarum*, 121, 239-249.
- Waisel, Y., (1991).** Adaptation to salinity. In: *Physiology of Trees*, A.S. Raghavendra (ed), Wiley, New York, 359-383.
- Werner, A., Stelzer, R., (1990).** Physiological responses of the mangrove *Rhizophora mangle* grown in the absence and presence of NaCl. *Plant Cell Environ.* 13:243-255.
- Xia, J., Li, Y., Zou, D., (2004).** Effects of salinity stress on PSII in *Ulva lactuca* as probed by chlorophyll fluorescence measurements. *Aquatic Botany*, 80, 129-137.
- Xu, Z. Z., and G. S. Zhou. (2005).** Effects of soil moisture on gas exchange, partitioning of fed ¹⁴CO₂ and stable carbon isotope composition (δ¹³C) of *Leymus chinensis* under two different diurnal temperature variations. *Journal of Agronomy and Crop Science* 191: 27–34.
- Yeo, A.R., Lee, K.S., Izard, P., Boursier, P.J., Flower, T.J., (1991).** Short and long term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Exp. Bot.* 42, 881-889.

- Zekri, M., (1991).** Effects of NaCl on growth and physiology of sour orange and Cleopatra mandarin seedlings. *Sci. Hortc.* 47, 305-315.
- Zhu, J.K., (2001).** Plant salt tolerance. *Trends Plant Sci.* 6, 66-71.
- Zhu, J.K., (2001).** Cell signaling under salt, water and cold stresses. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 4, 401-406.
- Zhu, J.K., (2001).** Plant salt tolerance. *Trends Plant Sci.* 6, 66-71.
- Zidan, I., H. Azaizeh, and P. M. Newman., (1990).** Does salinity reduce growth in maize root epidermal cells by inhibiting their capacity for cell wall acidification. *Plant Physiology* 93: 7–11.
- Ziska, L.H., Seeman, L.H., Delong, T.M., (1990).** Salinity induced limitations on photosynthesis in *Prunus salicina*, a deciduous tree species. *Plant Physiol.*93, 864-870.

8 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

8.1 Μακροσκοπικές παρατηρήσεις



Εικόνα 6: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* (β) Φυτά του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 25 mM. Παρατηρείται χλώρωση στα φύλλα της βάσης της κόμης των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα.



Εικόνα 7: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* (β) Φυτά του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 50 mM. Παρατηρείται χλώρωση στα φύλλα της βάσης της κόμης των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα.



Εικόνα 8: (α) Φυτά **μάρτυρα** του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* (β) Φυτά του είδους *Lavandula dentata* var. *dentata* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **100** mM. Παρατηρείται χλώρωση και ξήρανση στα φύλλα της μέσης και της βάσης της κόμης των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα.



Εικόνα 9: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula dentata var. dentata* (β) Φυτά του είδους *Lavandula dentata var. dentata* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 200 mM. Παρατηρείται χλώρωση και ξήρανση στα φύλλα της μέσης και της βάσης της κόμης των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα.



