



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

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΟΜΕΙΣ ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ
& ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ & ΑΝΘΟΚΟΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη, παραγωγή και ποιότητα των λαχανευόμενων ειδών *Reichardia picroides* (γαλατσίδα) και *Hedynois cretica* (σιταρήθρα), σε φθινοπωρινή καλλιέργεια στην ύπαιθρο, σε θερμοκήπιο και σε σύστημα επίπλευσης

Δημήτριος Χρήστος Α. Αργύρης

Επιβλέπων καθηγητής:

Ιωάννης Καραπάνος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ
2023**

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

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη, παραγωγή και ποιότητα των λαχανευόμενων ειδών *Reichardia picroides* (γαλατσίδα) και *Hedypnois cretica* (σιταρήθρα), σε φθινοπωρινή καλλιέργεια στην ύπαιθρο, σε θερμοκήπιο και σε σύστημα επίπλευσης

“Effects of salinity on growth, yield and quality of wild edible greens *Reichardia picroides* (galatsida) και *Hedypnois cretica* (sitarithra) grown during autumn in the field, in the greenhouse and in floating system”

Δημήτριος Χρήστος Α. Αργύρης

Εξεταστική επιτροπή:

Ιωάννης Καραπάνος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Αλέξιος Αλεξόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Σπυρίδων Πετρόπουλος, Αναπληρωτής. Καθηγητής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη, παραγωγή και ποιότητα των λαχανοόμενων ειδών *Reichardia picroides* (γαλατσίδα) και *Hedynois cretica* (σιταρήθρα), σε φθινοπωρινή καλλιέργεια στην ύπαιθρο, σε θερμοκήπιο και σε σύστημα επίπλευσης

ΠΜΣ Τομείς Αιχμής & Καινοτόμες Εφαρμογές στην Παραγωγή & Συντήρηση Οπωροκηπευτικών & Ανθοκομικών Ειδών

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής

Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών

Περίληψη

Τα λαχανοόμενα είδη στα οποία συγκαταλέγονται τα άγρια χόρτα, παίζουν σημαντικό ρόλο στη μεσογειακή και ελληνική παραδοσιακή διατροφή και έχουν υψηλή διατροφική αξία, καθώς είναι πλούσια σε βιταμίνες, φαινολικά συστατικά, αντιοξειδωτικές και βιοδραστικές ουσίες καθώς και απαραίτητα μέταλλα και ιχνοστοιχεία. Μπορούν επομένως να αποτελέσουν σημαντικές εναλλακτικές καλλιέργειες, με στόχο την εμπορική τους παραγωγή και εκμετάλλευση, όπως έχει συμβεί στο σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum*). Ωστόσο, έως σήμερα, ελάχιστες πληροφορίες υπάρχουν σχετικά με τον βιολογικό τους κύκλο, τις εδαφοκλιματικές τους απαιτήσεις, την προσαρμοστικότητά τους σε διάφορα περιβάλλοντα, σε ποικίλες περιβαλλοντικές καταπονήσεις και καλλιεργητικές τεχνικές.

Για το σκοπό αυτό, και λόγω του σοβαρού προβλήματος της υποβαθμισμένης ποιότητας του αρδευτικού νερού λόγω παρουσίας αλάτων που απαντάται όλο και συχνότερα σήμερα, στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της παρουσίας NaCl στο θρεπτικό διάλυμα με το οποίο υδρολιπάνθηκαν τα φυτά, σε επίπεδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 (όχι NaCl), 5 και 10 dS/m (προσθήκη NaCl), στην ανάπτυξη, παραγωγή, σε οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά δύο λαχανοόμενων ειδών, της σιταρήθρας (*Hedynois cretica*) και της γαλατσίδας (*Reichardia picroides*), σε σχέση με την καλλιέργειά τους το φθινόπωρο σε φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο και τον αγρό και σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης στο θερμοκήπιο.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η επίδραση της αλατότητας στα συγκεκριμένα φυτικά είδη επηρεάζεται άμεσα από το σύστημα καλλιέργειας στο οποίο αναπτύσσονται, το επίπεδο της αλατότητας, αλλά και την ανεκτικότητα ή όχι των συγκεκριμένων ειδών σε αυτήν. Και στα δύο είδη, η ενδιάμεση αλατότητα (5 dS/m) δεν επηρέασε σημαντικά αρνητικά τα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης των φυτών που προσδιορίστηκαν, αλλά μείωση της ανάπτυξης και παραγωγής παρατηρήθηκε στα 10 dS/m. Συνολικά όμως, η σιταρήθρα θα μπορούσε να θεωρηθεί μερικώς ανεκτική στην αλατότητα, ενώ η γαλατσίδα ανεκτική έως και ανθεκτική, καθώς σε κάποιες περιπτώσεις επηρεάστηκε αρνητικά η ανάπτυξη των φυτών αλλά όχι και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτών. Έτσι, ανάλογα το σύστημα καλλιέργειας, υπήρξαν διαφοροποιήσεις στην θετική ή αρνητική επίδραση, τόσο στις αναπτυξιακές, όσο και στις ποιοτικές παραμέτρους. Παράλληλα, η αρνητική επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών εμφανίστηκε εντονότερα στα φυτά που αναπτύχθηκαν στο θερμοκήπιο σε σχέση με τον αγρό, καθώς στον αγρό οι βροχοπτώσεις και η συνολικά χαμηλότερη παροχή NaCl μέσω της μειωμένης άρδευσης επέδρασαν σε χαμηλότερη συσσώρευση αλάτων στο υπόστρωμα ανάπτυξης.

Συμπερασματικά, και τα δύο είδη, παρά τις διαφορές που εμφάνισαν ως προς την ανεκτικότητά τους σε υψηλή δόση NaCl στο θρεπτικό διάλυμα, μπορούν να καλλιεργηθούν με επιτυχία σε περιοχές με αλατούχο αρδευτικό νερό, το οποίο μπορεί

να αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για καλλιέργειες ευαίσθητες στην αλατότητα. Επίσης, παρουσίασαν ικανοποιητική ανάπτυξη, παραγωγή και ποιότητα και στα τρία συστήματα καλλιέργειας που μελετήθηκαν, αν και υπήρξαν σημαντικές επιδράσεις των συστημάτων, π.χ. στον αγρό σε σχέση με το θερμοκήπιο παρατηρήθηκε καθυστερημένη ανάπτυξη αλλά υψηλότερο περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά και φαινολικές ενώσεις καθώς και χαμηλότερες συγκεντρώσεις νιτρικών.

Επιστημονική περιοχή: Κηπευτικές Καλλιέργειες

Λέξεις κλειδιά: Αλατότητα, λαχανεύομενα είδη, παραγωγή, σύστημα καλλιέργειας, ποιότητα

Effects of salinity on growth, yield and quality of wild edible greens *Reichardia picroides* (galatsida) και *Hedypnois cretica* (sitarithra) grown during autumn in the field, in the greenhouse and in floating system

MSc Cutting-edge Fields & Innovative Applications in Production & Preservation of Fruits, Vegetables & Ornamentals

Department of Crop Science

Laboratory of Vegetable Production

Abstract

Wild edible vegetables, a part of which are the wild greens, are playing a key role in the Mediterranean diet, as they have exceptional dietary value, due to their high content in vitamins, phenolics, antioxidants and bioactive substances, as well as inorganic nutrients. As a result, they could be used as alternative vegetable crops, and be exploited commercially, similarly to spiny chicory (stamnagkathi in Greek, *Cichorium spinosum*) a leafy green traditionally gathered from the wild, that has recently been introduced in commercial cropping. However, nowadays, there is still lack of information concerning their biological cycle, the edaphic and climatic requirements, the adaptability in various environments and cultural techniques and their resilience to biotic and abiotic stresses.

Taking that into account, and due to a continuously increasing threat that modern agriculture is facing, that of the soil and irrigation water salinity, the aim of the present thesis was to study the effect of salinity, due to the presence of NaCl in the irrigation water, on the growth, yield and organoleptic and dietary traits of two wild edible greens, namely, *Hedypnois cretica* (Cretan weed, or sitarithra in Greek) and *Reichardia picroides* (Common brighteyes of galatsida in Greek). Both species were cultivated in pots in the greenhouse and the field, as well as in floating hydroponics in the greenhouse, and fed with nutrient solution at three electrical conductivity (EC) levels, 2 dS/m (nutrient solution without NaCl – EC-2), 5 dS/m (nutrient solution with intermediate NaCl content - EC-5) and 10 dS/m (nutrient solution with high NaCl content - EC-10).

The study showed that the effect of salinity on both species was directly related to the cultivation system in use, the level of salinity and the resilience level of the species to salinity. In both species, intermediate salinity (EC-5) had no negative effect on all growth characteristics that were assessed, whereas higher salinity levels (EC-10) resulted in reduced growth and production of edible leaves. However, *Reichardia picroides* could be characterized as resilient or even partially resistant to salinity, whereas *Hedypnois cretica* showed a higher degree of salt-susceptibility. A differential effect of salinity on the growth and quality of plants in relation to the cultivation system was evident in both species. In general, the negative effects of salinity on plants' growth were less profound in plants grown in the field than in the greenhouse, as the precipitation in the field and the less frequent fertigation by 30% compared to greenhouse grown plants, led to reduced accumulation of NaCl in the growing substrate.

In conclusion, both studied species, although they responded differently to high NaCl salinity in the irrigation water, can be successfully grown in areas with saline soil and/or irrigation water at levels that may pose serious threat for many cultivated species susceptible to salinity. In addition, they responded efficiently to all three growing

systems that were tested, showing in all cases adequate and rapid growth and good quality. However, significant effects of the growing systems were observed, as for instance, plants in the field had slower growth but accumulated more total soluble solids, total phenolics and lower nitrates compared to greenhouse-grown ones.

Scientific area: Vegetable production

Λέξεις κλειδιά: Salinity, wild edible vegetables, yield, quality, cultivation system

Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1. Γενικά για την αλατότητα	3
1.2. Λαχανεύομενα είδη – άγρια χόρτα.....	5
1.3. Χαρακτηριστικά και ιδιότητες της Γαλατσίδας (<i>Reichardia picroides</i>).....	6
1.4. Χαρακτηριστικά και ιδιότητες της Σιταρήθρας (<i>Hedynois cretica</i>).....	7
1.5. Χημικές ουσίες των υπό μελέτη φυτών.....	8
1.5.1 Φαινολικές ενώσεις.....	8
1.5.2 Καροτενοειδή.....	8
1.5.3 Νιτρικά άλατα.....	9
1.6. Επίδραση καταπόνησης με αλατότητα σε φυτά της οικογένειας Asteraceae ..	10
1.7. Σκοπός της εργασίας	14
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	15
2.1. Σπορά – Μεταφύτευση	15
2.2. Υδρολίπανση	16
2.3. Μετρήσεις πριν και κατά τη συγκομιδή.....	17
2.4. Προσδιορισμός ποιοτικών/διατροφικών χαρακτηριστικών	17
2.4.1. Περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά.....	17
2.4.2. Περιεχόμενο σε χλωροφύλλες και καροτενοειδή.....	18
2.4.3. Περιεχόμενο σε νιτρικά ιόντα	19
2.4.4. Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις	19
2.4.5. Περιεχόμενο σε προλίνη.....	20
2.5. Κλιματικά δεδομένα.....	21
2.6. Στατιστική ανάλυση	22

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	23
Σιταρήθρα.....	23
3.1.1. Αριθμός φύλλων	23
3.1.2. Διάμετρος ροζέτας	24
3.1.3. Μετρήσεις ανάπτυξης μετά την συγκομιδή.....	26
3.1.4. Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά	28
3.1.5. Τιτλοδοτούμενη οξύτητα.....	29
3.1.6. Περιεχόμενο σε χλωροφύλλη –α, -β, ολικές και καροτενοειδή	30
3.1.7. Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις	32
3.1.8. Περιεχόμενο σε νιτρικά ιόντα	33
3.1.9. Περιεχόμενο σε προλίνη.....	34
3.2. Γαλασίδα	35
3.2.1. Αριθμός φύλλων.....	35
3.2.2. Διάμετρος ροζέτας.....	36
3.2.3. Μετρήσεις ανάπτυξης μετά την συγκομιδή.....	38
3.2.4. Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά	40
3.2.5. Τιτλοδοτούμενη οξύτητα.....	41
3.2.6. Περιεχόμενο σε χλωροφύλλη –α, -β, ολικές και καροτενοειδή	42
3.2.7. Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις	44
3.2.8. Περιεχόμενο σε νιτρικά ιόντα	45
3.2.9. Περιεχόμενο σε προλίνη.....	46
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	47
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	54
5.1. Ελληνική Βιβλιογραφία	54
5.2. Ξένη Βιβλιογραφία.....	55

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά για την αλατότητα

Η εδαφική αλατότητα διακρίνεται σε πρωτογενή και δευτερογενή. Η πρωτογενής είναι συνέπεια των φυσικών διεργασιών αποσάθρωσης των πετρωμάτων που απελευθερώνουν στο νερό διαλυτά άλατα, όπως χλωριούχα άλατα νατρίου, ασβεστίου και μαγνησίου, θειικά και ανθρακικά άλατα, τα οποία εναποτίθενται στο εδαφικό διάλυμα μέσω του ανέμου και της βροχής. Το πιο συχνά μεταφερόμενο άλας σε αυτή τη διεργασία είναι το χλωριούχο ασβέστιο. Από την άλλη μεριά, η δευτερογενής αλατότητα είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας, όπου, η αντικατάσταση πολυετών καλλιεργειών με ετήσιες, η χρήση αρδευτικού νερού με υψηλή συγκέντρωση αλάτων και η αλόγιστη χρήση χημικών λιπασμάτων, αυξάνουν συνολικά την αλατότητα του εδάφους (Zhu, 2001). Περίπου το 20% της καλλιεργούμενης γης παγκοσμίως (1500εκ. εκτάρια) είναι αλατούχο (FAO, Extent of Salt-Affected Soils), ενώ στη Μεσόγειο, η ποιότητα του νερού αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στη γεωργική παραγωγή, εξαιτίας της υπερβολικής χρήσης αλατούχου νερού σε παράκτιες περιοχές (Petretto et al., 2019, Giordano et al., 2021).

