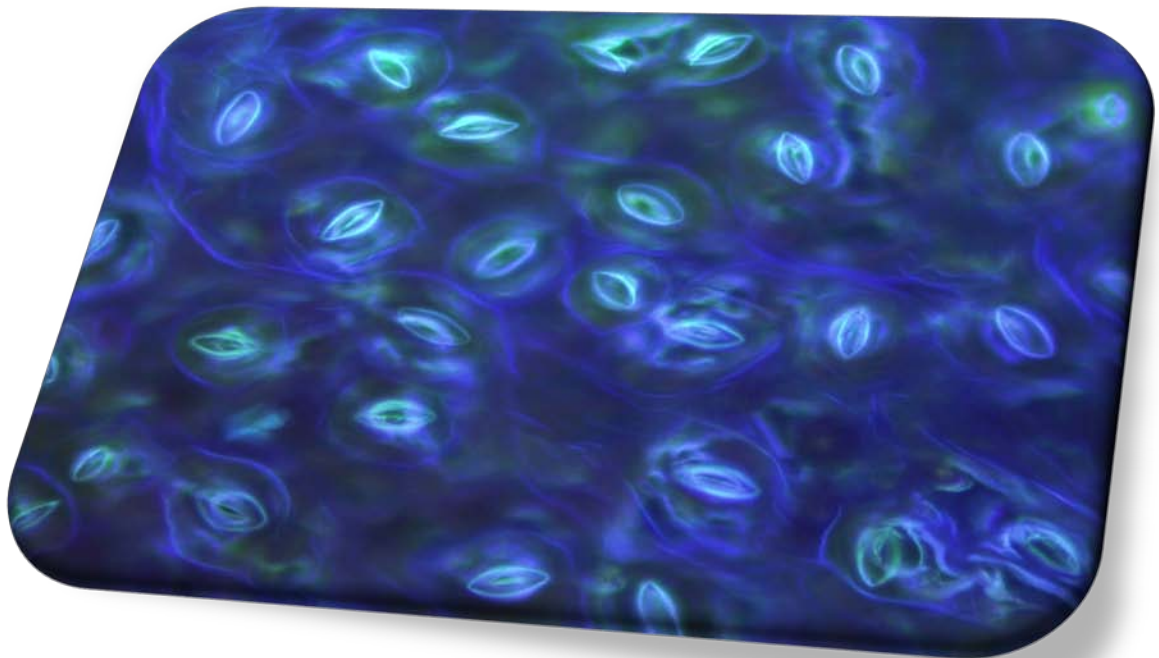


**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**Επίδραση της αλατότητας στα μορφολογικά και φυσιολογικά  
χαρακτηριστικά της μπάμιας σε υδροπονική καλλιέργεια**

**ΒΛΑΧΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ**



**ΑΘΗΝΑ 2011**

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**Επίδραση της αλατότητας στα μορφολογικά και  
φυσιολογικά χαρακτηριστικά της μπάμιας σε  
υδροπονική καλλιέργεια**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΟΤΡΟΠΗ:**

**Επιβλέπων:** ΧΑΡΟΛΑΝΤ Κ. ΠΑΣΣΑΜ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

**Μέλη:** ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΚΟΥΜΙΑΝΑΚΗΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΣΑΒΒΑΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

**Βλάχου Γεωργία  
Γεωπόνος**

ΑΘΗΝΑ 2011

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η εκπόνηση μιας μεταπτυχιακής διατριβής αποτελεί για τους περισσότερους ευασχοληθέντες με το αντικείμενο, βήμα ζωής, μικρό μεν, δειλό κάποιες φορές, αλλά πάντα ουσιώδες για την μετέπειτα εξέλιξη της επαγγελματικής αλλά και προσωπικής τους ζωής. Όπως λοιπόν σε κάθε σημαντικό βήμα της ζωής μας θέλουμε και επιλέγουμε στο πλευρό μας να έχουμε πραγματικούς αρωγούς έτσι και σε αυτό πολλοί ήταν εκείνοι στους οποίους εκτός από τη συγνώμη μου για την ταλαιπωρία στην οποία τους υπέβαλα τους οφείλω και ένα εκ βαθέων καρδιάς μεγάλο ευχαριστώ αρχής γενομένης από τον κύριο **Πάσσαμ Χάρολντ**.

Ο Κύριος **Πάσσαμ Χάρολντ** Καθηγητής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, αντάξιος της φήμης και της θέσης του, υπήρξε εισηγητής του θέματος μου. Η ευκαιρία επομένως που μου δόθηκε στο να ευασχοληθώ και ίσως και σε κάποιο βαθμό να εντυπωσήσω στην επιστήμη της Καλλιέργειας Κηπευτικών οφείλεται αποκλειστικά και μόνο στον ίδιο. Το να του ευχαριστήσω για την πολύτιμη βοήθεια, επιστημονική και ηθική και τις εξίσου πολύτιμες συμβουλές που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της μελέτης, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους, όσο και κατά τη συγγραφή, διόρθωσή και τελική παρουσίαση της είναι αυτονόητο αλλά ίσως και λίγο. Η συμπαράσταση, η αγάπη, η υπομονή και η κατανόηση του είναι αυτά που θα κρατήσω και πάντα θα θυμάσαι όσα ακόμη βήματα και αν κάνω στη ζωή μου.

Ευχαριστώ επίσης θερμά τον Κύριο **Σάββα Δημήτριο** και τον Κύριο **Ακουμιανάκη Κωνσταντίνο** για την τόσο πολύτιμη επιστημονική και ηθική βοήθεια που μου προσέφεραν τόσο κατά την διεξαγωγή όσο και κατά την τελική παρουσίαση της μελέτης μου.

Θα ήταν θεωρώ μεγάλη παράληψη μου να μην ευχαριστήσω ακόμη τον Κύριο **Φασσέα Κωνσταντίνο** για την πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους, όσο και κατά τη συγγραφή της

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου και πιο συγκεκριμένα τον Κύριο **Καρασιάνο Γιάννη**, τον Κύριο **Φοπόκη Ανδρέα** και την Δεσποινίς **Κυριακοπούλου Ολυμπία** για την βοήθεια που μου προσέφεραν κατά την διάρκεια του πειράματος.

Και κλείνοντας για ένα πράγμα ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Θεό: **Για την οικογένεια που μου προσέφερε.** Χάρη σε αυτούς και για χάρη αυτών βάζω κάθε φορά τα δυνατά μου και αντιμάχομαι τις όποιες αντιξοότητες και δυσκολίες.

**Βλάχου Γεωργία**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ-ΙΣΤΟΡΙΚΟ	10
1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	11
1.2.1 Ριζικό σύστημα	11
1.2.2 Σπόρος	11
1.2.3 Στέλεχος	12
1.2.4 Φύλλα	12
1.2.5 Άνθη	12
1.2.6 Καρπός	14
1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ	15
1.4 Η ΜΠΑΜΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	15
1.5 ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	16
1.5.1 Αλατούχα Εδάφη	17
1.5.2 Η ποιότητα του νερού άρδευσης ως παράγοντας αλατότητας	18
1.5.3 Επίδραση της αλατότητας στα φυτά	18
1.5.3.1 Έλλειψη νερού	19
1.5.3.2 Τοξικότητα ιόντων	19
1.5.3.3 Αλληλεπίδραση ιόντων	20
1.6 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ	20
1.6.1. Επίδραση της αλατότητας στα αγρονομικά χαρακτηριστικά	20
1.6.1.1 Επίδραση της αλατότητας στο μήκος και στη διάμετρο των βλαστών	20
1.6.1.2 Επίδραση της αλατότητας στη φυλλική επιφάνεια	21
1.6.1.3 Επίδραση της αλατότητας στο νωπό – ξηρό βάρος των α) βλαστών, β) φύλλων, γ) ρίζας	22
1.6.2 Επίδραση της αλατότητας στην παραγωγή των φυτών	22
1.6.3 Επίδραση της αλατότητας στις φυσιολογικές παραμέτρους	23
1.6.3.1 Επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση της προλίνης	23

1.6.3.2 Επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση χλωροφύλλης και καροτενοειδών	27
1.6.4 Επίδραση της αλατότητας στις ανατομικές παραμέτρους	30
1.6.4.1 Επίδραση της αλατότητας στο πάχος του φύλλου	30
1.6.4.2 Επίδραση της αλατότητας στον αριθμό των στοματίων	31
1.7 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	32
2. ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	34
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	35
3.1. ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	35
3.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	40
3.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	41
3.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	41
3.4.1 Προλίνη	41
3.4.2 Spad	42
3.4.3 Καροτενοειδή	42
3.5 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	43
3.5.1 Αριθμός στοματίων	43
3.5.2 Πάχος φύλλου	44
3.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	46
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	47
4.1 ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	47
4.1.1 Τελικό ύψος κεντρικού βλαστού και μέσο μήκος πλάγιων βλαστών	47
4.1.2 Συνολικός αριθμός κόμβων – Αριθμός κόμβων κεντρικού βλαστού - Μέσος αριθμός κόμβων ανά πλάγιο βλαστό	48
4.1.3 Αριθμός πλάγιων βλαστών	49
4.1.4 Μέσο μήκος μεσογονατίων κεντρικού και πλαγίων βλαστών	50
4.1.5 Μέση διάμετρος της: (α) βάσης κεντρικού και πλάγιων βλαστών και (β) της κορυφής κεντρικού βλαστού και πλάγιων βλαστών	51
4.1.6 Μέσο νωπό βάρος των: (α) ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών	52

4.1.7 Η % ξηρά ουσία των: (α) ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών	53
4.1.8 Μέσο νωπό βάρος των: (α) μίσχων ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) μίσχων ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) μίσχων νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών	55
4.1.9 Η % ξηρά ουσία των: (α) μίσχων ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) μίσχων ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) μίσχων νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών	56
4.1.10 Μέσο νωπό βάρος της βάσης του κεντρικού και πλάγιων βλαστών και κορυφής του κεντρικού και πλάγιων βλαστών	57
4.1.11 Η % ξηρά ουσία της βάσης του κεντρικού και πλάγιων βλαστών και κορυφής του κεντρικού και πλάγιων βλαστών	58
4.1.12 Μέσο νωπό βάρος της ρίζας - Η % ξηρά ουσία της ρίζας	59
4.1.13 Μέση φυλλική επιφάνεια ώριμων φύλλων	60
4.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΩΝ	61
4.2.1 Ο συνολικός αριθμός των καρπών και ο αριθμός καρπών του κεντρικού και πλάγιων βλαστών	61
4.2.2 Η συνολική παραγωγή καρπών - Η παραγωγή καρπών του κεντρικού και πλάγιων βλαστών	62
4.2.3 Η % ξηρά ουσία των καρπών σε δυο διαφορετικές περιόδους	63
4.3 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	64
4.3.1 Συγκέντρωση προλίνης	64
4.3.2 Τιμές Spad	66
4.3.1 Συγκέντρωση καροτενοειδών	67
4.4 ΑΝΑΤΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	69
4.4.1 Ο συνολικός αριθμός στοματίων/cm <sup>2</sup>	69
4.4.2 Το πάχος των ιστών του 1 <sup>ου</sup> πλήρως αναπτυγμένου φύλλου	70
4.4.3 Συνολικό πάχος των ιστών του 1 <sup>ου</sup> πλήρως αναπτυγμένου φύλλου	72
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	74
5.1 ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	74
5.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΩΝ	77
5.3 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	78

5.3.1 Προλίνη	78
5.3.2 Τιμές Spad	78
5.3.3 Καροτενοειδή	79
5.4 ΑΝΑΤΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	80
5.4.1 Αριθμός στοματίων	80
5.4.2 Πάχος φύλλων	81
Α.ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	83
Β.ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	103

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση της αλατότητας στα αγρονομικά, μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά 2 ποικιλιών μπάμιας. Το πειραματικό μέρος πραγματοποιήθηκε από τον Φεβρουάριο έως τον Ιούλιο του 2010 και χρησιμοποιήθηκαν οι ποικιλίες Clemson Spineless και Πυλαίας. Τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε υδροπονικό σύστημα με υπόστρωμα περλίτη εντός του θερμοκηπίου και υποβλήθηκαν σε 3 επίπεδα αλατότητας (2,5, 5,0, 7,5 dS/m) με την προσθήκη NaCl στο θρεπτικό διάλυμα.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος προσδιορίστηκαν α) η παραγωγή των καρπών (αριθμός και βάρος) και η % ξηρά ουσία των καρπών, β) οι φυσιολογικοί παράμετροι (προλίνη, χρώμα με βάση της μετρήσεις του Spad, καροτενοειδή) και γ) ανατομικοί παράμετροι (αριθμός στοματίων και πάχος φύλλου).

Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου μετρήθηκαν τα εξής αγρονομικά χαρακτηριστικά: α) αριθμός πλάγιων βλαστών, β) αριθμός κόμβων του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών, γ) μήκος κεντρικού και πλάγιων βλαστών, δ) μήκος μεσογονατίων κεντρικού και πλάγιων βλαστών, ε) φυλλική επιφάνεια ώριμων φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών, ζ) διάμετρος βάσης κεντρικού και πλάγιων βλαστών, η) διάμετρος κορυφής κεντρικού και πλάγιων βλαστών θ) το νωπό και ξηρό βάρος της ρίζας, των ώριμων φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών, των νεαρών φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών, των μίσχων ώριμων φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών, των μίσχων νεαρών φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών, της βάσης κεντρικού και πλάγιων βλαστών, της κορυφής κεντρικού και πλάγιων βλαστών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η ποικιλία Clemson Spineless να είναι πιο ευαίσθητη τόσο όσο αφορά το μήκος του κεντρικού και πλάγιων βλαστών, όσο και τον αριθμό των κόμβων. Επιπρόσθετα η μέση φυλλική επιφάνεια των ώριμων φύλλων τόσο του κεντρικού, όσο και των πλάγιων βλαστών επηρεάζονται περισσότερο στην ίδια ποικιλία Clemson Spineless σε σχέση με την ποικιλία Πυλαίας. Σε αντίθεση με τα εναέρια όργανα το ριζικό σύστημα της ποικιλίας Πυλαίας φαίνεται να είναι πιο ευαίσθητο σε σχέση με το ριζικό σύστημα της ποικιλίας Clemson Spineless. Όσον αφορά την συνολική παραγωγή (βάρος) καρπών, και στον συνολικό αριθμό των καρπών πιο ευαίσθητη εμφανίζεται η Clemson Spineless,



γεγονός που αποδίδεται στην μείωση του αριθμού των κόμβων και κατ'επέκταση του ύψους. Οι μετρήσεις των φυσιολογικών παραμέτρων παρουσιάζουν παρόμοια εικόνα και για τις δυο ποικιλίες. Συγκεκριμένα στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου η συγκέντρωση της προλίνης αυξάνεται, ενώ στο τέλος της η συγκέντρωση της προλίνης μειώνεται. Αυτή η μείωση πιθανότατα οφείλεται στην μετέπειτα γήρανση των φύλλων λόγω εκτεταμένης έκθεσης σε αλατότητα. Επιπρόσθετα η αύξηση των τιμών του Spad και στις δυο ποικιλίες παρατηρήθηκε στην αλατότητα 7,5 dS/m, σε αντίθεση με την συγκέντρωση των καροτενοειδών όπου εκεί η αύξηση παρατηρήθηκε στα πιο χαμηλά επίπεδα αλατότητας (5 dS/m) και για τις 2 ποικιλίες. Τέλος οι μετρήσεις των ανατομικών παραμέτρων: α) το συνολικό πάχος των φύλλων αυξήθηκε στην ποικιλία Clemson Spineless πάνω από το επίπεδο αλατότητας 5 dS/m και στις 2 μετρήσεις, ενώ στην ποικιλία Πυλαίας πάνω από το επίπεδο αλατότητας 7,5 dS/m, ένδειξη πάλι της μεγάλης ευαισθησίας της ποικιλίας Clemson Spineless σε αλατότητα σε σχέση με την ποικιλία Πυλαίας και β) η αύξηση του αριθμού των στοματίων παρατηρήθηκε στα πιο χαμηλά επίπεδα αλατότητας (5 dS/m) και για τις 2 ποικιλίες.

Συμπερασματικά από την παρούσα μελέτη φάνηκε ότι η ποικιλία Πυλαίας εμφάνισε μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην αλατότητα απ' ότι η Clemson Spineless. Αυτή η διαφορά πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι η Πυλαίας είναι μια ποικιλία ντόπια που έχει προσαρμοστεί στις ξηροθερμικές συνθήκες της χώρας μας σε αντίθεση με την Clemson Spineless η οποία είναι αγγλικής προέλευσης. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι η Πυλαίας καλλιεργείτο σαν ξηρική καλλιέργεια.

## ABSTRACT

The main purpose of this study was to investigate the effect of salinity on agronomic, morphological and physiological characteristics of two different okra cultivars. The duration of the experimental process was 6 months (February-July 2010). Clemson Spineless and Pilaias, two okra varieties, were cultivated in a closed hydroponic system using perlite as a substrate. To this greenhouse cultivation, three different NaCl concentrations in the irrigation water, 2,5, 5,0 and 7,5 dS/m respectively, were applied as experimental treatments.

During the whole growing period physiological parameters, such as proline, SPAD and carotenoids, and anatomical parameters, such as the number of stomata and leaf thickness, were measured. Moreover, plant yield in terms of fruit number and fruit fresh and dry mass were recorded. At the end of the growing season the following agronomic characteristics were measured: a) the number of lateral shoots, b) the number of nodes in the central and lateral shoots, c) the height of the central and lateral shoots, d) the length of the internodes of the central and lateral shoots, e) the leaf area of mature leaves of the central and lateral shoots, g) base diameter of the central and lateral shoots, h) diameter of the apices of central and lateral shoots i) fresh and dry weight of the roots, the laminae of young and mature leaves of the main and lateral shoots, the petioles of young and mature leaves of the main and lateral shoots, and the basal and apical regions of the main and lateral shoots.

The results revealed the sensitivity of Clemson Spineless to salinity concerning the length of the main and lateral shoots and the number of nodes. In addition, the average leaf area of mature leaves of both the main and lateral shoots was more affected in Clemson Spineless than Pilaias. In contrast to the aerial organs, the root system of Pilaias was apparently more sensitive to salinity than that of Clemson Spineless. In terms of total fruit production and total number of fruit, Clemson Spineless appears to be more sensitive, reflecting the decline in the number of nodes and therefore plant height with increasing salinity. Physiological parameters showed a similar pattern of behavior for both varieties. Specifically at the beginning of the growing season the concentration of proline increased while at the end it decreased. This decrease is probably due to the age of leaves and the extended exposure to salinity. In addition, an increase in SPAD units (corresponding to chlorophyll content) in both varieties was observed in 7,5 dS / m, in contrast to the

concentration of carotenoids in which there was an increase at lower salinity levels (5 dS / m) for both varieties. Finally, concerning the anatomical parameters, the total thickness of Clemson Spineless leaves increased at  $\geq 5$  dS / m in both measurements, while for the variety Pilaias at 7,5 dS / m, indicating again the higher sensitivity of Clemson Spineless to salinity compared to Pilaias. Moreover an increase in the number of stomata for both varieties was observed at 5 dS / m.

In conclusion Pilaias showed a greater resistance to salinity in comparison with Clemson Spineless. This difference is probably due to the fact that Pilaias is a local variety already adapted to Greek climate conditions as opposed to Clemson Spineless which is of American origin. It is therefore no coincidence that Pilaias is already cultivated as a non-irrigated crop.

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ-ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Το όνομα «μπάμια» είναι αραβικής προέλευσης και προέρχεται από την αραβική λέξη *bamyah*. Το επιστημονικό όνομα που χαρακτηρίζει το γένος, δηλαδή το *Abelmoschus* προέρχεται από την Αραβική λέξη *abu-l-mosk*, η οποία σημαίνει «πατέρας του αρώματος» και αναφέρεται στους αρωματισμένους σπόρους της μπάμιας και η ονομασία που αναφέρεται στο είδος, δηλαδή *esculentus* σημαίνει εδώδιμος στα λατινικά (Dhankhar and Mishra, 2009).

Σήμερα το είδος *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (προηγ. συν. *Hibiscus esculentus* L.), της οικογένειας Malvaceae, είναι ένα από τα σημαντικότερα λαχανικά που καλλιεργείται ευρέως στη Νιγηρία για τον τρυφερό καρπό και τα νεαρά φύλλα (Calisir *et al.*, 2005). Καλλιεργείται εξίσου καλά, τόσο σε τροπικές όσο και σε υποτροπικές περιοχές και ειδικότερα, την συναντούμε από την Αφρική μέχρι την Ασία, την Νότια Ευρώπη και την Αμερική (Calisir *et al.*, 2005). Καλλιεργείται επίσης σε διάφορες ζεστές χώρες όπως την Ελλάδα, το Ιράν, την Αίγυπτο, την Ιαπωνία, την Τουρκία και τις Φιλιππίνες (Karakoltsidis and Constantinides, 1975) ενώ ακόμη και σήμερα παραμένει άγνωστη σε πολλές χώρες, ιδίως στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη.

Οι απόψεις όσον αφορά στην προέλευση της μπάμιας ποικίλουν και για να μπορέσουμε να προσδιορίσουμε τον ακριβή τόπο καταγωγής της απαιτείται περεταίρω έρευνα. Πιθανώς, η διασαφήνιση της εξελικτικής ιστορίας της μπάμιας οφείλεται στην κυτταρογενετική σχέση αυτής με τα παρακάτω άγρια είδη καταγόμενα από την Ινδία: *A. tuberculatus*, *A. moschatus* και *A. ficulneus* (Dhankhar and Mishra, 2009).

Ενώ, το γένος *Abelmoschus* θεωρείται ασιατικής καταγωγής, πιθανολογείται ότι η μπάμια (*Abelmoschus esculentus*) καλλιεργήθηκε πρώτα στην Αφρική, στην περιοχή της Αιθιοπίας. Άλλοι ερευνητές προτείνουν ως κέντρο καταγωγής της μπάμιας την Ινδία (Masters, 1875), τη Δυτική Αφρική (Chevalier, 1940; Murdock, 1959), την Αιθιοπία (De Candolle, 1883; Vavilov, 1951), την Τροπική Ασία (Grubben, 1977) και τη Νότια Ασία (van Borssum Waalkes, 1966).

Υπάρχουν δύο τύποι καλλιέργειας της μπάμιας, η ποτιστική και η ξερική. Οι ξερικές μπάμιες, χρειάζονται ελάχιστο πότισμα και είναι οι πιο νόστιμες αλλά οι αποδόσεις είναι πιο χαμηλές.

Ο πολλαπλασιασμός της μπάμιας γίνεται με σπόρο και στην Ελλάδα σπέρνεται μέσα Μαρτίου με αρχές Απριλίου. Η συγκομιδή γίνεται δυο μήνες αργότερα και συνεχίζεται μέχρι και το μήνα Αύγουστο ή Σεπτέμβριο.

Υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις σχετικά με την ανεκτικότητα της στην αλατότητα του εδάφους. Για παράδειγμα, η μπάμια ταξινομείται ως ημι- ανεκτική από τον Maas και Hoffman (1977), ενώ οι Ayers και Westcot (1989) και Bresler *et al.*, (1982) την ταξινομούν ως ευαίσθητη στην αλατότητα. Αυτή η διαφορά στην ανοχή της θα μπορούσε να συνδέεται με το είδος ή την ποικιλία που χρησιμοποιείται σε αυτές τις μελέτες και τις διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες.

## **1.2 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

Η μπάμια είναι φυτό ετήσιο, δικότυλο, ποώδες ή θαμνώδες. Παλαιότερα ανήκε στο γένος *Hibiscus*, τμήμα *Abelmoschus* (Linnaeus, 1737). Σήμερα το τμήμα *Abelmoschus* θεωρείται ως ξεχωριστό γένος, του οποίου έχουν περιγραφεί περίπου 50 είδη. Το γένος *Abelmoschus* που συμπεριλήφθηκε στην οικογένεια Malvaceae από τον Γερμανό βοτανολόγο Friedrich Medicus στο τέλος του 18<sup>ου</sup> αιώνα (1787) άνηκε για αρκετό καιρό στο γένος *Hibiscus* (Nerkar and Jambhale, 2009).

### **1.2.1 Ριζικό σύστημα**

Η μπάμια χαρακτηρίζεται από πλούσιο ριζικό σύστημα, το οποίο σε πλήρη ανάπτυξη αποτελείται από μία κύρια κατακόρυφη ρίζα, η οποία μπορεί να φτάσει τα 40 cm. και πολλές δευτερεύουσες. Έτσι, το ριζικό σύστημα της μπάμιας μπορεί να θεωρηθεί ως πασσαλώδες με ξυλώδη σύσταση. Η κύρια ρίζα της μπάμιας αποτελεί προέκταση του στελέχους και το βάθος στο οποίο φθάνει εξαρτάται κυρίως από τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Nonnecke, 1989).

### **1.2.2 Σπόρος**

Ο σπόρος της μπάμιας είναι σχήματος σφαιρικού και χρώματος γκριζοπράσινο έως σκούρο καστανό. Η διάμετρός του κυμαίνεται γύρω στα 5 mm. Αποτελείται από 3 μέρη: το σκληρό κέλυφος, μία λεπτή εξωτερική μεμβράνη και το

έμβρυο. Το έμβρυο αποτελείται από τις αναδιπλούμενες κοτύλες και τον άξονα του εμβρύου. Ο δε άξονας αποτελείται από το ριζίδιο, το υποκοτύλιο και το επικοτύλιο. Ο σπόρος θεωρείται μη ενδοσπερμικός διότι στις κοτύλες συγκεντρώνονται σταδιακά οι διάφορες αποθησαυριστικές ουσίες του ενδοσπερμίου, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη διατροφή του νεαρού φυτού, κατά το φύτεμα του σπόρου.

### 1.2.3 Στέλεχος

Το κύριο στέλεχος της μπάμιας είναι ξυλώδες, ινώδες, εύρωστο με κυλινδρική διατομή και μπορεί να φτάσει και τα 4 μέτρα ύψος. Πάνω στο στέλεχος απαντώνται οι κόμβοι και τα μεσογονάτια διαστήματα. Από τους κόμβους φύονται τα φύλλα και οι δευτερεύοντες βλαστοί. Το χρώμα του στελέχους είναι πράσινο και μερικές φορές παρατηρούνται κόκκινα στίγματα, χαρακτηριστικό κάποιων ποικιλιών.

### 1.2.4 Φύλλα

Τα φύλλα της μπάμιας είναι μεγάλα, έμμισχα, παλαμοειδή και έλλοβα με 3-7 ακτινοειδείς πριονωτούς λοβούς. Επίσης είναι οξύληκτα, χονδρά και καλυπτόμενα από τρίχες. Εκφύονται κατ' εναλλαγή πάνω στο βλαστό και αποτελούνται από το έλασμα και το μίσχο, ο οποίος είναι κυλινδρικής διατομής και μακρύς με μήκος να κυμαίνεται μεταξύ 15-35 cm, καλυπτόμενος από τριχίδια (Dhingra, 2009).

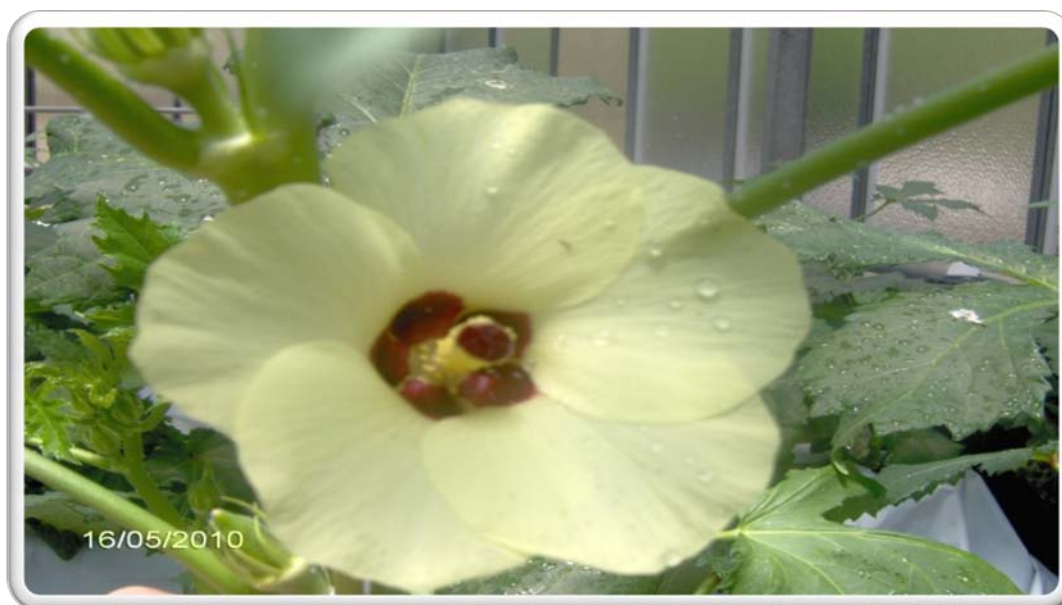
### 1.2.5 Άνθη

Τα άνθη της μπάμιας είναι μονήρη, σχηματίζονται ένα-ένα διαδοχικά πάνω στο κεντρικό στέλεχος και εκπτύσσονται από τις μασχάλες των φύλλων, ξεκινώντας από το 6ο έως το 8ο φύλλο του βλαστού (Swiader *et al.*, 1980).

Τα άνθη είναι μεγάλα, ερμαφρόδιτα, αυτογόνιμα με δυνατότητα σταυρεπικονίασης. Η σταυρεπικονίαση επιτυγχάνεται με τα έντομα και κυρίως τις μέλισσες. Το ποσοστό της σταυρεπικονίασης κυμαίνεται από 10% και άνω. Όσον αφορά τα επίπεδα αλλογαμίας τα αποτελέσματα που αναφέρονται στην βιβλιογραφία δίνουν αντικρουόμενες πληροφορίες. Ειδικότερα, ο Venkatasramani (1953) αναφέρει ότι οι ανθήρες ανοίγουν και απελευθερώνουν γύρη μετά την άνθηση και έτσι κάνει λόγο για έντονη συμπεριφορά αλλογαμίας. Αντιθέτως, οι Purewall and Randhawa (1957) υποστηρίζουν ότι εκφράζεται έντονη αυτογαμία, επειδή ο στύλος είναι δεκτικός πριν ανοίξει το άνθος, οπότε υπάρχει αρκετός χρόνος για αυτογονιμοποίηση

πριν λάβει χώρα η άνθηση. Την άποψη αυτή μοιράζονται οι Srivastava and Sachan (1973) και οι Chandra and Bhatnagar (1975).

Ένα άνθος μπάμιας αποτελείται από τον κάλυκα, ο οποίος είναι συσσέπαλος και σχίζεται κατά μήκος κατά την άνθηση, την στεφάνη, η οποία αποτελείται από 5 κίτρινα πέταλα (μήκος 5-7cm), που έχουν στη βάση τους μία κόκκινη κηλίδα και τους στήμονες, οι οποίοι σχηματίζουν σωλήνα στη βάση των πετάλων με μήκος 2-3cm και οι οποίοι είναι πολυάριθμοι και ενωμένοι στο μεγαλύτερο μήκος τους με τους στύλους (Martin and Rubuke, 1978). Ο κάλυκας μαζί με την στεφάνη πέφτουν 2-3 ημέρες μετά την άνθηση. Οι στήμονες είναι βραχύτεροι από τους στύλους και οι ανθήρες τους παράγουν μεγάλους, σφαιρικούς και υαλώδεις γυρεόκοκκους. Το θηλυκό αναπαραγωγικό όργανο αποτελείται από τον ύπερο, ο οποίος αποτελείται από την ωοθήκη η οποία είναι επιφυής συνήθως πεντάχωρη, τους στύλους και 5-9 τριχωτά στίγματα ανάλογα με τους χώρους της ωοθήκης και έχει χρώμα κόκκινο. Ο σωλήνας των στημόνων περιβάλλει τον ύπερο.



Εικόνα 1. Άνθος μπάμιας

### 1.2.6 Καρπός

Ο καρπός της μπάμιας είναι κάψα, επιμήκης, κυλινδρικός ή γωνιώδης με αύλακες που στο ένα άκρο λεπταίνει, σχηματίζοντας το ράμφος. Σε κάποιες ποικιλίες καλύπτεται από τρίχες και λεπτά αγκάθια. Το χρώμα του καρπού είναι κιτρινοπράσινο ή πράσινο όταν είναι άωρος και κίτρινος όταν είναι ώριμος, ενώ σε μερικές ποικιλίες το χρώμα είναι βυσσινί. Οι διαστάσεις του καρπού στο στάδιο της πλήρους ανάπτυξης είναι, μήκος 10-30 cm και πλάτος 1-4 cm, ανάλογα με την ποικιλία (Jambhale and Nerkar, 1998).



Εικόνα 2. Καρπός Clemson Spineless



Εικόνα 3. Καρπός Πυλαίας



### 1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ

Η μπάμια καλλιεργείται κυρίως για τον ανώριμο καρπό της. Συγκεκριμένα, καλλιεργείται με σκοπό να καταναλωθεί ως νωπή, κατεψυγμένη, κονσερβοποιημένη ή τέλος να αποξηρανθεί και να χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση που δεν υπάρχουν καρποί σε νωπή κατάσταση. Οι Calisir *et al.* (2005) αναφέρουν ότι, σύμφωνα με τον Busson (1963) οι ώριμοι σπόροι της μπάμιας ενίοτε χρησιμοποιούνται σαν τροφή για κοτόπουλα και σε μικρότερη κλίμακα για την παραγωγή λαδιού.

Τα σπέρματα του λοβού αποτελούν σημαντική πηγή ελαίων, πρωτεϊνών και μπορούν έπειτα από καβούρντισμα να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατα του καφέ (Calisir *et al.*, 2005), ενώ η σκόνη τους είναι υποκατάστατο για άλατα αργιλίου στον καθαρισμό του νερού (Vaidya and Nanoti, 1989). Τα σπέρματα περιέχουν έλαια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε φαρμακευτικές φόρμουλες (Sengupta *et al.*, 1974).