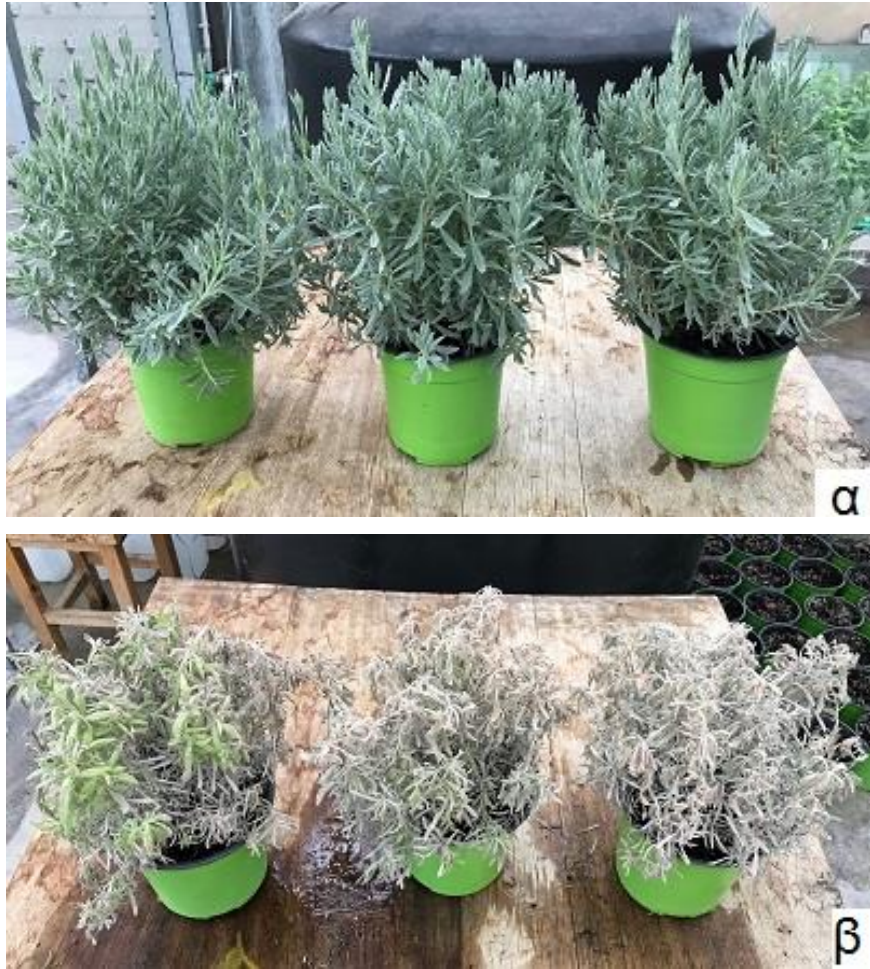
Εικόνα 10: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula dentata var. candicans* (β) Φυτά του είδους *Lavandula dentata var. candicans* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 25 mM. Τα φυτά φαίνονται υγιή.



Εικόνα 11: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* (β) Φυτά του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 50 mM. Τα φυτά φαίνονται υγιή.



Εικόνα 12: (α) Φυτά **μάρτυρα** του είδους *Lavandula dentata var. candicans* (β) Φυτά του είδους *Lavandula dentata var. candicans* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **100 mM**. Παρατηρείται χλώρωση στα φύλλα των φυτών.



Εικόνα 13: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* (β) Φυτά του είδους *Lavandula dentata* var. *candicans* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 200 mM. Παρατηρείται ξήρανση της κόμης των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα.



Εικόνα 14: (α) Φυτά **μάρτυρα** του είδους *Lavandula stoechas* (β) Φυτά του είδους *Lavandula stoechas* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 25 mM. Τα φυτά φαίνονται υγιή.



Εικόνα 15: (α) Φυτά **μάρτυρα** του είδους *Lavandula stoechas* (β) Φυτά του είδους *Lavandula stoechas* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **50 mM**. Τα φυτά φαίνονται υγιή.



Εικόνα 16: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula stoechas* (β) Φυτά του είδους *Lavandula stoechas* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 100 mM. Παρατηρείται έντονη χλώρωση στα φύλλα του ενός φυτού αλλά και ξήρανση της κόμης στα δύο από τα τρία φυτά σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα.