Τα διαλυμένα στο έδαφος άλατα επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών, μέσω δύο κυρίως επιδράσεων. Η αύξηση του ωσμωτικού δυναμικού του εδαφικού διαλύματος επιδρά σε μειωμένη απορρόφηση νερού από τα φυτά, με αποτέλεσμα να μειώνεται το υδατικό δυναμικό στα φύλλα και στους ιστούς τους. Από την άλλη πλευρά, η υπερβολική συγκέντρωση αλάτων εντός των φυτικών ιστών προκαλεί ιοντικές ανισορροπίες και ιδιαίτερα η υπερβολική συσσώρευση ιόντων όπως τα Na^+ και Cl^- οδηγούν σε τοξικές επιδράσεις στα κύτταρα και τους ιστούς. Κατά συνέπεια, η αλατότητα θέτει σε κίνδυνο την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των φυτών, αφού μπορεί να επιδράσει σε διάφορες σημαντικές διεργασίες, όπως η βλαστητική ανάπτυξη, η φωτοσύνθεση, η ιοντική ισορροπία μεταξύ άλλων (Petretto et al., 2019; Parihar et al., 2015). Για παράδειγμα, η αλατότητα επηρεάζει αρνητικά την βλάστηση των σπόρων καθώς μειώνει το ωσμωτικό δυναμικό του μέσου βλάστησης, μειώνοντας την απορρόφηση νερού από τους σπόρους και μεταβάλλει την δραστηριότητα των ενζύμων που εμπλέκονται στον μεταβολισμό των νουκλεϊκών οξέων και των πρωτεϊνών (Parihar et al., 2015). Η επίδραση της αλατότητας διαφέρει τόσο μεταξύ ειδών και ποικιλιών, όσο και βάσει των επιπέδων στα οποία υφίσταται (Lauchli and Grattan, 2007). Γενικά,

υπάρχει μια αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην αλατότητα και το ρυθμό βλάστησης των σπόρων, όπως αποδείχθηκε στο ρύζι (Xu et al., 2011), το κριθάρι (Akbarimoghaddam et al., 2015), το καλαμπόκι (Khodarahmpour et al., 2012), τα είδη Brassica (Ulfat et al., 2007) και την τομάτα (Kaveh et al., 2011).

Η αλατότητα επιδρά στην ανάπτυξη των φυτών σε δύο διαφορετικές φάσεις (Parihar et al., 2015). Στην πρώτη φάση, η ύπαρξη αλατότητας δεν επιδρά σημαντικά στην φυτική ανάπτυξη, επειδή τα Na^+ και Cl^- που εισέρχονται στον ξυλώδη ιστό (xylem) μεταφέρονται στα κενοτόπια (vacuoles), ενώ τα μεριστώματα συνεχίζουν να αναπτύσσονται τροφοδοτούμενα από τα αγγεία του φλοιού (phloem). Σε αυτή τη φάση παρατηρείται μόνο μείωση της ανάπτυξης των φύλλων και των ριζών. Στη δεύτερη φάση, καθώς τα άλατα συγκεντρώνονται στους φυτικούς ιστούς, τα κύτταρα δεν μπορούν πια να τα αποθηκεύουν στα κενοτόπια (vacuoles), έτσι η συγκέντρωσή τους στο κυτταρόπλασμα αυξάνεται και η δραστηριότητα πολλών ενζύμων σταδιακά μειώνεται (Parihar et al., 2015). Η αλατότητα επιδρά επίσης στην φωτοσύνθεση εξαιτίας της μείωσης του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού και της βιοσύνθεσης χλωροφυλλών. Η αλατότητα μπορεί επίσης να μειώσει το περιεχόμενο σε καροτενοειδή καθώς και την ένταση του φθορισμού της χλωροφύλλης, όπως φάνηκε σε φυτά βίγνας (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek), ενώ η χλωροφύλλη b βρέθηκε να είναι πιο ευαίσθητη στην αύξηση της αλατότητας από την a (Saha et al., 2010).

Η γενική επίδραση των υψηλών επιπέδων αλατότητας είναι η μείωση της ανάπτυξης, με την παραγωγή μικρότερων και κοντότερων φύλλων και μερικές φορές και μικρότερου αριθμού. Επίσης, άμεση επίδραση ασκείται στην μορφολογία των ριζών, καθώς μειώνεται το μήκος και το βάρος τους, ενώ ταυτόχρονα γίνονται λεπτότερες. Ακόμη, το στάδιο ωρίμανσης καθώς και ο ρυθμός ανάπτυξης του βρώσιμου μέρους των φυτών μπορεί είτε να καθυστερήσουν είτε να επιταχυνθούν ανάλογα με το είδος και την ποικιλία. Η σοβαρότητα της απόκρισης στην αλατότητα εξαρτάται επίσης από περιβαλλοντικές αλληλεπιδράσεις, όπως με τη σχετική υγρασία, τη θερμοκρασία, την ηλιακή ακτινοβολία αλλά και την ατμοσφαιρική ρύπανση (Shannon and Grieve, 1994). Οι ωσμωτικές επιδράσεις της αλατότητας συμβάλλουν στην μείωση της ανάπτυξης, σε αλλαγές του χρώματος των φύλλων και χαρακτηριστικών της ανάπτυξης όπως ο λόγος ρίζας/βλαστό και το στάδιο ωρίμανσης. Οι ιοντικές επιδράσεις εκδηλώνονται γενικότερα με βλάβες στα φύλλα και στα μεριστώματα ή με συμπτώματα τυπικά των διατροφικών διαταραχών. Οι επιπτώσεις της αλατότητας μπορεί να μην είναι μόνο αρνητικές, καθώς μπορεί να επιδράσει θετικά

στην απόδοση, ποιότητα και στην ανθεκτικότητα σε εχθρούς (Shannon and Grieve, 1994).

Η αλατότητα των εδαφών είναι ένας από τους κυριότερους περιβαλλοντικούς παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για την περιορισμένη παραγωγή καλλιεργειών σε όλο τον κόσμο. Εξαιτίας αυτού, είναι επιτακτική ανάγκη να βρεθούν ανθεκτικά/ ανεκτικά είδη τα οποία να μπορούν να ενσωματωθούν σε εμπορικά καλλιεργητικά συστήματα καλλιέργειας. Σε αυτό το πλαίσιο, η αξιοποίηση των άγριων εδώδιμων ειδών για ανθρώπινη κατανάλωση ή και φαρμακευτικούς σκοπούς, αποκτά όλο και περισσότερο ενδιαφέρον και κερδίζει έδαφος (Alexopoulos et al., 2021).

1.2. Λαχανευόμενα είδη – άγρια χόρτα

Η παραδοσιακή Μεσογειακή διατροφή και ιδιαίτερα αυτή της Κρήτης είναι γνωστή για την μεγάλη κατανάλωση ελαιόλαδου, λαχανικών, οσπρίων, φρούτων, ψαριών, δημητριακών ολικής άλεσης και μιας μέτριας κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων και κρέατος. Έχει αποδειχθεί ότι η κρητική διατροφή αποτελεί τον κύριο παράγοντα για την διατήρηση της υγείας και της μακροζωίας του πληθυσμού της Κρήτης. Τα λαχανευόμενα είδη και ιδιαίτερα τα άγρια χόρτα παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην παραδοσιακή διατροφή και καταναλώνονται είτε ωμά σε σαλάτες, είτε βρασμένα και μαγειρεμένα σε πίτες αυξάνοντας έτσι την καθημερινή πρόσληψη βιταμινών και αντιοξειδωτικών από τους καταναλωτές (Vardavas et al., 2005). Εκτός από τη χώρα μας, σε πολλές ακόμα χώρες του ευρωπαϊκού νότου η κατανάλωση άγριων χόρτων έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο ως συμπληρωματική διατροφή στα βασικά αγροτικά προϊόντα (Hadjichambis et al., 2008, Redzic 2006, Tardio et al., 2006, Vardavas et al., 2005). Παρόλο που η κατανάλωση των λαχανευόμενων ειδών έχει μειωθεί με την ανάπτυξη της γεωργίας και των παγκόσμιων αλυσίδων εφοδιασμού, ορισμένα είδη εξακολουθούν να καταναλώνονται, αν και αυξάνεται συνεχώς η δυσχέρεια στην πρόσβαση στα είδη αυτά κυρίως των κατοίκων των αστικών περιοχών (Tardio et al., 2006). Έτσι η συμβολή τους στις παραδοσιακές μεσογειακές δίαιτες παραμένει ποιοτικά σημαντική (Pieroni et al., 2005; Rivera et al., 2007) και τα οφέλη τους για την ανθρώπινη υγεία έχουν επανειλημμένα αποδειχθεί από πολυάριθμες μελέτες (Heinrich et al., 2006; Hadjichambis et al. 2008). Διάφορες μελέτες έχουν αναδείξει τη θρεπτική σύσταση και αξία πολλών λαχανευόμενων ειδών από χώρες της Μεσογείου, όπως η Ιταλία (Salvatore et al., 2005), η Ελλάδα (Zeghichi et al., 2003), η

Ισπανία (Guil-Guerrero et al. 1997, Campra-Madrid and Guil-Guerrero, 2002) και η Πορτογαλία (Barros et al., 2010, Martins et al., 2011). Τα λαχανευόμενα είδη μπορεί να έχουν μεγάλες δυνατότητες ως πηγή ασυνήθιστων χρωμάτων και γεύσεων, βιοδραστικών ενώσεων και συμπληρωμάτων διατροφής, ενώ μπορούν να χαρακτηριστούν ως λειτουργικά τρόφιμα. Για όλους αυτούς τους λόγους, η πρόοδος της γνώσης σχετικά με την χημική τους σύνθεση θεωρείται ένα σημαντικό ζήτημα σε έρευνες σχετικές με την ανθρώπινη διατροφή και τη φυτοθεραπεία (Ansari et al., 2005, Salvatore et al., 2005).

1.3. Χαρακτηριστικά και ιδιότητες της Γαλατσίδας (*Reichardia picroides*)

Η γαλατσίδα ανήκει στο γένος *Reichardia*, είδος *picroides* και ανήκει στην τάξη Asterales της οικογένειας Asteraceae (Καββάδας, 1956). Συναντάται κυρίως στην περιοχή της Μεσογείου και στα εύκρατα κλίματα. Είναι ποώδες φυτό με ύψος 20 - 40 cm με λεία φύλλα και βλαστούς. Τα άνθη είναι κεφάλια, με διάμετρο 30mm, κίτρινα και γλωσσοειδή τα οποία βρίσκονται πάνω σε μακρούς μίσχους των 20-40 cm, ενώ οι σπόροι είναι αχάινια μεγέθους 3-4 mm x 1 mm, ημικυλινδρικά, φυματιώδη και εγκάρσια ρυτιδωμένα. Σε θερμές περιοχές ανθίζει όλο τον χρόνο, ενώ σε ενδιάμεσες συνθήκες η άνθηση επιτυγχάνεται μεταξύ Δεκέμβρη - Μαΐου. Τα άνθη της αυτογονιμοποιούνται καθώς είναι ερμαφρόδιτα (Καββάδας, 1956, Αναστασάκη, 2015, Στεφανάκη-Νικηφοράκη, 1999, Χριστόπουλος και Μπαστιάς, 1983).

Το φυτό μπορεί να καλλιεργηθεί σε όλους του τύπους εδαφών, ωστόσο προτιμά εδάφη με βασικό pH, ασβεστολιθικά ή ασβεστολιθικά - πυριτικά υποστρώματα. Είναι ανθεκτική στην ξηρασία, ωστόσο προτιμά πλήρη ηλιοφάνεια, υψηλή υγρασία εδάφους και εδάφη με καλή αποστράγγιση (Αναστασάκη, 2015).

Το συγκεκριμένο είδος μπορεί να καταναλωθεί μαζί με άλλα άγρια χόρτα, προσδίδοντας μια ήπια ιδιαίτερη γεύση γάλακτος, χωρίς να πικρίζει. Καταναλώνονται τα φύλλα, οι νεαροί βλαστοί, ακόμα και η ρίζα της. Δεν ταξινομείται στα φαρμακευτικά είδη, παρά το γεγονός πως έχουν γίνει πολλές αναφορές για τις φαρμακευτικές της ιδιότητες (αποτοξινωτικές, διουρητικές, ανθελμινθικές, αναλγητικές), καθώς και την πληθώρα μετάλλων και ιχνοστοιχείων της. Έχει αποδειχθεί ότι εμποδίζει την υπεροξειδωση των λιπιδίων και την οξειδωση της ξανθίνης, δεσμεύοντας τις ελεύθερες ρίζες (Recio et al., 1992, Hedrick, 1972, Tanaka and Nakao, 1976, Guarrera, 2005).

1.4. Χαρακτηριστικά και ιδιότητες της Σιταρήθρας (*Hedyrnois cretica*)

Η σιταρήθρα ανήκει στο γένος *Hedyrnois*, είδος *cretica* και ανήκει στην τάξη Asterales της οικογένειας Asteraceae (Καββάδας, 1956). Η σιταρήθρα ή αλλιώς στρουμπούλι, είναι δικότυλο ποώδες φυτό της οικογένειας Asteraceae, ύψους 5-40 cm. Η ταξιανθία αποτελείται από ένα ή πολλά κεφάλια τα οποία περιβάλλονται από φυλλάκια και δύσκαμπτες λεπτές τρίχες. Το κεφάλιο αποτελείται από κίτρινα γλωσσοειδή άνθη, διαστάσεων 12-15 mm. Το περίβλημα της ταξιανθίας έχει σχήμα κυλινδρικό ή κωδωνοειδές. Ο καρπός είναι γωνιώδης με λεπτές ραβδώσεις και φέρει πάππο. Η σιταρήθρα ανθίζει κυρίως νωρίς την άνοιξη κατά τον Μάρτιο και η άνθηση διαρκεί αρκετούς μήνες, μέχρι και νωρίς το καλοκαίρι (Polunin, 1990).