Τέλος το στέλεχος των φυτών παρέχει φυτικές ίνες, και χρησιμοποιείται στην βιομηχανία χάρτου (Balooch, 1994). Σημειώνεται ότι στην Ελλάδα όπως και την Τουρκία προτιμούνται ποικιλίες που παράγουν πολύ μικρούς καρπούς (3-6 cm μήκος). Ενώ σε άλλες περιοχές (π.χ. Αμερική) καταναλώνονται μεγάλοι καρποί (11-12 cm μήκος).

### 1.4 Η ΜΠΑΜΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η μπάμια συγκαταλέγεται στα δημοφιλέστερα λαχανικά που καλλιεργούνται στην χώρα μας εδώ και πολλά χρόνια. Καλλιεργείται από τα τέλη της άνοιξης έως τις αρχές του φθινοπώρου. Στην Ελλάδα, η μπάμια είναι το μοναδικό καλοκαιρινό υπαίθριο λαχανικό που καλλιεργείται σε αρδευόμενες καθώς και σε μη-αρδευόμενες συνθήκες. Η καλλιέργεια της μπάμιας καταλαμβάνει έκταση περίπου 14.000 στρεμμάτων εκ των οποίων πάνω από το 75% είναι για ποτιστικές καλλιέργειες. Η συνολική παραγωγή ανέρχεται στους 8-10.0000 τόνους που αντιστοιχεί σε μέση παραγωγή 550-600 κιλά το στρέμμα (Στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2011).

Βέβαια τα τελευταία 10 χρόνια έχει παρατηρηθεί σημαντική μείωση στις καλλιεργούμενες εκτάσεις μπάμιας. Βασιζόμενοι στην εθνική απογραφή για το 2001, εκτιμάται ότι η ετήσια κατανάλωση της μπάμιας κατά κεφαλή ήταν 1,2-1,6 kg ενώ

αντιθέτως, κατά νοικοκυριό υπολογίστηκε σε 3,1-4,1 kg. Οι κατεψυγμένοι καρποί είναι το κύριο επεξεργάσιμο προϊόν, με συνολική ετήσια παραγωγή περίπου 500 τόνους. Εκτιμάται πως, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 70% των οικογενειών στην χώρα μας καταναλώνουν κατεψυγμένα λαχανικά, με την μπάμια να είναι το τρίτο πιο δημοφιλές, μετά τα μπιζέλια και τα φασόλια (Passam and Rekoumi, 2009).

Έχει ενδιαφέρον να αναφέρουμε ότι η μπάμια είναι το μόνο σημαντικό λαχανικό στην Ελλάδα, το οποίο καλλιεργείται σχεδόν αποκλειστικά από εγχώριες ποικιλίες-κυρίως η Πυλαίας και η Μπογιατίου, ενώ υπάρχουν πολλές τοπικές ποικιλίες ή πληθυσμοί (Passam and Rekoumi, 2009). Οι ελληνικές ποικιλίες προέρχονται από τη γενετική βελτίωση τούρκικου γενετικού υλικού.

## 1.5 ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Ο όρος αλατότητα αναφέρεται στην ύπαρξη υψηλών συγκεντρώσεων διαλυτών αλάτων (ανόργανων ιόντων) στο διάλυμα που βρίσκεται στην περιοχή της ριζόσφαιρας (εδαφικό διάλυμα ή τεχνικό διάλυμα). Τα ανόργανα ιόντα που βρίσκονται σε υπερβολική συγκέντρωση συνήθως είναι το  $\text{Na}^+$  και το  $\text{Cl}^-$  καθώς και το  $\text{Ca}^{++}$ .

Η αλατότητα, ως παράγοντας καταπόνησης, παρουσιάζεται σε εκτεταμένες περιοχές του πλανήτη (η έκταση τους φθάνει το 20% του συνόλου των καλλιεργούμενων εδαφών) οι οποίες για διαφορετικούς λόγους εμφανίζουν υψηλή αλατότητα στο έδαφος (Καραμπουρνιώτης, 2003).

Η αλατότητα του εδάφους είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα των καλλιεργειών σε ξηρές και ημί-ξηρες περιοχές (Meloni *et al.*, 2003; Gebauer *et al.*, 2004; Khan and Panda, 2008). Σε όλο τον κόσμο 800 εκτάρια της καλλιεργήσιμης γης έχει σοβαρά επηρεασθεί από υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων, οι οποίες μειώνουν την αύξηση των φυτών και την παραγωγή (Hasegawa *et al.*, 1986; Ghassemi *et al.*, 1995; Munns, 2005). Περίπου το 50% των αρδευόμενων εκτάσεων έχει επηρεασθεί από υψηλή αλατότητα (Zhu, 2001), η οποία συχνά είναι αποτέλεσμα δευτερογενούς αλάτωσης λόγω χρήσης ακατάλληλου νερού, υψηλής συγκέντρωσης σε άλατα για άρδευση. Σε ζεστές και ξηρές περιοχές, η συγκέντρωση των αλάτων αυξάνεται στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους, επειδή η εξατμισοδιαπνοή υπερβαίνει την 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 τοξικές επιδράσεις από ορισμένα ιόντα (Syvertsen *et al.*, 1988; Pessarakli and Tucker 1988; Khan *et al.*, 2002; Khan and Panda, 2008).

### 1.5.1 Αλατούχα Εδάφη

Αλατούχα εδάφη παρουσιάζονται συνήθως σε: α) περιοχές σε δέλτα ποταμών ή σε παραθαλάσσιες περιοχές που κατακλύζονται εποχιακά από θάλασσα, β) εδάφη που λόγω ανάγλυφου βρίσκονται στα χαμηλότερα σημεία μίας ευρύτερης λεκάνης ή περιοχής, γ) σε περιοχές με εδάφη μικρής υδατοπερατότητας. Γενικότερα, τα προβλήματα από τα αλατούχα εδάφη είναι εντονότερα σε περιοχές με ημίξηρο και ξηρό κλίμα όπου η εξατμισιοδιαπνοή είναι μεγάλη ενώ η βροχόπτωση δεν επαρκεί για της ανάγκες έκπλυσης των αλάτων από το έδαφος. Τέλος, αλατούχα εδάφη δημιουργούνται σε αρδευόμενες περιοχές λόγω της κακής ποιότητας του νερού άρδευσης (Μισσοπολινός, 1991). Σύμφωνα με το U.S. Salinity Laboratory αλατούχα εδάφη θεωρούνται τα εδάφη που παρουσιάζουν ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) στο εκχύλισμα κορεσμού μεγαλύτερη από  $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  και ποσοστό ανταλλάξιμου νατρίου (ESP) μικρότερο από 15. Επειδή όμως η EC μετράται στο εκχύλισμα κορεσμού, η συγκέντρωση αλάτων στο εδαφικό διάλυμα στην κατάσταση υδατοικανότητας θα είναι υψηλότερη από τη συγκέντρωση του εκχυλίσματος κορεσμού και ακόμα υψηλότερη όταν η υγρασία του εδάφους είναι κάτω από την κατάσταση υδατοικανότητας. Το pH των αλατούχων εδαφών ποικίλει. Εδάφη με ESP μεγαλύτερο του 15 ονομάζονται αλατούχα- νατριωμένα και έχουν  $\text{pH} > 7$  ενώ παρουσιάζουν μικρή διαπερατότητα και προβλήματα αερισμού, όταν απομακρυνθούν τα άλατα. Τα εδάφη αυτά χαρακτηρίζονται από μεγάλους λόγους  $\text{Na}^+ / \text{Ca}^{++}$  (Maas and Grieve, 1987). Τα άλατα που συγκεντρώνονται στο έδαφος μπορεί να προέλθουν από τα πετρώματα και ορυκτά, από αλμυρές λίμνες, την άρδευση με νερό κακής ποιότητας, την υψηλή υπεδάφια στάθμη, την κακή αποστράγγιση του εδάφους και την μικρή βροχόπτωση, την τοπογραφία, την ύπαρξη αδιαπέραστων στρωμάτων στο έδαφος, την υψηλή εξατμισιοδιαπνοή και την ανοδική κίνηση του νερού (Θεριός, 1996).

### **1.5.2 Η ποιότητα του νερού άρδευσης ως παράγοντας αλατότητας**

Το νερό άρδευσης θεωρείται καλής ποιότητας εφόσον έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα μικρότερη από 2 dS/m. Ωστόσο, δεν αρκεί η γνώση και μόνο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για να εκτιμήσουμε την καταλληλότητα ενός νερού άρδευσης, διότι η αλατότητα του εκχυλίσματος κορεσμού του εδάφους είναι τριπλάσια ή και μεγαλύτερη, σε περιπτώσεις ξηρασίας, αυτής του νερού άρδευσης. Η χρήση νερού άρδευσης με υψηλή συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων συνεπάγεται τη δημιουργία αλατούχων εδαφών, όταν η αποστράγγιση και η έκπλυση του εδάφους είναι ανεπαρκείς και η ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους είναι χαμηλή. Σε παραθαλάσσιες ξηρές και ημίξηρες περιοχές είναι δυνατόν να παρατηρηθεί σε μεγάλο βαθμό είσοδος του θαλασσινού νερού στους υδροφόρους ορίζοντες. Επίσης η υπεράντληση του νερού άρδευσης έχει ως αποτέλεσμα την εισχώρηση του θαλασσινού νερού στους υδροφόρους ορίζοντες.

### **1.5.3 Επίδραση της αλατότητας στα φυτά**

Οι περιοριστικοί παράγοντες της αύξησης των φυτών που παρατηρούνται σε συνθήκες αλατότητας είναι τρεις: α) Η έλλειψη νερού που δημιουργείται από το χαμηλότερο υδατικό δυναμικό που έχει το εξωτερικό διάλυμα σε σχέση με την ρίζα, β) Η τοξικότητα ιόντων και γ) Η ανισορροπία ιόντων. Συνήθως οι τρεις πιο πάνω παράγοντες αλληλοεπικαλύπτονται και είναι δύσκολο να διαχωριστεί ο τρόπος δράσης του καθενός. Συνέπεια των πρωταρχικών επιδράσεων της υψηλής συγκέντρωσης αλάτων (ανισορροπίες ιόντων, υπερωσμωτική καταπόνηση), προκαλούνται δευτερογενείς επιδράσεις, όπως η οξειδωτική καταπόνηση (Zhu, 2001). Οι συγκεντρώσεις και η σύνθεση των αλάτων, η διάρκεια της έκθεσης, το φυτικό είδος, η ποικιλία, το υποκείμενο, το στάδιο της ανάπτυξης και οι περιβαλλοντολογικές συνθήκες είναι μερικοί από τους παράγοντες που διαδραματίζουν ρόλο στην ανθεκτικότητα των φυτών (Marschner, 1995).

Το χαρακτηριστικό σύμπτωμα της υπερβολικής παρουσίας αλάτων είναι η μάρανση των φυτών παρόλο που έχουν ποτιστεί (Burnstein, 1975; Nikaya, 1983), παρόλα αυτά, τα φυτά έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται γιατί πολύ σπάνια η αλατότητα αυξάνει με υπερβολικά ταχύ ρυθμό ώστε τα φυτά να μαραίνονται άμεσα, έτσι η κυριότερη επίδραση στα φυτά δεν είναι η μάρανση αλλά η μείωση της ανάπτυξης για την οποία δεν έχει προταθεί ένας συγκεκριμένος μηχανισμός που να την εξηγεί επαρκώς (Greenway and Munns, 1980).

### 1.5.3.1 Έλλειψη νερού

Το νερό παίζει σημαντικό ρόλο στις φυσιολογικές λειτουργίες και στην επιβίωση των φυτών, αφού χρησιμοποιείται ως διαλύτης στις βιοχημικές αντιδράσεις (π.χ. φωτοσύνθεση), ως μέσο για τη σταθεροποίηση και λειτουργία βιολογικών μεμβρανών και ενζύμων, ως μέσο μεταφοράς ιόντων και προϊόντων μεταβολισμού και ρυθμίζει την θερμοκρασία του φυτού μέσω της διαπνοής. Επίσης συντελεί στη διατήρηση της σπαργής των κυττάρων και αποτελεί μέσο στήριξης διαφόρων ιστών.

Στα ανώτερα φυτά το νερό απορροφάται με τις ρίζες από το έδαφος και μεταφέρεται μέσω του βλαστού στα φύλλα ως αποτέλεσμα της διαφοράς υδατικού δυναμικού, ριζικής πίεσης και διαπνοής. Η υδατική κατάσταση του φυτού σε μια δεδομένη στιγμή εξαρτάται από το ισοζύγιο απορρόφησης νερού και διαπνοής. Όταν ο ρυθμός απώλειας νερού με τη διαπνοή είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό απορρόφησης από τις ρίζες, λόγω μειωμένης διαθεσιμότητας στο έδαφος, το υδατικό δυναμικό των φύλλων θα μειωθεί. Ως αποτέλεσμα, ο εφοδιασμός του φυτού με νερό και θρεπτικά στοιχεία μειώνεται και εφόσον το υδατικό έλλειμμα συνεχιστεί, τα φυτά θα ξηραθούν, εάν δεν διαθέτουν μηχανισμούς προσαρμογής. Η μειωμένη διαθεσιμότητα του νερού στο έδαφος μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη νερού ή στην αδυναμία πρόσληψης νερού λόγω αλατότητας, και στις δύο περιπτώσεις εμφανίζεται μια κοινή μορφή υδατικής καταπόνησης (ωσμωτική καταπόνηση) (Καραμπουρνιώτης, 2003).

### 1.5.3.2 Τοξικότητα ιόντων

Το  $\text{Cl}^-$  είναι απαραίτητο ιχνοστοιχείο και το  $\text{Na}^+$  διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην θρέψη των αλόφυτων και των  $\text{C}_4$  φυτών. Το  $\text{Na}^+$  εμπλέκεται στην οσμωτική (κίνηση υγρών) και ιονική ισορροπία των φυτών. Το  $\text{Cl}^-$  αποτελεί βασικό ιχνοστοιχείο για την θρέψη των φυτών, σε συνθήκες αλατότητας οι συγκεντρώσεις του στο εδαφικό διάλυμα ξεπερνούν κατά πολύ τις ανάγκες των φυτών και οδηγούν σε τοξικότητα. Χαρακτηριστικά συμπτώματα της τοξικότητας  $\text{Cl}^-$  είναι η μείωση της αύξησης, χαρακτηριστικές χλωρώσεις στην περιφέρεια του ελάσματος καθώς και νεκρώσεις στα παλαιότερα φύλλα (Maas, 1993; Marschner, 1995; Θεριός, 1996). Οι συγκεντρώσεις τους σε αλατούχα διαλύματα είναι πολύ υψηλές, με συνέπεια να δρουν τοξικά. Σε πολλά ευπαθή στα άλατα φυτά, όπως το αμπέλι και τα οπωροφόρα δέντρα παρατηρούνται νεκρώσεις στα φύλλα και μείωση της αύξησης σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις  $\text{NaCl}$  στο διάλυμα (Sykes, 1992; Maas, 1993) οι οποίες στο

γένος *Citrus* δεν μπορούν να αποδοθούν στην χαμηλή ωσμωτική πίεση αλλά σε τοξικότητα ιόντων όπως του  $\text{Na}^+$  ή του  $\text{Cl}^-$  (Maas, 1993). Σε άλλα είδη, όπως το *Sorghum*, το  $\text{SO}_4^{2-}$  μπορεί να έχει παρόμοια τοξική δράση ή και μεγαλύτερη από αυτή του  $\text{Cl}^-$  (Parker *et al.* 1983, 1987). Πολλά είδη αντιμετωπίζουν την τοξικότητα  $\text{Na}^+$  με απελευθέρωσή του στο περιβάλλον με την βοήθεια αδένων. Ωστόσο, κάτω από συνθήκες κακού αερισμού του εδάφους λαμβάνει χώρα μαζική μεταφορά  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  στα φύλλα και στους βλαστούς, που οδηγεί σε τοξικότητα (Marschner, 1995).

Παλαιότερα για την εξήγηση της τοξικής δράσης των αλάτων στα φύλλα έμφαση δινόταν στην αναστολή των ενζυμικών αντιδράσεων καθώς και στην ελλειπή διαμερισματοποίηση μεταξύ κυτοπλάσματος και χυμοτοπίου. Σημαντική ωστόσο θεωρείται και η υπόθεση Oertli (1968) σύμφωνα με την οποία η συγκέντρωση αλάτων στον αποπλάστη οδηγεί σε αφυδάτωση, μείωση της σπαργής και θάνατο των κυττάρων και ιστών (Munns, 1988; Flowers, 1988).

### 1.5.3.3 Αλληλεπίδραση ιόντων

Τα αλατούχα διαλύματα χαρακτηρίζονται από χαμηλές ενεργότητες θρεπτικών ιόντων και από υπερβολικά υψηλούς λόγους  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  και  $\text{Cl}^-/\text{NO}_3^-$ . Όταν τα γλυκόφυτα εκτεθούν σε συνθήκες αλατότητας, τότε παρατηρούνται ανισορροπίες θρεπτικών στοιχείων. Οι ανισορροπίες αυτές διαφέρουν σε ένταση ανάμεσα στα διάφορα καλλιεργούμενα είδη όσο και στις ποικιλίες του ίδιου είδους. Συνήθεις είναι οι ελλείψεις N και P σε συνθήκες αλατότητας αλλά και η τοξικότητα P. Ελλείψεις ή ανισορροπίες  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  είναι επίσης συνήθεις σε αλατούχα περιβάλλοντα (Grattan and Grieve, 1992).

## 1.6 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

### 1.6.1. Επίδραση της αλατότητας στα αγρονομικά χαρακτηριστικά

#### 1.6.1.1 Επίδραση της αλατότητας στο μήκος και στη διάμετρο των βλαστών

Η πρώτη αντίδραση των φυτών στην αλατότητα είναι η μείωση του ρυθμού ανάπτυξής τους. Πιο συγκεκριμένα στη μπάμια (Abid *et al.*, 2002; Ashraf *et al.*, 2003; Ünlükara *et al.*, 2008), στο μπιζέλι (Attia *et al.*, 2009), στο κριθάρι (Mangal *et al.*, 1989), στο φασόλι (Kaymakanova *et al.*, 2008), στην τομάτα (Mohammad *et al.*, 1998) αναφέρεται μείωση στο ρυθμό ανάπτυξής τους σε υψηλή αλατότητα. Η μείωση αυτή, που εμφανίζεται πριν την εκδήλωση συμπτωμάτων τοξικότητας, οφείλεται

αρχικά στην μείωση του υδατικού δυναμικού και αργότερα στη συσσώρευση τοξικών ιόντων (Marschner, 1995; Zhu, 2001; Munns, 2002; Munns *et al.*, 2006). Η επιβράδυνση της αύξησης κατευθύνεται από τη ρίζα λόγω χαμηλού υδατικού δυναμικού στο έδαφος και μεταβιβάζεται στο βλαστό μέσω του αμππισικού οξέος (ABA) (Munns and Termaat, 1986). Οι δυσμενείς επιπτώσεις της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών εξαρτώνται από διάφορες μεταβλητές όπως είναι ο χρόνος έκθεσης των φυτών στην αλατότητα, η συγκέντρωση των αλάτων, ο γονότυπος των φυτών, το στάδιο ανάπτυξης των φυτών κ.τ.λ. (Sultana *et al.*, 1999; Jaleel *et al.*, 2007).

Η αλατότητα προκαλεί μείωση του μήκους των βλαστών, μεσογονατίων και του αριθμού των βλαστών του *Simmondsia chinensis* (jojoba) (Botti *et al.* 1998). Η αναστολή της εμφάνισης και της αύξησης των φύλλων και των μεσογονατίων ταυτόχρονα με την απώλεια της υπάρχουσας φυλλικής επιφάνειας έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση της αύξησης των βλαστών (Ziska *et al.*, 1990; Zekri, 1991).

Υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις σχετικά με την αύξηση της διαμέτρου του στελέχους. Οι Ünlükara *et al.* (2008) σε πείραμα που έγινε στην μπάμια ανέφεραν ότι η διάμετρος του στελέχους του φυτού της μπάμια μειώθηκε σε υψηλή αλατότητα, ενώ οι Serrato Valenti *et al.* (1991) αναφέρουν το αντίθετο σε πείραμα που έγινε σε ξηρόφυτα.

Σε άλλα είδη (π.χ. *Simmondsia chinensis* (jojoba)) οι Botti *et al.* (1998) ανέφεραν ότι δεν υπάρχει μείωση του αριθμού των κόμβων στους βλαστούς και ότι δεν υπάρχει μείωση του αριθμού των πλαγίων βλαστών, ενώ οι Benzioni *et al.*(1992) και Yermanos *et al.*(1967) ανέφεραν ότι υπάρχει μείωση και του αριθμού των κόμβων των βλαστών και του αριθμού των πλαγίων βλαστών στο φυτό.

#### **1.6.1.2. Επίδραση της αλατότητας στη φυλλική επιφάνεια**

Η αλατότητα προκαλεί μείωση της φυλλικής επιφάνειας και του αριθμού φύλλων ανά φυτό (Greenway and Munns, 1980; Munns, 2002; Taiz and Zeiger, 2002; Giuffrida *et al.*, 2008). Η μείωση της επιμήκυνσης των φύλλων είναι ταχεία και μπορεί να σχετίζεται με τη μείωση της σπαργής (Munns and Termaat, 1986; Thiel *et al.*, 1988; Passioura and Munns, 2000). Ένας άλλος καθοριστικός παράγοντας για τη μείωση της φυλλικής επιφάνειας κάτω από stress είναι η αύξηση του αριθμού των νεκρών φύλλων (Greenway and Munns, 1980; Yeo *et al.*, 1991; Munns, 2002; Munné-Bosch and Alegre, 2004).

Στη μπάμια (Ashraf *et al.*, 2003) και στο *Simmondsia chinensis* (jojoba) (Botti *et al.*, 1998) αναφέρεται μείωση της φυλλικής επιφάνειας, ενώ στη φράουλα (Awang *et al.*, 1993; Turhan and Eris, 2006), και στην τομάτα (Mohammad *et al.*, 1998) αναφέρετε και μείωση του αριθμού των φύλλων και μείωση της φυλλικής επιφάνειας.

Η μείωση της φυλλικής επιφάνειας θεωρείται ως μια προσαρμογή των φυτών σε υψηλά επίπεδα αλατότητας, επειδή μέσω της μικρής φυλλικής επιφάνειας παρατηρείται μείωση της απώλειας νερού (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2000; Chaves *et al.*, 2009).

### **1.6.1.3. Επίδραση της αλατότητας στο νωπό – ξηρό βάρος των: α) βλαστών, β) φύλλων, γ) ρίζας**

Η αλατότητα προκαλεί μείωση του νωπού - ξηρού βάρους των βλαστών και των φύλλων στη μπάμια (Ashraf *et al.*, 2003), όπως και στη φράουλα (Turhan and Eris, 2006) και στην τομάτα (Mohammad *et al.*, 1998), παράλληλα παρατηρείται μείωση του νωπού – ξηρού βάρους της ρίζας του φυτού της μπάμιας (Ashraf *et al.*, 2003) και της φράουλας (Turhan and Eris, 2006).

Η μείωση του νωπού – ξηρού βάρους της ρίζας στην αλατότητα ήταν μικρότερη από την μείωση του νωπού – ξηρού βάρους της φυτομάζας στην αλατότητα στο βαμβάκι (Brugnoli and BjoÈrkman, 1992) και στον αραβόσιτο (Eker, 2006).

### **1.6.2 Επίδραση της αλατότητας στην παραγωγή των φυτών**

Η απόδοση των καλλιεργειών καρποδοτικών λαχανικών που αναπτύσσονται σε περιβάλλοντα υψηλής αλατότητας μειώνεται λόγω μείωσης του μεγέθους των καρπών ή λόγω μείωσης του αριθμού των καρπών ή λόγω μείωσης και των δύο. Στη μπάμια (Ünlükara *et al.*, 2008), στην τομάτα (Mavrogiannopoulos *et al.*, 2002), στο πεπόνι (Navarro *et al.*, 1999), στο αγγούρι (Savvas *et al.*, 2006), στην πιπεριά (Navarro *et al.*, 2010) αναφέρεται τόσο μείωση του βάρους των καρπών, όσο και του αριθμού των καρπών ανά φυτό. Ο βαθμός μείωσης της παραγωγής εξαρτάται από τη συνολική συγκέντρωση αλάτων στο περιβάλλον των ριζών, το είδος των αλάτων, το είδος του καλλιεργούμενου φυτού ή της ποικιλίας (Maas and Hoffman, 1997; Greenway and Munns, 1980; Shannon and Grieve, 1999), τον τρόπο άρδευσης (Scholberg and Locascio, 1999), το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, τη διάρκεια έκθεσης των φυτών σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (del Amor *et al.*, 1999) και τις



επικρατούσες κλιματικές συνθήκες (Pasternak, 1987; Sonneveld *et al.*, 2004). Η μείωση του νωπού βάρους των καρπών οφείλεται στην μειωμένη απορρόφηση νερού από το φυτό και στη μείωση της μεταφοράς του νερού στους καρπούς (Gama, 2007; Sato *et al.*, 2006; Chartzoulakis, 1995; Shannon, 1984).

Η αλατότητα επηρεάζει αρνητικά τόσο το νωπό όσο και το ξηρό βάρος των καρπών (Abid *et al.*, 2002). Οι Abid *et al.* (2002) ανέφεραν ότι η μείωση του ξηρού βάρους των καρπών της μπάμιας ήταν μεγαλύτερη από την μείωση του νωπού βάρους των καρπών στις υψηλές αλατότητες. Αντιθέτως στη φράουλα το νωπό βάρος των καρπών μειώνεται (Keutgen and Pawelzik, 2007; Turhan and Eris, 2006), ενώ το ξηρό βάρος των καρπών αυξάνεται (Keutgen and Pawelzik, 2007).

### **1.6.3 Επίδραση της αλατότητας στις φυσιολογικές παραμέτρους**

#### **1.6.3.1 Επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση της προλίνης**

Σε υψηλή αλατότητα τα φυτά συσσωρεύουν ποικίλα ωσμοπροστατευτικά όπως (i) σάκχαρα και αλκοόλες της ζάχαρης (Soussi *et al.*, 1998; Agastian *et al.*, 2000), (ii) προλίνη (Mattioni *et al.*, 1997; Soussi *et al.*, 1998; Agastian *et al.*, 2000), (iii) Glycine-βηταΐνης (Aspinall and Paleg, 1981; Kozlowski, 1997; Sakamoto and Murata, 2000; Agastian *et al.*, 2000; Meloni *et al.*, 2004; Parida and Das, 2005; Lee *et al.*, 2008) για την προστασία και την επιβίωση των φυτών από τις βλαβερές συνέπειες της υψηλής αλατότητας, την προστασία των μεμβρανών των κυττάρων, την απομάκρυνση των δραστικών μορφών οξυγόνου, την προστασία της δομής των πρωτεϊνών, την μείωση του ωσμωτικού δυναμικού καθώς και τη σταθεροποίηση των ενζύμων (Greenway and Munns, 1980; Zhu, 2001; Schulze *et al.*, 2002; De Pascale *et al.*, 2003; Taiz and Zeiger, 2002; Gleeson *et al.*, 2005; Ashraf and Foolad, 2007; Koca *et al.*, 2007).

Το αμινοξύ προλίνη συναντάται στα ανώτερα φυτά και συσσωρεύεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις ως αντίδραση σε περιβαλλοντικές καταπονήσεις όπως ξηρασία, αλατότητα, υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή ένταση φωτός (Rains, 1989; Ali *et al.*, 1999; Rhodes *et al.*, 1999; Ozturk and Demir, 2002; Hsu *et al.*, 2003; Kishor *et al.*, 2005).

Πρόδρομη ένωση στη βιοσύνθεση προλίνης είναι το L-γλουταμινικό οξύ. Τα δύο ένζυμα που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο μονοπάτι βιοσύνθεσης της

προλίνης είναι η 5-καρβοξυλική συνθετάση της πυρολλίνης (P5CR) και η καρβοξυλική αναγωγή της πυρολλίνης (P5CS) (Delauney and Verma, 1993).

Η προλίνη δρα ως ωσμωλύτης για τη ρύθμιση της ωσμωτικής πίεσης. Επίσης συνεισφέρει στην σταθερότητα των υπό-κυτταρικών δομών (π.χ. μεμβράνες και πρωτεΐνες), αλληλεπιδρώντας με φωσφολιπίδια. Η προλίνη βοηθά στην απενεργοποίηση ελεύθερων ριζών, ως πηγή ενέργειας και αζώτου, ρυθμίζει τα εν δυνάμει δυναμικά κάτω από συνθήκες καταπόνησης και αποτελεί σημαντικό συστατικό των πρωτεϊνών στα κυτταρικά τοιχώματα.

Η προλίνη συμβάλει στη διατήρηση της κατάλληλης αναλογίας  $\text{NADP}^+ / \text{NADPH}$ , που προάγει το μεταβολισμό (Hare and Cress, 1997). Επίσης η προλίνη επάγει την έκφραση των γονιδίων που είναι υπεύθυνα για την αντοχή στην αλατότητα (Sato *et al.*, 2002; Oono *et al.*, 2003; Chinnusamy *et al.*, 2005). Τα φυτά ως αντίδραση στην αλατότητα και στην ξηρασία συσσωρεύουν προλίνη στο κυτόπλασμα τους, που βοηθά στην ωσμωρύθμιση (Leigh *et al.*, 1981; Binzel *et al.*, 1987; Ketchum *et al.*, 1991).

Οι μηχανισμοί που ρυθμίζουν τη βιοσύνθεση προλίνης δεν είναι γνωστοί. Από τις ελάχιστες πληροφορίες που υπάρχουν φαίνεται πως η συσσώρευση προλίνης στα φυτά επιτυγχάνεται τόσο από βιοσυνθετικά μονοπάτια εξαρτημένα από το ABA (αμπμισικό οξύ) ή ανεξάρτητα από το ABA (Chiang and Dandekar, 1995; Shinozaki and Yamaguchi-Shinozaki, 1997; Hare *et al.*, 1999; Zhu 2001,2002). Το ABA είναι γνωστό ότι παράγεται στα φυτικά κύτταρα μετά από περιβαλλοντικές καταπονήσεις. Η σύνθεση του ABA προάγει την έκφραση γονιδίων που σχετίζονται με την καταπόνηση και ακολουθεί σύνθεσης συμβατών ωσμωλυτών, όπως η προλίνη (Thomashow, 1999; Kavi Kishore *et al.*, 2005). Η συσσώρευση ABA στα φυτά, ως αντίδραση στην ωσμωτική καταπόνηση, ρυθμίζει την έκφραση του P5CS γονιδίου, το οποίο εμπλέκεται στη βιοσύνθεση της προλίνης.

Η προλίνη επίσης προστατεύει τις μεμβράνες από οξειδωτική καταπόνηση που προκαλείται από υψηλή συγκέντρωση αλάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της δράσης πολλών αντιοξειδωτικών ενζύμων (Yan *et al.*, 2000), όπως της υπεροξειδικής δισμουτάσης και της υπεροξειδάσης (Yan *et al.*, 2000; Hua and Guo, 2002).

Η προλίνη συμβάλει στην απενεργοποίηση των ελεύθερων ριζών και τη ρύθμιση των κυτταρικών εν δυνάμει δυναμικών υπό συνθήκες καταπόνησης. Έτσι βοηθάει τα κύτταρα να ξεπεράσουν τη βλάβη, που προκαλείται από έλλειψη νερού.

Οι διαφορετικές μορφές των ενεργών μορφών οξυγόνου (ROS) μπορεί να προκαλέσουν αδρανοποίηση - αναστολή ενζύμων, μείωση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης, βλάβες σε οργανικά μόρια, περιλαμβανόμενου και του DNA και της λιπιδικής υπεροξειδωσης (Apel and Hirt, 2004). Η προλίνη για να διαχειριστεί τις βλάβες από τις ROS, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο να σταθεροποιεί λειτουργικές μονάδες όπως το σύστημα μεταφοράς των ηλεκτρονίων στο φωτοσύστημα II (Hamilton and Heckathorn, 2001), μεμβράνες και πρωτεΐνες (McNeil *et al.*, 2001) και ένζυμα, όπως η Rubisco (Makela *et al.*, 2000).

Η συσσώρευση προλίνης στο κυτόπλασμα σχετίζεται με μείωση της συγκέντρωσης τοξικών ιόντων (Cayley *et al.*, 1992). Όμως η υπερπαραγωγή προλίνης, κάτω από φυσιολογικές περιβαλλοντικές συνθήκες, μπορεί να εμποδίσει τη σύνθεση πρωτεϊνών και RNA που χρειάζονται για την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών (Su and Wu, 2004) και να επηρεάζει αρνητικά την αύξηση και τον κυτταρικό μεταβολισμό (Ehsanpour and Fatahian, 2003; Nanjo *et al.*, 2003).

Το ποσοστό συγκέντρωσης της προλίνης εξαρτάται από την ένταση και τη διάρκεια του stress (Ashraf and Foolad, 2007; Errabii *et al.*, 2007; Cha-um and Kirdmanee, 2009).

Οι χλωροπλάστες έχουν αναφερθεί ως η σημαντικότερη περιοχή για τη σύνθεση της προλίνης (Rayapati *et al.*, 1989) και σε υψηλή αλατότητα παρατηρείται συσσώρευση προλίνης στα φύλλα των πολυετών φυτών (Harinasut *et al.*, 2000) ή μη πολυετών φυτών (Hernandez *et al.*, 2000).

Η παρουσία της προλίνης ακόμη και σε συγκεντρώσεις τόσο υψηλές όσο 1 έως 3 M έχει αποδειχθεί ότι βοηθάει στην προστασία των ενζύμων, όπως γαλακτική αφυδρογονάση, μηλική αφυδρογενάση κλπ σε διάφορα είδη (Flowers *et al.*, 1978; Arakawa and Timasheff, 1985; Manetas *et al.*, 1986; Selinioti *et al.*, 1987; Nikolopoulos and Manetas, 1991; Rajendrakumar *et al.*, 1994; Shah and Dubey, 1997).

Παρά το γεγονός ότι στο παρελθόν η περισσότερη προσοχή έχει δοθεί στο ρόλο της προλίνης ως συμβατός ωσμωλύτης (Yancey *et al.*, 1982; Samaras *et al.*, 1995) και ως ωσμωπροστατευτικό (Stewart and Lee, 1974; Csonka, 1981; Le-Rudulier *et al.*, 1984; MacCue and Hanson, 1990; Serrano and Gaxiola, 1994), περαιτέρω εξερεύνηση του ρόλου της προλίνης στην αντοχή των φυτών στο stress έχει δοθεί λιγότερη προσοχή. Μερικοί ερευνητές ήρθαν στο συμπέρασμα ότι εκτός

από τους διάφορους γνωστούς ρόλους της προλίνης, συμμετέχει επίσης στην σύνθεση των βασικών πρωτεϊνών που είναι απαραίτητα για την αντοχή των φυτών στο stress.