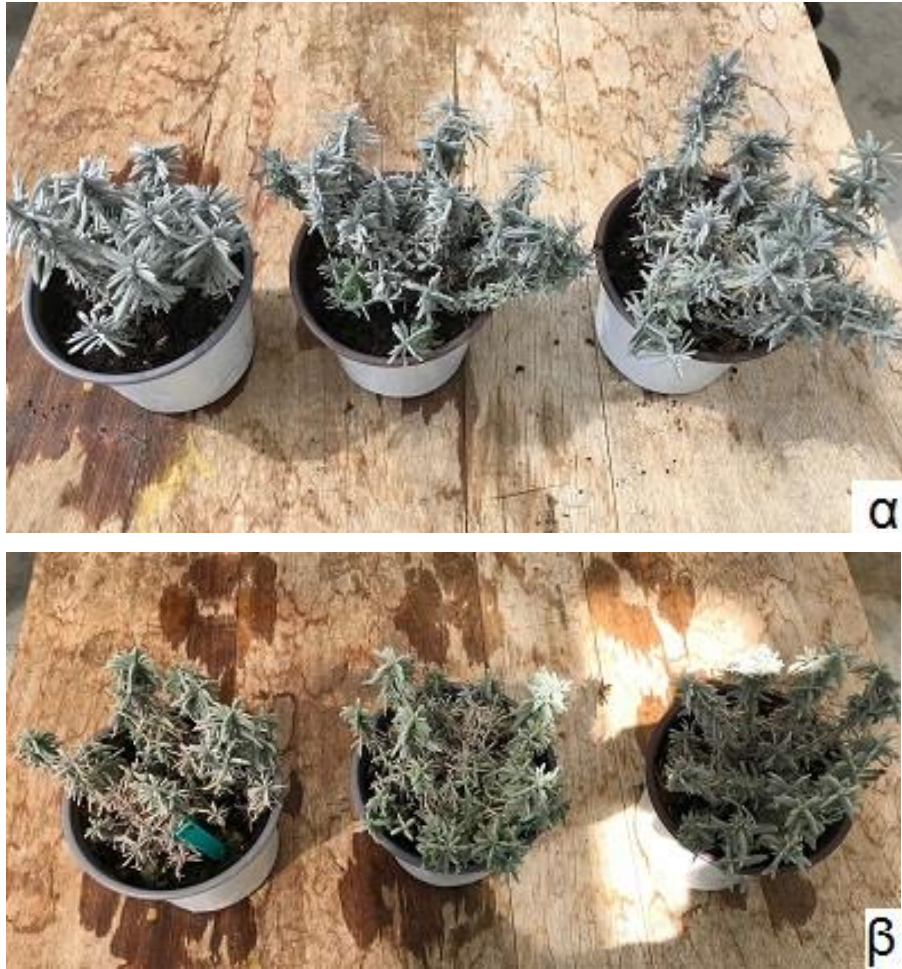
Εικόνα 17: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula stoechas* (β) Φυτά του είδους *Lavandula stoechas* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 200 mM. Παρατηρείται έντονη χλώρωση στα φύλλα του ενός φυτού αλλά και ξήρανση της κόμης στα δύο από τα τρία φυτά σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα.



Εικόνα 18: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula angustifolia* (β) Φυτά του είδους *Lavandula angustifolia* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 25 mM. Τα φυτά φαίνονται υγιή.



Εικόνα 19: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula angustifolia* (β) Φυτά του είδους *Lavandula angustifolia* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 50 mM. Τα φυτά φαίνονται υγιή.