Συναντάται κυρίως στη περιοχή της Μεσογείου και της νοτιοδυτικής Ασίας, αλλά έχει εισαχθεί και απαντάται ως ζιζάνιο σε περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής και γενικά σε πολλές χώρες. Εκφύεται σε ξηρές και άγονες περιοχές, σε περιοχές με υψόμετρο μέχρι 400 m και σε ακαλλιέργητα, ξηρά και πετρώδη εδάφη, αμπελώνες και παραθαλάσσιες περιοχές (Turland et al., 1993). Επίσης εμφανίζεται σε υγρές περιοχές με βαριά αργιλώδη εδάφη που συγκρατούν υπερβολική υγρασία (Μενδώνη, 2015). Οι υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν την ταχύτερη ανάπτυξή του. Παρόλα αυτά, μπορεί να καλλιεργηθεί σε οποιοδήποτε έδαφος λόγω της ανθεκτικότητας και προσαρμοστικότητάς του σε αντίξοες συνθήκες.

Σαν αυτοφυές λαχανεύομενο, η σιταρήθρα συλλέγεται πριν την άνθηση, βράζεται και καταναλώνεται το υπέργειο μέρος της (Μενδώνη, 2015). Έχει βρεθεί ότι περιέχει σημαντικά βιοδραστικά χαρακτηριστικά, όπως λακτόνες και σεσκιτερπενικές ενώσεις και για αυτό αποτελεί άριστη τροφή σαν λαχανεύομενο είδος (Παππά, 2016). Επιπλέον, στα φύλλα του φυτού έχουν βρεθεί τέσσερις συγγενείς ενώσεις της γκουανίνης (υδροξυ-υποκρετενολίδες), φλαβονοειδή και ένα εξαιρετικά σπάνιο είδος φλαβόνης η ισοετίνη (Ψαρουδάκη, 2012). Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να αποδώσουν στο συγκεκριμένο φυτό σημαντικές φαρμακευτικές ιδιότητες (Παππά, 2016).

1.5. Χημικές ουσίες των υπό μελέτη φυτών

1.5.1 Φαινολικές ενώσεις

Οι φαινολικές ενώσεις είναι μία κατηγορία ενώσεων που αποτελούνται από αρωματικούς δακτύλιους που έχουν μία ή και περισσότερες υδροξυλομάδες. Συναντώνται κυρίως στους φυτικούς οργανισμούς και προκύπτουν ως δευτερογενείς μεταβολίτες. Πρόκειται για μερικές χιλιάδες διαφορετικών ενώσεων. Οι δευτερογενείς μεταβολίτες προκύπτουν από τις ενδιάμεσες ενώσεις του πρωτογενούς μεταβολισμού και παράγονται κυρίως σε επιμέρους ιστούς σε συγκεκριμένα αναπτυξιακά στάδια. Οι ουσίες αυτές δρουν ως ρυθμιστές αύξησης, εμπλέκονται στη διεργασία της φωτοσύνθεσης, αλλά και στην αντίσταση των φυτών σε διάφορες βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις. Ωστόσο, δεν έχουν άμεση σχέση με τις βασικές λειτουργίες των φυτών (φωτοσύνθεση, αναπνοή κλπ). Κύριες λειτουργίες τους είναι η άμυνα έναντι των παθογόνων μικροοργανισμών και των φυτοφάγων ζώων. Δρουν ως μόρια επικοινωνίας μεταξύ των φυτών καθώς και ως ελκυστικές ουσίες για τους επικονιαστές (Keeling and Bohlmann, 2006, Saffari and Sadrzadeh, 2004, Osawa, 1999). Από διαιτητικής αξίας, συμβάλλουν στην αντιοξειδωτική άμυνα του ανθρώπινου οργανισμού. Έχει αποδειχθεί ότι η διατροφή με τροφές που περιέχουν υψηλή συγκέντρωση φαινολικών ουσιών, προλαμβάνει τις καρδιαγγειακές παθήσεις και προστατεύει ενάντια στον καρκίνο των πνευμόνων και του προστάτη, στο άσθμα και στον διαβήτη τύπου 2 (Βασιλακάκης, 2006).

1.5.2 Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή είναι φυσικές χρωστικές που συντίθενται από τα φυτά, τα φύκια και τα φωτοσυνθετικά βακτήρια, και είναι υπεύθυνες για το κίτρινο, πορτοκαλί και κόκκινο χρώμα σε διάφορα φρούτα και λαχανικά (Namitha and Negi, 2010). Τα φρούτα και τα λαχανικά είναι η κύρια πηγή καροτενοειδών και παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατροφή λόγω της δραστηριότητας της βιταμίνης A (Haskell, 2013). Εκτός από αυτό, τα καροτενοειδή είναι επίσης σημαντικά για την αντιοξειδωτική τους δράση, την ενδοκυτταρική επικοινωνία και την δραστηριότητα του ανοσοποιητικού μας συστήματος (Skibsted, 2012, Stephensen, 2013). Επιδημιολογικές μελέτες έδειξαν ότι διατροφή πλούσια σε καροτενοειδή σχετίζεται με χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισης καρκίνου, καρδιαγγειακών παθήσεων, εκφυλισμού της ωχράς κηλίδας και σχηματισμού καταρράκτη (Meyers et al., 2014; Sharoni et al., 2012). Η ανεπάρκεια

καροτενοειδών οδηγεί σε κλινικά συμπτώματα και εκτροπές του κερατοειδούς και του επιπεφυκότα, συμπεριλαμβάνοντας την ξηροφθαλμία, νυχτερινή τύφλωση, έλκος του κερατοειδούς, ουλές και επακόλουθη μη αναστρέψιμη τύφλωση (Sommer, 2008).

1.5.3 Νιτρικά άλατα

Τα νιτρικά άλατα είναι φυσικά συστατικά της ανθρώπινης διατροφής και εγκεκριμένα πρόσθετα τροφών. Μπορούν να μετατραπούν μερικώς σε μονοξείδιο του αζώτου, το οποίο προκαλεί αγγειοδιαστολή, μειώνοντας έτσι την αρτηριακή πίεση. Επιπρόσθετα, τα νιτρικά άλατα έχουν συσχετιστεί με ευεργετικά αποτελέσματα σε ασθενείς με γαστρικό έλκος, νεφρική ανεπάρκεια ή μεταβολικό σύνδρομο. Από την άλλη πλευρά, υπό συνθήκες που οδηγούν σε ενδογενή νιτροποίηση, δεν αποκλείεται τα νιτρικά άλατα να μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένο κίνδυνο καρκίνου στον άνθρωπο (Santamaria, 2006).

Σε πολλά είδη της οικογένειας Asteraceae έχει παρατηρηθεί τάση για υψηλή συσσώρευση νιτρικών αλάτων στα βρώσιμα μέρη τους. Η υψηλή ποιότητα των λαχανικών εξαρτάται από τη χαμηλή περιεκτικότητα σε ενώσεις που είναι επιβλαβείς για την υγεία (Kowalczyk, 2016). Η μέγιστη αποδεκτή ημερήσια συγκέντρωση νιτρικών που μπορεί να καταναλωθεί από τον άνθρωπο για να είναι ασφαλής είναι 3.7 mg / kg σωματικού βάρους/ημέρα. (Habermeyer et al., 2014).

Επομένως, έχουν θεσπιστεί ελάχιστα επιτρεπτά όρια της ΕΕ τα οποία όμως αφορούν άλλα φυλλώδη λαχανικά (μαρούλι, σπανάκι, ρόκα) και όχι τα εν λόγω λαχανευόμενα είδη. Στον κανονισμό 1258/2011 της ΕΕ ο οποίος αφορά τα μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα για τα νιτρικά ιόντα σε φυλλώδη λαχανικά, καθορίζονται τα εξής όρια:

- Νωπό σπανάκι: 3.500 mg NO₃/kg
- Χειμερινό μαρούλι υπό κάλυψη: 5.000 mg NO₃/kg
- Χειμερινό μαρούλι υπαίθριο: 4.000 mg NO₃/kg
- Ανοιξιάτικο μαρούλι υπό κάλυψη: 4.000 mg NO₃/kg
- Ανοιξιάτικο μαρούλι υπαίθριο: 3.000 mg NO₃/kg
- Μαρούλι τύπου *iceberg* υπό κάλυψη: 2.500 mg NO₃/kg
- Μαρούλι τύπου *iceberg* υπαίθριο: 2.000 mg NO₃/kg
- Ρόκα χειμερινή: 7.000 mg NO₃/kg
- Ρόκα ανοιξιάτικη: 6.000 mg NO₃/kg

Έχει παρατηρηθεί ότι διάφορα φυλλώδη λαχανικά (μαρούλι, ρόκα, σπανάκι, αντίδι, μαιντανός, άνηθος, σέλινο) τα οποία παράγονται και στην Ελλάδα, παρουσιάζουν σχετικά μικρότερες συγκεντρώσεις νιτρικών σε σχέση με τα αντίστοιχα άλλων χωρών, λόγω της θετικής επίδρασης της ηλιακής ακτινοβολίας σε αυτά (Siomos et al., 2008).

1.6. Επίδραση καταπόνησης με αλατότητα σε φυτά της οικογένειας Asteraceae

Η υψηλή αλατότητα είναι ένα αυξανόμενο περιβαλλοντικό πρόβλημα που επιδρά αρνητικά στην γεωργική παραγωγή μειώνοντας την απόδοση των καλλιεργειών και την διαθεσιμότητα της γεωργικής γης. Παγκόσμιες αναφορές υποστηρίζουν πως το 20-30% της γεωργικής γης γίνεται αλατούχο, με το 8% από όλα τα εδάφη με υψηλή αλατότητα να έχει δημιουργηθεί εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Η χρήση αρδευτικού νερού με σχετικά υψηλό περιεχόμενο σε άλατα όπως NaCl μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για μια ολοκληρωμένη στρατηγική διαχείρισης της ποιότητας των κηπευτικών καλλιεργειών, αυξάνοντας την περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά συστατικά και φυτοχημικά, προωθώντας έτσι τις ευεργετικές ιδιότητες των λαχανικών στην ανθρώπινη υγεία. Ωστόσο, ο χρόνος έκθεσης στην καταπόνηση αυτή, το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο εφαρμόστηκε και το επίπεδο αλατότητας θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για τα διάφορα είδη ή ακόμη και τις ποικιλίες εντός κάθε είδους ανάλογα με την ανοχή, προκειμένου να προταθούν οι καλύτεροι συνδυασμοί που επιτρέπουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιοδραστικές ενώσεις (Rouphael et al., 2018). Ωστόσο, η αρνητική ή όχι επίδραση της καταπόνησης στην απόδοση των φυτών, εξαρτάται άμεσα από το είδος, την ποικιλία, το επίπεδο της αλατότητας αλλά και άλλα χαρακτηριστικά (π.χ. ηλικία του φυτού, σύστημα, πληθυσμός και συνθήκες καλλιέργειας) (Gupta and Huang., 2014; Ma et al., 2020).

Για παράδειγμα, στην μελέτη του Ashraf (1994) αναφέρεται διαφορετική επίδραση αλατότητας σε δύο πληθυσμούς ρόκας, καθώς ο ένας βρέθηκε ανεκτικός, ενώ ο άλλος ευαίσθητος. Ο ανεκτικός πληθυσμός συσσωρεύσε σημαντικά υψηλότερες ποσότητες σακχάρων, προλίνης και αμινοξέων στα φύλλα ενώ οι δυο γονότυποι δεν διέφεραν στο περιεχόμενο σε διαλυτές πρωτεΐνες. Ακόμη, διαφορετική απόκριση στην αλατότητα είχαν δύο ποικιλίες μαρουλιού, αποδεικνύοντας διαφορετική ευαισθησία, που συνδέεται κυρίως με τη διαφορετική ικανότητα διαχωρισμού του νατρίου και του καλίου στο κυτταρόπλασμα (Carillo et al., 2020).

Σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες, έχει αποδειχθεί πως κάποια από τα είδη της οικογένειας *Asteraceae* έχουν ανεκτικότητα ή ακόμη και ανθεκτικότητα στην καταπόνηση με αλατότητα. Οι Salonikioti et al. (2015) και οι Alexopoulos et al. (2021), αναφέρουν ανεκτικότητα σε μέτρια έως υψηλά επίπεδα αλατότητας σε κάποια λαχανευόμενα είδη, όπως είναι η γαλατσίδα (*Reichardia picroides*), ο ζωχός (*Sonchus oleraceus*) και η κορκολεκανίδα (*Urospermum picroides*). Στα είδη αυτά, δεν επηρεάστηκε η απόδοση από την υψηλή αλατότητα λόγω NaCl, παρά την σημαντική συσσώρευση κατιόντων νατρίου στους φωτοσυνθετικούς ιστούς (Salonikioti et al., 2015). Αντίστοιχα, οι Alexopoulos et al. (2021), σε χειμερινή καλλιέργεια ανεπτυγμένη σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης εντός θερμοκηπίου, αναφέρουν πως η βλαστική ανάπτυξη της γαλατσίδας δεν επηρεάστηκε από την μέτρια αγωγιμότητα (6 dS/m) αλλά επηρεάστηκε αρνητικά από την υψηλή (10 dS/m). Ωστόσο, το περιεχόμενο των φύλλων σε χλωροφύλλες, καροτενοειδή και ολικά διαλυτά στερεά συστατικά παρέμειναν ανεπηρέαστα από την υψηλή αγωγιμότητα, ενώ η τιτλοδοτούμενη οξύτητα αυξήθηκε. Στη γαλατσίδα, η οποία εμφανίζεται πιο ανεκτική σε υψηλές συγκεντρώσεις NaCl στο νερό άρδευσης σε σχέση με άλλα λαχανευόμενα είδη όπως το *Taraxacum officinale*, *Hymenonema graecum* και *Picris echioides*, τα οποία επηρεάστηκαν αρνητικά από την αλατότητα, τόσο σε απόδοση όσο και σε ποιότητα, παρατηρήθηκε υψηλή συγκέντρωση προλίνης και αναλογικά χαμηλότερη μείωση της συγκέντρωσης καλίου στα φύλλα υπό συνθήκες αλατότητας. Η προλίνη, αποτελεί έναν σημαντικό οσμωλύτη η συσσώρευση του οποίου βοηθά στην υδατική ισορροπία των κυττάρων σε καταπονήσεις αλατότητας και έλλειψης νερού, ενώ η διατήρηση της συγκέντρωσης του καλίου στα κύτταρα υπό συνθήκες αλατότητας αποτελεί ένα σημαντικό μηχανισμό ανθεκτικότητας, λόγω του ανταγωνισμού των ιόντων K^+ και Na^+ στους ιστούς των φυτών υπό καταπόνηση NaCl.