Η αύξηση της συγκέντρωσης της προλίνης κατά τη διάρκεια της υψηλής αλατότητας είναι μοναδική σε σχέση με άλλα ελεύθερα αμινοξέα στον ίδιο ιστό (Aspinall and Paleg, 1981; Handa *et al.*, 1983; Sivaramakrishnan *et al.*, 1988), αν και παρόμοια με άλλες διαλυτές ουσίες μικρού μοριακού βάρους όπως σάκχαρα και οργανικά οξέα (Ford, 1984; Newton *et al.*, 1986; Sivaramakrishnan *et al.*, 1988). Αυτές οι ενώσεις μπορεί να ενεργούν και ως ωσμωτικές διαλυτές ουσίες (Lange *et al.*, 1998).

Οι Sánchez *et al.* (1998) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο ρόλος της προλίνης είναι να ελαχιστοποιηθούν οι ζημιές που προκαλούνται από την αφυδάτωση, η οποία προκαλείται είτε από την έλλειψη νερού είτε από την υψηλή αλατότητα. Παρόμοια αποτελέσματα είχαν αναφερθεί και από τους Wang *et al.* (1999).

Ένας μεγάλος αριθμός των φυτικών ειδών συσσωρεύουν προλίνη ως αποτέλεσμα του stress λόγω υψηλής αλατότητας και αυτή η συσσώρευση μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην καταπολέμηση του stress, αλλά όχι πάντοτε (Mansour, 2000; Asharf and Harris, 2004; Mansour *et al.*, 2005).

Τα δύο είδη θάμνων *Halimium halimifolium* (L.) Willk και *Pistacia lentiscus* L. συσσωρεύουν προλίνη στα φύλλα τους όταν το υδατικό δυναμικό πέσει κάτω από την οριακή τιμή των 3,0 MPa.

Σε δύο ποικιλίες βαμβακιού Pora and Guazuncho η προλίνη αυξήθηκε παρουσία υψηλής αλατότητας. Και πιο συγκεκριμένα στα 50 mol m<sup>-3</sup> NaCl, η συγκέντρωση της προλίνης στα φύλλα της ποικιλίας Guazuncho αυξήθηκε κατά 121% σε σύγκριση με το μάρτυρα, ενώ στην ποικιλία Pora στα 100 mol m<sup>-3</sup> NaCl, αυξήθηκε κατά 60% σε σύγκριση με το μάρτυρα (Meloni *et al.*, 2001).

Ένας μεγάλος αριθμός φυτών συσσωρεύει προλίνη ως αποτέλεσμα της υψηλής αλατότητας και αυτή η συσσώρευση μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην καταπολέμηση του stress αλατότητας (Mansour *et al.*, 2005; Barhoumi *et al.*, 2007). Ωστόσο, τα δεδομένα δεν αναφέρουν πάντα μια θετική συσχέτιση μεταξύ της συσσώρευσης της προλίνης και της προσαρμογής των φυτών στην υψηλή αλατότητα (Lutts *et al.*, 1996).

Στο φασόλι (Kaymakanova *et al.* 2008), στο αλόφυτο *Limonium latifolium* (Gagneul *et al.*, 2007), η μείωση του ωσμωτικού δυναμικού λόγω υψηλής αλατότητας οδήγησε σε αύξηση της προλίνης. Η σημαντική μείωση του ωσμωτικού δυναμικού

πιθανώς είναι αποτέλεσμα των διορθωτικών αλλαγών στις λειτουργίες του φυτού, για την διασφάλιση της προσαρμογής του στις υψηλές αλατότητες. Σε αυτήν την περίπτωση μια διαδικασία ωσμωρύθμισης εμφανίζεται στα φυτικά κύτταρα για την διατήρηση του υδατικού δυναμικού μέσω της συσσώρευσης των ενεργών διαλυτών ουσιών (π.χ. προλίνης) (Turner and Jones, 1980). Σύμφωνα με τους Carimi *et al.* (2005) η προλίνη συσσωρεύεται στο κυτταρόπλασμα προκειμένου να διατηρήσει τη φωτοσύνθεση του φυτού.

Τα σπορόφυτα του *Brassica juncea* και του *Oryza sativa* υπό συνθήκες stress αλατότητας συσσωρεύουν προλίνη σε επίπεδα μέχρι και 20 φορές περισσότερο από ότι τα σπορόφυτα στον μάρτυρα (Sivakumar *et al.*, 1998).

### **1.6.3.2 Επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση χλωροφύλλης και καροτενοειδών**

Όλοι οι χλωροπλάστες περιέχουν λιπόφιλα μόρια χρωστικών τα οποία είναι βυθισμένα στη διπλοστοιβάδα των λιπιδίων των θυλακοειδών και σχηματίζουν σύμπλοκα με πρωτεΐνες. Οι χρωστικές αυτές συμμετέχουν είτε άμεσα (απορροφούν φωτόνια) είτε έμμεσα (προστατεύουν τη φωτοσυνθετική συσκευή) στη φωτοσυνθετική λειτουργία και για το λόγο αυτό ονομάζονται φωτοσυνθετικές χρωστικές. Από την άποψη τόσο της δομής όσο και του ρόλου τους, οι φωτοσυνθετικές χρωστικές των ανωτέρων φυτών κατατάσσονται σε δύο ομάδες τις χλωροφύλλες και τα καροτενοειδή.

Οι χλωροφύλλες παρουσιάζουν το χαρακτηριστικό πράσινο χρωματισμό στον οποίο οφείλουν το χρώμα τους οι χλωροπλάστες και κατ' επέκταση τα φύλλα, ενώ τα καροτενοειδή παρουσιάζουν κίτρινο- πορτοκαλί χρωματισμό.

Η φωτοσύνθεση, μαζί με την κυτταρική ανάπτυξη, είναι μεταξύ των πρωταρχικών διεργασιών που επηρεάζονται από την ξηρασία (Chaves, 1991) ή από αλατότητα (Munns *et al.*, 2006). Οι συνέπειες της ξηρασίας και της αλατότητας στη φωτοσύνθεση ποικίλουν ανάλογα με την ένταση και η διάρκεια του stress, καθώς και με την ηλικία του φύλλου (τα νεαρά φύλλα πλήττονται περισσότερο από την υψηλή αλατότητα) και το είδος του φυτού (Lawlor and Cornic, 2002; Munns, 2002; Chaves *et al.*, 2003; Flexas *et al.*, 2004).

Η φυτική παραγωγή βιομάζας εξαρτάται από τη συγκέντρωση των προϊόντων του άνθρακα μέσω της φωτοσύνθεσης και επηρεάζεται από την αυξημένη αλατότητα

διαμέσου της αρνητικής επίδρασής της στην φωτοσύνθεση (Zhu, 2001; Ashraf, 2003).

Παρά το γεγονός ότι οι Misra *et al.* (1997) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αλατότητα προκάλεσε αύξηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης στα φύλλα, η οποία θα μπορούσε επίσης να οφείλεται και στην αύξηση του αριθμού των χλωροπλαστών αλλά και στην μείωση της φυλλικής επιφάνειας. Οι Yeo και Flowers (1983) και Asch *et al.* (2000) ανέφεραν ότι το όριο της συγκέντρωσης Na θα πρέπει να αυξηθεί πάρα πολύ στα φύλλα έτσι ώστε να προκαλέσει ταχεία γήρανση και, κατά συνέπεια, μείωση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης, όπως για παράδειγμα διαπιστώνεται από μετρήσεις με το SPAD, ένα φορητό διαγνωστικό εργαλείο που μέτρα το πράσινο χρώμα (συγκέντρωσης χλωροφύλλης) των φύλλων (Kariya *et al.*, 1982).

Στο φυτό *Cakile maritime* αναφέρεται ότι οι τιμές του Spad ήταν υψηλότερες στις αλατότητες 100-300 mM από ότι στον μάρτυρα, ενώ στην αλατότητα 500 mM παρατηρήθηκε πτώση στις τιμές (Debez *et al.*, 2008), δηλαδή απώλεια χλωροφύλλης.

Στο δέντρο *Ziziphus spina-christi* (L.) αναφέρθηκε μείωση στις τιμές του Spad στην υψηλή αλατότητα (Sohail *et al.*, 2009). Αυτή η μείωση οφείλεται στην αναστολή σύνθεσης χλωροφύλλης ή στην ταχεία διάσπασή της (Reddy and Vora, 1986).

Οι Harris *et al.* (2010) ανέφεραν ότι οι τιμές του Spad για το σιτάρι και για το κριθάρι είχαν μια σταθερή αύξηση με την αύξηση της αλατότητας, με αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν και οι Keerio *et al.* (2007). Οι Rivelli *et al.* (2002) επίσης ανέφεραν ότι οι τιμές του Spad (συγκέντρωση χλωροφύλλης) ήταν σημαντικά υψηλότερες στην υψηλή αλατότητα από ότι στον μάρτυρα στο φυτό *Helianthus annuus*. Αντιθέτως οι Khatkar και Kuhand (2000) ανέφεραν ότι οι τιμές του Spad μειώθηκαν με την αύξηση της αλατότητας και με την ηλικία των φυτών σε φυτά σιταριού. Η μείωση αυτή μπορεί να συμβεί λόγω μείωσης του ποσοστού σύνθεσης χλωροφύλλης (Sudhakar *et al.*, 1991).

Σύμφωνα με το Mavrogianopoulos *et al.* (1999), η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στο πεπόνι. cv. “Parnon” μειώθηκε σε επίπεδο αλατότητας 7,5 dS/m, ενώ οι Ozkan Sivritepe *et al.* (2005) ανέφεραν αύξηση στις τιμές του Spad μέχρι την αλατότητα 13,5 dS/m σε 2 ποικιλίες πεπονιού (cv. “Hasanbey”, cv. “Kirkagac”). Αύξηση της αλατότητας πάνω από αυτό το όριο οδήγησε σε μείωση των τιμών. Αυτά

τα αποτελέσματα συμφωνούν με πειράματα που έγιναν στο ρύζι από τους Misra *et al.* (1997) και Asch *et al.* (2000).

Η παρουσία των ενεργών μορφών οξυγόνου υποχρέωσε τους οργανισμούς να αναπτύξουν ένα εκτεταμένο και συντονισμένο αντιοξειδωτικό μηχανισμό που περιλαμβάνει αντιοξειδωτικά ένζυμα και μη-ενζυμικά αντιοξειδωτικά μόρια χαμηλού μοριακού βάρους. Οι ενζυμικοί και μη-ενζυμικοί αντιοξειδωτικοί μηχανισμοί λειτουργούν κατά τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να παρέχουν πρόληψη στο σχηματισμό ενεργών μορφών οξυγόνου και την εξουδετέρωση των ήδη σχηματισμένων ενεργών μορφών οξυγόνου (Blokina *et al.*, 2003). Έτσι, μια ουσία μπορεί να θεωρηθεί ότι διαθέτει αντιοξειδωτική ικανότητα όταν, ενώ βρίσκεται σε χαμηλή συγκέντρωση σε σχέση με ένα μακρομόριο που μπορεί να οξειδωθεί από ενεργές μορφές οξυγόνου, αποτρέπει ή περιορίζει την οξείδωση αυτή, αντιδρώντας η ίδια με τις ενεργές μορφές οξυγόνου, χωρίς να παράγει τοξικά προϊόντα (Asada 1996). Τα κυριότερα μη ενζυμικά αντιοξειδωτικά μόρια στα φυτά είναι η γλουταθειόνη (GSH), κυστεΐνη και γλυκίνη, Βιταμίνη C, Βιταμίνη E, οι πολυαμίνες, τα φλαβονοειδή, τα καροτενοειδή και τα αλκαλοειδή (Croteau *et al.*, 2000). Στα καροτενοειδή αποδίδεται ρόλος εκκαθάρισης του O<sub>2</sub> και κατά συνέπεια μείωσης των τοξικών υδροξυλικών ριζών, που προέρχονται από την μετατροπή του. Η φωτοσυνθετική μηχανή προστατεύεται από την οξειδωτική βλάβη με τη δράση των καροτενοειδών (Rmiki *et al.*, 1999; Bray *et al.*, 2000; Malkin and Niyogi, 2000). Τα καροτενοειδή είναι γνωστό ότι έχουν σημαντικό ρόλο στην προστασία των φυτών (Havaux and Kloppstech, 2001; Koyro, 2006).

Σε φυτά μπάμιας η συγκέντρωση των καροτενοειδών αυξήθηκε στην υψηλή αλατότητα και στις 2 ποικιλίες (Posa Sawni και Sabz Bhindi) (Ashraf *et al.*, 2003).

Στο φυτό *Cakile maritime* αναφέρεται ότι η συγκέντρωση των καροτενοειδών αυξήθηκε σε 100-300 mM NaCl, ενώ πάνω από τα 500 mM NaCl μειώθηκε (Debez *et al.*, 2008). Σε φυτά τομάτας η συγκέντρωση των καροτενοειδών μειώθηκε σημαντικά με την αύξηση της αλατότητας (Khavarinejad and Mostofi, 1998).

## **1.6.4 Επίδραση της αλατότητας στις ανατομικές παραμέτρους**

### **1.6.4.1 Επίδραση της αλατότητας στο πάχος του φύλλου**

Τα φύλλα είναι τα εξειδικευμένα όργανα στα οποία λαμβάνει χώρα η διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Φέρουν ελασματοειδή κατασκευή και έχουν τέτοια διάταξη ώστε να αξιοποιούνται πιο αποτελεσματικά οι πρώτες ύλες της φωτοσύνθεσης δηλαδή η ακτινοβολία και το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης τα φύλλα παράγουν οξυγόνο και δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας (Αϊβαλάκις κ.α., 2003).

Η ανατομική παρατήρηση ενός τυπικού φύλλου μας δείχνει ότι το όργανο αυτό συγκροτείται από εξειδικευμένους ιστούς με αυστηρά καταμερισμένους ρόλους. Η εξωτερική επιφάνεια του φύλλου καλύπτεται από την εφυμενίδα και την επιδερμίδα.

Η περιοχή του φύλλου που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο επιδερμίδων, δηλαδή το μεσόφυλλο, αποτελείται από τα κύτταρα του φωτοσυνθετικού παρεγχύματος, τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες και τους στηρικτικούς ιστούς. Τα κύτταρα του φωτοσυνθετικού παρεγχύματος διαθέτουν πολυάριθμους χλωροπλάστες και άφθονους μεσοκυττάριους χώρους, ώστε να διευκολύνεται η ανταλλαγή αερίων (Taiz and Zeiger, 1998).

Στα τυπικά φύλλα των δικότυλων το μεσόφυλλο απαρτίζεται από δύο τύπους φωτοσυνθετικού παρεγχύματος, το δρυφρακτειδές ή πασσαλώδες, και σπογγώδες παρέγχυμα (Taiz and Zeiger, 1998). Διατάσσονται σε μία ή περισσότερες επάλληλες στοιβάδες προς την πλευρά της προσαξονικής επιφάνειας. Το σπογγώδες παρέγχυμα αποτελείται από ακανόνιστα κύτταρα, με άφθονους μεσοκυττάριους χώρους (Αϊβαλάκις κ.α., 2003). Η επιμήκης κατασκευή των κυττάρων του πασσαλώδους παρεγχύματος, σε συνδυασμό με την τοποθέτηση των χλωροπλαστών στα αντικληνή τοιχώματα, διευκολύνει τη διείσδυση της ακτινοβολίας στο εσωτερικό του μεσοφύλλου. Από την άλλη πλευρά το σχήμα των κυττάρων του σπογγώδους παρεγχύματος ευνοεί την απορρόφηση της φωτεινής ακτινοβολίας, ενώ η αποαξονική επιδερμίδα συμπεριφέρεται ως εσωτερικός ανακλαστήρας που επιστρέφει τα φωτόνια προς το εσωτερικό του μεσοφύλλου. Η τελευταία, επιτρέπει επίσης την αύξηση του πάχους του φύλλου, κυρίως με την αύξηση των στοιβάδων του πασσαλώδους παρεγχύματος, χωρίς να δημιουργούνται σημαντικά προβλήματα φωτισμού στις κατώτερες στοιβάδες των κυττάρων του μεσοφύλλου (Αϊβαλάκις κ.α., 2003).



Τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες αλατότητας είναι συνήθως παχύτερα, με μεγαλύτερο περιεχόμενο νερού (υδαρή) (Wignarajah *et al.*, 1975; Zekri and Parsons, 1990; Waisel, 1991; Raafat *et al.*, 1991; Sanchez-Blanco *et al.*, 1991; Shannon *et al.*, 1984; Nastou *et al.*, 1999; Sotiropoulou *et al.*, 2002). Αυτή η υδαρότητα αποδίδεται στην ωσμωρύθμιση των φυτών, καθώς αυξάνει την εσωτερική επιφάνεια στην οποία γίνεται διάχυση του CO<sub>2</sub> σε σχέση με την επιφάνεια του φύλλου, και μειώνει την εσωτερική αντίσταση του φύλλου στην απορρόφηση του CO<sub>2</sub>.

Η αύξηση του πάχους των φύλλων φαίνεται να αυξάνει την εσωτερική επιφάνεια ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας στην οποία το CO<sub>2</sub> και την διαπερατότητα των υδρατμών που λαμβάνουν θέση, μειώνοντας έτσι την εσωτερική αντίσταση στην αφομοίωση του CO<sub>2</sub> και τη διατήρηση του υδατικού δυναμικό σε υψηλότερα επίπεδα (Christodoulakis and Bazos, 1990).

Η ποικιλία της ελιάς "Χονδρολιά Χαλκιδικής" (Vigo *et al.*, 2005) και το φυτό *Simmondsia chinensis* (jojoba) (Botti *et al.*, 1998) όταν εκτεθούν σε υψηλές συγκεντρώσεις αλατότητας αυξάνουν το πασσαλώδες και σπογγώδες παρέγχυμα των φύλλων τους, ενώ στην ποικιλία της ελιάς Καλαμών αυτή η αύξηση δεν παρατηρήθηκε.

Η αλατότητα προκαλεί αύξηση του πάχους του φύλλου στο φασόλι και στο βαμβάκι (Longstreth and Nobel 1979).

#### **1.6.4.2 Επίδραση της αλατότητας στον αριθμό των στοματίων**

Τα στομάτια είναι μικροσκοπικά ανοίγματα στην επιφάνεια των φύλλων που επιτρέπουν την ανταλλαγή αερίων, έτσι ώστε τα κύτταρα να μπορούν να φωτοσυνθέτουν και να αναπνέουν. Παράλληλα μέσω των στοματίων γίνεται η εξάτμιση του νερού κατά τη διαπνοή. Με το άνοιγμα και το κλείσιμο των στοματίων το φυτό ελέγχει το ρυθμό απώλειας νερού (Radoglou and Jarvis 1990; Ceulemans and Mousseau 1994).

Τα στομάτια έχουν την δυνατότητα του ενεργητικού ανοίγματος και κλεισίματος με αποτέλεσμα, αφενός να ελέγχονται οι απώλειες νερού και αφετέρου να επιτρέπεται η ανταλλαγή των αερίων μεταξύ μεσοφύλλου και ατμόσφαιρας (Andersson and Barber 1996, Beerling 1997).

Η θέση των στοματίων και η διαμόρφωση του ιστού της επιδερμίδας ποικίλει. Στομάτια μπορεί να υπάρχουν και στην επάνω και στην κάτω επιδερμίδα

(αμφιστοματικά φύλλα). Στα περισσότερα όμως φύλλα τα στομάτια συναντώνται στην κάτω επιδερμίδα (υποστοματικά φύλλα).

Η στοματική πυκνότητα ελέγχεται από γενετικούς παράγοντες (Ticha, 1982; Sparks and Black, 1999; Dunlap and Stettler, 2001; Casson and Gray, 2008). Η στοματική πυκνότητα διαφέρει μεταξύ: α) των ειδών, β) ποικιλιών εντός του είδους, γ) από φύλλο σε φύλλο λόγω διαφορετικής φυλλικής επιφάνειας και λόγω ηλικίας (Frank, 1981; Pospisilova and Solarova, 1980).

Επιπλέον, η στοματική πυκνότητα και το μέγεθος των κυττάρων μπορούν να τροποποιηθούν από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η ξηρασία (Aasamaa *et al.*, 2001; Bosabalidis and Kofidis, 2002; Xu and Zhou, 2008), φως (Ticha, 1982), αλατότητα (Curtis and Lauchli, 1987; Ludders and Kaminski, 1991) και η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> (Ferris and Taylor, 1994; Ferris *et al.*, 2002).

Στο φυτό *Cakile maritime* αναφέρεται ότι ο αριθμός των στοματίων της αποσαξονικής περιοχής αυξήθηκε μέχρι την αλατότητα 300 mM NaCl, ενώ πάνω από αλατότητα 500 mM NaCl προέκυψε μείωση (Debez *et al.* 2008).

Η πυκνότητα των στοματίων και ο αριθμός των στοματίων ανά φύλλο στο φυτό *Simmondsia chinensis* (jojoba) έτειναν να είναι χαμηλότερες σε τοποθεσίες με μεγαλύτερη αλατότητα, ή να μην επηρεάζονται (Botti *et al.*, 1998). Παρόμοια αποτελέσματα είχαν και οι μελέτες που έγιναν στο σιτάρι (Curtis and Lauchli 1987).

Στα φυτά φασολιού η παρουσία των 100 mM NaCl προκάλεσε αύξηση του αριθμού των στοματίων περίπου 42% από ότι στον μάρτυρα (Kaymakanova *et al.* 2008, Wignarajah *et al.* 1975). Τέλος σε φυτά τομάτας η αλατότητα προκάλεσε μείωση της στοματικής πυκνότητας (Romeroaranda *et al.*, 2001).

## 1.7 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Υπάρχουν δύο κατηγορίες μηχανισμών αντοχής στην αλατότητα: α) ο αποκλεισμός των αλάτων (salt exclusion) και β) η απορρόφηση και συγκέντρωσή τους στο φυτό (salt inclusion). Όσον αφορά την πρώτη κατηγορία, τα φυτά πρέπει να αναπτύξουν ταυτόχρονα μηχανισμούς αποφυγής της έλλειψης νερού (π.χ. *Rhizophora mangle*). Στην δεύτερη περίπτωση τα φυτά πρέπει να είναι ανθεκτικά στις υψηλές συγκεντρώσεις Na<sup>+</sup> και Cl<sup>-</sup>, ή να αναπτύξουν μηχανισμούς διαμερισματοποίησης των αλάτων (π.χ. Είδη του γένους *Tamarix*). Φυσικά, στην πράξη αυτοί είναι οι ακραίοι μηχανισμοί ενός φάσματος αντίδρασης των φυτών στα άλατα.

Στα αλόφυτα της οικογένειας Chenopodiaceae η αντοχή στην αλατότητα επιτυγχάνεται με συγκέντρωση των αλάτων στα χυμοτόπια των κυττάρων. Παρατηρείται σε αυτά ευχημία (succulence) αύξηση δηλαδή του όγκου τους και του περιεχομένου σε νερό, διατήρηση της σπαργής και υποκατάσταση σε ορισμένες λειτουργίες του  $K^+$  από το  $Na^+$  (Greenway and Munns, 1980; Gorham, 1985).

Στα γλυκόφυτα, κατηγορία στην οποία ανήκουν τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά, ο αποκλεισμός των αλάτων είναι βασικός μηχανισμός προστασίας από την αλατότητα. Ο όρος είναι σχετικός και χρησιμοποιείται για να δείξει την μειωμένη απορρόφηση και μεταφορά αλάτων από τη ρίζα προς τα φύλλα κυρίως της κορυφής και προς το ακραίο μερίστωμα (Greenway and Munns, 1980; Gorham, 1985).

Διαφορές στην αντοχή στα άλατα παρατηρούνται τόσο μεταξύ των διαφόρων ειδών όσο και μεταξύ ποικιλιών κάθε είδους (Greenway and Munns, 1980; Maas, 1993).

Οι μηχανισμοί που αναπτύσσονται στα φυτά για να αποκλείσουν την αθρόα εισαγωγή αλάτων εντοπίζονται κυρίως στο ριζικό σύστημα. Οι ιδιότητες των μεμβρανών, όπως η αναλογία φωσφολιπιδίων/ στερολών στις μεμβράνες των ριζών ή η λειτουργία μηχανισμών ενεργητικής μεταφοράς ή απέκρισης των  $Na-Cl$  εικάζεται ότι μπορεί να παίζουν ρόλο στον περιορισμό της απορρόφησης  $Na^+$ ,  $Cl^-$  (Kuiper, 1968; Douglas and Sykes, 1985; Blumwald and Pole, 1987). Επίσης ανατομικές διαφορές όπως παχύτερες λωρίδες Caspari ή ο σχηματισμός δεύτερης ενδοδερμίδας έχουν παρατηρηθεί σε ορισμένα αλόφυτα και βοηθούν στον περιορισμό της εισόδου αλάτων με διάχυση από τη ρίζα (Stelzer and Läuchli, 1977).

## **2. ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**

Λόγω της έλλειψης πειραματικών δεδομένων από την παγκόσμια βιβλιογραφία σχετικά με την ύπαρξη ή μη ανθεκτικών ποικιλιών μπάμιας, στην καταπόνηση που προκαλείται από την ύπαρξη NaCl στο νερό άρδευσης πραγματοποιήθηκε, στην παρούσα εργασία, συγκριτική μελέτη αγρονομικών, μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών δύο ποικιλιών μπάμιας σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις NaCl.

### **3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.) από τον Φεβρουάριο του 2010 έως και τον Ιούλιο του 2010.

#### **3.1. ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**

Χρησιμοποιήθηκαν δυο ποικιλίες μπάμιας: α) Clemson Spineless και β) Πυλαίας (Γενική Φυτοτεχνική Αθηνών). Στις 22/02/2010, σπόροι τοποθετήθηκαν σε θεικό οξύ για 10 λεπτά για να καταστραφεί το περίβλημά τους. Μετά από ξέπλυμα με άφθονο νερό οι σπόροι τοποθετήθηκαν για προβλάστηση σε τριβλία Petri και μεταφέρθηκαν σε θάλαμο στους 25°C σε σκοτάδι. Μετά από 5 ημέρες, οι βλαστημένοι, πλέον, σπόροι φυτεύτηκαν σε δίσκους σποράς με περλίτη (Perloflor, P4) και τοποθετήθηκαν στο χώρο του θερμοκηπίου χωρίς θέρμανση.

Στις 26/03/2010 πραγματοποιήθηκε η τελική μεταφύτευση των φυταρίων σε πλαστικές γλάστρες 11l με υπόστρωμα περλίτη και τοποθετήθηκαν στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών που περιελάμβανε:

A) ένα σύστημα 12 παραλλήλων τοποθετημένων υδρορροών (καναλιών), μήκους 3 m και πλάτους 20 cm, μέσα στα οποία τοποθετήθηκαν συνολικά 36 φυτά από την ποικιλία Clemson Spineless και 36 φυτά από την ποικιλία Πυλαίας (Εικόνα 4). Οι ποικιλίες τοποθετήθηκαν στα κανάλια με εντελώς τυχαιοποιημένη διάταξη.

B) το σύστημα παρασκευής και διανομής του θρεπτικού διαλύματος στις υδρορροές (βαρέλια) και

Γ) τις εγκαταστάσεις συλλογής του διαλύματος και ανακύκλωσης των βαθμονομημένων δοχείων (Εικόνα 5).



Εικόνα 4: Υδρορροές (κανάλια).



Εικόνα 5: Δοχεία για την: α) συλλογή του διαλύματος απορροής (μπλε) και β) συμπλήρωση θρεπτικού διαλύματος (μαύρα).

Ένα μήνα μετά την εγκατάσταση των φυτών στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε η υποσύλωση τους με χρήση σπάγκου.

Σε όλη την διάρκεια της καλλιέργειας λαμβάνονταν οι μετρήσεις του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C.). Το pH σε όλη την καλλιέργεια διατηρήθηκε στο 5,6, ενώ η ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C.) στο 2,5, 5,0, 7,5 dS/m. Σε καθημερινή βάση καταγράφηκαν και οι απώλειες των θρεπτικών διαλυμάτων που καταναλώνονταν από τα φυτά.

Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, η λίπανση των φυτών γινόταν σε συνδυασμό με την άρδευση με τη χρήση δυο πυκνών λιπασμάτων που περιείχαν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών καθώς και ενός τρίτου όπου περιείχε το NaCl (Πίνακας 1-3).

Ανά δύο τα κανάλια εδράζονταν σε πάγκους και κάθε κανάλι αποτελούσε ένα ξεχωριστό, ανεξάρτητο κλειστό υδροπονικό σύστημα με τα βαθμονομημένα δοχεία για την συλλογή του διαλύματος απορροής, την εκτίμηση της ημερήσιας κατανάλωσης θρεπτικού διαλύματος και την συμπλήρωση και ανακύκλωση αυτού (Εικόνα 5).

Στην πειραματική διαδικασία περιλαμβανόταν η παρασκευή θρεπτικού διαλύματος δηλαδή ουσιαστικά η παρασκευή τόσο των πυκνών διαλυμάτων όσο και του αραιού διαλύματος συμπλήρωσης. Εφαρμόστηκαν 3 πειραματικές μεταχειρίσεις, οι οποίες αντιστοιχούσαν σε διαφορετικές συγκεντρώσεις NaCl στο νερό άρδευσης, και ειδικότερα 0,00, 1,11 και 2,00 mmol/l, ώστε η ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C.) των θρεπτικών διαλυμάτων να κυμαίνεται στα 2,5, 5,0 και 7,5 dS/m αντίστοιχα. Η ρύθμιση του pH του θρεπτικού διαλύματος πραγματοποιούνταν με νιτρικό οξύ. Για κάθε μεταχείριση υπήρχαν 2 επαναλήψεις, τυχαία κατανεμημένες στο χώρο του θερμοκηπίου.

Το θρεπτικό διάλυμα, παρασκευαζόταν σε δοχεία όγκου 220 lt. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ειδικό πρόγραμμα H/Y (Savvas and Adamidis, 1999). Στη συνέχεια το παραχθέν θρεπτικό διάλυμα μεταφερόταν στο βαθμονομημένο δοχείο. Από εκεί με τη βοήθεια αντλιών μεταφερόταν στους σωλήνες του συστήματος οι οποίοι το οδηγούσαν στο ανώτερο άκρο κάθε υδρορροής. Αφού εισαγόταν στις υδρορροές, το διάλυμα άρχιζε να ρέει μέσα στην κοίτη τους προς το κατώτερο άκρο τους, λόγω της κλίσης που έχουν. Κατά τη διάρκεια της ροής του το διάλυμα διέβρεχε τις ρίζες των φυτών όπου ένα μέρος του το απορροφούσαν. Το υπόλοιπο μέρος του διαλύματος, το διάλυμα απορροής (δηλαδή της περίσσειας θρεπτικού διαλύματος που

στραγγίζει από τη βάση των πλακών), διέτρεχε όλη την υδρορροή κατά μήκος και αφού έφτανε στο τέλος της, απόρρευε και μέσω ειδικά τοποθετημένων σωλήνων ή υδρορροών συλλεγόταν και συγκεντρώνεται χωριστά για κάθε επίπεδο αλατότητας στο ειδικά αυτό βαθμονομημένο δοχείο συγκέντρωσης. Εκεί, το συλλεχθέν διάλυμα συμπληρωνόταν με νερό θρεπτικό διάλυμα και ανακυκλωνόταν, δηλαδή χορηγείτο ξανά στα φυτά (κλειστό υδροπονικό σύστημα). Το διάλυμα απορροής κατείχε πάντα όγκο 20 λίτρων με την βοήθεια floter.

Η συμπλήρωση του διαλύματος απορροής με θρεπτικά στοιχεία και νερό πραγματοποιούνταν με προσθήκη νέου θρεπτικού διαλύματος (διάλυμα συμπλήρωσης), η σύνθεση του οποίου διαφοροποιούνταν μόνο ως προς τις συγκεντρώσεις NaCl μεταξύ των πειραματικών επεμβάσεων.

Μετά την εγκατάσταση των φυτών της μπάμιας στο θερμοκήπιο ξεκίνησε άμεσα το πότισμα μέσω του συστήματος στάγδην άρδευσης, με σταλλάκτες ανά φυτό. Η διαδικασία του ποτίσματος γινόταν μέσω αυτοματοποιημένου συστήματος άρδευσης και την χρήση συλλέκτη ηλιακής ακτινοβολίας. Τα φυτά αρδεύονταν με τους σταλλάκτες σε συχνότητα συνήθως 5-7 ποτίσματα την ημέρα που καθοριζόταν με βάση την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (Εικόνα 6).

Κατά την διάρκεια του πειράματος έγιναν ψεκασμοί με φυτοπροστατευτικά προϊόντα για ωΐδιο, αλευρώδη, αφίδες και μύκητες.

Πίνακας 1: Επιθυμητά χαρακτηριστικά του θρεπτικού διαλύματος για την λίπανση των σπορόφυτων.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΣΠΟΡΟΦΥΤΑ		
[K]	4,800	mmol/l
[Ca]	1,950	mmol/l
[Mg]	1,500	mmol/l
[NO <sub>3</sub> ]	9,500	mmol/l
[NH <sub>4</sub> ]	1,000	mmol/l
[H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ]	1,200	mmol/l
[SO <sub>4</sub> ]	0.90	mmol/l
[Fe]t	20,00	μmol/l
[Mn]t	10,00	μmol/l
[Zn]t	4,00	μmol/l
[Cu]t	0,75	μmol/l
[B]t	30,00	μmol/l
[Mo]t	0,50	μmol/l
[Si]	0,000	mmol/l



Πίνακας 2: Επιθυμητά χαρακτηριστικά του θρεπτικού διαλύματος διαβροχής για την λίπανση των φυτών στις τελικές θέσεις στο θερμοκήπιο.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΔΙΑΒΡΟΧΗΣ		
[K]	7,500	mmol/l
[Ca]	5,000	mmol/l
[Mg]	2,500	mmol/l
[NO <sub>3</sub> ]	15,000	mmol/l
[NH <sub>4</sub> ]	1,000	mmol/l
[H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ]	1,200	mmol/l
[SO <sub>4</sub> ]	3,75	mmol/l
[Fe]t	30,00	μmol/l
[Mn]t	12,00	μmol/l
[Zn]t	6,00	μmol/l
[Cu]t	0,75	μmol/l
[B]t	50,00	μmol/l
[Mo]t	0,50	μmol/l
[Si]	0,000	mmol/l
NaCl (2,5 dS/m)	0,0	mmol/l
NaCl (5 dS/m)	21,2	mmol/l
NaCl (7,5 dS/m)	42,7	mmol/l

Πίνακας 3: Επιθυμητά χαρακτηριστικά του θρεπτικού διαλύματος συμπλήρωσης για την λίπανση των φυτών στις τελικές θέσεις στο θερμοκήπιο.

ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ		
[K]	6,000	mmol/l
[Ca]	2,450	mmol/l
[Mg]	1,500	mmol/l
[NO <sub>3</sub> ]	10,000	mmol/l
[NH <sub>4</sub> ]	1,000	mmol/l
[H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ]	1,000	mmol/l
[SO <sub>4</sub> ]	1,75	mmol/l
[Fe]t	15,00	μmol/l
[Mn]t	12,00	μmol/l
[Zn]t	4,00	μmol/l
[Cu]t	0,60	μmol/l
[B]t	30,00	μmol/l
[Mo]t	0,50	μmol/l
[Si]	0,000	mmol/l
NaCl (2,5 dS/m)	0,00	mmol/l
NaCl (5 dS/m)	1,11	mmol/l
NaCl (7,5 dS/m)	2,00	mmol/l



Εικόνα 6: Άρδευση φυτών με σταλλάκτες.

### 3.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Στο τέλος του πειράματος ληφθήκαν μετρήσεις των κάτωθι αγρονομικών χαρακτηριστικών:

- 1) Αριθμός Πλαγίων Βλαστών
- 2) Αριθμός Κόμβων Κεντρικού και Πλαγίων Βλαστών
- 3) Μήκος (m) Κεντρικού και Πλαγίων Βλαστών
- 4) Μήκος Μεσογονατίων (cm) Κεντρικού και Πλαγίων Βλαστών
- 5) Φυλλική Επιφάνεια Ώριμων Φύλλων Κεντρικού και Πλαγίων Βλαστών
- 6) Διάμετρος (mm) Βάσης Κεντρικού και Πλάγιων Βλαστών
- 7) Διάμετρος (mm) Κορυφής Κεντρικού και Πλάγιων Βλαστών
- 8) Νωπό και Ξηρό Βάρος (g)
  - a. Ρίζας
  - b. Ώριμων φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών
  - c. Νεαρών φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών
  - d. Μίσχων ώριμων φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών

- e. Μίσχων νεαρών φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών
- f. Βάσης κεντρικού και πλάγιων βλαστών
- g. Κορυφής κεντρικού και πλάγιων βλαστών

### 3.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Προκειμένου να υπολογιστεί το μέγεθος της παραγωγής (βάρος και αριθμός) πραγματοποιήθηκε συγκομιδή καρπών από 28/04/2010 έως 09/07/2010. Η συγκομιδή των καρπών πραγματοποιείται όταν οι καρποί αποκτούσαν το κατάλληλο μέγεθος (μήκος) π.χ. Clemson Spineless (9-12 cm) και Πυλαίας (3-6 cm).

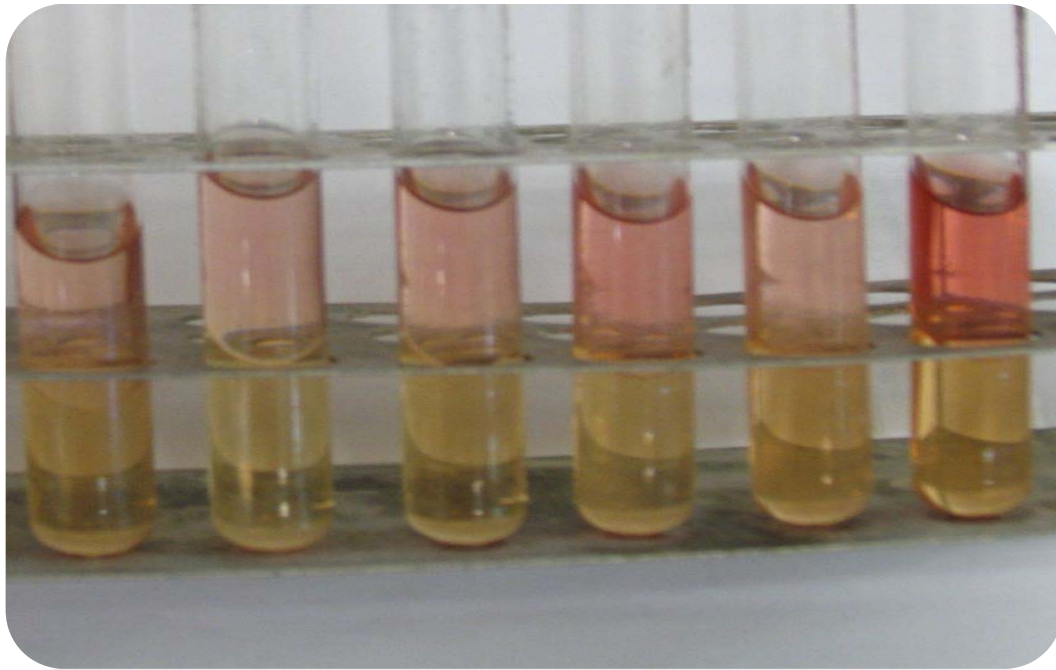
Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η μέτρηση του ξηρού βάρους των καρπών, οι καρποί (ολόκληροι) τοποθετήθηκαν στους 72°C για 3 ημέρες.

Το νωπό – ξηρό βάρος των καρπών μετρήθηκε σε γραμμάρια με ηλεκτρονική ζυγαριά με ακρίβεια 0,01 g (Mettler PE 600).

### 3.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

#### 3.4.1 Προλίνη

Η μέτρηση της συγκέντρωσης της ελεύθερης προλίνης εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας την μέθοδο της όξινης νινυδρίνης (Bates *et al.*, 1973) με κάποιες τροποποιήσεις: 1 gr φρέσκου φυτικού ιστού από το 1<sup>ο</sup> πλήρως αναπτυγμένο φύλλο ομογενοποιήθηκε με 10 ml sulphosalicylic acid (3%). Στη συνέχεια πραγματοποιείται επώαση του δείγματος σε υδατόλουτρο για 10 λεπτά στους 100°C. Ακολουθεί διήθηση του δείγματος με διηθητικό χαρτί. Σε 2 ml του διηθημένου δείγματος προστίθενται 2 ml glacial acetic acid + 2 ml acid – ninhydrin. Εν συνεχεία το δείγμα επώαστηκε σε υδατόλουτρο για 1 ώρα στους 100°C. Μετά το πέρας της 1<sup>ης</sup> ώρας η αντίδραση τερματίστηκε με τοποθέτηση των δειγμάτων σε πάγο. Εν συνεχεία προστέθηκε 4 ml toluene και πραγματοποιήθηκε ομογενοποίηση για 10-15 δευτερόλεπτα προκειμένου για να διαχωριστεί η οργανική με την ανόργανη φάση (Εικόνα 7). Το εκχύλισμα της οργανικής φάσης μετρήθηκε χρωματομετρικά σε μήκος κύματος 520 nm σε φασματοφωτόμετρο (Perkin - Elmer). Η καμπύλη αναφοράς πραγματοποιήθηκε με γνωστές συγκεντρώσεις προλίνης. Πραγματοποιήθηκαν 3 επαναλήψεις για τη μέτρηση της συγκέντρωσης της ελεύθερης προλίνης.



Εικόνα 7: Διαχωρισμός οργανικής και ανόργανης φάσης

### 3.4.2 Spad

Το χλωροφυλλόμετρο (Spad) είναι ένα απλό φορητό διαγνωστικό εργαλείο που μετρά το πράσινο χρώμα ή τη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης των φύλλων. Το όργανο καταγράφει στιγμιαίες και μη καταστροφικές μετρήσεις στο φύλλο, βασιζόμενες στην ποσοτικοποίηση της έντασης του φωτός (650 nm) που απορροφάται από το φυτικό ιστό. Παράλληλα μια 2<sup>η</sup> μέτρηση πραγματοποιείται στα (940 nm) προκειμένου να υπάρχει συσχέτιση της μέτρησης με το πάχος του φύλλου (Minolta Camera Co. Ltd., 1989). Πραγματοποιήθηκαν 2 επαναλήψεις για τη μέτρηση της σχετικής συγκέντρωσης της χλωροφύλλης, οι οποίες ελήφθησαν από το κεντρικό λοβό του 1<sup>ου</sup> πλήρως αναπτυγμένου φύλλου.

### 3.4.3 Καροτενοειδή

Η μέτρηση της συγκέντρωσης των καροτενοειδών εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας την μέθοδο του Arnon (1949) με κάποιες τροποποιήσεις: 0,5 g φρέσκου φυτικού ιστού από το κεντρικό λοβό του 1<sup>ου</sup> πλήρως αναπτυγμένου φύλλου, τοποθετήθηκε σε φλάσκα των 50 ml η οποία περιείχε 40 ml acetone 80 % v/v. Η

φλάσκα τοποθετήθηκε το ψυγείο στους 2°C για 3 ημέρες. Μετά το πέρας των 3 ημερών η φλάσκα απομακρύνθηκαν από το ψυγείο και προστέθηκε acetone 80 % v/v μέχρι ο τελικός όγκος να φθάσει τα 50 ml. Εν συνεχεία ακολούθησε ανάδευση του δείγματος και η διήθησή του με διηθητικό χαρτί. Το εκχύλισμα μετρήθηκε σε 3 μήκη κύματος (670 nm, 663 nm, 645 nm) σε φασματοφωτόμετρο (Perkin - Elmer). Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης των καροτενοειδών έγινε με βάση τον παρακάτω τύπο :

$$K = A^{470 \text{ nm}} + (A^{663 \text{ nm}} * 0,114 - A^{645 \text{ nm}} * 0,638)$$

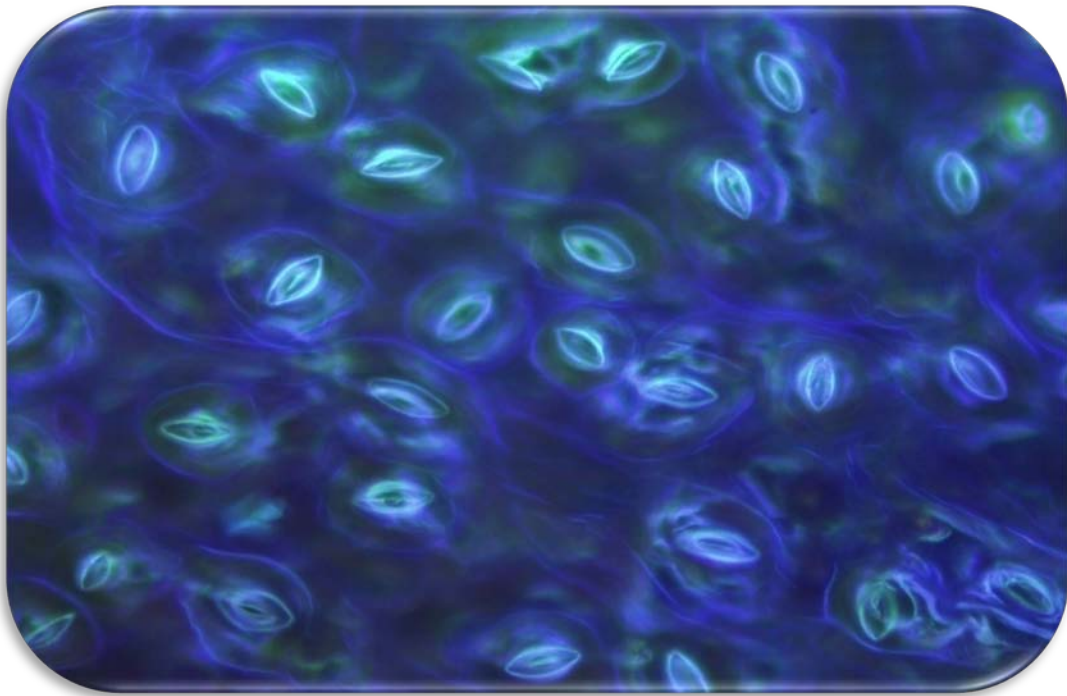
Πραγματοποιήθηκαν 2 επαναλήψεις για τη μέτρηση της συγκέντρωσης των καροτενοειδών.

### 3.5 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΝΑΤΟΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

#### 3.5.1 Αριθμός Στοματίων

Για την μέτρηση της πυκνότητας των στοματίων πραγματοποιήθηκαν 2 επαναλήψεις του αριθμού των στοματίων. Σε κάθε επανάληψη χρησιμοποιήθηκαν 4 φύλλα από διαφορετικά φυτά, 1 από κάθε φυτό και από κάθε επέμβαση.

Για τη μέτρηση της πυκνότητας των στοματίων παρατηρήθηκε η αποσαζονική (κάτω) επιφάνεια των φύλλων σε οπτικό μικροσκόπιο επιφθορισμού με προσπίτων υπεριώδες φως. Από το μεσαίο λοβό του 1<sup>ου</sup> πλήρως αναπτυγμένου φύλλου πάρθηκαν 4 επιφάνειες εμβαδού περίπου 0,25 cm<sup>2</sup>. Εν συνεχεία τοποθέτησαν σε αντικειμενοφόρο πλάκα. Ως επαγωγέας φθορισμού χρησιμοποιήθηκε καυστικό κάλιο (KOH) 10% (w/v). Υπό αυτές τις συνθήκες τα στομάτια φθορίζουν με έντονο μπλε φως ενώ τα επιδερμικά κύτταρα με πιο σκούρο μπλε με αποτέλεσμα να καθίσταται ευχερής η μέτρηση του αριθμού των στοματίων (Karabourniotis *et al.* 2001). Κατεγράφησαν φωτογραφίες σε κάμερα (OLUMPUS DP7 ) και αποθηκεύτηκαν σε ψηφιακή μορφή. Με τη βοήθεια του προγράμματος επεξεργασίας ψηφιακής εικόνας Image Pro- Plus, μετρήθηκε ο αριθμός των στοματίων. Από κάθε επιφάνεια πάρθηκε 1 φωτογραφία και ακολούθησε η μέτρηση του αριθμού των στοματίων σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σε συγκεκριμένη επιφάνεια (246.671,59 μ<sup>2</sup>). (Εικόνα 8).



Εικόνα 8: Απεικόνιση Στοματίων

### 3.5.2 Πάχος φύλλου

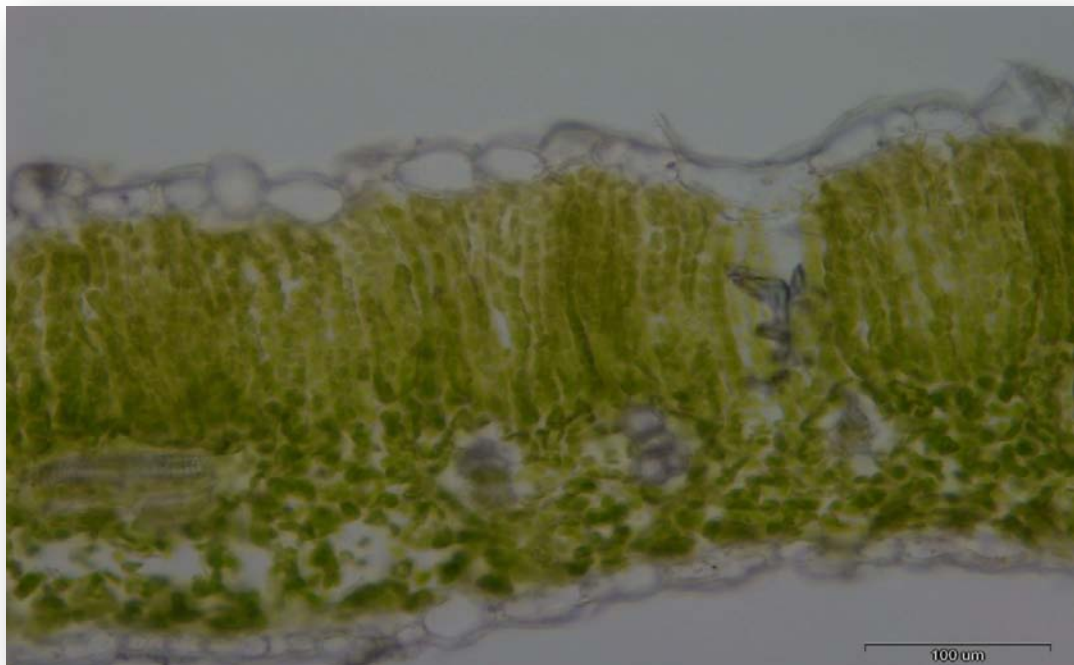
Πραγματοποιήθηκαν 2 επαναλήψεις για τη μέτρηση του πάχους των φύλλων. Σε κάθε επανάληψη χρησιμοποιήθηκαν 4 φύλλα από διαφορετικά φυτά, 1 από κάθε φυτό και από κάθε επέμβαση.

Η κοπή των τομών για απλή παρατήρηση με το οπτικό μικροσκόπιο πραγματοποιήθηκε σε ψυκτικό μικροτόμο (κρυτόμο) τύπου Leica CM1850 (Germany). Για το σκοπό αυτό από το μεσαίο λοβό ενός πλήρως αναπτυγμένου φύλλου πάρθηκαν 4 επιφάνειες φύλλου εμβαδού περίπου  $0,25 \text{ cm}^2$ , οι οποίες τοποθετήθηκαν στον ειδικό δειγματοφορέα μέσα σε ειδικό υγρό ψύξης JUNG (Leica Germany) κατάλληλο για τον κρυτόμο, ώστε να συγκρατεί τους ιστούς κατά την κοπή (Εικόνα 9). Αφέθηκε το μονιμοποιητικό υλικό και στους ιστούς να παγώσουν στους  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Κόπηκαν εγκάρσιες τομές από τις επιφάνειες φύλλου, πάχους 15-20  $\mu\text{m}$ , οι οποίες τοποθετήθηκαν σε αντικειμενοφόρο πλάκα και προστέθηκε 1 σταγόνα  $\text{H}_2\text{O}$ . Εν συνεχεία κατεγράφησαν φωτογραφίες σε κάμερα (OLUMPUS DP7) και αποθηκεύτηκαν σε ψηφιακή μορφή. Με τη βοήθεια του προγράμματος επεξεργασίας ψηφιακής εικόνας Image Pro- Plus, μετρήθηκε το πάχος των ιστών (προσαξονική (επάνω) επιδερμίδα, πασσαλώδες παρέγχυμα, σπογγώδες παρέγχυμα και αποσαξονική (κάτω) επιδερμίδα (Εικόνα 10).





Εικόνα 9: Κρυοτόμος



Εικόνα 10: Εγκάρσια τομή φύλλου.

### **3.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το διπαραγοντικό εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο. Ο πρώτος παράγοντας ήταν η επίδραση της αλατότητας και ο δεύτερος παράγοντας η ποικιλία. Οι διαφορές των μέσων εκτιμήθηκαν με πολλαπλές συγκρίσεις σύμφωνα με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ), σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Για όλες τις στατιστικές δοκιμασίες χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα JMP7.



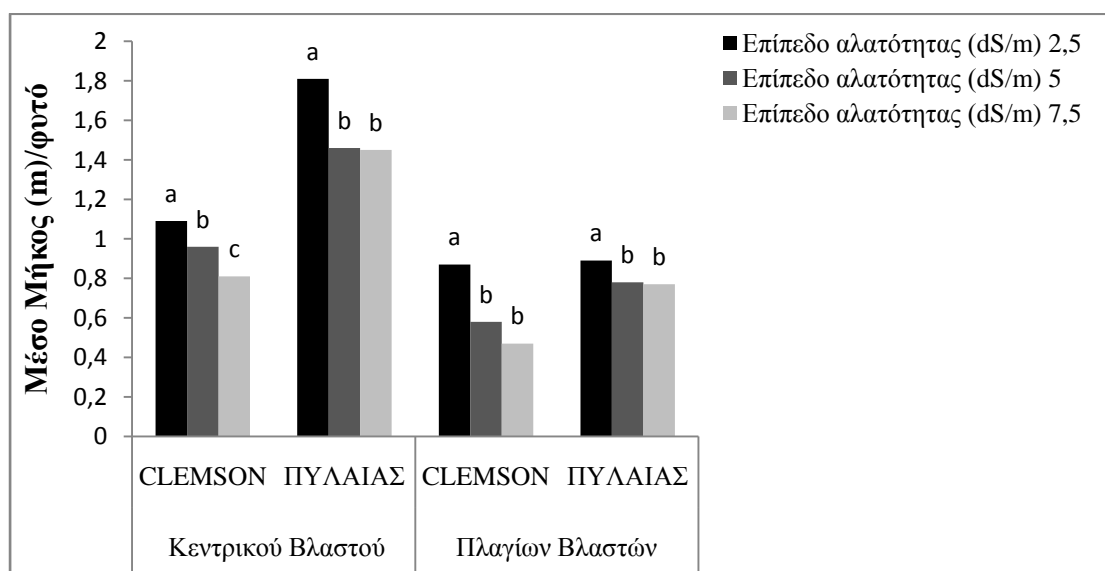
## 4. Αποτελέσματα

### 4.1 ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

#### 4.1.1 Τελικό ύψος κεντρικού βλαστού και μέσο μήκος πλάγιων βλαστών ανά φυτό

Στο διάγραμμα 1 παρουσιάζονται το τελικό ύψος του κεντρικού βλαστού και το μέσο μήκος πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless αμέσως μετά το τέλος της καλλιέργειας.

Διάγραμμα 1: Η επίδραση της αλατότητας στο τελικό ύψος του κεντρικού βλαστού και στο μέσο μήκος πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Σε κάθε επίπεδο αλατότητας το τελικό ύψος του κεντρικού βλαστού ήταν μικρότερο στην ποικιλία Clemson Spineless από ότι στην ποικιλία Πυλαίας. Το μέσο μήκος των πλάγιων βλαστών της ποικιλίας Clemson Spineless ήταν μικρότερο από ότι στην ποικιλία Πυλαίας στις αλατότητες 5 και 7,5 dS/m, ενώ στην αλατότητα 2,5 dS/m δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά (Διάγραμμα 1).

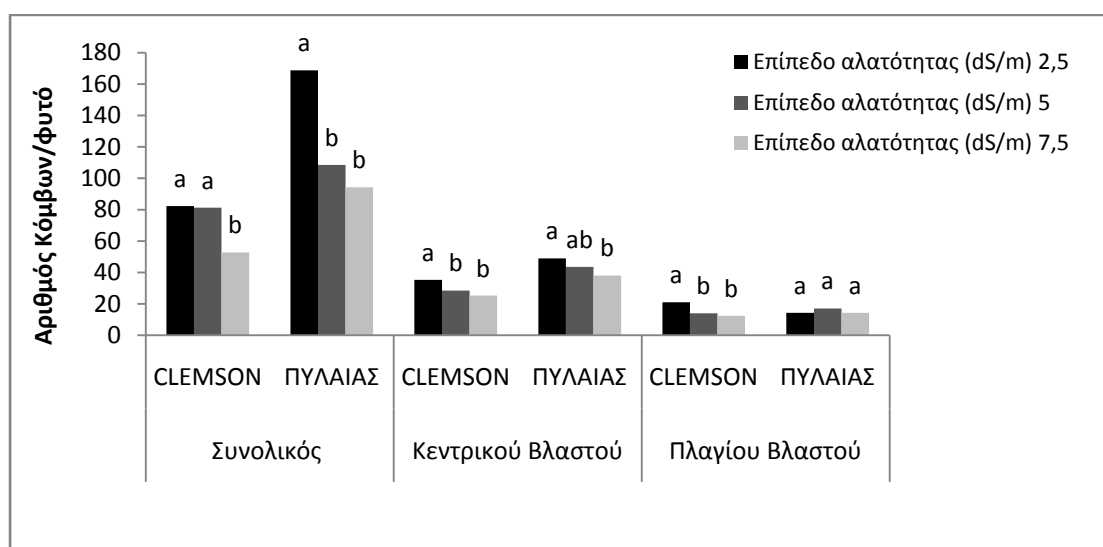
Στην ποικιλία Clemson Spineless υπήρχε σημαντική μείωση του τελικού ύψους του κεντρικού βλαστού σε κάθε επίπεδο αλατότητας ενώ το μέσο μήκος των πλάγιων βλαστών μειώθηκε σημαντικά μεταξύ 2,5 και 5 dS/m χωρίς περαιτέρω πτώση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m.

Στην ποικιλία Πυλαίας τόσο το τελικό ύψος του κεντρικού βλαστού όσο και το μέσο μήκος των πλάγιων βλαστών μειώθηκε σημαντικά μεταξύ 2,5 και 5 dS/m χωρίς περαιτέρω πτώση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m.

#### 4.1.2 Συνολικός αριθμός κόμβων – Αριθμός κόμβων κεντρικού βλαστού - Μέσος αριθμός κόμβων ανά πλάγιο βλαστό (ανά φυτό)

Στο διάγραμμα 2 παρουσιάζονται ο συνολικός αριθμός των κόμβων, ο μέσος αριθμός κόμβων στο κεντρικό βλαστό και ανά πλάγιο βλαστό (ανά φυτό) των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless αμέσως μετά το τέλος της καλλιέργειας.

Διάγραμμα 2: Η επίδραση της αλατότητας στον αριθμό των κόμβων συνολικά, του κεντρικού βλαστού, καθώς και του μέσου αριθμού κόμβων ανά πλάγιο βλαστό (ανά φυτό) στις ποικιλίες Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Ο συνολικός αριθμός κόμβων στις αλατότητες 2,5 dS/m και 7,5 dS/m ήταν μεγαλύτερος στην ποικιλία Πυλαίας από ότι στην Clemson Spineless, ενώ στην αλατότητα 5 dS/m δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Σε κάθε επίπεδο αλατότητας ο αριθμός των κόμβων του κεντρικού βλαστού της ποικιλίας Clemson Spineless ήταν μικρότερος από ότι στην ποικιλία Πυλαίας. Όσο αφορά το μέσο αριθμό κόμβων των πλάγιων βλαστών δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές

στις αλατότητες 5 και 7,5 dS/m, ενώ στην αλατότητα 2,5 dS/m ο μέσος αριθμός κόμβων των πλάγιων βλαστών της ποικιλίας Πυλαίας ήταν μικρότερος από ότι στην Clemson Spineless (Διάγραμμα 2).

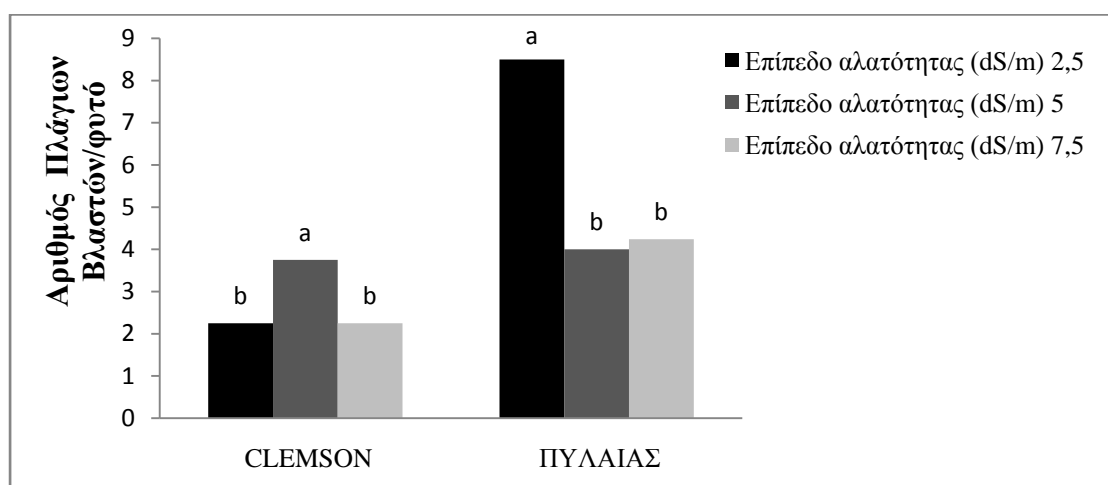
Στην ποικιλία Clemson Spineless υπήρχε στατιστικά σημαντική μείωση του συνολικού αριθμού κόμβων μεταξύ 5 και 7,5 dS/m ενώ ο αριθμός κόμβων του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών μειώθηκε σημαντικά μεταξύ 2,5 και 5 dS/m χωρίς περαιτέρω πτώση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m .

Στην ποικιλία Πυλαίας υπήρχε στατιστικά σημαντική μείωση του συνολικού αριθμού κόμβων μεταξύ 2,5 και 5 dS/m χωρίς περαιτέρω πτώση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m. Ενώ ο μέσος αριθμός κόμβων του κεντρικού βλαστού διέφερε στατιστικά σημαντικά μόνο μεταξύ των αλατοτήτων 2,5 και 7,5 dS/m και των πλάγιων βλαστών δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά.

#### 4.1.3 Αριθμός πλάγιων βλαστών ανά φυτό

Στο διάγραμμα 3 παρουσιάζεται ο αριθμός πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless αμέσως μετά το τέλος της καλλιέργειας.

Διάγραμμα 3: Η επίδραση της αλατότητας στον αριθμό των πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Ο αριθμός των πλάγιων βλαστών της ποικιλίας Clemson Spineless ήταν μικρότερος στην αλατότητα 2,5 dS/m από ότι στην ποικιλία Πυλαίας, ενώ στις

αλατότητες 5 και 7,5 dS/m δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 3).

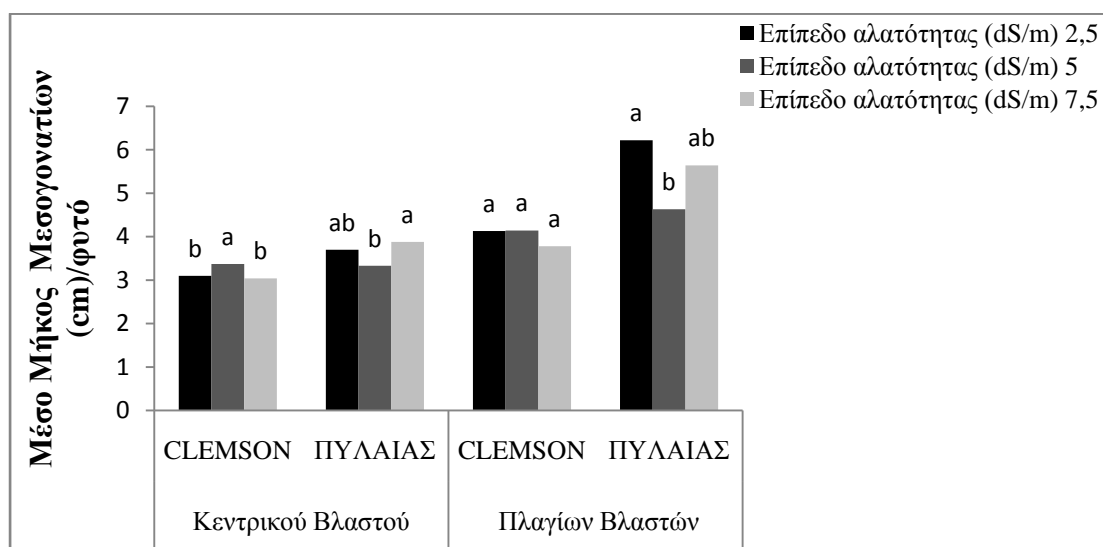
Στην ποικιλία Clemson Spineless υπήρχε σημαντική αύξηση του αριθμού των πλάγιων βλαστών μεταξύ 2,5 και 5 dS/m, ενώ στα 7,5 dS/m ο αριθμός των πλάγιων βλαστών ήταν όμοιος με αυτόν στα 2,5 dS/m.

Στην ποικιλία Πυλαίας υπήρχε σημαντική μείωση του αριθμού των πλάγιων βλαστών μεταξύ 2,5 και 5 dS/m χωρίς περαιτέρω πτώση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m.

#### 4.1.4 Μέσο μήκος μεσογονατίων κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό

Στο διάγραμμα 4 παρουσιάζεται το μέσο μήκος μεσογονατίων κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless αμέσως μετά το τέλος της καλλιέργειας.

Διάγραμμα 4: Η επίδραση της αλατότητας στο μέσο μήκος μεσογονατίων κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Το μέσο μήκος μεσογονατίων κεντρικού βλαστού και πλάγιων βλαστών ήταν μικρότερο στην ποικιλία Clemson Spineless από ότι στην ποικιλία Πυλαίας στις αλατότητες 2,5 και 7,5 dS/m, ενώ στην αλατότητα 5 dS/m δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά (Διάγραμμα 4).

Στην ποικιλία Clemson Spineless υπήρχε σημαντική αύξηση στο μέσο μήκος μεσογονατίων κεντρικού βλαστού μεταξύ 2,5 και 5 dS/m, ενώ στα 7,5 dS/m το μέσο μήκος μεσογονατίων κεντρικού βλαστού ήταν ίδιο με αυτό στα 2,5 dS/m. Το μέσο μήκος μεσογονατίων πλάγιων βλαστών δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά σε κανένα επίπεδο αλατότητας.

Στην ποικιλία Πυλαίας υπήρχε σημαντική αύξηση στο μέσο μήκος μεσογονατίων κεντρικού βλαστού μεταξύ 5 και 7,5 dS/m, ενώ το μέσο μήκος μεσογονατίων κεντρικού βλαστού της αλατότητας 2,5 dS/m δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις αλατότητες 5 και 7,5 dS/m. Το μέσο μήκος μεσογονατίων πλάγιων βλαστών παρουσίασε στατιστικά σημαντική μείωση μεταξύ 2,5 και 5 dS/m, ενώ το μέσο μήκος μεσογονατίων πλάγιων βλαστών της αλατότητας 7,5 dS/m δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις αλατότητες 2,5 και 5 dS/m.