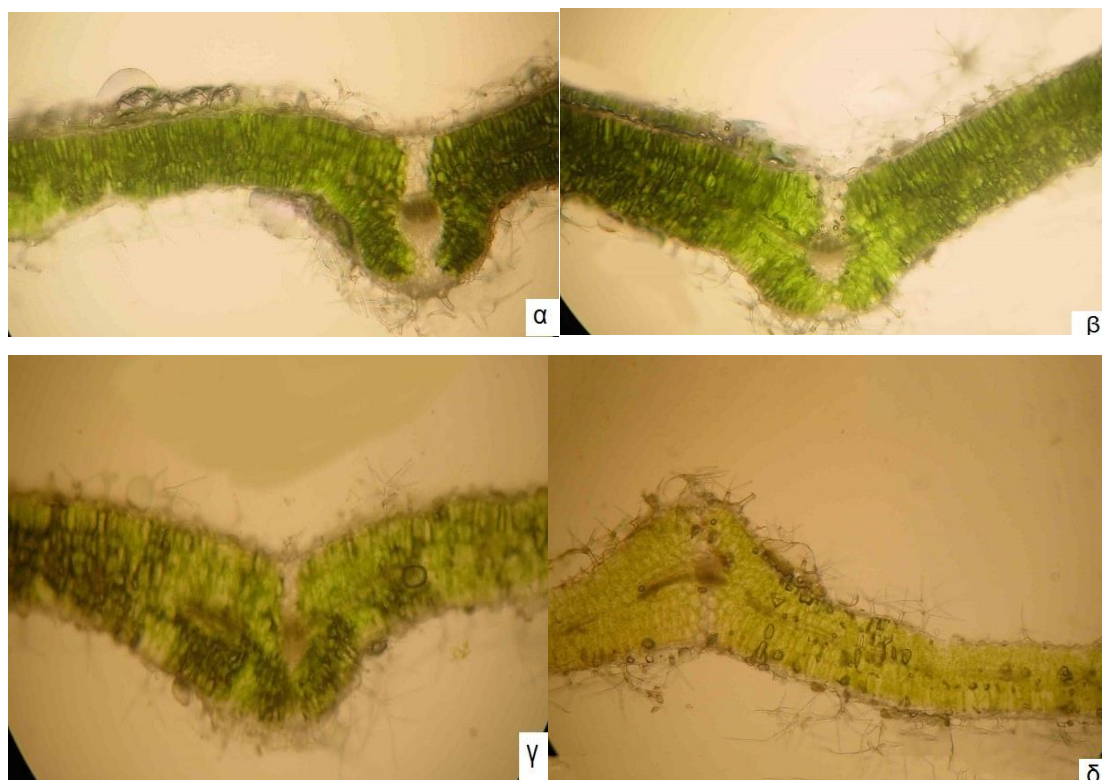


Εικόνα 20: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula angustifolia* (β) Φυτά του είδους *Lavandula angustifolia* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 100 mM. Παρατηρείται έντονη χλώρωση και ξήρανση στα φύλλα της βάσης των φυτών. σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα.



Εικόνα 21: (α) Φυτά μάρτυρα του είδους *Lavandula angustifolia* (β) Φυτά του είδους *Lavandula angustifolia* μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 200 mM. Παρατηρείται ξήρανση της κόμης των φυτών σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα.

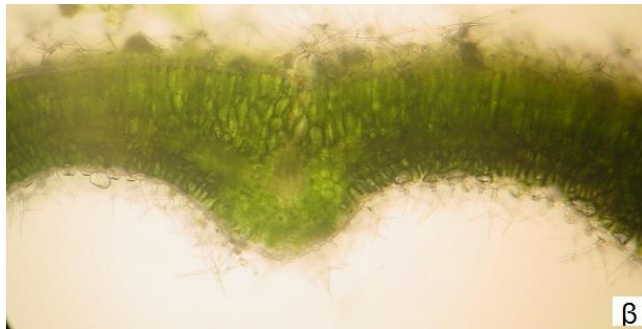
8.2 Τομές_φύλλου



Εικόνα 22: (α) Τομή σε φυτό *μάρτυρα* *Lavandula dentata* var. *candicans* προκειμένου να προσδιοριστεί το πάχος του φύλλου (φακός 20x). (β) Τομή σε φυτό *Lavandula dentata* var. *candicans* προκειμένου να προσδιοριστεί το πάχος του φύλλου μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **25** mM στα φυτά (φακός 20x). (γ) Τομή σε φυτό *Lavandula dentata* var. *candicans* προκειμένου να προσδιοριστεί το πάχος του φύλλου μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **50** mM στα φυτά (φακός 20x). (δ) Τομή σε φυτό *Lavandula dentata* var. *candicans* προκειμένου να προσδιοριστεί το πάχος του φύλλου μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **200** mM στα φυτά (φακός 10x).



Εικόνα 23: (α) Τομή σε φυτό *Lavandula stoechas* προκειμένου να προσδιοριστεί το πάχος του φύλλου μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **25 mM** στα φυτά (φακός 20x). (β) Τομή σε φυτό *Lavandula stoechas* προκειμένου να προσδιοριστεί το πάχος του φύλλου μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **100 mM** στα φυτά (φακός 20x). (γ) Τομή σε φυτό *Lavandula stoechas* προκειμένου να προσδιοριστεί το πάχος του φύλλου μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **200 mM** στα φυτά (φακός 20x).



Εικόνα 24: (α) Τομή σε φυτό *Lavandula angustifolia* προκειμένου να προσδιοριστεί το πάχος του φύλλου μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **25** mM στα φυτά (φακός 20x). (β) Τομή σε φυτό *Lavandula angustifolia* προκειμένου να προσδιοριστεί το πάχος του φύλλου μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **100** mM στα φυτά (φακός 20x). (γ) Τομή σε φυτό *Lavandula dentata* var. *dentata* προκειμένου να προσδιοριστεί το πάχος του φύλλου μετά από εφαρμογή ριζοποτίσματος με διάλυμα NaCl συγκέντρωσης **200** mM στα φυτά (φακός 10x).