Σε άλλη μελέτη, η γαλατσίδα αναφέρεται επίσης ως μετρίως ανεκτική στην αλατότητα, καθώς υπό την χορήγηση διαλύματος 50 mM NaCl αυξήθηκε το περιεχόμενο σε βιοδραστικά συστατικά χωρίς να επηρεαστεί η απόδοση κατά την 4^η εβδομάδα καλλιέργειας. Παρά την μείωση της παραγωγής νωπού και ξηρού βάρους κατά την 6^η εβδομάδα καλλιέργειας σε αυτές τις συνθήκες, αυξήθηκαν τα επίπεδα βιοδραστικών συστατικών. Επίσης, η εφαρμογή υψηλότερης αλατότητας 100 mM NaCl οδήγησε σε σημαντική μείωση συσσώρευσης νιτρικών. Ωστόσο, ανεπηρέαστα από τον χρόνο καλλιέργειας αλλά και από τα διαφορετικά επίπεδα αλατότητας, παρέμειναν τα επίπεδα των χλωροφυλλών και καροτενοειδών, ενώ η αντιοξειδωτική

δραστηριότητα, το περιεχόμενο σε ολικά φαινολικά, γλυκοζίδες φλαβονόλης και ανθοκυανίνες αυξήθηκε αναλογικά με την αλατότητα (Maggini et al., 2021)

Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν στην μελέτη των Sergio et al. (2012), καλλιεργώντας άγριο ραδίκι (*Cichorium intybus* L) σε φυτοδοχεία τοποθετημένα κάτω από προστατευτικό γυάλινο κάλυμμα σε υπαίθριο χώρο υπό την επίδραση δύο διαφορετικών επιπέδων αλατότητας του αρδευτικού νερού (100 και 200 mM NaCl). Παρατηρήθηκε ανεκτικότητα στο ενδιάμεσο επίπεδο (100 mM NaCl), και δραστική μείωση του νωπού αλλά και ξηρού βάρους βλαστών και ριζών, όταν τα φυτά αρδεύτηκαν με 200 mM NaCl. Ακόμη, η μαλονδιαλδεΐδη (MDA), εντοπίστηκε σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στα φύλλα σε σχέση με τις ρίζες, και μειώθηκε και στους δύο ιστούς υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας. Αντίθετα, η συγκέντρωση της προλίνης αυξήθηκε αναλογικά υπό συνθήκες αλατότητας, περισσότερο στις ρίζες σε σχέση με τα φύλλα, όπως και η δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων APX, CAT, POD και SOD, υποδηλώνοντας ενεργοποίηση αντιοξειδωτικών μηχανισμών.

Σε έρευνα που διεξήχθη από τους Petropoulos et al. (2017) στο σταμναγκάθι σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια, παρατηρήθηκε αύξηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε ξηρά ουσία, πρωτεΐνη, και στα επίπεδα γλυκόζης- φρουκτόζης- σακχαρόζης όταν τα φυτά δέχθηκαν άρδευση με θρεπτικό διάλυμα μέτριας αγωγιμότητας 6dS/m. Αντίστοιχα, η υψηλή αγωγιμότητα των 8dS/m οδήγησε σε υψηλότερη παραγωγή τέφρας αλλά σε μείωση όλων των παραπάνω παραμέτρων, όπως και του ασκορβικού οξέος κατά 35%. Ακόμη, το περιεχόμενο σε τοκοφερόλες και χλωροφύλλες μειώθηκε σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Το ασκορβικό οξύ, επίσης βρέθηκε μειωμένο σε μαρούλια που αρδεύονταν με διάλυμα αγωγιμότητας 10 mM NaCl (Giordano et al., 2021).

Όσον αφορά τις καλλιέργειες μαρουλιού υπό την επίδραση μέτριας έως υψηλής αλατότητας, υπάρχουν διαφορετικές αποκρίσεις και μελέτες. Οι Carillo et al. (2020) αναφέρουν αρνητική επίδραση στην φυλλική επιφάνεια, στην απόδοση του παραγόμενου προϊόντος, στη συγκέντρωση του φωσφόρου και καλίου, στο δείκτη SPAD και στην αποδοτικότητα χρήσης νερού υπό την χορήγηση διαλύματος αγωγιμότητας 30 mM NaCl, αλλά αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου, των ολικών φαινολικών συστατικών και του ασκορβικού οξέος στα 20 mM NaCl αντίστοιχα. Από την άλλη μεριά, οι Sakamoto et al. (2014), αναφέρουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες σε κόκκινο φυλλώδες μαρούλι όταν εφαρμόστηκε αλατούχο θρεπτικό διάλυμα 12,6 dS m⁻¹, και αυξημένη συγκέντρωση

χλωροφυλλών και καροτενοειδών με εφαρμογή θαλασσινού νερού αγωγιμότητας 10,6 dS m⁻¹.

Μελετώντας την απόκριση του *Amaranthus lividus* σε διαφορετικά επίπεδα αλατότητας, οι Hossain et al. (2022), αναφέρουν αύξηση των χρωματικών παραμέτρων b* και chroma (C), των πολυφαινολών και των φλαβονοειδών αλλά και των αντιοξειδωτικών κατά την χορήγηση διαλύματος αγωγιμότητας ίσης με 100 mM NaCl. Επιπροσθέτως, τα αποτελέσματα έδειξαν πως όσο αυξανόταν το επίπεδο αλατότητας τόσο μειωνόταν η περιεκτικότητα σε chl_a, chl_b και ολική chl. Αντίστοιχα, αξιοσημείωτη αύξηση παρατηρήθηκε σε 3 γονότυπους του *Amaranthus tricolor*, στις χρωματικές παραμέτρους L a*, b* και chroma, στη β-cyanin, στη β-xanthin, στη betalain, στα ολικά καροτενοειδή, στο β-καροτένιο, στο ασκορβικό οξύ, στις πολυφαινόλες, και στα φλαβονοειδή, καθώς και στην αντιοξειδωτική ικανότητα με την παρουσία 50 και 100 mmol L⁻¹ NaCl στο νερό άρδευσης (Sarker et al., 2018). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται στην μελέτη των Bonasia et al. (2017), όπου μέτρια επίπεδα αλατότητας (3,5 dS m⁻¹) σε καλλιέργεια ρόκας, οδήγησαν σε αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας και μείωση του περιεχομένου σε νιτρικά.

Ευεργετικά αποτελέσματα της αλατότητας στην συσσώρευση βιοδραστικών ουσιών αναφέρονται σε άλλα είδη λαχανικών όπως στην αγκινάρα και το κάρδαμο, όπου σύμφωνα με τους Colla et al. (2013), επίπεδα αλατότητας ίσα με 30 mM NaCl αύξησαν το περιεχόμενο σε ολικά φαινολικά και χλωρογενικό οξύ, την περιεκτικότητα των φύλλων σε κυναρίνη και λουτεολίνη, με ταυτόχρονη αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας, ενώ οι Rezazadeh et al. (2012) ανέφεραν αντίστοιχη επίδραση στο περιεχόμενο σε φαινολικά συστατικά (ολικά φαινολικά και φλαβονοειδή, χλωρογενικό και καφεϊκό οξύ) και στην αντιοξειδωτική ικανότητα σε φύλλα αγκινάρας υπό συνθήκες μέτριας αλατότητας (6,5 και 6,9 dS m⁻¹). Επιπλέον, σύμφωνα με τους Lucini et al. (2016), ο τύπος της αλατότητας ίσως παίζει σημαντικό ρόλο στο προφίλ της περιεκτικότητας σε φαινολικά σε φύλλα κάρδαμου, όπου η προσθήκη χλωριούχου καλίου στο θρεπτικό διάλυμα, μείωσε τις φλαβόνες και τις ισοφλαβόνες και αύξησε τους γλυκοζίτες των φλαβονοειδών.).

1.7. Σκοπός της εργασίας

Σήμερα, σε παγκόσμια κλίμακα, εντείνεται ολοένα και περισσότερο το πρόβλημα των υποβαθμισμένων εδαφών λόγω της υψηλής αλατότητας αλλά και της έλλειψης καλής ποιότητας αρδευτικού νερού. Τα δύο παραπάνω προβλήματα δυσχεραίνουν την καλλιέργεια πολλών λαχανοκομικών ειδών, καθώς τα περισσότερα είδη είναι ευαίσθητα στην μέτρια ή και υψηλή αγωγιμότητα, αφού παρεμποδίζεται η φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών και ταυτόχρονα συνήθως υποβαθμίζεται η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Ακόμη, πλέον είναι δεδομένο πως το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού, καθημερινά στρέφεται στην αναζήτηση υγιεινότερων τροφών, πλούσιων σε βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και αντιοξειδωτικά, όπως είναι τα λαχανικά και τα φρούτα. Όμως, με δεδομένη την συνεχή υποβάθμιση των γεωργικών γαιών, για να παραχθούν αυτά τα προϊόντα σε ποσότητες τέτοιες που να καλύπτουν τις ανάγκες του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού και ταυτόχρονα να έχουν υψηλή ποιότητα και διατροφική ασφάλεια, πρέπει να μελετηθεί η επίδραση της αλατότητας σε τέτοια είδη.

Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία, μελετήθηκε η επίδραση 3 διαφορετικών επιπέδων αλατότητας (2, 5 και 10 dS m⁻¹) στην απόδοση, ποιότητα και διατροφική αξία, δύο λαχανοκώμενων ειδών, της γαλατσίδας (*Reichardia picroides* (L.) Roth) και της σιταρήθρας (*Hedypnois cretica* (L.) Dum.Cours.) σε φθινοπωρινή καλλιέργεια σε φυτοδοχεία (γλάστρες) στην ύπαιθρο και σε θερμοκήπιο, καθώς και σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης στο θερμοκήπιο.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Σπορά – Μεταφύτευση

Η καλλιέργεια των φυτών πραγματοποιήθηκε στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο και στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Η σπορά της γαλατσίδας πραγματοποιήθηκε στις 23/08/21 σε τρυβλία που τοποθετήθηκαν σε θάλαμο προβλάστησης με σταθερή θερμοκρασία στους 20°C. Μόλις βλάστησαν, μεταφυτεύθηκαν σε δίσκους σποράς των 150 θέσεων με διαστάσεις 19x13x5 (cm) και μεταφέρθηκαν στο θερμοκήπιο. Η τελική μεταφύτευση σε δίσκους πολυστυρενίου 90 θέσεων για την επίπλευση, και σε φυτοδοχεία 3L με αναμειγμένη εμπλουτισμένη τύρφη με pH 5,5 (TS1, Klassman-Deilmann, Germany) και περλίτη (Perloflor, Isocon, Αθήνα) σε αναλογία 2:1 (κ.ο) έγινε στις 28/09/21. Αντίστοιχα για την σιταρήθρα η σπορά σε τρυβλία έγινε στις 23/08/21, ακολούθησε μετά από λίγες ημέρες η 1^η μεταφύτευση σε δοχεία σποράς, και η τελική μεταφύτευση στους δίσκους πολυστυρενίου και στα φυτοδοχεία έγινε στις 28/09/21. Και στα δύο είδη, οι επεμβάσεις αλατότητας ξεκίνησαν αμέσως μετά τη μεταφύτευση των φυτών, είτε με την τοποθέτηση των δίσκων σε δοχεία με θρεπτικό διάλυμα με προσθήκη NaCl στην επιπλέουσα υδροπονία, είτε με τη χορήγηση θρεπτικού διαλύματος με NaCl στα φυτοδοχεία. Παράλληλα, την ημέρα της μεταφύτευσης μεταφέρθηκαν στον αγρό τα φυτά που προορίζονταν για την ανάπτυξη σε φυτοδοχεία στον αγρό.

Η κατανομή των επεμβάσεων αλατότητας σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας (σε φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο και αγρό και στο σύστημα επίπλευσης στο θερμοκήπιο) έγινε με βάση το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, με τη χρήση τυχαιοποίησης έτσι ώστε να μην υπάρξει μεμονωμένη δυσμενής επίδραση εξαιτίας διαφόρων συνθηκών (σκίαση, σωλήνες θέρμανσης, παράθυρο θερμοκηπίου, άνεμος, προσβολή από ασθένειες, έντομα κλπ.). Οι δίσκοι πολυστυρενίου στο σύστημα επίπλευσης τοποθετήθηκαν σε λεκάνες 55L διαστάσεων 78x56x18 (cm), μέσα στις οποίες τοποθετήθηκαν αντλίες παροχής οξυγόνου, αφού γεμίστηκαν με πλήρες θρεπτικό διάλυμα, ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) 2 dS/m (θρεπτικό διάλυμα χωρίς NaCl - EC-2), 5 dS/m (EC-5) και 10 dS/m (EC-10), με την προσθήκη NaCl στο θρεπτικό διάλυμα έως την επιθυμητή αγωγιμότητα. Για κάθε είδος και επέμβαση,

χρησιμοποιήθηκαν 40 συνολικά φυτά, τα οποία κατανεμήθηκαν τυχαία στον χώρο σε 5 πειραματικά τεμάχια (επαναλήψεις) των 8 φυτών ανά τεμάχιο.