#### 4.1.5 Μέση διάμετρος της: (α) βάσης κεντρικού και πλάγιων βλαστών και (β) της κορυφής κεντρικού βλαστού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό

Στον πίνακα 4 παρουσιάζεται η μέση διάμετρος της: (α) βάσης κεντρικού και πλάγιων βλαστών και (β) της κορυφής κεντρικού βλαστού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless αμέσως μετά το τέλος της καλλιέργειας.

Πίνακας 4: Η επίδραση της αλατότητας στη διάμετρος της: (α) βάσης κεντρικού και πλάγιων βλαστών και (β) της κορυφής κεντρικού βλαστού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Μέση Διάμετρος (mm)/φυτό	Ποικιλίες	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
		2,5	5	7,5
Βάσης Κεντρικού Βλαστού	CLEMSON	27,63 a (a)	25,43 a (a)	19,36 b (b)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	29,20 a (a)	27,18 a (b)	27,37 a (b)
Βάσης Πλάγιων Βλαστών	CLEMSON	22,58 a (a)	16,09 a (b)	12,76 a (c)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	15,03 b (a)	18,10 a (a)	16,18 a (a)
Κορυφής Κεντρικού Βλαστού	CLEMSON	5,21 a (a)	5,32 a (a)	5,48 b (a)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	5,93 a (b)	6,12 a (b)	7,30 a (a)
Κορυφής Πλάγιων Βλαστών	CLEMSON	5,91 a (a)	5,47 a (a)	5,56 a (a)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	5,64 a (a)	5,54 a (a)	5,79 a (a)

Οι τιμές για κάθε παράγοντα χωριστά σε κάθε στήλη που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα χωρίς παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

Οι τιμές σε κάθε σειρά και για κάθε επίπεδο αλατότητας που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα σε παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

Από τον πίνακα 4 διαπιστώνεται ότι η μέση διάμετρος της βάσης του κεντρικού βλαστού και των πλάγιων βλαστών της ποικιλίας Clemson Spineless μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της αλατότητας, ενώ στην ποικιλία Πυλαίας μόνο η μέση διάμετρος της βάσης του κεντρικού βλαστού μειώνεται. Σε αντίθεση η μέση διάμετρος της κορυφής του κεντρικού βλαστού της Πυλαίας (αλλά όχι της Clemson Spineless) αυξάνεται με την αύξηση της αλατότητας και στις δύο ποικιλίες, ενώ η μέση διάμετρος της κορυφής των πλάγιων βλαστών δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Μεταξύ των ποικιλιών δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην μέση διάμετρο βάσης- κορυφής του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών παρά μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις.

#### **4.1.6 Μέσο νωπό βάρος των: (α) ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών ανά φυτό**

Στον πίνακα 5 παρουσιάζεται το μέσο νωπό βάρος των: (α) ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless αμέσως μετά το τέλος της καλλιέργειας.

Πίνακας 5: Η επίδραση της αλατότητας στο μέσο νωπό βάρος των: (α) ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών ανά φυτό \* των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Μέσο Νωπό Βάρος (g)/φυτό	Ποικιλίες	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
		2,5	5	7,5
Ωριμων Φύλλων	CLEMSON	13,71 a (a)	11,71 a (a)	8,29 a (b)
Κεντρικού Βλαστού	ΠΥΛΑΙΑΣ	5,25 b (b)	7,39 b (a)	5,30 b (b)
Ωριμων Φύλλων	CLEMSON	8,63 a (a)	6,96 a (b)	5,12 b (c)
Πλάγιων Βλαστών	ΠΥΛΑΙΑΣ	4,69 b (b)	4,85 b (b)	5,65 a (a)
Νεαρών Φύλλων	CLEMSON	3,86 a (a)	4,32 a (a)	3,16 a (a)
Κεντρικού Βλαστού	ΠΥΛΑΙΑΣ	2,43 a (a)	2,19 b (b)	2,36 a (ab)
Νεαρών Φύλλων	CLEMSON	3,57 a (ab)	3,68 a (a)	3,02 a (b)
Πλάγιων Βλαστών	ΠΥΛΑΙΑΣ	2,99 a (a)	3,75 a (a)	3,59 a (a)

Οι τιμές για κάθε παράγοντα χωριστά σε κάθε στήλη που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα χωρίς παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

Οι τιμές σε κάθε σειρά και για κάθε επίπεδο αλατότητας που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα σε παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Οι τιμές πραγματοποιήθηκαν στο φύλλο (έλασμα) χωρίς το μίσχο.

Από τον πίνακα 5 διαπιστώνεται ότι το μέσο νωπό βάρος των ώριμων φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών στην ποικιλία Clemson Spineless μειώνεται με αύξηση της αλατότητας ενώ στην ποικιλία Πυλαίας το μέσο νωπό βάρος των ώριμων φύλλων των πλάγιων βλαστών αυξάνεται με την αύξηση της αλατότητας. Το μέσο νωπό βάρος των νεαρών φύλλων του κεντρικού και πλάγιων βλαστών της ποικιλίας Clemson Spineless και της Πυλαίας δεν επηρεάστηκαν από το επίπεδο αλατότητας.

Μεταξύ των ποικιλιών διαπιστώνεται ότι το μέσο νωπό βάρος των ώριμων φύλλων του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών είναι μεγαλύτερο στην ποικιλία Clemson Spineless, ενώ το μέσο νωπό βάρος των νεαρών φύλλων του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών.

#### 4.1.7 Η % ξηρά ουσία των: (α) ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών ανά φυτό

Στον πίνακα 6 παρουσιάζεται η % ξηρά ουσία των: (α) ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Πίνακας 6: Η επίδραση της αλατότητας στη % ξηρά ουσία των: (α) ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών ανά φυτό \* των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

% Ξηρά Ουσία/φυτό	Ποικιλίες	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
		2,5	5	7,5
Ωριμων Φύλλων	CLEMSON	16,72 b (a)	16,75 a (a)	16,40 a (a)
Κεντρικού Βλαστού	ΠΥΛΑΙΑΣ	18,53 a (a)	15,48 b (c)	16,61 a (b)
Ωριμων Φύλλων	CLEMSON	16,02 a (a)	15,25 a (ab)	14,97 a (b)
Πλάγιων Βλαστών	ΠΥΛΑΙΑΣ	15,49 a (a)	13,75 b (b)	15,11 a (a)
Νεαρών Φύλλων	CLEMSON	17,68 a (a)	17,59 a (a)	16,17 a (b)
Κεντρικού Βλαστού	ΠΥΛΑΙΑΣ	17,29 a (a)	15,42 b (b)	14,56 b (b)
Νεαρών Φύλλων	CLEMSON	13,82 a (a)	13,81 b (a)	13,50 a (a)
Πλάγιων Βλαστών	ΠΥΛΑΙΑΣ	13,84 a (ab)	14,82 a (a)	13,66 a (b)

Οι τιμές για κάθε παράγοντα χωριστά σε κάθε στήλη που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα χωρίς παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

Οι τιμές σε κάθε σειρά και για κάθε επίπεδο αλατότητας που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα σε παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Οι τιμές πραγματοποιήθηκαν στο φύλλο (έλασμα) χωρίς το μίσχο.

Από τον πίνακα 6 διαπιστώνεται ότι η % ξηρά ουσία των ώριμων - νεαρών φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών μειώνεται με την αύξηση της αλατότητας στις δύο ποικιλίες, με εξαίρεση τα % ξηρά ουσία των ώριμων φύλλων των πλάγιων βλαστών της ποικιλίας Πυλαίας που δεν επηρεάζεται από την αύξηση της αλατότητας.

Μεταξύ των ποικιλιών στις αλατότητες 2,5 και 7,5 dS/m δεν προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην % ξηρά ουσία των ώριμων φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών και στην % ξηρά ουσία των νεαρών φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών παρά μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις. Ενώ στην αλατότητα 5 dS/m η % ξηρά ουσία των ώριμων- νεαρών φύλλων του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών είναι μικρότερη στην ποικιλία Πυλαίας (εκτός από τα νεαρά φύλλα των πλάγιων βλαστών).



**4.1.8 Μέσο νωπό βάρος των: (α) μίσχων ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) μίσχων ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) μίσχων νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών ανά φυτό**

Στον πίνακα 7 παρουσιάζεται το μέσο νωπό βάρος των: (α) μίσχων ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) μίσχων ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) μίσχων νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless αμέσως μετά το τέλος της καλλιέργειας.

Πίνακας 7: Η επίδραση της αλατότητας στο μέσο νωπό βάρος των: (α) μίσχων ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) μίσχων ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) μίσχων νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Μέσο Νωπό Βάρος (g)/φυτό	Ποικιλίες	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
		2,5	5	7,5
Μίσχων Ώριμων Φύλλων Κεντρικού Βλαστού	CLEMSON	8,33 a (a)	6,89 a (a)	4,53 a (b)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	2,44 b (c)	3,70 b (a)	2,98 b (b)
Μίσχων Ώριμων Φύλλων Πλάγιων Βλαστών	CLEMSON	5,13 a (a)	4,48 a (a)	2,78 b (b)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	2,49 b (b)	2,68 b (b)	3,50 a (a)
Μίσχων Νεαρών Φύλλων Κεντρικού Βλαστού	CLEMSON	1,93 a (a)	2,46 a (a)	1,67 a (a)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	0,94 b (a)	0,58 b (b)	0,72 b (ab)
Μίσχων Νεαρών Φύλλων Πλάγιων Βλαστών	CLEMSON	1,78 a (ab)	2,31 a (a)	1,61 b (b)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	1,39 a (b)	1,72 b (ab)	1,93 a (a)

Οι τιμές για κάθε παράγοντα χωριστά σε κάθε στήλη που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα χωρίς παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

Οι τιμές σε κάθε σειρά και για κάθε επίπεδο αλατότητας που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα σε παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

Από τον πίνακα 7 διαπιστώνεται ότι το μέσο νωπό βάρος μίσχων των ώριμων – νεαρών φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών μειώνεται με την αύξηση της αλατότητας στην ποικιλία Clemson Spineless, ενώ στην ποικιλία Πυλαίας αυξομειώνεται με το επίπεδο της αλατότητας.

Μεταξύ των ποικιλιών προκύπτει ότι το μέσο νωπό βάρος μίσχων των ώριμων – νεαρών φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών είναι σημαντικά μικρότερο στην

ποικιλία Πυλαίας, με δύο εξαιρέσεις στην αλατότητα 7,5 dS/m που διαπιστώνεται ότι το μέσο νωπό βάρος μίσχων των ώριμων – νεαρών φύλλων των πλάγιων βλαστών είναι μεγαλύτερο στην ποικιλία Πυλαίας.

#### 4.1.9 Η % ξηρά ουσία των: (α) μίσχων ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) μίσχων ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) μίσχων νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών ανά φυτό

Στον πίνακα 8 παρουσιάζεται η % ξηρά ουσία των: (α) μίσχων ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) μίσχων ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) μίσχων νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson.

Πίνακας 8: Η επίδραση της αλατότητας στη % ξηρά ουσία των: (α) μίσχων ώριμων φύλλων κεντρικού βλαστού, (β) μίσχων ώριμων φύλλων πλάγιων βλαστών, (γ) μίσχων νεαρών φύλλων κεντρικού βλαστού και (δ) νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

% Ξηρά Ουσία/φυτό	Ποικιλίες	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
		2,5	5	7,5
Μίσχων Ωριμων Φύλλων Κεντρικού Βλαστού	CLEMSON	11,41 (a) b	11,09 (a) a	9,65 (b) a
	ΠΥΛΑΙΑΣ	12,58 (a) a	11,37 (b) a	10,39 (c) a
Μίσχων Ωριμων Φύλλων Πλάγιων Βλαστών	CLEMSON	11,21 (a) a	9,81(b) a	8,79 (c) a
	ΠΥΛΑΙΑΣ	10,74 (a) a	10,07 (b) a	9,30 (c) a
Μίσχων Νεαρών Φύλλων Κεντρικού Βλαστού	CLEMSON	14,35 (a) a	11,08 (b) b	10,77 (b) a
	ΠΥΛΑΙΑΣ	12,96 (a) b	11,80 (b) a	10,22 (c) a
Μίσχων Νεαρών Φύλλων Πλάγιων Βλαστών	CLEMSON	9,99 (a) a	9,22 (ab) b	8,60 (b) b
	ΠΥΛΑΙΑΣ	10,11 (a) a	10,29 (a) a	9,49 (b) a

Οι τιμές για κάθε παράγοντα χωριστά σε κάθε στήλη που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα χωρίς παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

Οι τιμές σε κάθε σειρά και για κάθε επίπεδο αλατότητας που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα σε παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

Από τον πίνακα 8 διαπιστώνεται ότι η % ξηρά ουσία μίσχων των ώριμων-νεαρών φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών μειώνεται με την αύξηση της αλατότητας και στις δυο ποικιλίες.

Μεταξύ των ποικιλιών δεν προκύπτουν σημαντικές διαφορές στην % ξηρά ουσία μίσχων ώριμων-νεαρών φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών παρά μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις στις οποίες προκύπτει ότι η % ξηρά ουσία μίσχων ώριμων-νεαρών φύλλων κεντρικού και πλάγιων βλαστών είναι μεγαλύτερη στην ποικιλία Πυλαίας.

#### 4.1.10 Μέσο νωπό βάρος της βάσης του κεντρικού και πλάγιων βλαστών και της κορυφής του κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό

Στον πίνακα 9 παρουσιάζεται το μέσο νωπό βάρος της (α) βάσης του κεντρικού και πλάγιων βλαστών και (β) κορυφής του κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless αμέσως μετά το τέλος της καλλιέργειας.

Πίνακας 9: Η επίδραση της αλατότητας στο νωπό βάρος της (α) βάσης του κεντρικού και πλάγιων βλαστών και (β) κορυφής του κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό \* των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Νωπό Βάρος Κεντρικού και Πλάγιων Βλαστών (g)/φυτό		Ποικιλίες	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
			2,5	5	7,5
Βάση	CLEMSON	374,53 b (a)	307,83 a (b)	133,46 b (c)	
	ΠΥΛΑΙΑΣ	674,06 a (a)	372,89 a (b)	335,06 a (b)	
Κορυφή	CLEMSON	110,68 b (a)	94,30 b (a)	48,42 b (b)	
	ΠΥΛΑΙΑΣ	354,21 a (a)	166,69 a (b)	153,14 a (b)	

Οι τιμές για κάθε παράγοντα χωριστά σε κάθε στήλη που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα χωρίς παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

Οι τιμές σε κάθε σειρά και για κάθε επίπεδο αλατότητας που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα σε παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Αναφέρεται στο στέλεχος χωρίς τα φύλλα.

Από τον πίνακα 9 διαπιστώνεται ότι το νωπό βάρος της βάσης και της κορυφής του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών μειώνεται με την αύξηση της αλατότητας και στις δυο ποικιλίες.

Μεταξύ των ποικιλιών προκύπτει ότι το νωπό βάρος της βάσης και της κορυφής του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών είναι μικρότερη στην ποικιλία Clemson Spineless σε σχέση με την ποικιλία Πυλαίας σε όλα τα επίπεδα αλατότητας.

#### 4.1.11 Η % ξηρά ουσία της βάσης του κεντρικού και πλάγιων βλαστών και κορυφής του κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό

Στον πίνακα 10 παρουσιάζεται η % ξηρά ουσία της (α) βάσης του κεντρικού και πλάγιων βλαστών και (β) κορυφής του κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό \* των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Πίνακας 10: Η επίδραση της αλατότητας στη % ξηρά ουσία της (α) βάσης του κεντρικού και πλάγιων βλαστών και (β) κορυφής του κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

% Ξηρά Ουσία		Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
		2,5	5	7,5
Κεντρικού και Πλάγιων Βλαστών/φυτό	Ποικιλίες			
Βάση	CLEMSON	14,95 a (a)	14,90 a (a)	15,70 a (a)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	14,16 a (a)	13,75 b (a)	14,39 a (a)
Κορυφή	CLEMSON	15,46 a (a)	13,85 a (b)	13,67 a (b)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	13,82 b (a)	12,93 a (ab)	12,32 b (b)

Οι τιμές για κάθε παράγοντα χωριστά σε κάθε στήλη που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα χωρίς παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

Οι τιμές σε κάθε σειρά και για κάθε επίπεδο αλατότητας που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα σε παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\* Αναφέρεται στο στέλεχος χωρίς τα φύλλα.

Από τον πίνακα 10 διαπιστώνεται ότι η % ξηρά ουσία της βάσης του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών δεν παρουσιάζει καμία στατιστική σημαντική ανάλογα με τα επίπεδα αλατότητας διαφορά και για της δυο ποικιλίες. Ενώ η % ξηρά ουσία της κορυφής του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών μειώνεται με αύξηση της αλατότητας και στις δυο ποικιλίες.

Μεταξύ των ποικιλιών διαπιστώνεται ότι η % ξηρά ουσία της βάσης και της κορυφής του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών είναι μεγαλύτερη στην ποικιλία Clemson Spineless, αλλά όχι πάντοτε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο .

#### 4.1.12 Μέσο νωπό βάρος της ρίζας - Η % ξηρά ουσία της ρίζας ανά φυτό

Στον πίνακα 11 παρουσιάζεται το νωπό βάρος της ρίζας αμέσως μετά από το τέλος της καλλιέργειας και η % ξηρά ουσία της ρίζας ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Πίνακας 11: Η επίδραση της αλατότητας στο νωπό βάρος και στη % ξηρά ουσία της ρίζας ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Ρίζα/φυτό	Ποικιλίες	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
		2,5	5	7,5
Νωπό Βάρος (g)	CLEMSON	370,67 b (a)	317,90 a (a)	160,70 b (b)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	850,46 a (a)	465,50 a (b)	452,64 a (b)
% Ξηρά Ουσία	CLEMSON	13,56 a (a)	13,22 a (a)	11,94 a (a)
	ΠΥΛΑΙΑΣ	17,15 a (a)	12,51 a (b)	10,95 a (b)

Οι τιμές για κάθε παράγοντα χωριστά σε κάθε στήλη που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα χωρίς παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

Οι τιμές σε κάθε σειρά και για κάθε επίπεδο αλατότητας που συνοδεύονται με το ίδιο γράμμα σε παρένθεση δεν διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

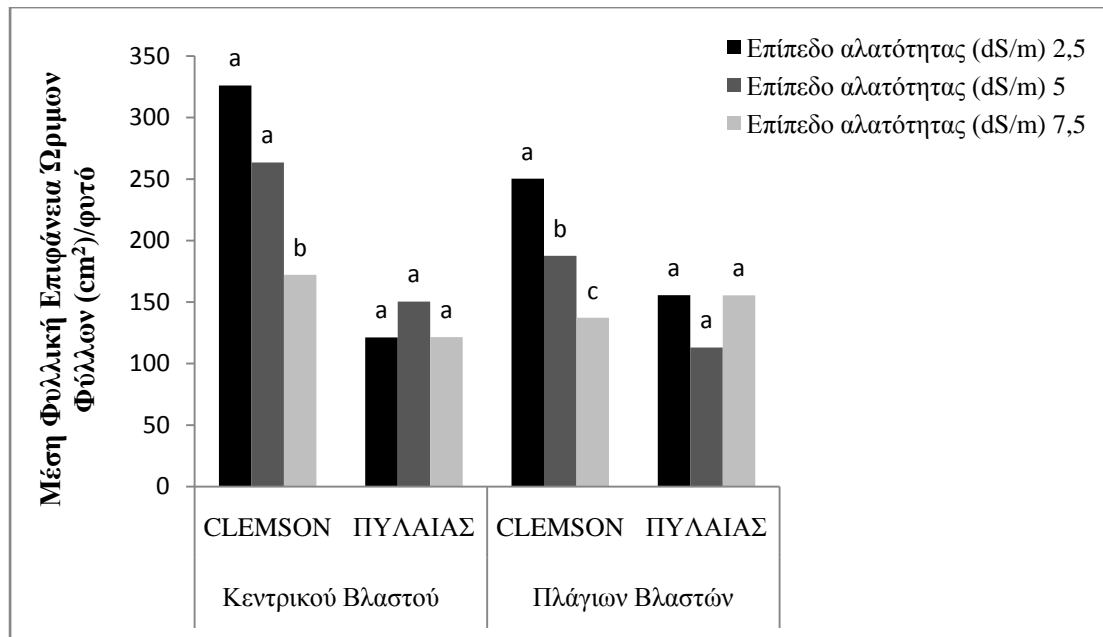
Από τον πίνακα 11 διαπιστώνεται ότι το νωπό βάρος και η % ξηρά ουσία της ρίζας μειώνεται με την αύξηση της αλατότητας και στις δύο ποικιλίες.

Μεταξύ των ποικιλιών προκύπτει ότι το νωπό βάρος της ρίζας είναι μεγαλύτερο στην ποικιλία Πυλαίας, ενώ η % ξηρά ουσία της ρίζας δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά ανεξάρτητα από το επίπεδο αλατότητας.

#### 4.1.13 Μέση φυλλική επιφάνεια ώριμων φύλλων ανά φυτό

Στο διάγραμμα 5 παρουσιάζεται η μέση φυλλική επιφάνεια των ώριμων φύλλων κεντρικού και πλαγίων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless αμέσως μετά το τέλος της καλλιέργειας.

Διάγραμμα 5: Η επίδραση της αλατότητας στη μέση φυλλική επιφάνεια ώριμων φύλλων κεντρικού και πλαγίων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Σε κάθε επίπεδο αλατότητας η μέση φυλλική επιφάνεια ώριμων φύλλων του κεντρικού βλαστού της ποικιλίας Clemson Spineless ήταν μεγαλύτερη από ότι στην ποικιλία Πυλαίας. Η μέση φυλλική επιφάνεια ώριμων φύλλων των πλάγιων βλαστών ήταν μεγαλύτερη στην ποικιλία Clemson Spineless από ότι στην ποικιλία Πυλαίας στις αλατότητες 2,5 και 5 dS/m, ενώ στην αλατότητα 7,5 dS/m δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά (Διάγραμμα 5).

Στην ποικιλία Clemson Spineless υπήρχε σημαντική μείωση της μέσης φυλλικής επιφάνειας ώριμων φύλλων του κεντρικού βλαστού μεταξύ 5 και 7,5 dS/m, ενώ η μέση φυλλική επιφάνειας ώριμων φύλλων των πλάγιων βλαστών μειώθηκε σε κάθε επίπεδο αλατότητας

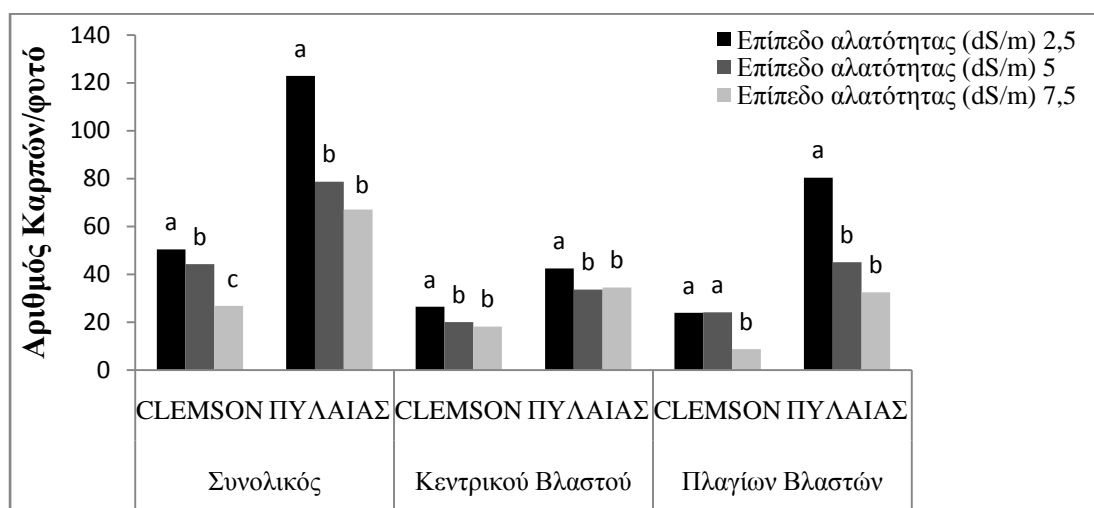
Στην ποικιλία Πυλαίας δεν προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο στη μέση φυλλική επιφάνεια ώριμων φύλλων του κεντρικού βλαστού όσο και στη μέση φυλλική επιφάνεια ώριμων φύλλων των πλάγιων βλαστών.

## 4.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΩΝ

### 4.2.1 Ο συνολικός αριθμός των καρπών και ο αριθμός καρπών του κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό

Στο διάγραμμα 6 παρουσιάζονται ο συνολικός αριθμός καρπών και ο αριθμός των καρπών του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Διάγραμμα 6: Η επίδραση της αλατότητας στον συνολικό αριθμό των καρπών και στον αριθμό των καρπών του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Σε κάθε επίπεδο αλατότητας τόσο ο συνολικός αριθμός καρπών όσο και ο αριθμός καρπών του κεντρικού και πλάγιων βλαστών της ποικιλίας Clemson Spineless ήταν μικρότερος από ότι στην ποικιλία Πυλαίας. (Διάγραμμα 6).

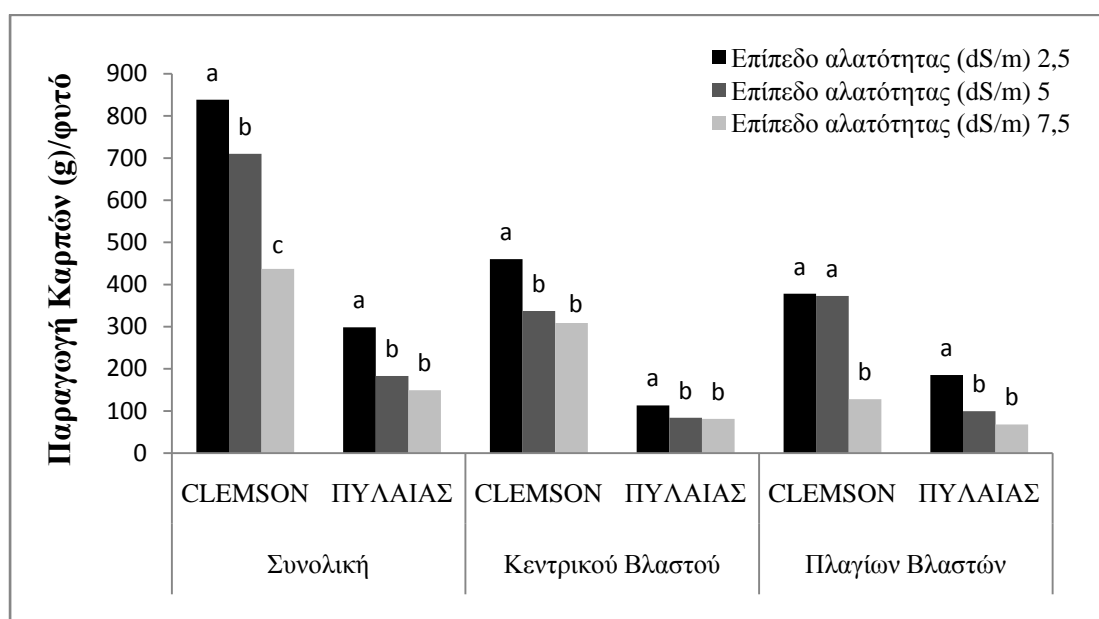
Στην ποικιλία Clemson Spineless υπήρχε σημαντική μείωση του συνολικού αριθμού καρπών σε κάθε επίπεδο αλατότητας ενώ ο αριθμός καρπών μειώθηκε σημαντικά μεταξύ 2,5 και 5 dS/m (επί του κεντρικού βλαστού) ή μεταξύ 5 και 7,5 dS/m (πλάγιων βλαστών).

Στην ποικιλία Πυλαίας σε όλες τις περιπτώσεις η μείωση του συνολικού αριθμού καρπών προέκυψε μεταξύ 2,5 και 5 dS/m χωρίς περαιτέρω πτώση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m.

#### 4.2.2 Η συνολική παραγωγή καρπών - Η παραγωγή καρπών του κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό

Στο διάγραμμα 7 παρουσιάζονται η συνολική παραγωγή (βάρος) καρπών και η παραγωγή καρπών κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Διάγραμμα 7: Η επίδραση της αλατότητας στη συνολική παραγωγή (βάρος) καρπών και στη παραγωγή καρπών κεντρικού και πλάγιων βλαστών ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Σε κάθε επίπεδο αλατότητας τόσο η συνολική παραγωγή (το συνολικό βάρος των καρπών) όσο και η παραγωγή του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών της ποικιλίας Clemson Spineless ήταν μεγαλύτερη από ότι στην ποικιλία Πυλαίας (Διάγραμμα 7).

Στην ποικιλία Clemson Spineless υπήρχε σημαντική μείωση της συνολικής παραγωγής σε κάθε επίπεδο αλατότητας ενώ η παραγωγή μειώθηκε σημαντικά μεταξύ 2,5 και 5 dS/m (επί του κεντρικού βλαστού) ή μεταξύ 5 και 7,5 dS/m (πλάγιων βλαστών).

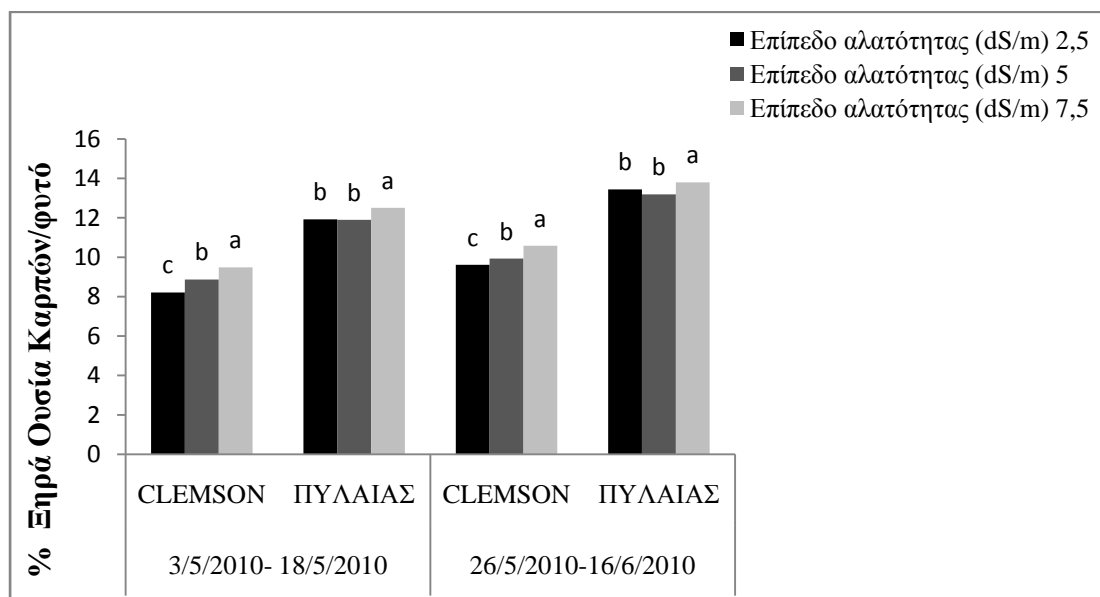
Στην ποικιλία Πυλαίας σε όλες τις περιπτώσεις η μείωση της παραγωγής προέκυψε μεταξύ 2,5 και 5 dS/m χωρίς περαιτέρω πτώση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m.



#### 4.2.3 Η % ξηρά ουσία των καρπών σε δυο διαφορετικές περιόδους ανά φυτό

Στο διάγραμμα 8 παρουσιάζονται η % ξηρά ουσία των καρπών σε δυο διαφορετικές περιόδους ανά φυτό των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Διάγραμμα 8: Η επίδραση της αλατότητας στη % ξηρά ουσία των καρπών σε δυο διαφορετικές ανά φυτό περιόδους των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Τα αποτελέσματα του διαγράμματος αφορούν καρπούς που συλλέχτηκαν τυχαία από το κεντρικού βλαστού και τους πλάγιους βλαστούς και όχι χωριστά.

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Σε κάθε επίπεδο αλατότητας η % ξηρά ουσία των καρπών της ποικιλίας Clemson Spineless ήταν μικρότερη από ότι στην ποικιλία Πυλαίας., γεγονός που φαίνεται ότι συμβαίνει και στις δύο περιόδους συγκομιδής (Διάγραμμα 8).

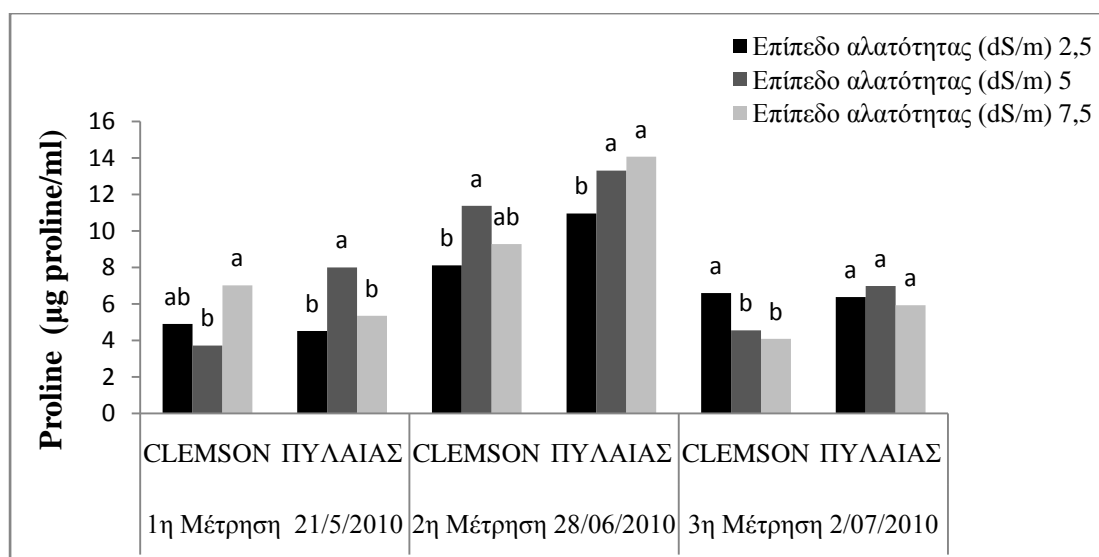
Στην ποικιλία Clemson Spineless υπήρχε στατιστικά σημαντική αύξηση της % ξηράς ουσίας των καρπών με την αύξηση της αλατότητας και στις δύο περιόδους. Στην ποικιλία Πυλαίας και στις δυο περιόδους η αύξηση της % ξηράς ουσίας των καρπών προέκυψε μεταξύ των αλατοτήτων 5 και 7, 5 dS/m.