2.2. Υδρολίπανση

Τα φυτά στο θερμοκήπιο ποτίζονταν με θρεπτικό διάλυμα (300ml ανά φυτοδοχείο) ανά 3 περίπου ημέρες και τα φυτά στον αγρό ανά 4 με 5 ημέρες, λόγω βροχοπτώσεων. Υπολογίστηκε ότι συνολικά τα φυτά στον αγρό δέχθηκαν 30% λιγότερες αρδεύσεις (με την ίδια ποσότητα θρεπτικού διαλύματος ανά άρδευση) Για να δημιουργηθεί το θρεπτικό διάλυμα, πρώτα παρασκευάστηκαν πυκνά διαλύματα. Το θρεπτικό διάλυμα του οποίου η σύσταση παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.2.1, είναι κατάλληλο για καλλιέργεια λαχανομένων ειδών όπως το σταμναγκάθι (Chatzigianni et al., 2018) και είχε ηλεκτρική αγωγιμότητα 2,0 dS/m και pH 5,6.

Πίνακας 2.2.1.: Σύσταση θρεπτικού διαλύματος κατάλληλου για καλλιέργεια λαχανομένων ειδών.

Κάλιο	7 mmol/l
Ασβέστιο	4 mmol/l
Μαγνήσιο	2 mmol/l
Νιτρικό άζωτο	11,5 mmmol/l
Αμμωνιακό άζωτο	1,5 mmol/l
Φωσφορικά ιόντα	1,5 mmol/l
Σίδηρος	15 μmol/l
Μαγγάνιο	8 μmol/l
Ψευδάργυρος	7 μmol/l
Χαλκός	1 μmol/l
Βόριο	30 μmol/l
Μολυβδαίνιο	0,5 μmol/l
Πυρίτιο	2 mmol/l

2.3. Μετρήσεις πριν και κατά τη συγκομιδή

Από την ημέρα της μεταφύτευσης και καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών έως τη συγκομιδή τους, πραγματοποιούνταν εβδομαδιαίες μετρήσεις της διαμέτρου της ροζέτας των φύλλων και του αριθμού των φύλλων ανά φυτό, σε 3 τυχαία φυτά ανά επανάληψη (πειραματικό τεμάχιο).

Η συγκομιδή σε όλες τις περιπτώσεις πραγματοποιήθηκε με βάση το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, πριν την είσοδο των φυτών σε αναπαραγωγική φάση (ανάπτυξη ανθικού στελέχους) και όσο τα φύλλα ήταν τρυφερά, χωρίς τα παλιότερα φύλλα να παρουσιάζουν μάρανση, γήρανση και απώλεια πράσινου χρώματος.

Στη γαλατσίδα η συγκομιδή στο σύστημα επίπλευσης πραγματοποιήθηκε στις 02/11/21 (34 ημέρες μετά τη μεταφύτευση), στα φυτοδοχεία του θερμοκηπίου στις 04/11/21 (36 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) και στον αγρό στις 25/11/21 (57 ημέρες από την μεταφύτευση). Οι αντίστοιχες ημερομηνίες στη σιταρήθρα ήταν 26/10/21, 27/10/21 και 13/11/21 (28, 27 και 58 ημέρες μετά τη μεταφύτευση).

Από τα φυτά που συλλέχθηκαν, διατηρήθηκε μόνο το υπέργειο τμήμα, δηλαδή μέρος του βλαστού και τα φύλλα, αλλά μετρήσεις παραγωγής πραγματοποιήθηκαν μόνο στα φύλλα. Ακολούθησε ο προσδιορισμός παραμέτρων ανάπτυξης των φυτών, όπως ο προσδιορισμός του νωπού και ξηρού βάρους των φύλλων κάθε φυτού, της συνολικής φυλλικής επιφάνειας και του μήκους και πλάτους των μεγαλύτερων 4 φύλλων του κάθε φυτού. Αμέσως μετά, κάθε πειραματικό τεμάχιο (8 φυτά) διαχωρίστηκε τυχαία σε δύο δείγματα των 4 φυτών, με το ένα δείγμα να οδηγείται σε ξηραντήριο στους 80 °C για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους φύλλων ανά φυτό και του περιεχομένου % σε ξηρό βάρος, ενώ το άλλο αποθηκεύτηκε σε βαθιά κατάψυξη (-80 °C) για περαιτέρω χημικές αναλύσεις ποιοτικών και διατροφικών χαρακτηριστικών (τιτλοδοτούμενη οξύτητα, περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, ολικές φαιολικές ενώσεις, νιτρικά ιόντα, ολική χλωροφύλλη, καροτενοειδή και προλίνη).

2.4. Προσδιορισμός ποιοτικών/διατροφικών χαρακτηριστικών

2.4.1. Περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά

Ο προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών έγινε με χρήση διαθλασίμετρου χειρός, Schmidt και Haensch HR32B (Schmidt και Haensch GmbH

και Co., Berlin, Germany), σε ομογενοποιημένο ιστό που αποψύχθηκε. Με κατάλληλη σπάτουλα, τοποθετήθηκε μια σταγόνα καθαρού ιστού στο πρίσμα του οργάνου και έπειτα καλύφθηκε με το πλαστικό διαφανές κάλυμμα. Στη συνέχεια το διαθλασίμετρο στράφηκε προς το φως και μέσω της διόπτρας καταγράφηκε η μέτρηση. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε δυο φορές για κάθε πολτοποιημένο δείγμα ιστού ώστε τα αποτελέσματα να είναι πιο αξιόπιστα. Η ένδειξη του διαθλασίμετρου καταγράφηκε με ακρίβεια 0,2 °Brix και μετά τον υπολογισμό της θερμοκρασίας όπου γινόταν η μέτρηση (στους 22 °C), έγινε διόρθωση των τιμών στους 20 °C.

2.4.2. Περιεχόμενο σε χλωροφύλλες και καροτενοειδή

Το περιεχόμενο των φυτικών ιστών σε χλωροφύλλη a, b και ολική και σε καροτενοειδή εκτιμήθηκε με κάποιες τροποποιήσεις της μεθόδου των Arnon (1949) και Lichtentalerand Buschmann (2001).

Εκχύλιση: Σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρωσης των 15 ml τοποθετήθηκε δείγμα 1 g νωπού ιστού ζυγισμένο με ακρίβεια. Για την εκχύλιση προστέθηκαν 4ml διαλύματος ακετόνης 80% (v/v) και το δείγμα ομογενοποιήθηκε με χρήση ομογενοποιητή (Cat Unidrive X 1000D, CAT Scientific, Paso Robles, USA). Τα δείγματα παρέμειναν σε ψυγείο για 10-12 ώρες και έπειτα οι σωλήνες αυτοί τοποθετήθηκαν σε ψυχόμενη φυγόκεντρο στους 5300rpm, 15 °C για 20 min (Sigma 4-16, Osterode am Harz, Germany) και μετά το πέρας της φυγοκέντρωσης τα υπερκείμενα μεταφέρθηκαν σε άλλους σωλήνες. Στους σωλήνες με τον αρχικό ιστό προστέθηκαν πάλι 4 ml διαλύματος εκχύλισης, ανακινήθηκαν καλά με τη βοήθεια vortex και η διαδικασία επαναλήφθηκε άλλες δύο φορές.

Διαδικασία: Τα υπερκείμενα που ελήφθησαν από τις τρεις φυγοκεντρήσεις αναμειχθήκαν σε ένα σωλήνα για κάθε δείγμα και αραιώθηκαν με το διάλυμα εκχύλισης έως τα 50 ml. Έπειτα λήφθηκε δείγμα ίσο με 1ml και αραιώθηκε έως τα 4ml καθώς τα δείγματα είχαν πολύ υψηλές συγκεντρώσεις χλωροφύλλης. Στο διάλυμα αυτό με τη βοήθεια φασματοφωτόμετρου (Perkin-Elmer Lambda 1A, Waltham, Massachusetts, USA), έγινε μέτρηση της απορρόφησης στα 663, 647 και 470 nm.

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης a, b και της ολικής (σε mg/ml εκχυλίσματος) και των καροτενοειδών χρησιμοποιήθηκαν οι εξισώσεις (Lichtentaler and Buschmann, 2001) :

$$Ca=12,25*A^{663,2} - 2,79*A^{646,8}$$

$$Cb=21,50*A^{646,8} - 5,10*A^{663,2}$$

$$\text{ή } C = Ca + Cb$$

και για τα καροτενοειδή:

$$C(x+c)=(1000*A^{470} - 1,82*Ca - 85,02*Cb)/198$$

Τα επίπεδα της χλωροφύλλης a, b και ολικής και των καροτενοειδών εκφράστηκαν ως mg 100g⁻¹ νωπού βάρους ιστού.

2.4.3. Περιεχόμενο σε νιτρικά ιόντα

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του νιτρικού αζώτου στα φύλλα χρησιμοποιήθηκε η φασματοφωτομετρική μέθοδος της νιτροποίησης του σαλικυλικού οξέος σύμφωνα με τους Cataldo et al. (1975).

Εκχύλιση: Σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρησης των 15 ml τοποθετήθηκε 1 g δείγματος νωπού ιστού. Για την εκχύλιση προστέθηκαν 6 ml απεσταγμένου νερού σε κάθε δείγμα, ομογενοποιήθηκαν με ομογενοποιητή και τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 45 °C για 1 ώρα. Ακολούθησε φυγοκέντρηση (5300 rpm, 23 °C για 15 min) και λήψη του υπερκείμενου υγρού.

Διαδικασία: Σε κωνικές φιάλες με δείγματα όγκου 0,2 ml από κάθε υπερκείμενο υγρό προστέθηκαν 0,8 ml σαλικυλικού οξέος 5%, ακολούθησε ανάδευση και παραμονή των δειγμάτων σε θερμοκρασία δωματίου για 20 min. Στη συνέχεια, προστέθηκαν 19 ml NaOH (2N), έγινε καλή ανάδευση και αφήθηκαν σε ηρεμία για 20 min, μέχρι να έλθουν σε θερμοκρασία δωματίου. Τέλος, με τη βοήθεια φασματοφωτόμετρου, έγινε μέτρηση της απορρόφησης των διαλυμάτων στα 410 nm. Η καμπύλη αναφοράς προετοιμάστηκε με βάση διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων NO₃ με τη χρήση KNO₃.

Η έκφραση των αποτελεσμάτων έγινε σε mg NO₃⁻ ανά 100 g νωπού βάρους ιστού.

2.4.4. Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των ολικών φαινολικών ουσιών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu (Singleton and Rossi, 1965), με κάποιες τροποποιήσεις, σύμφωνα με τους Velioglu et al. (1998).

Εκχύλιση: Σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρησης των 15 ml τοποθετήθηκε δείγμα 1 g νωπού ιστού. Για την εκχύλιση προστέθηκαν 4 ml διαλύματος μεθανόλης 80% (v/v) ανά δείγμα και ομογενοποιήθηκε με ομογενοποιητή. Έπειτα, όλοι οι σωλήνες φυγοκέντρησης τοποθετήθηκαν σε orbital shaker (200rpm) για 1h15' σε θερμοκρασία

δωματίου και κατόπιν τοποθετήθηκαν σε ψυχόμενη φυγόκεντρο (5300rpm, 18 °C για 15 min). Μετά τη φυγοκέντρηση διαχωρίστηκαν τα υπερκείμενα και μεταφέρθηκαν σε άλλους σωλήνες. Στους σωλήνες με τον αρχικό ιστό προστέθηκαν πάλι 4 ml διαλύματος εκχύλισης και η διαδικασία επαναλήφθηκε. Τα υπερκείμενα που ελήφθησαν από τις δύο φυγοκεντρήσεις αναμείχθηκαν σε ένα σωλήνα για κάθε δείγμα. Διαδικασία: Δείγματα όγκου 300 μl λήφθηκαν από τη μείξη των υπερκειμένων και τοποθετήθηκαν σε σωλήνες φυγοκέντρησης των 15 ml. Προστέθηκαν 2,25 ml αντιδραστήριου Folin-Ciocalteu και ακολούθησε ανάδευση (με vortex). Μετά από 5 λεπτά παραμονής του διαλύματος αυτού σε θερμοκρασία δωματίου, προστέθηκαν 2,25 ml υδατικού διαλύματος άνυδρου ανθρακικού νατρίου (Na_2CO_3 , 60 g/l), ακολούθησε ανάδευση σε vortex και μετά τη πάροδο 90 λεπτών σε θερμοκρασία δωματίου, μετρήθηκε η απορρόφηση στα 765 nm με τη χρήση φασματοφωτόμετρου. Παράλληλα, μετρήθηκαν οι απορροφήσεις διαλυμάτων γαλλικού οξέος γνωστών συγκεντρώσεων για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν εις διπλούν για κάθε δείγμα και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ισοδύναμων γαλλικού οξέος ανά 100gr νωπού βάρους ιστού ($\text{mg GAE } 100\text{g}^{-1}$ v.β.).

2.4.5. Περιεχόμενο σε προλίνη

Η συγκέντρωση της προλίνης εκτιμήθηκε με κάποιες τροποποιήσεις των μεθόδων των Bates et al. (1973) και του Clausen (2005).