## 4.3 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

### 4.3.1 Συγκέντρωση προλίνης

Στο διάγραμμα 9 παρουσιάζονται η συγκέντρωση προλίνης στο 1<sup>ο</sup> πλήρως αναπτυγμένο φύλλο σε τρεις διαφορετικές περιόδους στις ποικιλίες Πυλαίας και Clemson Spineless σε σχέση με το επίπεδο αλατότητας.

Διάγραμμα 9: Η επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση της προλίνης στο 1<sup>ο</sup> πλήρως αναπτυγμένο φύλλο στις ποικιλίες Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Πίνακας 12: Σύγκριση 1<sup>ης</sup> - 2<sup>ης</sup>, 1<sup>ης</sup> - 3<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> - 3<sup>ης</sup> μέτρησης στη συγκέντρωση της προλίνης στις ποικιλίες Πυλαίας και Clemson Spineless.

Συγκέντρωση Προλίνης	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
	2,5	5	7,5
Clemson 1 x Clemson 2	*	*	-
Clemson 1 x Clemson 3	-	-	*
Clemson 2 x Clemson 3	-	*	*
Πυλαίας 1 x Πυλαίας 2	*	*	*
Πυλαίας 1 x Πυλαίας 3	-	-	-
Πυλαίας 2 x Πυλαίας 3	*	*	*

Οι συγκρίσεις των τιμών της 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μετρήσεις για κάθε ποικιλία χωριστά οι οποίοι διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο ( $p = 0,05$ ) σημειώνονται με αστερίσκο (\*).

Η συγκέντρωση της προλίνης μεταξύ των ποικιλιών στη 1<sup>η</sup> μέτρηση και στην 2<sup>η</sup> μέτρηση δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά στις αλατότητες 2,5 και 7,5 dS/m, ενώ στην αλατότητα 5 dS/m η συγκέντρωση της προλίνης ήταν μικρότερη στην ποικιλία Clemson Spineless από ότι στην ποικιλία Πυλαίας. Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση η συγκέντρωση της προλίνης ήταν μικρότερη στην ποικιλία Clemson Spineless από ότι στην ποικιλία Πυλαίας στις αλατότητες 5 και 7,5 dS/m, ενώ στην αλατότητα 2,5 dS/m δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά (Διάγραμμα 9).

Στην ποικιλία Clemson Spineless στην 1<sup>η</sup> μέτρηση η συγκέντρωση της προλίνης στην αλατότητα 2,5 dS/m δεν διέφερε σημαντικά από την συγκέντρωση της προλίνης στις αλατότητες 5 και 7,5 dS/m, ενώ μεταξύ των αλατοτήτων 5 και 7,5 dS/m υπήρχε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης της προλίνης. Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση υπήρχε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης της προλίνης μεταξύ 2,5 και 5 dS/m , ενώ στην αλατότητα 7,5 dS/m η συγκέντρωση της προλίνης δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις αλατότητες 2,5 και 5 dS/m. Η συγκέντρωση της προλίνης στην 3<sup>η</sup> μέτρηση μειώθηκε σημαντικά μεταξύ των αλατοτήτων 2,5 και 5 dS/m χωρίς περαιτέρω μείωση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m.

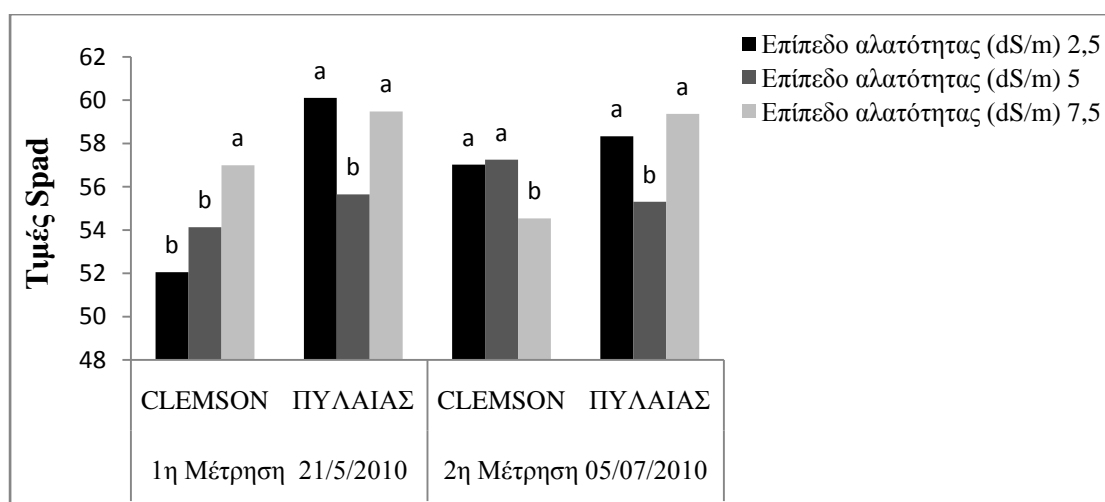
Στην ποικιλία Πυλαίας στην 1<sup>η</sup> μέτρηση υπήρχε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης της προλίνης μεταξύ 2,5 και 5 dS/m, ενώ μεταξύ 5 και 7,5 dS/m μειώθηκε. Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση υπήρχε σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης της προλίνης μεταξύ 2,5 και 5 dS/m, χωρίς περαιτέρω αύξηση στις αλατότητες 5 και 7,5 dS/m. Η συγκέντρωση της προλίνης στην 3<sup>η</sup> μέτρηση δεν διέφερε στατιστικά σε κανένα επίπεδο αλατότητας.

Μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και της 2<sup>ης</sup> μετρήσεις προέκυψαν σημαντικές διαφορές στην συγκέντρωση της προλίνης και στις 2 ποικιλίες στο επίπεδο των 2,5 και 5 dS/m, ενώ στο επίπεδο 7,5 dS/m μόνο στην ποικιλία Πυλαίας. Μεταξύ της 2<sup>ης</sup> και της 3<sup>ης</sup> μέτρησης υπήρχαν σημαντικές διαφορές και στις 2 ποικιλίες και στα 3 επίπεδα αλατότητας ( πλην Clemson Spineless στην αλατότητα 2,5 dS/m), ενώ γενικά μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης δεν προέκυψαν διαφορές στην συγκέντρωση της προλίνης (Πίνακας 12).

### 4.3.2 Τιμές Spad

Στο διάγραμμα 10 παρουσιάζονται οι τιμές Spad στο 1<sup>ο</sup> πλήρως αναπτυγμένο φύλλο σε δυο διαφορετικές περιόδους των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless. Οι τιμές Spad σχετίζονται με τη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα.

Διάγραμμα 10: Η επίδραση της αλατότητας στις τιμές του Spad στο 1<sup>ο</sup> πλήρως αναπτυγμένο φύλλο στις ποικιλίες Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Πίνακας 13: Σύγκριση 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης στις τιμές του Spad στις ποικιλίες Πυλαίας και Clemson Spineless.

SPAD	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
	2,5	5	7,5
Clemson 1 x Clemson 2	*	*	*
Πυλαίας 1 x Πυλαίας 2	-	-	-

Οι συγκρίσεις των τιμών της 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μετρήσεις για κάθε ποικιλία χωριστά οι οποίοι διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο ( $p = 0,05$ ) σημειώνονται με αστερίσκο (\*).

Οι τιμές Spad μεταξύ των ποικιλιών στη 1<sup>η</sup> μέτρηση δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά στις αλατότητες 5 και 7,5 dS/m, ενώ στην αλατότητα 2,5 dS/m οι τιμές του Spad ήταν μικρότερες στην ποικιλία Clemson Spineless από ότι στην ποικιλία Πυλαίας. Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση οι τιμές του Spad δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά στην αλατότητα 2,5 dS/m, στην αλατότητα 5 dS/m οι τιμές του Spad ήταν

μεγαλύτερες στην ποικιλία Clemson Spineless από ότι στην ποικιλία Πυλαίας, ενώ στην 7,5 dS/m συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο (Διάγραμμα 10).

Στην ποικιλία Clemson Spineless στη 1η μέτρηση οι τιμές του Spad μεταξύ 2,5 και 5 dS/m δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ μεταξύ 5 και 7,5 dS/m υπήρχε στατιστικά σημαντική αύξηση των τιμών του Spad.

Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση οι τιμές του Spad μεταξύ 2,5 και 5 dS/m δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ μεταξύ 5 και 7,5 dS/m παρουσίασαν στατιστικά μείωση οι τιμές του Spad.

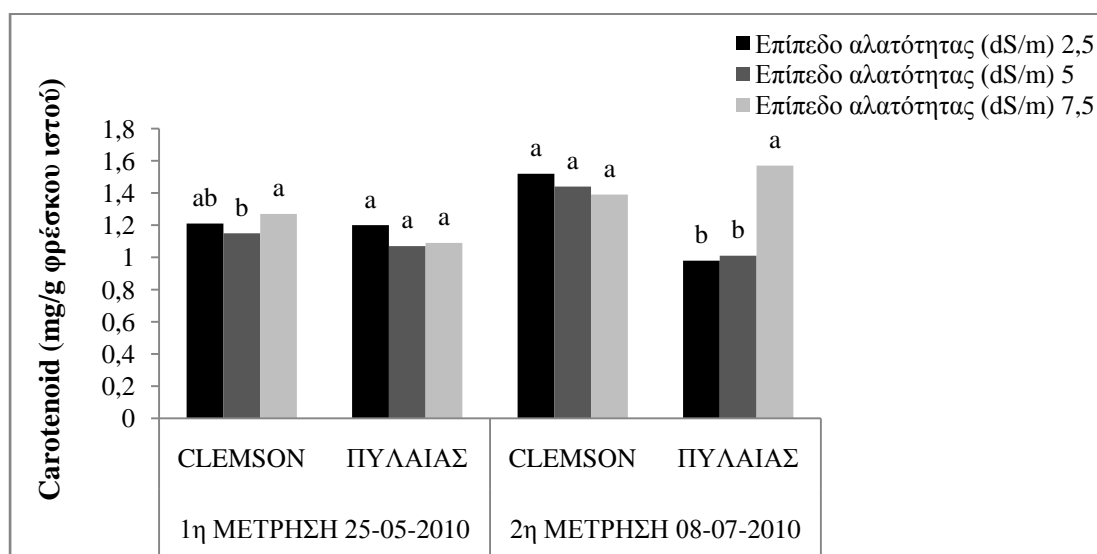
Στην ποικιλία Πυλαίας και στην 1<sup>η</sup> και στην 2<sup>η</sup> μέτρηση οι τιμές του Spad μεταξύ 2,5 και 5 dS/m παρουσίασαν στατιστικά σημαντική μείωση, ενώ μεταξύ 5 και 7,5 παρουσίασαν στατιστικά σημαντική αύξηση.

Μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και της 2<sup>ης</sup> μέτρησης προέκυψαν σημαντικές διαφορές στις τιμές του Spad στην ποικιλία Clemson Spineless σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Ενώ στην ποικιλία Πυλαίας δεν προέκυψαν στατιστικές διαφορές στις τιμές του Spad μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και της 2<sup>ης</sup> μέτρησης σε κανένα επίπεδο αλατότητας (Πίνακας 13).

#### 4.3.3 Συγκέντρωση καροτενοειδών

Στο διάγραμμα 11 παρουσιάζεται η συγκέντρωση καροτενοειδών στο 1<sup>ο</sup> πλήρως αναπτυγμένο φύλλο σε δύο διαφορετικές περιόδους των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Διάγραμμα 11: Η επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση των καροτενοειδών στο 1<sup>ο</sup> πλήρως αναπτυγμένο φύλλο των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Πίνακας 14: Σύγκριση 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης στη συγκέντρωση των καροτενοειδών των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Καροτενοειδή	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
	2,5	5	7,5
Clemson 1 x Clemson 2	*	*	-
Πυλαίας 1 x Πυλαίας 2	-	-	*

Οι συγκρίσεις των τιμών της 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μετρήσεις για κάθε ποικιλία χωριστά οι οποίοι διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο ( $p = 0,05$ ) σημειώνονται με αστερίσκο (\*).

Η συγκέντρωση των καροτενοειδών μεταξύ των ποικιλιών στη 1<sup>η</sup> μέτρηση δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά στις αλατότητες 2,5 και 5 dS/m, ενώ στην αλατότητα 7,5 dS/m η συγκέντρωση των καροτενοειδών ήταν μεγαλύτερη της ποικιλίας Clemson Spineless απ' ότι στην ποικιλία Πυλαίας. Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση η συγκέντρωση των καροτενοειδών ήταν μεγαλύτερη στην ποικιλία Clemson Spineless από ότι στην ποικιλία Πυλαίας στις αλατότητες 2,5 και 5 dS/m, ενώ στην αλατότητα 7,5 dS/m συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο (Διάγραμμα 11).

Στην ποικιλία Clemson Spineless δεν υπήρχε σημαντική επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση των καροτενοειδών είτε στην 1<sup>η</sup> μέτρηση, είτε στην 2<sup>η</sup> μέτρηση.

Στην ποικιλία Πυλαίας η συγκέντρωση των καροτενοειδών στην 1<sup>η</sup> μέτρηση δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ στη 2<sup>η</sup> μέτρηση αυξήθηκε μεταξύ 5 και 7,5 dS/m.

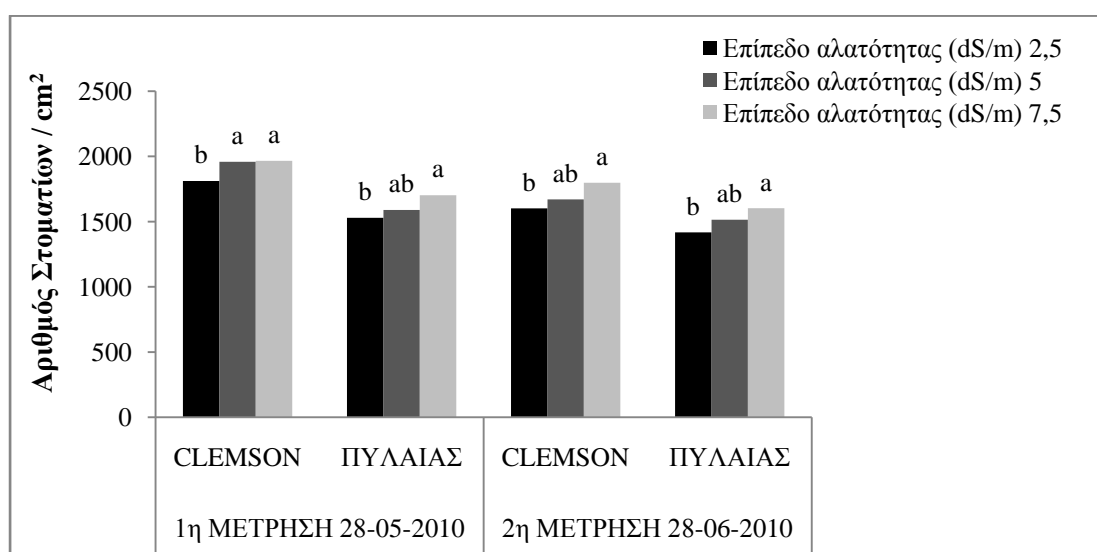
Μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και της 2<sup>ης</sup> μέτρησης προέκυψαν σημαντικές διαφορές στην συγκέντρωση των καροτενοειδών στην ποικιλία Clemson Spineless στις αλατότητες 2,5 και 5 dS/m, ενώ στην αλατότητα 7,5 dS/m δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Στην ποικιλία Πυλαίας μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και της 2<sup>ης</sup> μέτρησης προέκυψαν σημαντικές διαφορές στην αλατότητα 7,5 dS/m, ενώ στις αλατότητες 2,5 και 5 dS/m δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 14).

## 4.4 ΑΝΑΤΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

### 4.4.1 Ο συνολικός αριθμός στοματίων/cm<sup>2</sup>

Στο διάγραμμα 12 παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός στοματίων/cm<sup>2</sup> στο 1<sup>ο</sup> πλήρως αναπτυγμένο φύλλο στις ποικιλίες Πυλαίας και Clemson Spineless σε δυο διαφορετικές περιόδους, σε σχέση με το επίπεδο αλατότητας.

Διάγραμμα 12: Η επίδραση της αλατότητας στον αριθμό των στοματίων/cm<sup>2</sup> στο 1<sup>ο</sup> πλήρως αναπτυγμένο φύλλο των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Πίνακας 15: Σύγκριση 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης στον αριθμό των στοματίων/cm<sup>2</sup> στο 1<sup>ο</sup> πλήρως αναπτυγμένο φύλλο των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Αριθμός στοματίων/cm <sup>2</sup>	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
	2,5	5	7,5
Clemson 1 x Clemson 2	*	*	-
Πυλαίας 1 x Πυλαίας 2	*	-	-

Οι συγκρίσεις των τιμών της 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μετρήσεις για κάθε ποικιλία χωριστά οι οποίοι διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο ( $p = 0,05$ ) σημειώνονται με αστερίσκο (\*).

Σε κάθε επίπεδο αλατότητας τόσο στην 1<sup>η</sup> μέτρηση όσο και στην 2<sup>η</sup> μέτρηση ο αριθμός των στοματίων/cm<sup>2</sup> ήταν μεγαλύτερος στην ποικιλία Clemson Spineless από ότι στην ποικιλία Πυλαίας (Διάγραμμα 12).

Στην ποικιλία Clemson Spineless υπήρχε στατιστικά σημαντική αύξηση του αριθμού των στοματίων/cm<sup>2</sup> στην 1<sup>η</sup> μέτρηση μεταξύ 2,5 και 5 dS/m χωρίς περαιτέρω αύξηση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m. Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση ο αριθμός των στοματίων/cm<sup>2</sup> αυξήθηκε σημαντικά μεταξύ των αλατοτήτων 2,5 και 7,5 dS/m, ενώ ο αριθμός στοματίων/cm<sup>2</sup> της αλατότητας 5 dS/m δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις αλατότητες 2,5 και 7,5 dS/m.

Στην ποικιλία Πυλαίας και στην 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> μέτρηση ο αριθμός των στοματίων/cm<sup>2</sup> αυξήθηκε μεταξύ των αλατοτήτων 2,5 και 7,5 dS/m, ενώ ο αριθμός στοματίων/cm<sup>2</sup> της αλατότητας 5 dS/m δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις αλατότητες 2,5 και 7,5 dS/m.

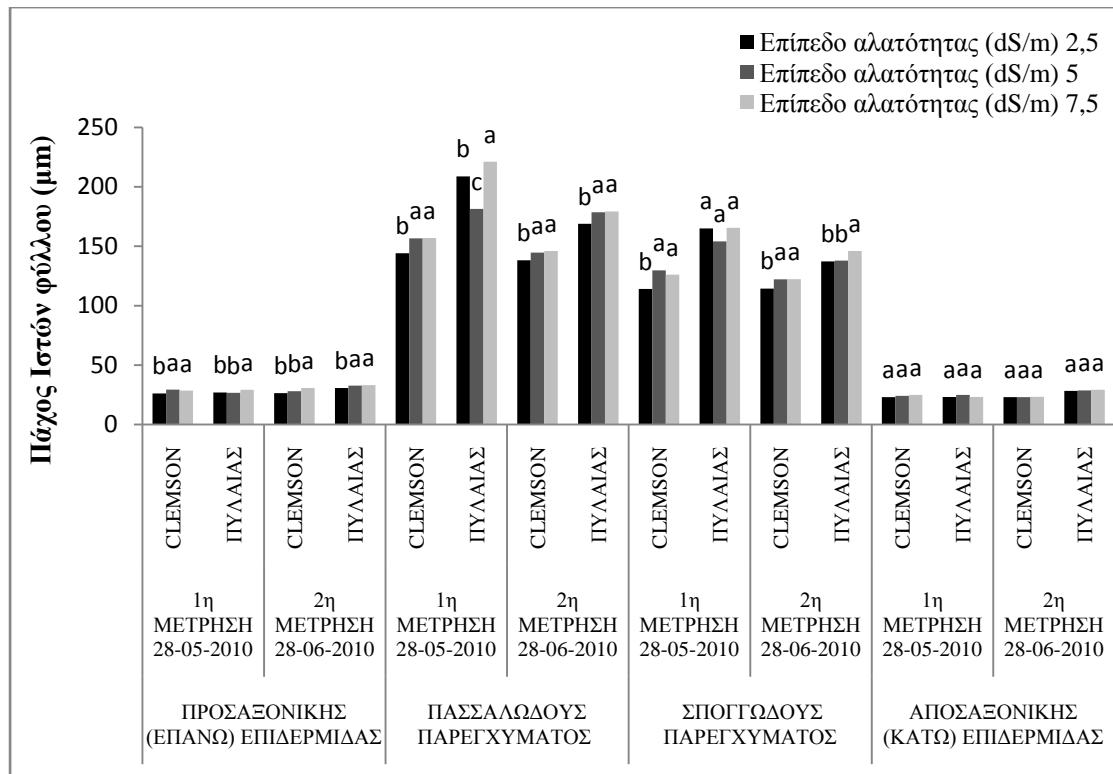
Μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και της 2<sup>ης</sup> μέτρησης προέκυψαν σημαντικές διαφορές στον αριθμό στοματίων/cm<sup>2</sup> και στις 2 ποικιλίες στο επίπεδο αλατότητας 2,5 dS/m, ενώ στο επίπεδο αλατότητας 5 dS/m μόνο στη ποικιλία Clemson Spineless προέκυψαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και της 2<sup>ης</sup> μέτρησης. Τέλος μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και της 2<sup>ης</sup> μέτρησης δεν προέκυψαν στατιστικές σημαντικές διαφορές στον αριθμό στοματίων/cm<sup>2</sup> και στις 2 ποικιλίες στο επίπεδο αλατότητας 7,5 dS/m.

#### **4.4.2 Το πάχος των ιστών του 1<sup>ου</sup> πλήρως αναπτυγμένου φύλλου**

Στο διάγραμμα 13 παρουσιάζεται το πάχος των ιστών του 1<sup>ου</sup> πλήρως αναπτυγμένου φύλλου των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless, σε σχέση με το επίπεδο αλατότητας.

Διάγραμμα 13: Η επίδραση της αλατότητας στο πάχος των ιστών του 1<sup>ου</sup> πλήρως αναπτυγμένου φύλλου των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.





Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Σε κάθε επίπεδο αλατότητας τόσο το πάχος του πασσαλώδους παρεγχύματος όσο και το πάχος του σπογγώδους παρεγχύματος της ποικιλίας Clemson Spineless ήταν μικρότερο από την αντίστοιχη της ποικιλίας Πυλαίας και στην 1<sup>η</sup> και στην 2<sup>η</sup> μέτρηση. Ενώ το πάχος της προσαξονικής (επάνω) επιδερμίδας και της αποσαξονικής (κάτω) επιδερμίδα της Clemson Spineless και της Πυλαίας κυμαινότουσαν στα ίδια επίπεδα στην 1<sup>η</sup>, ενώ στην 2<sup>η</sup> μέτρηση το πάχος της προσαξονικής (επάνω) επιδερμίδας και της αποσαξονικής (κάτω) επιδερμίδα της Clemson Spineless ήταν μικρότερο στην ποικιλία Clemson Spineless απ' ό τι στην ποικιλία Πυλαίας (Διάγραμμα 13).

Στην ποικιλία Clemson Spineless υπήρχε σημαντική αύξηση του πάχους της προσαξονικής (επάνω) επιδερμίδας στην 1<sup>η</sup> μέτρηση και του πάχους του πασσαλώδους-σπογγώδους παρεγχύματος στην 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> μέτρηση μεταξύ 2,5 και 5 dS/m χωρίς περαιτέρω αύξηση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m, ενώ το πάχος της προσαξονικής (επάνω) επιδερμίδας στην 2η μέτρηση αυξήθηκε σημαντικά μεταξύ 5 και 7,5 dS/m. Το πάχος της αποσαξονικής (κάτω) επιδερμίδας και στην 1<sup>η</sup> μέτρηση

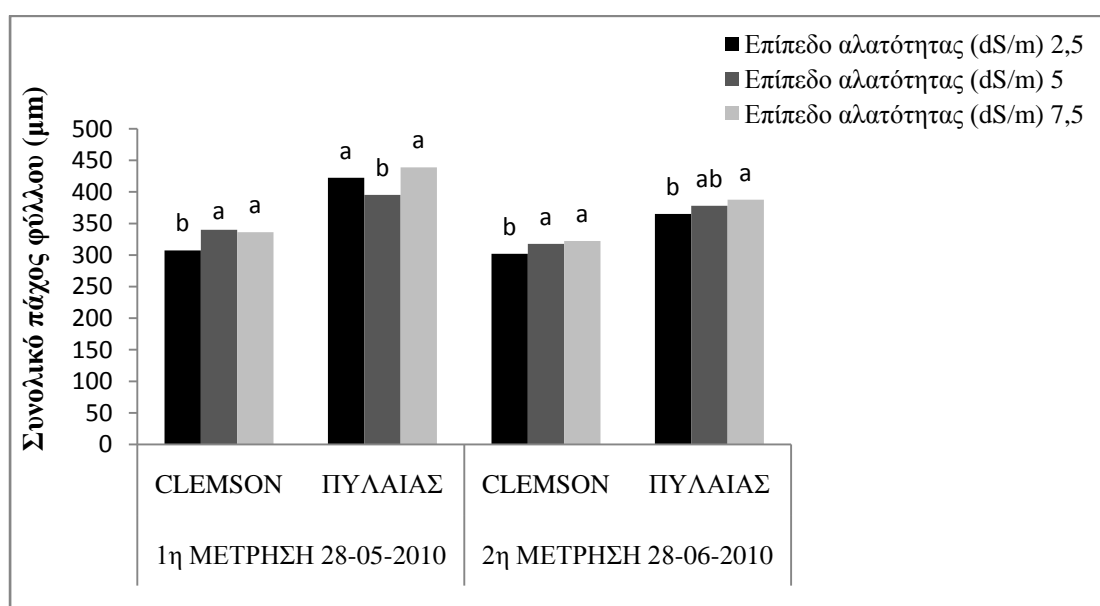
και στην 2<sup>η</sup> μέτρηση δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά σε κανένα επίπεδο αλατότητας.

Στην ποικιλία Πυλαίας υπήρχε σημαντική αύξηση του πάχους της προσαξονικής (επάνω) επιδερμίδας στην 1<sup>η</sup> μέτρηση και του πάχους του σπογγώδους παρεγχύματος στην 2<sup>η</sup> μέτρηση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m, ενώ στο πάχος της προσαξονικής (επάνω) επιδερμίδας στην 2<sup>η</sup> μέτρηση και το πάχος του πασσαλώδους παρεγχύματος στην 2<sup>η</sup> μέτρηση υπήρχε σημαντική αύξηση μεταξύ 2,5 και 5 dS/m χωρίς περαιτέρω αύξηση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m. Το πάχος του πασσαλώδους παρεγχύματος στην 1<sup>η</sup> μέτρηση μειώθηκε μεταξύ 2,5 και 5 dS/m, ενώ μεταξύ 5 και 7,5 dS/m αυξήθηκε. Τόσο το πάχος του σπογγώδους παρεγχύματος (1<sup>η</sup> μέτρηση) όσο το πάχος της αποσαξονικής (κάτω) επιδερμίδας (1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> μέτρηση) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά σε κανένα επίπεδο αλατότητας.

#### 4.4.3 Συνολικό πάχος των ιστών του 1<sup>ου</sup> πλήρως αναπτυγμένου φύλλου

Στο διάγραμμα 14 παρουσιάζεται το συνολικό πάχος των ιστών (δηλ. πάχος φύλλου) του 1<sup>ου</sup> πλήρως αναπτυγμένου φύλλου των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless, σε σχέση με το επίπεδο αλατότητας.

Διάγραμμα 14: Η επίδραση της αλατότητας στο συνολικό πάχος του 1<sup>ου</sup> πλήρως αναπτυγμένου φύλλου των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.



Για κάθε ποικιλία χωριστά οι ράβδοι που συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σε στατιστικό σημαντικό επίπεδο ( $p = 0,05$ ).

\*Ενώ η σύγκριση των αγρονομικών χαρακτηριστικών των δυο ποικιλιών πραγματοποιήθηκε στατιστικά με τη μέθοδο της ΕΣΔ για την καλύτερη ανάγνωση τα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο αναφορικά στο κείμενο.

Πίνακας 16: Σύγκριση 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> μέτρησης στο συνολικό πάχος του φύλλου των ποικιλιών Πυλαίας και Clemson Spineless.

Συνολικό Πάχος Φύλλου	Επίπεδο αλατότητας (dS/m)		
	2,5	5	7,5
Clemson 1 x Clemson 2	-	*	-
Πυλαίας 1 x Πυλαίας 2	*	-	*

Οι συγκρίσεις των τιμών της 1ης και 2ης μετρήσεις για κάθε ποικιλία χωριστά οι οποίοι διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο ( $p = 0,05$ ) σημειώνονται με αστερίσκο (\*).

Σε κάθε επίπεδο αλατότητας το πάχος του φύλλου της ποικιλίας Clemson Spineless ήταν μικρότερο από ότι στην ποικιλία Πυλαίας (Διάγραμμα 14).

Στην ποικιλία Clemson Spineless υπήρχε σημαντική αύξηση του συνολικού πάχους του φύλλου και στην 1η και στην 2<sup>η</sup> μέτρηση μεταξύ 2,5 και 5 dS/m, χωρίς περαιτέρω αύξηση μεταξύ 5 και 7,5 dS/m .

Στην ποικιλία Πυλαίας υπήρχε σημαντική μείωση του συνολικού πάχους του φύλλου στην 1η μέτρηση μεταξύ 2,5 και 5 dS/m, ενώ μεταξύ 5 και 7,5 dS/m αυξήθηκε .Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση υπήρχε σημαντική αύξηση του συνολικού πάχους του φύλλου μεταξύ 2,5 και 7 dS/m, ενώ το πάχος του φύλλου της αλατότητας 5 dS/m δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις αλατότητες 2,5 και 7,5 dS/m.

Μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και της 2<sup>ης</sup> μέτρησης προέκυψαν σημαντικές διαφορές στο συνολικό πάχος του φύλλου στην ποικιλία Clemson Spineless στο επίπεδο αλατότητας 5 dS/m και στην ποικιλία Πυλαίας στα επίπεδα αλατότητας 2,5 και 7,5 dS/m.

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1 ΑΓΡΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Οι φυτικοί παράμετροι που επηρεάζονται άμεσα από την έλλειψη νερού στα φυτά είναι η αύξηση των φυτών καθώς και ο περιορισμός της αύξησης των φύλλων (Sanchez- Blanco *et al.* 1991). Η διαταραχή της υδατικής ισορροπίας προκαλεί έλλειψη σπαργής, μείωση της ταχύτητας φωτοσύνθεσης και του ξηρού βάρους των φύλλων (Erdei and Taleisnik, 1993; Hauang and Redmann, 1995).

Ως φυτό της θερμής εποχής που καλλιεργείται σε ζεστές περιοχές και ως μη-αρδευόμενη η μπάμια εκτίθεται συχνά σε καταπόνηση είτε λόγω έλλειψης νερού είτε λόγω αλατότητας. Ενώ η μπάμια θεωρείται από μερικούς ως μέτρια ευαίσθητη (Maas and Hoffman ,1977) άλλοι τη θεωρούν ως ευαίσθητη στην αλατότητα (Ayers and Westcot,1989 ; Bresler *et al.*,1982).

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης διαπιστώνεται ότι η ευαισθησία της μπάμιας εξαρτάται από την ποικιλία (γονότυπο), το επίπεδο αλατότητας και το αγρονομικό ή άλλο χαρακτηριστικό που μελετάται (Sultana *et al.*, 1999; Jaleel *et al.*, 2007).

Για παράδειγμα στην παρούσα μελέτη βρέθηκαν ότι :

- 1) Η αλατότητα επηρεάζει αρνητικά το μέσο μήκος του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών πάνω από το επίπεδο αλατότητας 2,5 dS/m τόσο στην ποικιλία Clemson Spineless όσο και στην ποικιλία Πυλαίας. Με αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν και οι Ashraf *et al.* (2003), Abid *et al.* (2002), Ünlükara *et al.* (2008).
- 2) Η διάμετρος της βάσης τόσο του κεντρικού όσο και των πλάγιων βλαστών μειώθηκε με αύξηση της αλατότητας και στις 2 ποικιλίες, ενώ η διάμετρος της κορυφής του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών δεν επηρεάστηκε από την υψηλή αλατότητα. Οι Ünlükara *et al.* (2008) ανέφεραν μείωση της διαμέτρου της βάσης του κεντρικού βλαστού όταν η αλατότητα αυξήθηκε πάνω από 5 dS/m, ενώ για τη επίδραση της αλατότητας στην διάμετρο της κορυφής δεν υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές.
- 3) Το μέσο μήκος των μεσογονατίων τόσο του κεντρικού όσο και των πλάγιων βλαστών στην ποικιλία Πυλαίας μειώθηκε στην αλατότητα 5 dS/m σε σχέση με τις αλατότητες των 2,5 dS/m και 7,5 dS/m. Στην ποικιλία Clemson Spineless στο μέσο μήκος μεσογονατίων του κεντρικού βλαστού υπήρχε μία

αυξομείωση, το μέσο μήκος των πλάγιων βλαστών δεν επηρεάστε. Οι Botti *et al.*, (1998) και Rasoolzadegan *et al.* (1980) ανέφεραν μείωση του μέσου μήκους των μεσογονατίων σε επίπεδο αλατότητας 38 dS/m για το *Simmondsia chinensis* (jojoba).

- 4) Η μέση φυλλική επιφάνεια ώριμων φύλλων του κεντρικού βλαστού της ποικιλίας Clemson Spineless μειώθηκε με αύξηση της αλατότητας πάνω από 5 dS/m, ενώ η μέση φυλλική επιφάνεια ώριμων φύλλων των πλάγιων βλαστών μειώθηκε πάνω από 2,5 dS/m. Δηλαδή τα ώριμα φύλλα των πλάγιων βλαστών είναι πιο ευαίσθητα σε αλατότητα σε σχέση με τα ώριμα φύλλα του κεντρικού βλαστού. Στην ποικιλία Πυλαίας η μέση φυλλική επιφάνεια ώριμων φύλλων τόσο του κεντρικού όσο και των πλάγιων βλαστών δεν επηρεάστηκε από την αύξηση της αλατότητας. Σε φυτά μπάμιας (Ashraf *et al.*, 2003), φράουλας (Turhan and Eris, 2006), τομάτας (Mohammad *et al.*, 1998) και στο *Simmondsia chinensis* (jojoba) (Botti *et al.*, 1998) ανέφεραν μείωση της φυλλικής επιφάνειας σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, η οποία πιθανόν οφείλεται σε μειωμένη παραγωγή κυττάρων, σε μείωση του μεγέθους των κυττάρων και σε μείωση του μεγέθους των κυτταρικών τοιχωμάτων (Curtis & Lauchli, 1987).
- 5) Ο συνολικός αριθμός κόμβων της ποικιλίας Clemson Spineless μειώθηκε με αύξηση της αλατότητας πάνω από 5 dS/m, ενώ της ποικιλίας Πυλαίας μειώθηκε με αύξηση της αλατότητας πάνω από 7,5 dS/m. Δηλαδή η Clemson Spineless φαίνεται πιο ευαίσθητη σε αλατότητα σε σχέση με την Πυλαίας τόσο όσο αφορά στον αριθμό των κόμβων όσο και τη μέση φυλλική επιφάνεια. Οι Turhan and Eris, 2006 (φράουλα), οι Mohammad *et al.*, 1998 (τομάτα) και οι Bartolini *et al.*, 1991 (ελιά) ανέφεραν τόσο μείωση του αριθμού των φύλλων όσο και μείωση της φυλλικής επιφάνειας σε αντίθεση με τους Botti *et al.*, 1998 (*Simmondsia chinensis* (jojoba)) που ανέφεραν μόνο μείωση του αριθμού των φύλλων σε υψηλή αλατότητα.
- 6) Το νωπό βάρος της ρίζας της ποικιλίας Clemson Spineless μειώθηκε με αύξηση της αλατότητας πάνω από 7,5 dS/m, ενώ της ποικιλίας Πυλαίας μειώθηκε με αύξηση της αλατότητας πάνω από 5 dS/m. Δηλαδή σε αντίθεση με τα εναέρια όργανα το ριζικό σύστημα της Πυλαίας φαίνεται πιο ευαίσθητη σε αλατότητα σε σχέση με τη Clemson Spineless. Οι Ashraf *et al.* (2003) σε πείραμα που έκαναν σε φυτά μπάμιας (Posa Sawni and Sabz Bhandi)

ανέφεραν μείωση του νωπό βάρος της ρίζας και των δύο ποικιλιών σε επίπεδο αλατότητας  $100 \text{ mol m}^{-3}$ . Η % ξηρά ουσία της ρίζας της ποικιλίας Clemson Spineless δεν επηρεάστηκε από την υψηλή αλατότητα, ενώ η % ξηρά ουσία της ποικιλίας Πυλαίας μειώθηκε σε αλατότητα πάνω από  $5 \text{ dS/m}$ . Οι Ashraf *et al.* (2003) ανέφεραν μείωση της % ξηράς ουσίας της ρίζας σε δύο ποικιλίες μπάμιας (Posa Sawni and Sabz Bhindi) σε επίπεδο αλατότητας  $100 \text{ mol m}^{-3}$ , ενώ οι Ünlükara *et al.* (2008) ανέφεραν μείωση της % ξηράς ουσίας της ρίζας σε φυτά μπάμιας πάνω από  $3,5 \text{ dS/m}$ .

- 7) Το νωπό - ξηρό βάρος των ώριμων και νεαρών φύλλων του κεντρικού και των πλάγιων βλαστών και των δυο ποικιλιών μειώθηκε με αύξηση της αλατότητας πάνω από  $5 \text{ dS/m}$ . Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τους Ashraf *et al.*, 2003 (μπάμια) και Turhan and Eris, 2006 (φράουλα). Η απώλεια σπαργής των κυττάρων προκαλεί καταστροφή της συνεχής των κυττάρων η οποία προκαλεί αποδιοργάνωση των διάφορων φυσιολογικών διεργασιών. Λόγω καθυστέρησης του μεταβολισμού καθυστερεί και η βιοσύνθεση των νέων ενώσεων π.χ. πρωτεΐνης. Αυτό οδηγεί τελικά σε μείωση της ξηράς ουσίας των φύλλων και των βλαστών.
- 8) Το νωπό βάρος και της βάσης και της κορυφής των βλαστών μειώθηκε με αύξηση της αλατότητας πάνω από  $5 \text{ dS/m}$  και στις 2 ποικιλίες. Το ξηρό βάρος της βάσης δεν επηρεάστηκε από το επίπεδο της αλατότητας, ενώ το ξηρό βάρος της κορυφής μειώθηκε με αύξηση της αλατότητας πάνω από  $5 \text{ dS/m}$ . Οι Ashraf *et al.* (2003) ανέφεραν μείωση τόσο του νωπού όσο και του ξηρού βάρους των βλαστών της μπάμιας σε αλατότητα  $100 \text{ mol m}^{-3}$ .
- 9) Το νωπό βάρος των μίσχων των ώριμων φύλλων του κεντρικού βλαστού μειώθηκε στο επίπεδο αλατότητας  $7,5 \text{ dS/m}$  και για της δυο ποικιλίες, ενώ το νωπό βάρος των μίσχων των νεαρών φύλλων του κεντρικού βλαστού δεν επηρεάστηκε από την αλατότητα, δηλαδή τα ώριμα φύλλα είναι πιο ευαίσθητα από τα νεαρά φύλλα. Το νωπό βάρος των μίσχων τόσο των ώριμων όσο και των νεαρών φύλλων πλάγιων βλαστών στην ποικιλία Clemson Spineless μειώθηκε στην αλατότητα  $7,5 \text{ dS/m}$ , ενώ στην ποικιλία Πυλαίας αυξήθηκε στην ίδια αλατότητα. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνει τις προηγούμενες παρατηρήσεις ότι το εναέριο φυτό της ποικιλίας Clemson Spineless είναι σχετικά πιο ευαίσθητο σε αλατότητα σε σχέση με αυτό της ποικιλίας Πυλαίας. Το ξηρό βάρος των μίσχων των ώριμων – νεαρών φύλλων τόσο του κεντρικού

όσο και των πλάγιων βλαστών δεν επηρεάστηκε από την υψηλή αλατότητα και για τις 2 ποικιλίες. Για αυτά τα αποτελέσματα δεν υπάρχουν σχετικές βιβλιογραφικές αναφορές.

## 5.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΩΝ

Στην παρούσα μελέτη τόσο ο συνολικός αριθμός καρπών όσο και η παραγωγή (g) και στις δύο ποικιλίες μειώθηκαν με αύξηση της αλατότητας. Με αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν και οι *nlükara et al.*, 2008 (μπάμια) και *Navarro et al.*, 2010 (πιπεριά). Η παραγωγή τόσο της ποικιλίας Πυλαίας όσο και της ποικιλίας *Clemson Spineless* μειώνεται με αύξηση της αλατότητας λόγω μείωσης του ύψους των φυτών και κατ'επέκταση των κόμβων του φυτού και λόγω μείωσης της φυλλικής επιφάνειας. Η υψηλή αλατότητα μειώνοντας την φυλλική επιφάνεια μειώνει την φωτοσύνθεση με αποτέλεσμα να μειώνεται και η παραγωγή (*Dubey, 1997, Seemann and Critchley, 1985, Makela et al., 1999*). Μπορεί επίσης να προκαλεί μείωση της φωτοσύνθεσης λόγω μείωσης της στοματικής αγωγιμότητας, της διαπνοής, της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στους μεσοκυττάρους χώρους του φύλλου, και την καταστροφή της χλωροφύλλης και αναστολή των φωτοχημικών και καρδοξυλικών αντιδράσεων (*Dubey, 1997, Seemann and Critchley, 1985, Makela et al., 1999*). Γενικά όμως οι ανεκτικές ποικιλίες στην υψηλή αλατότητα έχουν υψηλότερη φωτοσυνθετική ικανότητα από τις πιο ευαίσθητες ποικιλίες.

Η αλατότητα προκαλεί έλλειμμα νερού (*Pessarakli & Tucker, 1988*), το οποίο είναι το κύριο αίτιο της μείωσης του ρυθμού ανάπτυξης (*Mass & Neiman, 1978*), που τελικά οδηγεί σε απώλεια της σπαργής των φυτών (*Mass & Neiman, 1978*). Η απώλεια σπαργής των κυττάρων προκαλεί καταστροφή της συνοχής των κυττάρων η οποία προκαλεί αποδιοργάνωση των διάφορων φυσιολογικών διεργασιών. Λόγω καθυστέρησης του μεταβολισμού καθυστερεί και η βιοσύνθεση των νέων ενώσεων π.χ. πρωτεΐνης. Αυτό οδηγεί τελικά σε μειωμένη απόδοση .

Το ξηρό βάρος των καρπών αυξήθηκε με αύξηση της αλατότητας πάνω από 5 dS/m και στις 2 ποικιλίες και στις 2 διαφορετικές περιόδους. Αυτά τα αποτελέσματα έρχονται σε αντίθεση με τους *Abid et al.* (2002), οι οποίοι ανέφεραν μείωση του ξηρού βάρους των καρπών της μπάμιας. Το ξηρό βάρος των καρπών της ποικιλίας *Clemson Spineless* ήταν μικρότερο σε σχέση με το ξηρό βάρος της ποικιλίας Πυλαίας και στις 2 διαφορετικές περιόδους.

## 5.3 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

### 5.3.1 Προλίνη

Η αύξηση στο πάχος του φύλλου στη μπάμια σε υψηλή αλατότητα πιθανόν οφείλεται στην αποθήκευση νερού και όχι στο χυμό του μεσόφυλλου, γεγονός που ισχύει και για άλλα είδη φυτών (Werner and Stelzer 1990). Όμως το νερό που αποθηκεύεται έχει και μεγάλο ποσοστό ιόντων ( $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$ ) τα οποία είναι τοξικά για τα κύτταρα. Τα κύτταρα για να προστατευτούν από τα τοξικά ιόντα παράγουν οσμωπροστατευτικά, ένα από αυτά τα οποία είναι και η προλίνη.

Το ποσοστό προλίνης στην 2<sup>η</sup> μέτρηση αυξήθηκε και στις δυο ποικιλίες, ενώ στην 3<sup>η</sup> μέτρηση μειώθηκε. Στην ποικιλία Clemson Spineless (1<sup>η</sup> μέτρηση) και στην ποικιλία Πυλαίας (2<sup>η</sup> μέτρηση) το ποσοστό προλίνης αυξήθηκε στο επίπεδο αλατότητας 7,5 dS/m, αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν με τους Meloni *et al.*, (2001) οι οποίοι ανέφεραν αύξηση του ποσοστού προλίνης σε δύο ποικιλίες βαμβακιού στην υψηλή αλατότητα. Και πιο συγκεκριμένα στα 50 mol m<sup>-3</sup> NaCl, η συγκέντρωση της προλίνης στα φύλλα της ποικιλίας Guazuncho αυξήθηκε κατά 121% σε σύγκριση με το μάρτυρα, ενώ στην ποικιλία Pora στα 100 mol m<sup>-3</sup> NaCl, αυξήθηκε κατά 60% σε σύγκριση με το μάρτυρα. Ενώ στην ποικιλία Clemson Spineless (3<sup>η</sup> μέτρηση) και στην ποικιλία Πυλαίας (1<sup>η</sup> μέτρηση) μειώθηκε στο ίδιο επίπεδο αλατότητας. Ενώ η αύξηση της συγκέντρωσης της προλίνης κατά τη 2<sup>η</sup> μέτρηση υπό την επιρροή της αλατότητας θεωρείται θετικό οσμωπροστατευτικό, η εν συνεχεία μείωση κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση πιθανόν οφείλεται στην μετέπειτα γήρανση του φύλλου λόγω εκτεταμένης έκθεσης σε αλατότητα. Το ποσοστό συγκέντρωσης της προλίνης εξαρτάται από την ένταση και τη διάρκεια του stress (Ashraf and Foolad, 2007; Errabii *et al.*, 2007; Cha-um and Kirdmanee, 2009).

### 5.3.2 Τιμές Spad

Η αλατότητα προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης στα φύλλα, η οποία πιθανόν να οφείλεται στην αύξηση του αριθμού των χλωροπλαστών (Misra *et al.* 1997) αλλά και στην μείωση της φυλλικής επιφάνειας (Sohail *et al.* 2009). Οι Sudhakar *et al.* (1991) και Reddy and Vora (1986) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η υψηλή αλατότητα προκαλεί ταχεία γήρανση των φύλλων με αποτέλεσμα την μείωση του ποσοστού σύνθεσης χλωροφύλλης ή την ταχεία



διάσπασής της. Οι Yeo και Flowers (1983) και Asch *et al.* (2000) ανέφεραν ότι το όριο της συγκέντρωσης Na θα πρέπει να αυξηθεί πάρα πολύ στα φύλλα έτσι ώστε να προκαλέσει ταχεία γήρανση και, κατά συνέπεια, μείωση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης. Ο Dubey (1997) ανέφερε ότι οι ποικιλίες που έχουν υψηλότερο ποσοστό χλωροφύλλης στα φύλλα είναι πιο ανθεκτικές στην αλατότητα

Η υψηλή συγκέντρωση της χλωροφύλλης μπορεί να οφείλεται ή στον μεγαλύτερο λόγο πάχους μεσόφυλλου / συνολικό πάχος φύλλου (δηλ. αύξηση του πασσαλώδους και σπογγώδους παρεγχύματος) ή στην μεγαλύτερη συγκέντρωση χλωροφύλλης στο πασσαλώδες παρέγχυμα από ότι στο σπογγώδες (James *et al.* 1999).

Στο πείραμά μας παρατηρήσαμε αύξηση των τιμών Spad στην αλατότητα 7,5 dS/m και στην ποικιλία Clemson Spineless (εκτός από την δεύτερη μέτρηση) και στην ποικιλία Πυλαίας, δηλαδή αύξηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης. Με αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν οι Ozkan Sivritepe *et al.* (2005), οι οποίοι ανέφεραν ότι οι τιμές του Spad αυξήθηκαν μέχρι την αλατότητα 13,5 dS/m σε ποικιλίες πεπονιού (cv. “*Hasanbey* ,cv. “*Kirkagac*). Αντίθετα οι Manrogianopoulos *et al.*, (1999) ανέφεραν ότι οι τιμές Spad σε ποικιλίες πεπονιού (cv. “*Parnon*”) μειώθηκαν στο επίπεδο αλατότητας 7,5 dS/m. Οι συνέπειες της ξηρασίας και της αλατότητας στη φωτοσύνθεση ποικίλουν ανάλογα με την ένταση και η διάρκεια του stress, καθώς και με την ηλικία του φύλλου και το είδος του φυτού (Lawlor and Cornic, 2002; Munns, 2002; Chaves *et al.*, 2003; Flexas *et al.*, 2004). Ενώ τα νεαρά φύλλα πλήττονται περισσότερο από την υψηλή αλατότητα σε C3 φυτά (Flexas *et al.*, 2004) στη μπάμια φαίνεται ότι η αλατότητα επηρεάζει τη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα νεαρά φύλλα, αλλά η μείωση της φυλλικής επιφάνειας παρατηρείται στα ώριμα φύλλα, δηλαδή η αύξηση της χλωροφύλλης στα νεαρά φύλλα δεν σχετίζεται με τη μείωση της φυλλικής επιφάνειας αλλά με αλλαγές στη δομή των φύλλων (όπως αυτό διαπιστώνεται παραπάνω).

### 5.3.3 Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες (de Pascale *et al.* 2001), προστατεύουν τις μεμβράνες των χλωροπλαστών από τις ενεργές μορφές οξυγόνου (Adams *et.* 1992) και σταθεροποιούν την μεμβράνη των χλωροπλαστών (Havaux & Kloppstech 2001).

Η αλατότητα προκάλεσε αύξηση της συγκέντρωσης των καροτενοειδών στα φύλλα, αυτή η αύξηση μπορεί να οφείλεται και στην αύξηση του αριθμού των χλωροπλαστών (Misra *et al.* 1997) αλλά και στην μείωση της φυλλικής επιφάνειας Sohail *et al.* (2009).

Η συγκέντρωση των καροτενοειδών αυξήθηκε πάνω από το επίπεδο αλατότητας 5 dS/m για την ποικιλία Clemson Spineless (1η μέτρηση) και για την ποικιλία Πυλαίας (2η μέτρηση). Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν με τους Ashraf *et al.* (2003), οι οποίοι ανέφεραν αύξηση της συγκέντρωσης των καροτενοειδών και στις 2 ποικιλίες μπάμιας (Posa Sawni και Sabz Bhindi). Ενώ για την ποικιλία Clemson Spineless (2η μέτρηση) και για την ποικιλία Πυλαίας 1η μέτρηση) δεν υπήρχαν στατιστικές διαφορές.

## **5.4 ΑΝΑΤΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ**

### **5.4.1 Αριθμός στοματίων**

Η στοματική πυκνότητα ελέγχεται από γενετικούς παράγοντες (Dunlap and Stettler, 2001; Casson and Gray, 2008) και διαφέρει μεταξύ: α) των ειδών, β) ποικιλιών εντός του είδους, γ) από φύλλο σε φύλλο λόγω διαφορετικής φυλλικής επιφάνειας και λόγω ηλικίας (Frank, 1981; Pospisilova and Solarova, 1980).

Επιπλέον, η στοματική πυκνότητα και το μέγεθος των κυττάρων μπορούν να τροποποιηθούν από περιβαλλοντικούς παράγοντες π.χ. αλατότητα (Curtis and Lauchli, 1987; Ludders and Kaminski, 1991). Οι James *et al.* (2008) ανέφεραν ότι η αλατότητα προκαλεί αύξηση της πυκνότητας των στοματίων μέσω της μείωσης της φυλλικής επιφάνειας και μέσω της αύξησης του πάχους του φύλλου.

Ο αριθμός των στοματίων αυξήθηκε πάνω από το επίπεδο αλατότητας 5 dS/m και για τις 2 ποικιλίες. Στο φυτό *Cakile maritime* αναφέρεται ότι ο αριθμός των στοματίων της αποσαζονικής περιοχής αυξήθηκε μέχρι την αλατότητα 300 mM NaCl, ενώ πάνω από αλατότητα 500 mM NaCl προέκυψε μείωση (Debez *et al.* 2008). Στα φυτά φασιολιού η παρουσία των 100 mM NaCl προκάλεσε αύξηση του αριθμού των στοματίων περίπου 42% από ότι στον μάρτυρα (Kaymakanova *et al.* 2008, Wignarajah *et al.* 1975).

#### 5.4.2 Πάχος φύλλων

Η περιορισμένη εκροή του νερού και η ανάγκη των φυτών να διατηρήσουν την περιεκτικότητά τους σε νερό κάτω από συνθήκες υψηλής αλατότητας οδηγεί σε αύξηση του πάχους του φύλλου. Αυτή η αύξηση του πάχους του φύλλου έχει σαν αποτέλεσμα τα άλατα να αποθηκεύονται στον υποδερμικό ιστό (Werner and Stelzer 1990). Οι James *et al.* (1999) ανέφεραν ότι ο λόγος πάχος μεσόφυλλο/ συνολικό πάχος του φύλλου μας δείχνει με σαφήνεια ότι υπό υψηλή αλατότητα, η αύξηση του πάχους του φύλλου οφείλεται στην αποθήκευση νερού και όχι στο χυμό του μεσόφυλλου. Έτσι η αύξηση της αλατότητας προκαλεί αύξηση του πάχους του φύλλου και αύξηση του νεπού βάρους λόγω αποθήκευσης νερού που πιθανόν να συμβάλει στην μείωση της φυλλικής επιφάνειας και στην αύξηση της εσωτερικής επιφάνειας ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας.

Το πάχος προσαξονικής (επάνω) επιδερμίδας αυξήθηκε με αύξηση της αλατότητας και για της 2 ποικιλίες και στις 2 μετρήσεις. Το πασσαλώδες - σπογγώδες παρέγχυμα στην ποικιλία Clemson Spineless αυξήθηκε σε αλατότητα πάνω από 5 dS/m και στις 2 μετρήσεις. Στη ποικιλία Πυλαίας το πασσαλώδες παρέγχυμα αυξήθηκε πάνω από 7,5 dS/m και στις 2 μετρήσεις, το σπογγώδες παρέγχυμα στην 1 μέτρηση δεν επηρεάστηκε από την αλατότητα, ενώ το σπογγώδες παρέγχυμα στην 2 μέτρηση αυξήθηκε στο επίπεδο αλατότητας 7,5 dS/m . Η αποσαξονική (κάτω) επιδερμίδα δεν επηρεάστηκε από το επίπεδο αλατότητας και στις 2 ποικιλίες και στις 2 μετρήσεις.

Το συνολικό πάχος των φύλλων αυξήθηκε στην ποικιλία Clemson Spineless πάνω από αλατότητα 5 dS/m και στις 2 μετρήσεις, ενώ στην ποικιλία Πυλαίας πάνω από το επίπεδο αλατότητας 7,5 dS/m, ένδειξη πάλι της μεγάλης ευαισθησίας της ποικιλίας Clemson Spineless σε αλατότητα σε σχέση με την ποικιλία Πυλαίας.

Οι Vigo *et al.*, (2005) στην ποικιλία ελιάς "Χονδρολιά Χαλκιδικής " ανέφεραν αύξηση και τόσο της επάνω – κάτω επιδερμίδας όσο και του πασσαλώδους – σπογγώδους παρεγγύματος. Οι ίδιοι ανέφεραν ακόμα ότι στην ποικιλία ελιάς "Καλαμών " μείωση της επάνω – κάτω επιδερμίδας και του πασσαλώδους παρεγγύματος, ενώ το σπογγώδες παρέγχυμα αυξήθηκε με αύξηση της αλατότητας. Τέλος το συνολικό πάχος του φύλλου στην ποικιλία "Χονδρολιά Χαλκιδικής " αυξήθηκε με αύξηση της αλατότητας, ενώ στη ποικιλία "Καλαμών " το συνολικό πάχος του φύλλου μειώθηκε με αύξηση της αλατότητας.

Συμπερασματικά από την παρούσα μελέτη φάνηκε ότι η ποικιλία Πυλαίας εμφάνισε μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην αλατότητα απ' ότι η Clemson Spineless. Αυτή η διαφορά πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι η Πυλαίας είναι μια ποικιλία ντόπια που έχει προσαρμοστεί στις ξηροθερμικές συνθήκες της χώρας μας σε αντίθεση με την Clemson Spineless η οποία είναι αμερικάνικης προέλευσης. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι η Πυλαίας καλλιεργείτο ως ξηρική καλλιέργεια.

## A. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aasamaa K., Sober A., Rahi M. (2001).** Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperate deciduous trees. *Aust. J. Plant Physiol.* 28, 765–774.
- Abid M., Malik S.A., Bilal K., Wajid R.A. (2002).** Response of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) to EC and SAR of Irrigation Water. *Int. J. Agri. Biol.*, Vol. 4, No. 3.
- 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.
- Adams W.W., Volk M., Hoehn A., Demmig-Adams B. (1992).** Leaf orientation, the response of xanthophyll cycle to incident light. *Oecol.*, 90, 404–410.
- Agastian P., Kingsley S.J., Vivekanandan M. (2000).** Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photos.*, 38, 287–290.
- Ali G., Srivastava P.S., Iqbal M. (1999).** Proline accumulation, protein pattern and photosynthesis in regenerants grown under NaCl stress. *Biol. Plantarum* 42, 89–95.
- Andersson B., Barber J. (1996).** Mechanism of photodamage and protein degradation during photoinhibition of photosystem II. In: Baker NR, ed. *Photosynthesis and environment*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 101–121.
- Apel K., Hirt H. (2004).** Reactive oxygen species : Metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Ann. Rev. of Plant Biol.*, 55, 373–399.
- Arakawa T. and Timasheff S. N. (1985).** *Biophys. J.* 47, 411– 414.
- Asada K. (1996).** Radical production and scavenging in the chloroplasts. In N.R. Baker (Ed.), *Photosynthesis and the Environment*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 123–150.
- Asch F., Dingkuhn M., Dorffling K. (2000).** Salinity increases CO<sub>2</sub> assimilation but reduced growth in fieldgrown, irrigated rice. *Plant Soil* 218, 1–10.
- Ashraf M. (2003).** Relationships between leaf gas exchange characteristics and growth of differently adapted populations of Blue panicgrass (*Panicum antidotale* Retz.) under salinity or waterlogging. *Plant Sci* 165, 69–75.

- Ashraf M., Arfan M., Ahmad A. (2003).** Salt Tolerance in Okra: Ion Relations and Gas Exchange Characteristics. *Journal of plant nutrition*. Vol. 26, No. 1, pp. 63–79.
- Ashraf M., Foolad M.R. (2007).** Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ. Exp. Bot.* 59, 206–216.
- Ashraf M., Harris P.J.C. (2004).** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Sci.* 166, 3–16.
- Aspinall D. and Paleg L.G. (1981).** Proline accumulation: physiological aspects. In ‘The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants’. (Eds L.G. Paleg and D. Aspinall.) pp. 205–241.
- Attia H., Nouaili S., Soltani A., Lachaa M. (2009).** Comparison of the responses to NaCl stress of two pea cultivars using split-root system. *Scien. Hort.*, Pages 6
- Awang Y.B., Atherton J.G. and Taylor A.J. (1993).** Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool. I. Growth and leaf water relations. *J. Hort. Sci.* 68,783-790.
- Ayers R.S. and Westcot D.W. (1989).** “Water quality for agriculture.” FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29.
- Balooch M.A. (1994).** Factors influencing the growth of okra. *Pakistan J. Sci. Res.*, 82,363–7.
- Barhoumi Z., Djebali W., Chaibi W., Abdely Ch. Smaoui A. (2007).** Salt impact on photosynthesis and ultrastructure of *Aelurolus littoralis*. *J Plant Res*, 120,529-537.
- Bartolini, Leonardo & Giorgianni, Lorenzo, (2001).** Excess Volatility of Exchange Rates with Unobservable Fundamentals, *Revi. of Int. Econ.*, Blackwell Publ., vol. 9(3), pages 518-30.
- Beerling D.J. (1997).** Carbon isotope discrimination and stomatal responses of mature *Pinus sylvestris* L. trees exposed in situ for three years to elevated CO<sub>2</sub> and temperature. *Acta êcol.* 18, 697-712.
- Benzioni A., Nerd A., Rosengartner Y., Mills D. (1992).** Effect of NaCl salinity on growth and development of jojoba clones I. Young plants. *J. Plant Physiol.* 139, 731–736.
- Binzel M.L., Hasegawa P.M., Rhodes D., Handa S., Handa A.K., Bressan R.A. (1987).** Solute accumulation in tobacco cells adapted to NaCl. *Plant Phys.*, 84, 1408-1415.

- Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K.V. (2003).** Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress. – *Ann. Bot.* 91, 179–194.
- Blumwald E., Poole R.J. (1987).** Salt tolerance in suspension cultures of sugar beet. Induction of Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiport activity at the tonoplast by growth in salt. *Plant Physiol.* 83, 884-887.
- Borssum Waalkes, J. van (1966).** Malasian Malvaceae revised. *Blumea* 14 (1), 1-151.
- Bosabalidis A.M., Kofidis, G., (2002).** Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. *Plant Sci.* 163, 375–379.
- Bray E.A., Bailey-Serres J., Weretilnyk E. (2000).** Responses to abiotic stresses. In: *Biochemistry and Molecular Biology of Plants* (Buchanan B.B., Gruissem W. and Jones R.L. eds), American Society Plant Physiologists Rockville Maryland. Pp. 1158- 1203.
- Bresler E., McNeal B. L., and Carter D. L. (1982).** Saline and sodic soils, Springer, Berlin.
- Brugnoli E., Bjorkman O., (1992).** Growth of cotton under continuous salinity stress: influence on allocation pattern, stomatal and nonstomatal components of photosynthesis and dissipation of excess light energy. *Planta* 187, 335–347.
- Burnstein (1975).** Effects of salinity and sodicity on plant growth. *Ann. Rev. Phytopath.* 13,295-312.
- Busson (1963).** Food plants of tropical West Africa. . *Int. Mtg. on Qual. of Food Plants of the CIQ*, Wiesbaden. *Qual. Plant. Mat. Veg.* 10, 109–132.
- 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.
- Calisir S., Ozcan M., Haciseferogullari H., and Yildiz M. U. (2005).** A study on some physico-chemical properties of Turkey okra (*Hibiscus esculenta* L.) seeds. *J. Food Engineering*, 68,73-78.
- Carimi G., Ghorbanli M., Heidari. H., Nejad R., Assareh M. (2005).** The effects of NaCl on growth, water relations, osmolytes and ion content in *Kochia prostrata*. *Biol. Plantarum*, 49 (2),301-304.
- Casson S., Gray J.E. (2008).** Influence of environmental factors on stomatal development. *New Phytol.* 178, 9–23.

- Cayley S., Lewis B.A., Record J.M.T. (1992).** Origins of the osmoprotective properties of betaine and proline in *Escherichia coli* K-12. *Jr. Bacteriology* 174, 1586-1595.
- Ceulemans R., Mousseau M. (1994).** Tansley review no 71. Effects of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> on woody plants. *New Phytol.* 127, 425–446.
- Chandra S., and Bhatnagar S. P. (1975).** Reproductive biology of *A. esculentus* L. Reproductive behavior- floral morphology anthesis and pollination mechanism. *Acta Bot. India* 3, 104-113.
- Chartzoulakis K.S. (1995).** Salinity effects on fruit quality of Cucumber and Egg-plant International Symposium on Quality of Fruit and Vegetables: Influence of Pre- and Post- Harvest Factors and Technology. *Acta Hort* 379, 187-192.
- Cha-um S., Kirdmanee C., (2009).** Proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water-deficit stress. *Agric. Sci. China* 8, 51–58.
- 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.
- Chaves MM. (1991).** Effects of water deficits on carbon assimilation. *Jr. Exp. Bot.* 42, 1–16.
- Chaves M.M., Maroco J.P., Pereira J.S. (2003).** Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. *Funct. Plant Biol.* 30, 239–264.
- Chevalier A. (1940).** L'origine, la culture et les usages de cinq *Hibiscus* de la section *Abelmoschus*. *Rev. Bot. Appl.* 20, 319-328, 402-419.
- Chiang H.-H. and Dandekar A. M. (1995).** Regulation of proline accumulation in *Arabidopsis thaliana* (L) Heynh during development and in response to desiccation. *Plant Cell Environ.*, 18, 1280–1290.
- Chinnusamy V., Jagendorf A., Zhu J.K. (2005).** Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science* 45, 437-448.
- Christodoulakis N.S., and Bazos J. (1990).** Leaf anatomy of three seasonally dimorphic shrubs. *Acta Oecol.* 11, 191–196.
- Croteau R., Kutchan T.M., Lewis N.G.(2000).** Natural Products (Secondary Metabolites). In: *Biochemistry and Molecular Biology of Plants* (Buchanan B.B., Gruissem W. and Jones R.L. eds), American Society Plant Physiologists Rockville Maryland. pp. 1250- 1318.



- Csonka L.N. (1981).** Proline overproduction results in enhanced osmotolerance in *Salmonella thyphimurium*. *Molecular Gene and Genetics* 182, 82-86.
- Curtis P.S., Lauchli A. (1987).** The effect of moderate salt stress on leaf anatomy in *Hibiscus cannabinus* (kenaf) and its relation to leaf area. *Am. J. Bot.* 74, 538–542.
- Debez A., Koyroc H.W., Grignond C., Abdellya C., Huchzermeyerb B. (2008).** Relationship between the photosynthetic activity and the performance of *Cakile maritima* after long-term salt treatment. *Phys. Plant.* 133, 373–385.
- De Candolle A. P. (1883).** *Origine des plantes cultivees*. Noble Offer Printing, New York, pp. 150-151.
- Delauney A. J. and Verma D. P. S. (1993).** Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *Plant J.*, 4, 215–223.
- Del Amor F. M., Martinez V., Cerda A. (1999).** Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon plants grown in perlite. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 34, 1171-1191.
- De Pascale S., Maggio A., Angelino G., Graziani G.( 2003).** Effect of salt stress on water relations and antioxidant activity in tomato. *Acta Hortic.* 613, 39–46.
- De Pascale S., Maggio A., Fogliano V., Ambrosino P., Ritieni A. (2001).** Irrigation with saline water improves carotenoid content, antioxidant activity of tomato. *Jr. Hort. Sci. Biotech.*, 76, 447–453.
- Dhankhar B. S., and Mishra J. P. (2009).** Origin, history and distribution. In: *Okra Handbook*, B. S. Dhankhar and R. Singh (eds). HNB Publishing, New York, pp. 3-12.
- Dhingra H. R. (2009).** Morphological features and reproductive biology. In: *Okra Handbook*, B. S. Dhankhar and R. Singh (eds). HNB Publishing, New York, pp. 25-29.
- Douglas T.J., Sykes S.R.(1985).** Phospholipid, galactolipid and free sterol composition of fibrous roots from citrus genotypes differing in chloride exclusion ability.- *Plant Cell Environ.* 8, 693-699.
- Dubey R.S. (1997).** Photosynthesis in plants under stressful conditions. In *Handbook of Photosynthesis*; Pessaraki, M., Ed.; Marcel Dekker, Inc.: New York, 859–875.