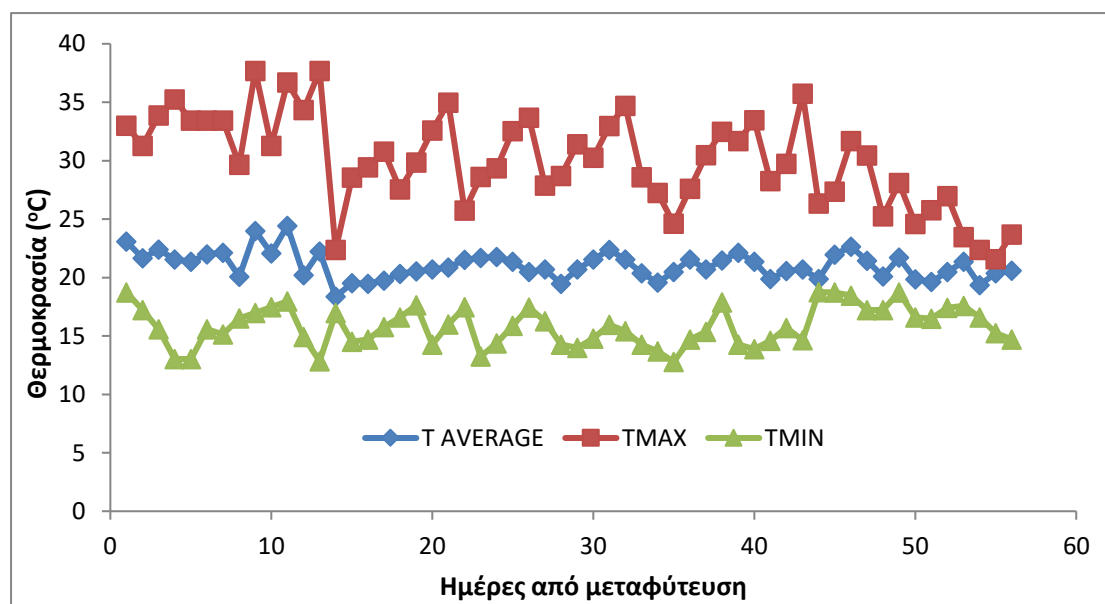
Εκχύλιση: Σε πλαστικούς σωλήνες των 15ml ζυγίστηκε δείγμα 1 gr νωπού ιστού και προστέθηκε 10ml σουλφοσαλικυλικό οξύ. Έπειτα έγινε ομογενοποίηση του δείγματος με ομογενοποιητή και ακολούθησε φιλτράρισμα των δειγμάτων με απορροφητικό χαρτί σε γυάλινες κωνικές φιάλες των 25 ml.

Διαδικασία: Σε γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες των 10 ml , τοποθετήθηκαν 2ml εκχυλίσματος από κάθε εκχύλιση δείγματος, 2ml οξική νινυδρίνη και 2ml οξικό οξύ. Παρέμειναν για 1h σε κατάσταση βρασμού στους 100°C και έπειτα μεταφέρθηκαν στον πάγο για 10' με σκοπό να τερματιστεί η αντίδραση. Στην συνέχεια, στους σωλήνες προστέθηκε 4ml τολουένιο, έγινε ανάδευση και αφέθηκαν σε ηρεμία για 5' για να γίνει διαχωρισμός οργανικής και ανόργανης φάσης. Τέλος, με τη βοήθεια φασματοφωτόμετρου προσδιορίστηκε η απορρόφηση της χρωμοφόρου φάσης που περιέχει το τολουένιο (υδατική φάση) στα 520nm. Παράλληλα, μετρήθηκαν οι απορροφήσεις διαλυμάτων καθαρής προλίνης γνωστών συγκεντρώσεων για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης. Οι απορροφήσεις μετατράπηκαν βάσει της καμπύλης

αναφοράς των πρότυπων διαλυμάτων και τα τελικά αποτελέσματα εκφράστηκαν σε $\mu\text{mol proline/g}$ νωπού βάρους ιστού

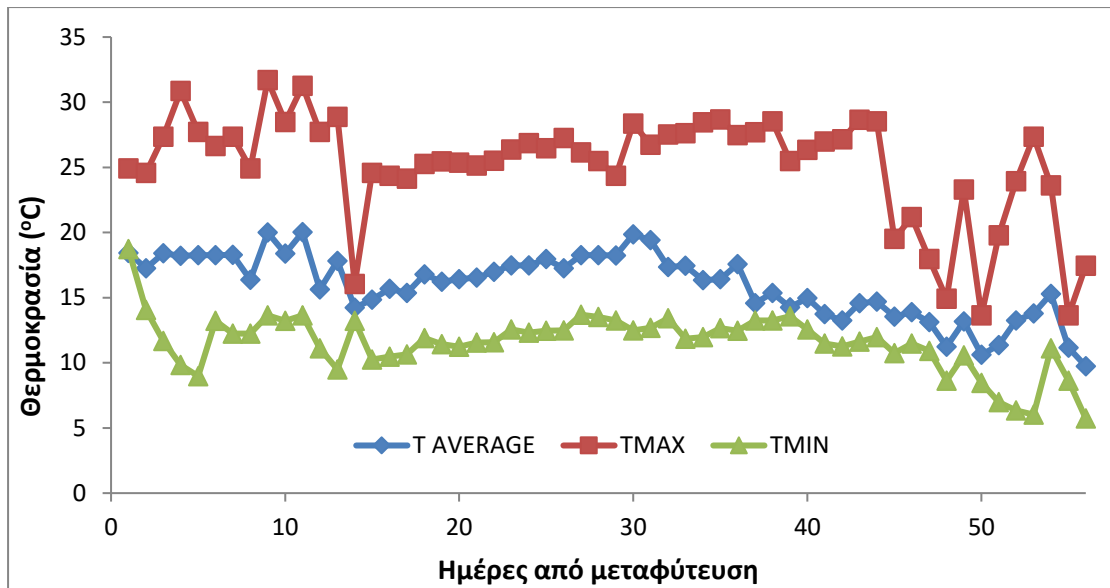
2.5. Κλιματικά δεδομένα

Στα παρακάτω διαγράμματα (2.5.1 και 2.5.2) που ακολουθούν απεικονίζονται οι μέσες, ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες που επικράτησαν στο θερμοκήπιο και στον αγρό αντίστοιχα κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας.



Διάγραμμα 2.5.1.: Μέσες, ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες που επικράτησαν κατά την διάρκεια της καλλιέργειας στο θερμοκήπιο.

Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας εντός θερμοκηπίου, σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, οι ελάχιστες θερμοκρασίες που επικράτησαν κυμάνθηκαν περί τους 11-12 °C λόγω της εφαρμογής θέρμανσης η οποία ενεργοποιούταν αυτόματα όταν οι θερμοκρασίες έπεφταν κάτω από τους 14 °C, σύμφωνα με αισθητήρες που ήταν τοποθετημένοι στο θερμοκήπιο. Αντίστοιχα, οι μέσες θερμοκρασίες κυμάνθηκαν στους 20-23 °C, ενώ οι μέγιστες κάποιες φορές ξεπέρασαν και τους 35 °C.



Διάγραμμα 2.5.2.: Μέσες, ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες που επικράτησαν κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας στον αγρό.

Από την άλλη μεριά, όπως είναι αναμενόμενο, οι θερμοκρασίες που επικράτησαν στον αγρό, ήταν πολύ χαμηλότερες, με τις ελάχιστες μάλιστα να αγγίζουν τους 5 °C. Κατά το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της καλλιέργειας η θερμοκρασία ήταν μεταξύ 15-20 °C, ενώ οι μέγιστες μόλις ξεπέρασαν τους 30 °C και μάλιστα στην αρχή της καλλιέργειας.

2.6. Στατιστική ανάλυση

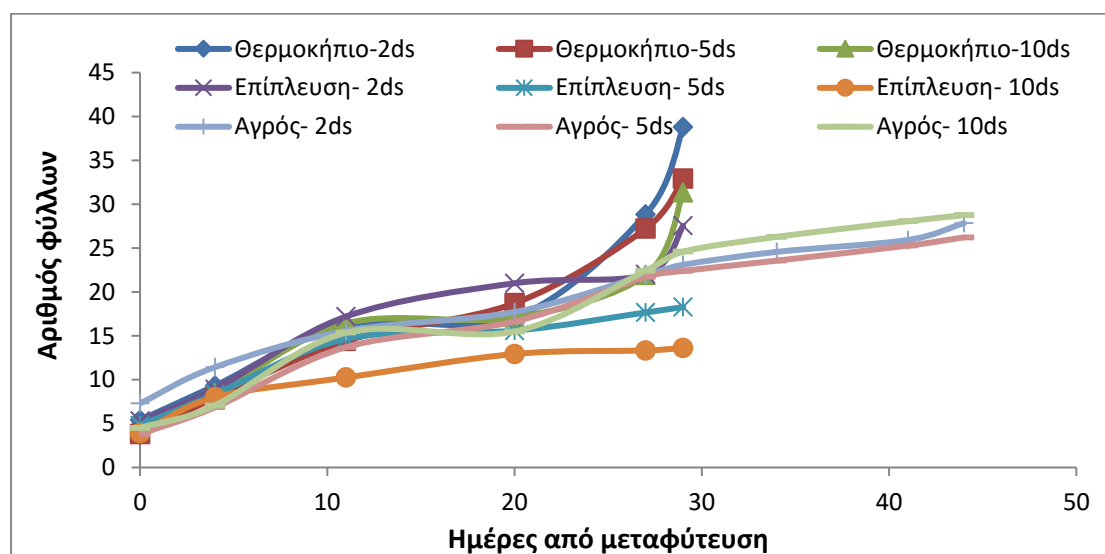
Ο σχεδιασμός και η ανάλυση του πειράματος πραγματοποιήθηκε ως μονοπαραγοντικό πείραμα με βάση το εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο. Τα δεδομένα του πειράματος αναλύθηκαν με βάση μονοπαραγοντική ανάλυση διασποράς (one-way ANOVA). Η μελέτη της σημαντικότητας των επεμβάσεων πραγματοποιήθηκε σε επίπεδο σημαντικότητας 5% και οι διαφορές των μέσων προσδιορίστηκαν με βάση το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (Ε.Σ.Δ.). Για τις στατιστικές αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα StatGraphics Centurion (Statgraphics Technologies, Inc., VA, USA).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σιταρήθρα

3.1.1. Αριθμός φύλλων

Στο διάγραμμα 3.1.1. που ακολουθεί, παρουσιάζεται η πορεία ανάπτυξης του αριθμού των φύλλων σε όλη την διάρκεια της καλλιέργειας της σιταρήθρας, στα τρία συστήματα ανάπτυξης και τρεις διαφορετικές αγωγιμότητες.



Διάγραμμα 3.1.1.: Πορεία ανάπτυξης αριθμού των φύλλων σιταρήθρας, σε τρία συστήματα καλλιέργειας και τρεις διαφορετικές αγωγιμότητες.

Στο παραπάνω γράφημα φαίνεται πως όλες οι επεμβάσεις, ανεξαρτήτως συστήματος και αγωγιμότητας, ακολούθησαν όμοια πορεία ανάπτυξης φύλλων από την αρχή έως και την 23η περίπου ημέρα. Στη συνέχεια, στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια, ανεξαρτήτως αγωγιμότητας, αυξήθηκε απότομα ο αριθμός των φύλλων μέσα σε 10 ημέρες και έπειτα συγκομίστηκαν. Από την άλλη, οι μεταχειρίσεις της επίπλευσης παρέμειναν σε μικρότερο αριθμό φύλλων, ενώ τα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό είχαν εκτενέστερη διάρκεια ανάπτυξης, χωρίς ιδιαίτερη διαφοροποίηση μεταξύ τους.

Στον πίνακα 3.1.1. που ακολουθεί παρουσιάζονται συγκεντρωτικά ο τελικός αριθμός των φύλλων που παράχθηκαν στην σιταρήθρα, στα τρία διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας και στις τρεις μεταχειρίσεις αγωγιμότητας.

Πίνακας 3.1.1. Αριθμός φύλλων φυτών σιταρήθρας κατά τη συγκομιδή, στα τρία συστήματα καλλιέργειας, με τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις αγωγιμότητας.