- Dunlap J.M., Stettler R.F. (2001).** Variation in leaf epidermal and stomatal traits of *Populus trichocarpa* from two transects across the Washington Cascades. *Can. J. Bot.* 79, 528–536.
- Ehsanpour A.A., Fatahian N. (2003).** Effects of salt and proline on *Medicago sativa* callus. *Pl, Cell, Tissue and Organ Cult.* 73,53-56.
- Eker S., Comertpay G., Konuskan O., Ulger A.C., Ozturk L., Cakmak I. (2006).** Effect of Salinity Stress on Dry Matter Production and Ion Accumulation in Hybrid Maize Varieties. *Turk J Agric For* ,30, 365-373.
- Erdei L, Taleisnik E (1993).** Changes in water relation parameters under osmotic and salt stresses in maize and sorghum. *Physiol. Plant.* 89, 381-387.
- Errabii T., Gandonou C.B., Essalmani H., Abrini J., Idaomar M., Senhaji N.S. (2007).** Effect of NaCl and mannitol induced stress on sugarcane (*Saccharum* sp.) callus cultures. *Acta Physiol. Plant.* 29, 95–102.
- Ferris R., Long L., Bunn S.M., Robinson K.M., Bradshaw H.D., Rae A.M., Taylor G. (2002).** Leaf stomatal and epidermal cell development: Identification of putative quantitative trait loci in relation to elevated carbon dioxide concentration in poplar. *Tree Physiol.* 22, 633–640.
- Ferris R., Taylor G.(1994).** Stomatal characteristics of four native herbs following exposure to elevated CO<sub>2</sub>. *Ann. Bot.* 73, 447–453.
- Flexas J., Bota J., Loreto F., Cornic G., Sharkey T.D. (2004).** Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. *Plant Biol.* 6, 269–279.
- Flowers T.J. (1988).** Chloride as a nutrient and as an osmoticum. In: *Advances in Plant Nutrition*. Vol. 3. B. Tinker and A. Läuchli (eds), Praeger, New Yprk, pp. 55-78.
- Flowers T. J., Hall J. L., and Ward M. E. (1978).** *Ann. Bot.* 42, 1065–1074.
- Ford C. W. (1984).** Accumulation of low molecular weight solutes in water stressed tropical legumes. *Phytochemistry* 23, 1007–1015.
- Frank A. B. (1981).** Effect of leaf age and position on photosynthesis and stomatal conductance of forage grasses. *Agron. Jr.*, 73, 70-74.
- Gagneul D., Ainouche A., Duhaze C. , Luga R., Larher F.R., Bouchereau A.(2007).** A Reassessment of the Function of the So-Called Compatible Solutes in the Halophytic Plumbaginaceae *Limonium latifolium* .*Plant Phys.*, Vol. 144, pp. 1598–1611.

- Gama P.B., S.Inanaga, K.Tanaka, R. Nakazawa, (2007).** Physiological response of common bean (*Phaseolus Vulg. L.*) seedlings to salinity stress. *African J. of Biotech.*, vol.6 (2), 79-88.
- 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.
- 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.
- Gleeson D., Lelu-Walter M.A., Parkinson, M., (2005).** Overproduction of proline in transgenic hybrid larch (*Larix×leptoeuropaea* (Dengler)) cultures renders them tolerant to cold, salt and frost. *Mol. Breed.* 15, 21–29.
- Gorham J., Wyn Jones R.G., McDonnell E.(1985).** Some mechanisms of salt tolerance in crop plants.- *Plant Soil* 89, 15-40.
- Grattan S.R., Grieve C.M. (1992).** Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments.- *Agric. Ecosystems Environ.* 38, 275-300.
- Grattan S.R., Grieve C.M.(1999).** Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessarakli, M. (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress*. Marcel Dekker, New York, pp. 203–229.
- Greenway H., Munns R.(1980).** Mechanisms of salt tolerance in non halophytes.- *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31, 149-190.
- Grubben G.J.H. (1977).** Centers of diversity of the major vegetable species. In: *Tropical Vegetables and their Genetic Resources*, H. D. Tindal and J. T. Williams (eds). IBPGR, Rome, pp. 111-114, 197.
- Hamilton E.W. and Heckathorn S.A.(2001).** Mitochondrial adaptations to NaCl. Complex I is protected by antioxidants and small heat shock proteins, whereas complex II is protected by proline and betaine. *Plant Physiol.*, 126, 1266–1274.
- Handa S., Bresan R. A., Handa A. K., Carpita N. C. and Hasegawa P. M. (1983).** Solutes contributing to osmotic adjustment in cultured plant cells adapted to water stress. *Plant Physiol.* 73, 834–843.

- Hare P.D. and Cress W.A.(1997).** Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants. *Plant Growth Regul.*, 21, 79–102.
- Hare P.D., Cress W.A., van Staden J. (1999).** Proline synthesis and degradation : a model for elucidating stress- related signal transduction. *Jr Exper. Bot.* 50:,413-434.
- Harinasut P., Srisunak S., Pitukchaisopol S., Charoensataporn R., (2000).** Mechanisms of adaptation to increasing salinity of mulberry: proline content and ascorbate peroxidase activity in leaves of multiple shoots. *Sci. Asia* 26, 207–211.
- Harris B.N., Sadras V.O., Tester M. (2010).** A water-centred framework to assess the effects of salinity on the growth and yield of wheat and barley. *Plant Soil.*
- Hasegawa P.M., Bressan R.A. and Handa. A.V. (1986).** Cellular mechanisms of salinity tolerance. *HortSci.* 21, 1317-1324.
- Huang J. and Redmann. R.E. (1995).** Physiological responses of canola and wild mustard to salinity and contrasting calcium supply. *J. Plant Nutr.*, 18, 1931-1949.
- Havaux M., Kloppstech K. (2001).** The protective functions of carotenoid and flavonoid pigments against excess visible radiation at chilling temperature investigated in *Arabidopsis npq* and *tt* mutants. *Planta* 213, 953–966.
- Hernandez S., Deleu C., Larher F. (2000).** Accumulation de proline dans les tissus foliaires de tomate en r ponse   la salinit . *C. R. Acad. Sci. Paris, Life Sci.* 323, 551–557.
- Hua B., Guo W.Y. (2002).** Effect of exogenous proline on SOD and POD activity of soybean callus under salt stress. *Acta Agriculturae Boreali- Sinica* 17, 37-40.
- Hsu S.Y., Hsu Y.T., Kao C.H. (2003).** The effect of polyethylene glycol on proline accumulation in rice leaves. *Biol. Plant.* 46, 73-78.
- James A.R., von Caemmerer S., Condon A.G. (Tony), Zwart B.A. and Munns R. (2008).** Genetic variation in tolerance to the osmotic stress component of salinity stress in durum wheat. *Func. Plant Biol.* 35, 111-123.
- 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.

- James S.A., Smith W.K., Vogelmann E.C. (1999).** Ontogenetic differences in mesophyll structure and chlorophyll distribution in *Eucalyptus globulus* ssp. *Globules* (Myrtaceae). *Am J Bot* 86, 198–207
- Jambhale N.D., and Nerkar Y.S. (1998).** Okra. In: *Handbook of Vegetable Science and Technology*. Sahimbhe, D. K., Kadam, S. S. and Dekker, M. (eds). New York, pp. 589-607.
- Karabourniotis G., Tzobanoglou D., Nikolopoulos D. and Liakopoulos G. (2001).** Epicuticular Phenolics Over Guard Cells: Exploitation for in situ Stomatal Counting by Fluorescence Microscopy and Combined Image Analysis. *Annals of Botany* 87,631-639
- Karakoltsidis P.A., and Constantinides S.M. (1975).** Okra seeds: A new protein source. *J. Agric. Food Chem.*, 23 (6), 1204–1207.
- Kariya K., Matsuzaki A. and H., Machida. (1982).** Distribution of chlorophyll content in leaf blade of rice plant. *Jpn. J. Crop Sci.*, 51,134-135.
- Kavi-Kishor P.B., Sangam1 S., Amrutha R.N., Sri Laxmi1 P., Naidu K.R., Rao K.R.S.S., Sreenath Rao, Reddy K.J., Theriappan P. and Sreenivasulu N. (2005).** Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. *Current Science*, vol.88, No. 3.
- Kaymakanova M. and Stoeva N. (2008).** Physiological reaction of bean plants (*Phaseolus vulg L.*) to salt stress. *Plant PhysiolSoaglyt.* 34 (3-4), 177-188.
- Keerio M., Ibrahim, David W., Mirbahari R.B. and Mahjabeen P. (2007).** Effects of salinity and waterlogging on ion uptake and growth of wheat varieties. *Pak. J. Bot.*, 39(7), 2535-2540.
- Ketchum R.E.B., Warren R.C., Klima L.J., Lopez-Gutierrez F., Nabors M.W. (1991).** The mechanism and regulation of proline accumulation in suspension cultures of the halophytic grass *Distichlis spicata* L. *J. Plant Physiol.*, 137, 368–374.
- Keutgen and Pawelzik (2008).** Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. *Food Chemistry* 107, 1413–1420.
- Khan M.H., Panda S.K. (2008).** Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. *Acta Phsyol Plant*, 30, 91-89.

- 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.
- Khavarinejad R.A., Mostofi Y. (1998).** Effects of NaCl on photosynthetic pigments, saccharides, and chloroplast ultrastructure in leaves of tomato cultivars. *Photosynthetica*, 35, 151–154.
- Khatkar D. and Kuhand M.S. (2000).** Short-term salinity induced changes in two wheat cultivars at different growth stages. *Biologia Plantarum*, 43, 629-632.
- Kishor P.B.K., Sangam S., Amrutha R.N., Sri Laxmi P., Naidu K.R., Rao K.R.S.S., Rao S., Reddy K.J. Theriappan P., Sreenivasulu N. (2005).** Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. *Cur. Sci.* 88, 424-438.
- Koca M., Bor M., Ozdemir F., Turkan I. (2007).** The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. *Environ. Exp. Bot.*, 60, 344–351.
- Koyro H.W (2006).** Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* L. *Environ Exp Bot* 56, 136–146.
- Kozlowski T.T. (1997).** Responses of woody plants to flooding and salinity.- *Tree Physiol. Monog. No. 1.*
- Kuiper P.J.C. (1968).** Lipids in grape roots in relation to chloride transport. *Plant Physiol.* 43, 1367-1371.
- Lange O.L., Lösch R., Schulze E.D. and Kappen L. (1971).** Responses of stomata to changes in humidity. *Planta* 100, 76–86.
- Lawlor D.W. (2002).** Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Ann Bot* 89, 871–885.
- Lee G., Carrow R.N., Duncan R.R., Eiteman M.A., Rieger M.W. (2008).** Synthesis of organic osmolytes and salt tolerance mechanisms in *Paspalum vaginatum*. *Environ. Exp. Bot.* 63, 19–27.
- Leigh R.A., Ahmad N., Wyn Jones R.G. (1981).** Assessment of glycinebetaine and proline compartmentation by analysis of isolated beet vacuoles. *Planta* 153, 34–41.

- Le-Rudulier D., Strom A.R., Dandekar A.M., Smith L.T., Valentine R.C. (1984).** Molecular biology of osmoregulation. *Science* 224, 1064-1068.
- Linnaeus C. (1737).** *Genera Plantarum*, Lugd. Bot. In: *Okra Handbook*, B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). HNB Publishing, New York, pp 3-12.
- Liu T., van Staden J.(2001).** Growth rate, water relations and ion accumulation of soybean callus lines differing in salinity tolerance under salinity stress and its subsequent relief. *Plant Growth Regul.* 34, 277-285.
- Longstreth D.J., Nobel P.S. (1979).** Salinity effects on leaf anatomy. *Plant Physiol.* 63, 700–703.
- Ludders P.C., Kaminski V. (1991).** Einflub von NaCl auf die stomata- und blatthaardichte bei feigen in unterschiedlicher luftfeuchte. *Mitteilungen Klosterneuburg* 41, 76–78.
- Lutts S., Kiner J.M., Bouharmont J. (1996).** NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Ann. Bot.* 78, 389–398.
- Maas E.V.(1993).** Salinity in citriculture.- *Tree Physiol.* 12, 195-216.
- Maas E.V., Grieve C.M. (1987).** Sodium-induced calcium deficiency in salt-stressed corn.*Plant Cell Environ.* 10, 559-564.
- Maas E.V. and Hoffman G.J. (1997).** Crop salt tolerance, current assessment. *J. Irrig. Drain. Div.* 103, 115-134.
- Maas E.V. and Neiman R.H. (1978).** Physiology of salt tolerance to salinity. In: G.A. Jung (ed.), *Crop Tolerance to Subtropical Land Conditions*. ASA Special Publication, 32, 277–89.
- MacCue K.F., Hanson A.D. (1990).** Drought and salt tolerance. *Trends in Biotech.* 8, 358-362.
- Makela P., Karkkainen J., Somersalo S. (2000).**Effect of glycine betaine on chloroplast ultrastructure, chlorophyll and protein content, and RuBPCO activities in tomato grown under drought or salinity. *Biol. Plant.* 43, 471-475.
- Makela P.; Kontturi M., Pehu E., Somersalo S.(1999).** Photosynthetic response of drought and salt-stressed tomato and turnip rape plants to foliar-applied glycinebetaine. *Physiol. Plant.* 105, 45–50.
- Malkin R., Niyogi K.(2000).** Photosynthesis. In: *Biochemistry and Molecular Biology Of Plants* (Buchanan B.B., Gruissem W., Jones R.L. eds). American Society Plant Physiologists, Rockville Maryland. pp. 568-628.

- Manetas Y., Petropoulou Y., and Karabourniotis G. (1986).** Plant Cell Environ. 9, 145–151.
- Mangal J.L., Lal S. and Hooda P.S. (1989).** Salt tolerance of onion seed crop. J. Hort Sci., 64, 233–6.
- Mansour M.M.F. (2000).** Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. Biol. Plant., 43, 491–500.
- Mansour M.M., Salama F.Z., Ali M., Abou Hadid A.F., (2005).** Cell and plant responses to NaCl in Zea Mays L. cultivars differing in salt tolerance. Gen. Appl. Plant Physiol., 31(1-2), 29-41.
- Marschner H. (1995).** Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London. pp. 889.
- Martin F.W. and Ruberte R. (1978).** Vegetables for the hot humid tropics, Part 2, Okra. Bulletin, U.S. Department of Agriculture, New Orleans, pp.22.
- Masters M. T. (1875).** Malvaceae. In: Flora of British India. J. D Hooker (ed.). Ashford, Kent. 1, 317-348.
- Mattioni C., Lacerenza N.G., Troccoli A., De Leonardis A.M., Di Fonzo N. (1997).** Water and salt stress-induced alterations in proline metabolism of Triticum durum seedlings. Physiol. Plant. 101, 787–792.
- Mavrogianopoulos G.N., Spanaki J., Tsikalas P.(1999).** Effect of carbon dioxide enrichment and salinity on photosynthesis and yield in melon. Sci. Hort. 79, 51–63.
- Mavrogianopoulos G., Savvas D., Vogli V. (2002).** Influence of NaCl- salinity imposed on half of the root system of hydroponically grown tomato on growth, yield, and tissue mineral composition. J.Hort. Sci.Biotechn.77, 557-564.
- McNeil S.D, Nuccio M.L., Ziemak M.J., Hanson A.D. (2001).** Enhanced synthesis of choline and glycine betaine in transgenic tobacco plants that overexpress phosphoethanolamine N-methyltransferase. Proceedings of the National Academy of Science USA 98:10001-10005.
- Meloni D.A., Gulotta M.R., Martínez C.A., Oliva M.A. (2004).** The effects of salt stress on growth, nitrate reduction and proline and glycinebetaine accumulation in Prosopis alba. Braz. J. Plant Physiol., 16, 39–46.
- Meloni D.A., Oliva M.A., Ruiz H.A., Martinez C.A.(2001).** Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. J. Plant Nutr. 24, 599–612.



- Meloni D.A., Oliva A.A., Martinez Z.A., Cambraia J. (2003).** Photosynthesis and activity of superoxid dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. *Environ. Exp. Bot.*, 49, 69-76.
- Minolta Camera Co. Ltd. (1989).** Chlorophyll meter SPAD-502. Instruction Manual. Radiometric Instruments Divisions, Osaka, Minolta, p. 22.
- 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.
- Mohammad M., Shibli R., Ajouni M., Nimri L. (1998).** Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *J. Plant Nutr.* 21, 1667–1680.
- 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. (1998).** Effect of high external NaCl concentrations on ion transport within the shoot of *Lupinus albus*. I. Ions in xylem sap. *Plant Cell Envir.* 11, 283-289, 1988.
- Munns R. (2002).** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ* 25, 239–250.
- Munns R., James R.A. and Lduschli A. (2006).** Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. Exp. Bot.* 57, 1025-1043.
- Munns R., Termaat A. (1986).** Whole-plant responses to salinity.- *Aust. J. Plant Physiol.* 13, 143-160.
- Munns R. (2005).** Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist* 167, 645–663.
- Murdock G. P. (1959).** Africa, Its People and their Culture History. Mc Graw-Hill, New York, pp. 456.
- Nanjo T., Fujita M., Seki M., Kato T., Tabata S., Shinozaki K. (2003).** Toxicity of free proline revealed in an *Arabidopsis* T-DNA-tagged mutant deficient in proline dehydrogenase. *Plant Cell Physiol.*, 44, 541–548.
- Nasto A., Chartzoulakis K., Therios I., and Bosabalidis A. (1999).** Leaf anatomical responses, ion content and CO<sub>2</sub> assimilation in three lemon cultivars under NaCl salinity. *Adv. Hort. Sci.* 13, 61– 67.

- Navarro J.M., Botella M.A., Cerda A., Martínez V. (1999).** Yield and fruit quality of melon plants grown under saline conditions in relation to phosphate and calcium nutrition. *J Hortic Sci Biotech* 74, 573-578.
- Navarro J.M., Garrido C., Flores P., Martínez V. (2010).** The effect of salinity on yield and fruit quality of pepper grown in perlite. *Spanish Jr. Agric. Research* 8 (1), 142-150
- 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.
- Nikolopoulos D., and Manetas Y. (1991).** *Phytochemistry* 30, 411–413.
- Nerkar Y.S., and Jambale N.D. (2009).** Taxonomy, cytology, and evolution. In: *Okra Handbook*, B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). HNB Publishing, New York, pp. 87-95.
- Newton R.J., Bhaskaran S., Puryeas J.D. and Smith R.H. (1986).** Physiological changes in cultured sorghum cells in response to induced water stress. II. Soluble carbohydrates and organic acid. *Plant Physiol.* 81, 626–629.
- Nonnecke I.L. (1989).** *Vegetable Production*. Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 609-612.
- Oertli J.J. (1968).** Extracellular salt accumulation, a possible mechanism of salt injury in plants.- *Agrochimica* 12, 461-469.
- Oono Y., Ooura C., Rahman A., Aspuria E.T., Hayashi K., Tanaka A., Uchimiya H. (2003).** P-chlorophenoxyisobutyric acid impaires auxin response in *Arabidopsis* root. *Plant Physiology* 133, 1135-1147.
- Ozkan H.S., Sivritepe N., Eris A., Turhan E. (2005).** The effects of NaCl pre-treatments on salt tolerance of melons grown under long-term salinity. *Scientia Horticulturae*, 106, 568–581.
- Ozturk L., Demir Y. (2002).** In vivo and in vitro protective role of proline. *Plant Growth Reg.* 38, 259-264.
- Parida A.K., Das A.B. (2005).** Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 60, 324–349.
- Parker M.B., Gaines T.P., Hook J.E., Gascho G.J., Maw B.W.(1987).** Chloride and water stress effects on soybean in pot culture.- *J. Plant Nutr.* 10, 517-538.
- Parker M.B., Gascho G.J., Gaines T.P. (1983).** Chloride toxicity of soybeans grown on Atlantic coast flatwoods soils.- *Agron. J.* 75, 439-443.

- Pasternak D., (1987).** Salt tolerance and crop production—a comprehensive approach. *Annu. Rev. Phytopathol.* **25**, pp. 271–291.
- Passam H. C., and Rekoumi K. (2009).** Okra in Greece: Production and constraints. In: *Okra Handbook*, B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). HNB Publishing, New York, pp. 347-359.
- 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.
- Pessarakli M. and 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.
- Pessarakli M., Tucker T.C.(1988).** Nitrogen-15 uptake by egg-plant under sodium chloride stress.- *Soil Sci. Soc. Am. J.* **52**, 1673-1676.
- Pospisilova J. and Solarova J. (1980).** Environmental and biological control of diffusive conductances of adaxial and abaxial leaf epidermes. *Photosynthetica*, **14**, 90-127.
- Purewall S.W. and Randhawa S.W. (1957).** Studies in *Hibiscus esculentus* (lady's finger). 1. Chromosome and pollination studies. *Ind. J. Agr. Sci.* 129-136.
- Raafat A., Habib S.A., El-Shami I.Z., El-Antably H.M. (1991).** The effect of salinity on the anatomical features of tomato plants. *Ann. Agric. Sci. (Cairo)* **36**, 307– 321.
- Radoglou K.M., Jarvis P.G. (1990).** Effects of CO<sub>2</sub> enrichment on four poplar clones. II. Leaf surface properties. *Ann. Bot.* **65**, 627–632.
- Rains D.W. (1989).** Plant tissue and protoplast culture : application to stress physiology and biochemistry. In : Jones H.G., Flowers T.J., Jones M.B. (eds.). *Plants under stresses : biochemistry, physiology and ecology and their application to plant improvement*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 181-196.
- Rajendrakumar C.S.V., Reddy B.V.D. and Reddy A.R. (1994).** Prolineprotein interactions: Protection of structural and functional integrity of M4 lactate dehydrogenase. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* **201**, 957–963.
- Rasoolzadegan Y., Hogan L., Palzkill D.A. (1980).** Response of jojoba to five levels of salinity. In: Puebla, M. (Ed.), *Proc. of the IV International Conf. on Jojoba*, 5–6 November 1980, Hermosillo, Sonora, Mexico, pp. 113– 120.
- Rayapati P. J., Stewart C. R. and Hack E. (1989).** *Plant Physiol.* **91**, 581–586.

- Reddy M.P. and Vora A.B. (1986).** Changes in pigment composition, Hill reaction activity and saccharides metabolism in bajra (*Pennisetum typhoides* S & H) leaves under NaCl salinity; *Photosynthetica*; 20, 50–55.
- Rhodes D., Verslues P.E., Sharp R.E. (1999).** Role of amino acids in abiotic stress resistance. In: Singh B.K. (ed). *Plant amino acids : biochemistry and biotechnology*. Marcer Dekker , NY, pp 319-356.
- Rivelli A.R., Lovelli S. and Perniola M. (2002).** Effects of salinity on gas exchange, water relation and growth of sunflower (*Helianthus annuus*). *Funct. Plant Biol.*, 29: 1405-1415.
- Rmiki N.E., Lemoine Y., Schoefs B. (1999).** Carotenoids and Stress in Higher Plants and Algae. In: *Handbook of Plant and Crop Stress*, 2nd ed. (Pessarakli M. ed). Marcell Dekker Inc. New York pp. 465-482, 1999.
- Romero-Aranda R., Soria T., Cuartero J.(2001).** Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions.- *Plant Sci.* 160, 265-272.
- Ruiz-Sánchez M.C., Domingo R., Torrecillas A., Pérez-Pastor A. (2000).** Water stress preconditioning to improve drought resistance in young apricot plants. *Plant Sci.* 156, 245–251.
- Sakamoto A., Murata N. (2000).** Genetic engineering of glycinebetaine synthesis in plants: current status and implications for enhancement of stress tolerance.- *J. Exp. Bot.* 51, 81-88.
- Samaras Y., Bressan R.A., Csonka L.N., Gracia-Rios M.G., Paino D'Urzo M., Rhodes D. (1995).** Proline accumulation during drought and salinity. In: Smirnoff N, ed. *Environment and plant metabolism: exibility and accumulation*. Scientific Publishers, 161-187.
- Sanchez-Blanco M.J., Bolarin M.C., Alarcon J.J., Torrecillas A. (1991).** Salinity effects on water relations in *Lycopersicon esculentum* and its wild salt-tolerant relative species *L. pennelli*. *Physiol. Plant.* 83, 269–274.
- Sánchez F.J.,Manzanares M., Deandress E.F., Tenorio J.L. and Ayerbe L. (1998).** Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. *Field Crops Res.* 59, 225–235.

- Savvas D., Trajkova F., Papadantonakis N. (2006)** Comparative effects of NaCl and CaCl<sub>2</sub> salinity on Cucumber grown in a closed hydroponic system. *Hrt. Science* 41(2), 437-441.
- Sato S., Sakaguchi S., Furukawa H. and Ikeda, H. (2006).** Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on fruit characteristic of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Scientific Horticulture*, 109, 248–253.
- Satoh R., Nakashima K., Seki M., Shinozaki K., Yamaguchi–Shinozaki K. (2002).** ACTCAT, a novel cis-acting element for proline and hypoosmolarity-responsive expression of the ProDH gene encoding proline dehydrogenase in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 130, 709-719.
- Scholberg J.M.S. and Locascio. S.J. (1999).** Growth response of snap bean and tomato as affected by salinity and irrigation method. *Hort. Sci.* 34, 259-264.
- Seemann J.R.; Critchley C. (1985).** Effect of salt stress on the growth, ion content, stomatal behaviour and photosynthetic capacity of salt sensitive species, *Phaseolus vulgaris* L. *Planta*, 164, 151–162.
- Selinoti E., Nikolopoulos D. and Manetas Y. (1987).** *Aust. J. Plant Physiol.* 14, 203–210.
- Sengupta A., Roychoudhury S. K. and Saha S. (1974).** The triglyceride composition of *Hibiscus esculentus* seed oil. *J. Sci. Food Agric.* 25, 401-408.
- Serrano R, Gaxiola R. (1994).** Microbial models and stress tolerance in plants. *Critical Review of Plant Science* 13, 121-138.
- Serrato Valenti G., Ferro M., Ferraro D., Riveros F. (1991).** Anatomical changes in *Prosopis tamarugo* Phil. seedlings growing at different levels of NaCl salinity. *Ann. Bot.* 68, 47–53.
- Sivaramakrishnan S., Patell V.Z., Flower D.J. and Peacock J.M. (1988).** Proline accumulation and nitrate reductase activity in contrasting sorghum lines during mid-season drought stress. *Physiol. Plant.* 74, 418–426.
- Sivakumar P., Sharmila P., and Pardha Saradhi P. (1998).** Proline Suppresses Rubisco Activity in Higher Plants. *Biochemical and biophysical research communications.* 252, 428–432.
- Shah K., and Dubey R.S. (1997).** *Biol. Plant.* 40, 121–130.
- Shannon M. (1984).** Breeding, selection and the genetics of salt tolerance. In *Salt tolerance in Plants. Strategies for Crop Improvement*, eds. Staples RC, GH Toenniessen, Wiley, New York, pp. 300-308.

- Shannon M.C. and Grieve C.M. (1999).** “Tolerance of vegetable crops to salinity.”  
Sci. Hort., 78, 5–38.
- Schulze E.D., Beck E., Muller-Hohenstein K. (2002).** Pflanzenökologie. Spektrum  
Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Shinozaki K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (1997).** Gene expression and signal  
transduction in water-stress response. Plant Physiol., 115, 327–334.
- Sohail M., Saied A.S., Gebauer J., Buerkert A. (2009).** Effect of NaCl Salinity on  
Growth and Mineral Composition of *Ziziphus spina-christi* (L.) Willd. Journal  
of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics. Volume  
110, No. 2, pages 107–114
- Sonneveld K. and Lewis H (2004).** Unwrapping the Discourse: Product  
Stewardship and Sustainability in the Australian Packaging Industry, 14th  
IAPRI World Conference on Packaging, Lidingö, Sweden, June 13-16.
- Sotiropoulos T.E., Therios I.N., Dimassi, A. Bosabalidis K.N. and Kofidis G.  
(2002).** Nutritional status, CO<sub>2</sub> assimilation and leaf anatomical response of in  
vitro kiwifruit species, under boron toxicity. Journal of Plant Nutrition 25 (6):,  
1249–1261.
- Soussi M., Ocana A., Lluch C. (1998).** Effects of salt stress on growth,  
photosynthesis and nitrogen fixation in chick-pea (*Cicer arietinum* L.) J. Exp.  
Bot. 49, 1329–1337.
- Sparks J.P., Black R.A. (1999).** Regulation of water loss in populations of *Populus*  
*trichocarpa*: the role of stomatal control in preventing xylem cavitation. Tree  
Physiol. 19, 453–459.
- Srivastava L.S. and Sachan S.C.P. (1973).** Studies on floral biology of okra  
(*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Allababad Farmer 47 (1), 63-65.
- Stelzer R., Läubli A. (1977).** Salz- und Überflutungstoleranz von *Puccinellia*  
*peisonis*. II. Strukturelle Differenzierung der Wurzel in Beziehung zur  
Funktion.- Z. Pflanzenphysiol. 84, 95-108.
- Stewart C.R., Lee J.A. (1974).** The role of proline accumulation in halophytes.  
Planta 120, 279-289.
- Su J. and Wu R. (2004).** Stress-inducible synthesis of proline in transgenic rice  
confers faster growth under stress conditions than that with constitutive  
synthesis. Plant Sci., 166, 941–948.

- Sudhakar C., Reddy P.S. and Veeranjaneyulu. K. (1991).** Changes in respiration, its allied enzymes, pigments composition, chlorophyllase and Hill reaction activity of horsegram seedlings under salt stress. *Ind. J. Plant Physiol.*, 34, 171-177.
- 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.
- Sykes S.R. (1992).**The inheritance of salt exclusion in woody perennial fruit species.- *Plant Soil* 146, 123-129.
- Syvertsen J.P., Lioyd J. Kriedemann P.E. (1988).** Salinity and drought stress effects in ion concentration, water relations and photosynthesis characteristics of orchard citrus.- *Aust. J. Agric. Res.* 39, 619-627.
- 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.
- Swiader J. M., Warf G. H. and McCollum J. P. (1980).** *Producing Vegetable Crops*, Interstate Publishers, INC Danville, Illinois, pp. 549-550.
- Taiz L. and Zeiger E. (2002).** Sinauer Associates, Inc, New York. *Plant Physiology*.
- Taiz L. and Zeiger E. (1998)** . Sinauer Associates, Inc, New York. *Plant Physiology* 792 pp.
- Ticha I. (1982).** Photosynthetic characteristics during ontogenesis of leaves. 7. Stomata density and sizes. *Photosynthetica* 16, 375–471.
- 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.
- Thomashow M.F. (1999).** Plant cold acclimation :freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. *Annual Review of Plan physiology and Plant Molecular Biology* 50, 571-599.
- Turhan and Eris (2006).** Growth and Stomatal Behaviour of Two Strawberry Cultivars under Long-Term Salinity Stress. *Turk J Agric For* 31, 55-61.
- Turner N.C., Jones M.M. (1980).** Turgor maintenance by osmotic adjustment: a review and evaluation. In: Turner, N.C., Kramer, P.J. (Eds.), *Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress*. Wiley Interscience, New York, pp. 87–103.

- Vaidya M. V., and Nanoti M. V. (1989).** Bhindi seed powder as coagulant in removal of turbidity from water. *Indian J Environ. Health* 31 (1), 43-48.
- Vavilov N. I. (1951).** The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chron. Bot.* 13, 1949-1950.
- Venkataramani K. S. (1953).** Some observations on blossom biology and fruit formation in *Hibiscus esculentus*. *J. Madras Univ. Sect. B* 22 (2), 183-200.
- Vigo C., Therios N. and Bosabalidis A. M. (2005).** Plant Growth, Nutrient Concentration, and Leaf Anatomy of Olive Plants Irrigated with Diluted Seawater. *Jr. Plant Nutr.*, 28, 1001–1021.
- Waisel Y. (1991).** Adaptation to salinity. In: “Physiology of Trees”, A.S. Raghavendra (ed.), Wiley, New York, pp 359-383.
- Wang H.L., Lee P.D., Liu L.F. and Su J.C. (1999).** Effect of sorbitol induced osmotic stress on the changes of carbohydrate and free amino acid pools in sweet potato cell suspension cultures. *Bot. Bulletin Acad. Sinica* 40, 219–225.
- 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
- Wignarajah K., Jennings D.H., Handley J.F. (1975).** The effect of salinity on growth of *Phaseolus vulgaris* L. I. Anatomical changes in the first trifoliate leaf. *Ann. Bot.* 39, 1029–1038.
- Yan H., Gang L.Z., Zhao C.Y., Guo W.Y. (2000).** Effects of exogenous proline on the physiology of soybean plantlets regenerated from embryos in vitro and on the ultrastructure of their mitochondria under NaCl stress. *Soybean Science* 19, 314-319.
- Yancey P.H., Clark M.E., Hand S.C., Bowlus R.D., Somero G.N. (1982).** Living with water stress: evolution of osmolyte systems. *Science* 217, 1214-1222.
- Yermanos D.M., Francois L.E., Tammandoni T. (1967).** Effects of salinity on the development of jojoba. *Econ. Bot.* 21, 69–80.
- Yeo A.R., Flowers T., (1983).** Varietal difference of sodium ions in rice leaves. *Physiol. Plant.* 59, 189–195.
- Yeo, A.R., Lee K.S., Izard P., Boursier P.J., Flowers T.J. (1991).** Short- and long-term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Exp. Bot.* 42, 881–889.



- Ziska L.H., Seeman L.H., DeJong T.M. (1990).** Salinity induced limitations on photosynthesis in *Prunus salicina*, a deciduous tree species.- *Plant Physiol.* 93, 864-870.
- Zekri M. (1991).** Effects of NaCl on growth and physiology of sour orange and Cleopatra mandarin seedlings.- *Sci. Hortic.* 47, 305-315.
- Zekri M. and Parsons L.R. (1989).** Growth and root hydraulic conductivity of several citrus rootstocks under salt and polyethylene glycol stresses. *Physiologia Plantarum* 77: 99–106.
- 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. (2002).** Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 53, 247–273.
- Ünlükara A., Kurunç A., Kesmez G.D., Yurtseven E.(2008).** Growth and Evapotranspiration of Okra *Abelmoschus Esculentus L.* as Influenced by Salinity of Irrigation Water. *Journal of irrigation and drainage engineering.* 160-166.
- Xu Z., Zhou G. (2008).** Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. *J. Exp. Bot.* 59, 3317–3325.

## **B. ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Αϊβαλάκης, Γ., Καραμπουρνιώτης, Γ. και Φασσέας, Κ. (2003).** Σημειώσεις Γενικής Βοτανικής. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Θεριός Ι. (1996).** Ανόργανη Θρέψη και Λιπάσματα.- Εκδόσεις Δεδούση, Θεσσαλονίκη σελ.188-215.
- Καραμπουρνιώτης Γ.Α. (2003).** Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών.- Εκδόσεις ΕΜΒΡΥΟ.
- Μισοπολινός Ν.(1991).** Προβληματικά εδάφη. Μελέτη, Πρόβλεψη, Βελτίωση.