Επέμβαση	Αριθμός φύλλων
Θερμοκήπιο - EC-2	38,8 ± 4,3 a*
Θερμοκήπιο - EC-5	32,9 ± 6,0 b
Θερμοκήπιο - EC-10	31,4 ± 2,0 bc
Επίπλευση - EC-2	27,5 ± 2,4 cd
Επίπλευση - EC-5	18,3 ± 1,3 e
Επίπλευση - EC-10	13,6 ± 1,3 f
Αγρός - EC-2	27,8 ± 1,3 cd
Αγρός - EC-5	26,2 ± 1,6 d
Αγρός - EC-10	28,7 ± 2,6 cd

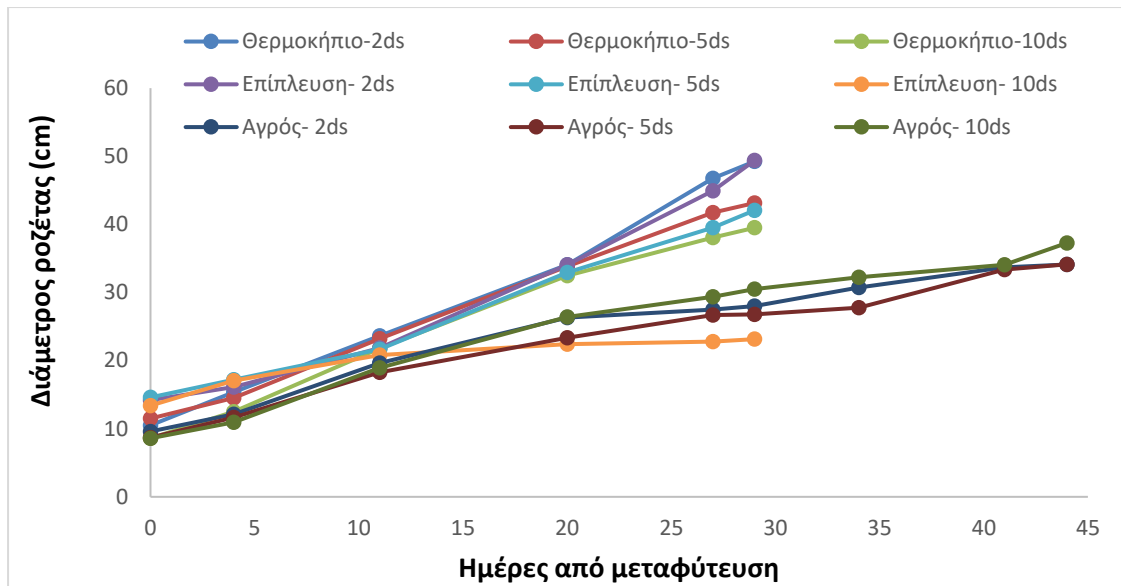
*μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στον παραπάνω πίνακα, φαίνεται πως τα φυτά που αναπτύχθηκαν στα φυτοδοχεία θερμοκηπίου, ανέπτυξαν περισσότερα φύλλα από τα υπόλοιπα συστήματα καλλιέργειας, ακολουθούν τα φυτοδοχεία του αγρού, και τέλος η επίπλευση. Ωστόσο, μεταξύ των μεταχειρίσεων αγωγιμότητας, στα φυτοδοχεία του θερμοκηπίου και στην επίπλευση, φέρει μεγαλύτερο αριθμό φύλλων ο μάρτυρας σε σύγκριση με τις υψηλότερες αγωγιμότητες, ενώ μεταξύ όλων των επεμβάσεων του αγρού, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά.

3.1.2. Διάμετρος ροζέτας

Στο διάγραμμα 3.1.2. παρουσιάζεται η πορεία της ανάπτυξης του διαμέτρου της ροζέτας της σιταρήθρας στα τρία συστήματα καλλιέργειας και στις τρεις μεταχειρίσεις αγωγιμότητας που πραγματοποιήθηκαν.

Από το διάγραμμα φαίνεται πως η διάμετρος της ροζέτας αναπτύχθηκε ομοιόμορφα σε όλα τα συστήματα και τις μεταχειρίσεις μέχρι τις πρώτες 10 ημέρες. Στην συνέχεια, όλα τα φυτά που αναπτύχθηκαν εντός θερμοκηπίου (φυτοδοχεία και επίπλευση), εκτός της υψηλής αγωγιμότητας της επίπλευσης, ανέπτυξαν μεγαλύτερη διάμετρο ροζέτας και συγκομίστηκαν συντομότερα. Τα φυτά του αγρού, κινήθηκαν σε χαμηλότερες τιμές διαμέτρου ροζέτας, χωρίς μεγάλες διαφοροποιήσεις μεταξύ των αγωγιμοτήτων αλατότητας.



Διάγραμμα 3.1.2.: Πορεία ανάπτυξης της διαμέτρου της ροζέτας της σιταρήθρας, στα τρία συστήματα καλλιέργειας και στις τρεις αγωγιμότητες.

Στον πίνακα 3.1.2. που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές της διαμέτρου της ροζέτας των φυτών σιταρήθρας στις πειραματικές επεμβάσεις κατά τη συγκομιδή.

Πίνακας 3.1.2. Διάμετρος της ροζέτας φυτών σιταρήθρας κατά τη συγκομιδή, στα τρία συστήματα καλλιέργειας, με τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις αγωγιμότητας.

Επέμβαση	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Θερμοκήπιο - EC-2	49,2 ± 3,9 a
Θερμοκήπιο - EC-5	43,1 ± 2,9 b
Θερμοκήπιο - EC-10	39,5 ± 2,6 cd
Επίπλευση - EC-2	49,4 ± 2,8 a
Επίπλευση - EC-5	42,1 ± 1,1 bc
Επίπλευση - EC-10	23,1 ± 1,1 f
Αγρός - EC-2	34,1 ± 1,7 e
Αγρός - EC-5	34,1 ± 1,4 e
Αγρός - EC-10	37,3 ± 3,8 de

*μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, σε γενικές γραμμές, τα φυτά που αναπτύχθηκαν εντός θερμοκηπίου (φυτοδοχεία και επίπλευση) ανέπτυξαν μεγαλύτερη

διάμετρο ροζέτας από τα φυτά του αγρού. Σημαντική εξαίρεση αποτελεί η υψηλή αγωγιμότητα της επίπλευσης η οποία φέρει με στατιστικά σημαντική διαφορά την μικρότερη διάμετρο όλων των επεμβάσεων. Τόσο στα φυτοδοχεία θερμοκηπίου, όσο και στην επίπλευση, μεταξύ των μεταχειρίσεων της αγωγιμότητας, ο μάρτυρας έφερε μεγαλύτερη διάμετρο ροζέτας, ακολουθεί η μέτρια αγωγιμότητα και τέλος η υψηλή. Ωστόσο, μεταξύ των μεταχειρίσεων του αγρού, ακολουθείται όμοια λογική με τον αριθμό των φύλλων, καθώς ούτε εδώ παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά.

3.1.3. Μετρήσεις ανάπτυξης μετά την συγκομιδή

Στον Πίνακα 3.1.3. παρουσιάζονται μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν μετά τη συγκομιδή των φυτών, όπως ο προσδιορισμός της φυλλικής επιφάνειας, το μέσο μήκος και πλάτος των 4 μεγαλύτερων φύλλων ανά φυτό.

Πίνακας 3.1.3. Φυλλική επιφάνεια, μέσο μήκος και πλάτος 4 μεγαλύτερων φύλλων φυτών σιταρήθρας, σε τρία συστήματα καλλιέργειας με τρία επίπεδα αλατότητας.

Επέμβαση	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Μέσο μήκος 4 μεγαλύτερων φύλλων (cm)	Μέσο πλάτος 4 μεγαλύτερων φύλλων (cm)
Θερμοκήπιο - EC-2	664 ± 33 a	24,6 ± 2,0 a	4,72 ± 0,13 a
Θερμοκήπιο - EC-5	554 ± 43 b	21,6 ± 1,4 b	4,48 ± 0,34 a
Θερμοκήπιο - EC-10	440 ± 34 c	19,8 ± 1,3 cd	3,80 ± 0,29 b
Επίπλευση - EC-2	416 ± 33 c	24,7 ± 1,4 a	3,77 ± 0,25 bc
Επίπλευση - EC-5	279 ± 10 d	21,0 ± 0,6 bc	3,50 ± 0,20 bcd
Επίπλευση - EC-10	101 ± 10 e	11,6 ± 0,6 f	2,24 ± 0,05 e
Αγρός - EC-2	432 ± 22 c	17,1 ± 0,8 e	3,37 ± 0,26 d
Αγρός - EC-5	400 ± 32 c	17,1 ± 0,7 e	3,34 ± 0,29 d
Αγρός - EC-10	423 ± 46 c	18,6 ± 1,9 de	3,44 ± 0,4 cd

*μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Ως προς την ανάπτυξη των φύλλων, μεταξύ των συστημάτων, φαίνεται πως στα φυτά που αναπτύχθηκαν εντός θερμοκηπίου, η επίπλευση και τα φυτοδοχεία δηλαδή, οι μάρτυρες ανέπτυξαν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια, όπως και τιμές πλάτους και μήκους μεγίστων φύλλων, από τις άλλες δύο αγωγιμότητες. Στην επίπλευση, υπάρχει

στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο επιπέδων αλατότητας όπου η μέτρια έφερε υψηλότερες τιμές στις παραπάνω παραμέτρους από την υψηλή, όπως και στα φυτοδοχεία θερμοκηπίου. Όσον αφορά τα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό, δεν προέκυψε σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών μεταχειρίσεων αλατότητας σε καμία από τις παραπάνω παραμέτρους.

Συγκρίνοντας τα συστήματα ωστόσο, η φυλλική επιφάνεια είναι μεγαλύτερη στα φυτοδοχεία του θερμοκηπίου, έπεται ο αγρός και ο μάρτυρας της επίπλευσης και τέλος τα δύο επίπεδα αλατότητας στην επίπλευση. Το μέσο μήκος και πλάτος μεγίστου φύλλου φέρει υψηλότερες τιμές στα φυτοδοχεία θερμοκηπίου, ακολουθούν ο μάρτυρας και η μέτρια αλατότητα στην επίπλευση και τέλος βρίσκονται οι υπόλοιπες επεμβάσεις.

Πέραν των παραπάνω μετρήσεων, κατά την συγκομιδή των φυτών, προσδιορίστηκε το νωπό βάρος των φυτών, και έπειτα μέσω ξήρανσης υπολογίστηκε το ξηρό βάρος αλλά και το ποσοστού ξηρού βάρους των φυτών, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 3.1.4.

Πίνακας 3.1.4. Νωπό, ξηρό βάρος φύλλων ανά φυτό και % ξηρό βάρος φύλλων φυτών σιταρήθρας, σε τρία συστήματα καλλιέργειας με τρία επίπεδα αλατότητας.

Επέμβαση	Νωπό βάρος φυτών (g)	Ξηρό βάρος φυτών (g)	Ποσοστό ξηρού βάρους (%)
Θερμοκήπιο - EC-2	27,5 ± 1,9 a	2,20 ± 0,15 c	8,01 ± 0,71 c
Θερμοκήπιο - EC-5	22,9 ± 2,0 b	1,83 ± 0,16 d	8,23 ± 0,84 bc
Θερμοκήπιο - EC-10	17,8 ± 1,7 c	1,42 ± 0,14 e	8,22 ± 0,45 bc
Επίπλευση - EC-2	19,4 ± 1,2 c	1,36 ± 0,08 e	7,64 ± 0,89 c
Επίπλευση - EC-5	14,8 ± 0,5 d	1,33 ± 0,05 e	9,41 ± 1,52 b
Επίπλευση - EC-10	4,88 ± 0,6 e	0,53 ± 0,03 f	12,0 ± 0,01 a
Αγρός - EC-2	24,6 ± 0,8 b	2,96 ± 0,12 a	11,5 ± 0,58 a
Αγρός - EC-5	23,5 ± 0,9 b	2,82 ± 0,11 ab	11,4 ± 1,34 a
Αγρός - EC-10	24,4 ± 2,3 b	2,69 ± 0,25 b	11,4 ± 0,55 a

*μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Το μεγαλύτερο νωπό βάρος των φυτών της σιταρήθρας εμφανίστηκε στον μάρτυρα των φυτοδοχείων του θερμοκηπίου, ακολουθεί το ενδιάμεσο επίπεδο αλατότητας του ίδιου συστήματος μαζί με τις 3 αγωγιότητες των φυτών του αγρού.

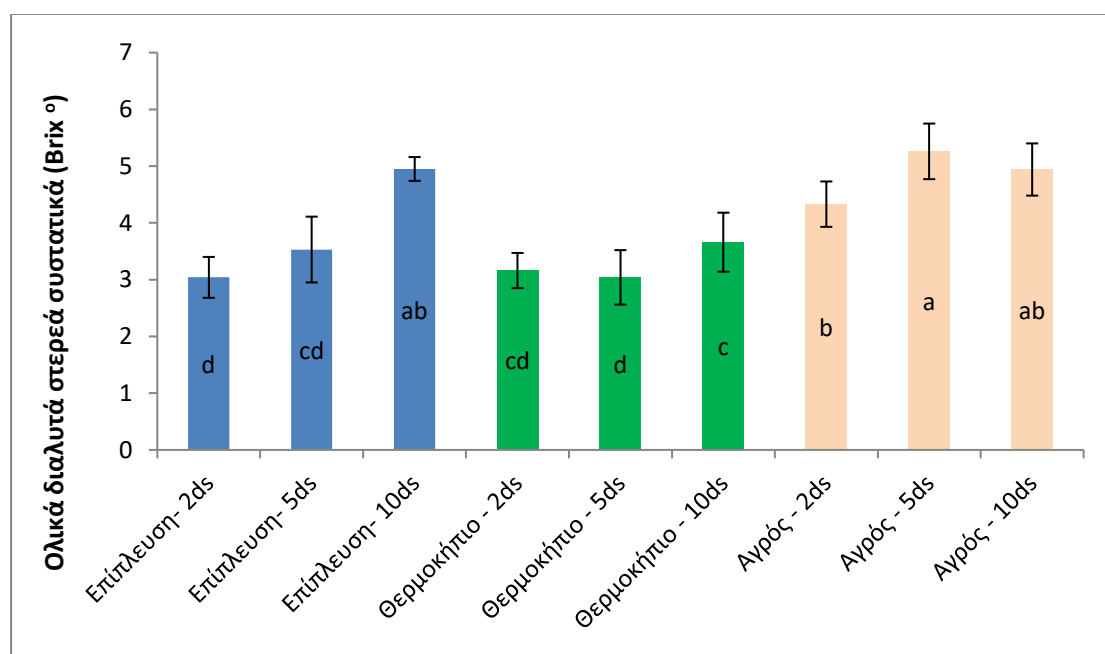
Έπειτα, με χαμηλότερες τιμές εμφανίζονται η υψηλή αλατότητα των φυτοδοχείων του θερμοκηπίου και ο μάρτυρας της επίπλευσης. Ακολουθούν η μέτρια αλατότητα της επίπλευσης, και τέλος με υποτριπλάσιες τιμές η υψηλή αλατότητα του ίδιου συστήματος.

Όσον αφορά ξηρό βάρος των φυτών, μεγαλύτερες τιμές φέρουν τα φυτά που αναπτύχθηκαν στις εξωτερικές συνθήκες του αγρού. Ακολουθούν ο μάρτυρας και η μέτρια αγωγιμότητα των φυτοδοχείων και τέλος έπονται όλες οι άλλες μεταχειρίσεις. Ωστόσο, το μικρότερο ξηρό βάρος όλων με διαφορά φέρει η υψηλή αλατότητα των φυτών της επιπλέουσας υδροπονίας.

Το ποσοστό του ξηρού βάρους των φύλλων εμφανίστηκε αυξημένο στα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό και στην υψηλή αλατότητα της επίπλευσης. Έπειτα ακολουθεί η μέτρια αγωγιμότητα και τέλος όλες οι υπόλοιπες επεμβάσεις.

3.1.4. Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά

Στο διάγραμμα 3.1.3. που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές του περιεχομένου σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά των φύλλων της σιταρήθρας, που καλλιεργήθηκε σε φυτοδοχεία αγρού, φυτοδοχεία θερμοκηπίου και επίπλευση υπό την χορήγηση τριών διαφορετικών επιπέδων αγωγιμότητας (2, 5 και 10 dS/m).

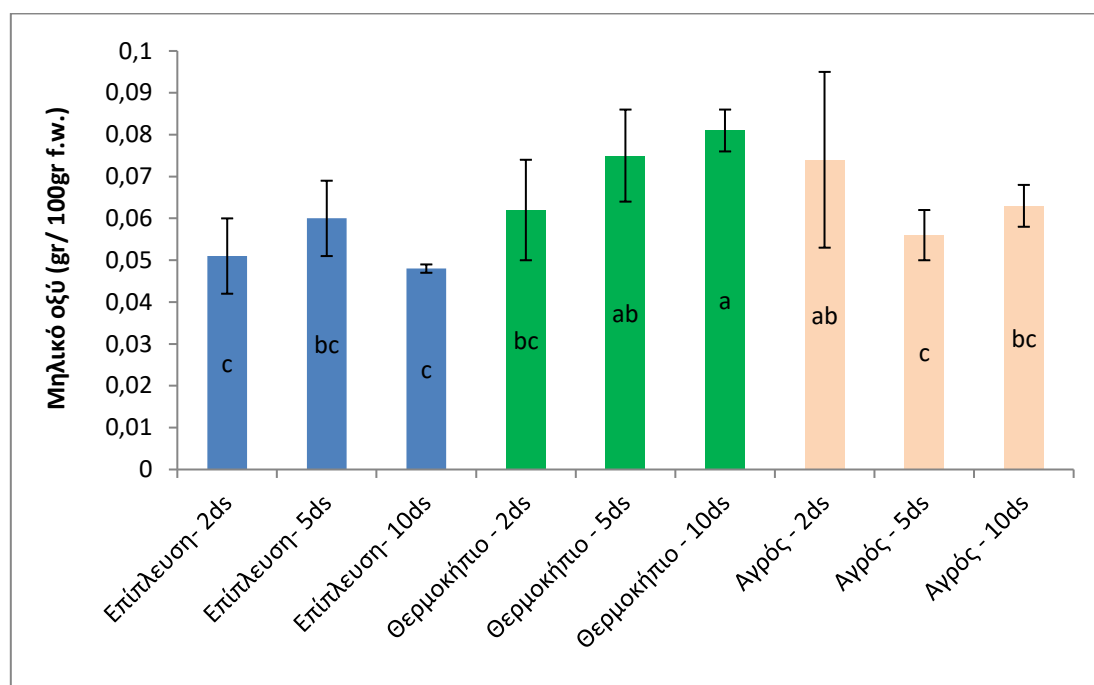


Διάγραμμα 3.1.3. Περιεκτικότητα των φύλλων της σιταρήθρας σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, σε τρία διαφορετικά συστήματα ανάπτυξης με τρία επίπεδα αλατότητας.

Στο διάγραμμα 3.1.3. Παρατηρείται ότι υψηλότερα επίπεδα εμφανίζονται στα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό ανεξάρτητα από την αλατότητα, και στην υψηλή αλατότητα στην επιπλεύουσα υδροπονία. Και στα δύο συστήματα στο θερμοκήπιο (φυτοδοχεία και υδροπονία) οι υψηλή αλατότητα επέδρασε σε σημαντικά υψηλότερες τιμές σε σχέση με το μάρτυρα και την ενδιάμεση αλατότητα, κάτι που συνέβη και στον αγρό μόνο μεταξύ ενδιάμεσης αλατότητας και μάρτυρα.

3.1.5. Τιτλοδοτούμενη οξύτητα

Στο διάγραμμα 3.1.4. παρουσιάζονται οι τιμές της τιτλοδοτούμενης οξύτητας φύλλων σιταρήθρας, που καλλιεργήθηκε σε τρία συστήματα ανάπτυξης με τρία επίπεδα αλατότητας.

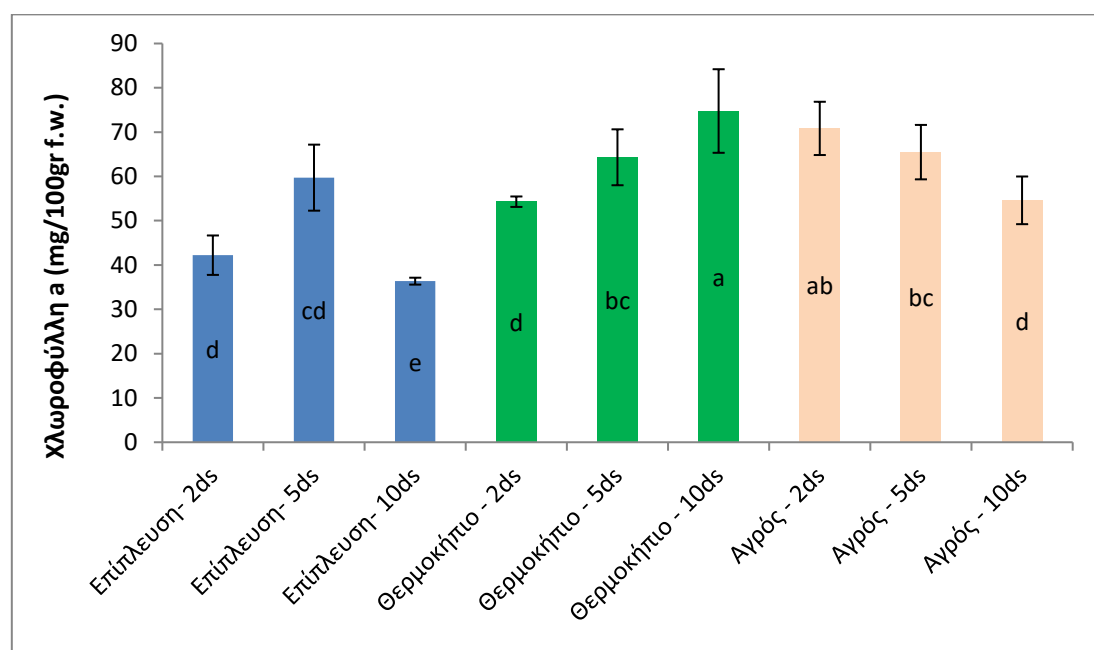


Διάγραμμα 3.1.4. Τιτλοδοτούμενη οξύτητα φύλλων σιταρήθρας σε τρία συστήματα ανάπτυξης με τρία επίπεδα αλατότητας.

Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα των φύλλων εμφάνισε σχετικά μικρές διαφοροποιήσεις τόσο μεταξύ των αλατοτήτων εντός του εκάστοτε συστήματος, όσο και μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων. Ωστόσο, η μέτρια και η υψηλή αγωγιμότητα των φυτοδοχείων του θερμοκηπίου και ο μάρτυρας του αγρού, φέρουν τις υψηλότερες τιμές. Έπονται όλες οι άλλες μεταχειρίσεις, χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά.

3.1.6. Περιεχόμενο σε χλωροφύλλη -α, -β, ολικές και καροτενοειδή

Στα διαγράμματα 3.1.5, 3.1.6., 3.1.7., και 3.1.8. παρουσιάζονται οι τιμές του περιεχομένου των φύλλων της σιταρήθρας σε χλωροφύλλη a, χλωροφύλλη b, ολική χλωροφύλλη και καροτενοειδή, υπό την επίδραση των τριών συστημάτων καλλιέργειας και των τριών επιπέδων αλατότητας.

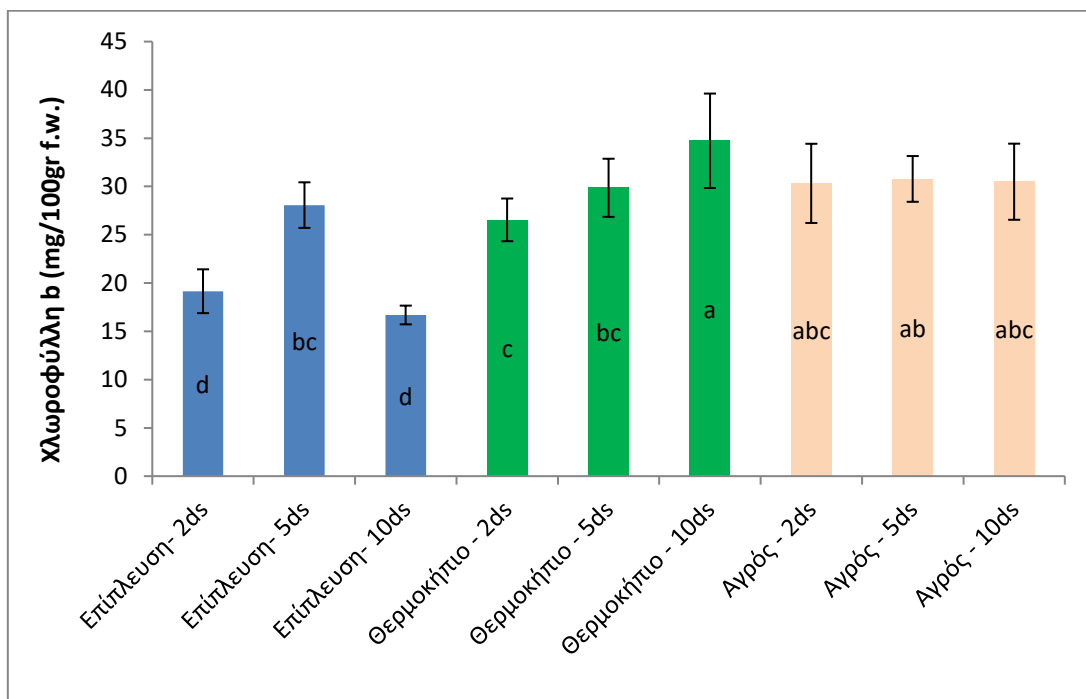


Διάγραμμα 3.1.5. Περιεχόμενο των φύλλων σιταρήθρας σε χλωροφύλλη a, σε καλλιέργεια τριών συστημάτων ανάπτυξης και τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας.

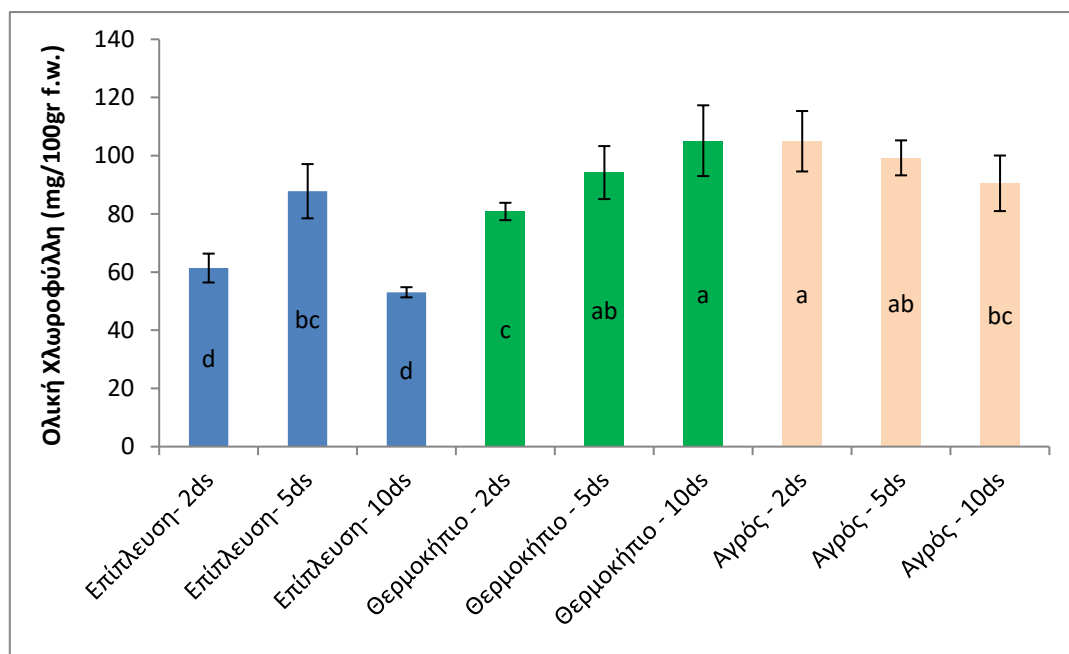
Οι τιμές της χλωροφύλλης a, σε γενικές γραμμές είναι αυξημένες στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε φυτοδοχεία τόσο στο θερμοκήπιο, όσο και στον αγρό, σε σχέση με τα φυτά στο σύστημα επίπλευσης, στις αντίστοιχες αλατότητες. Αναλυτικότερα, η υψηλή αγωγιμότητα των φυτοδοχείων θερμοκηπίου, και ο μάρτυρας μαζί με την μέτρια αγωγιμότητα των φυτών του αγρού, έχουν τις υψηλότερες τιμές αυτής της παραμέτρου. Έπονται, οι μεταχειρίσεις της μέτριας αλατότητας στα φυτοδοχεία (εντός και εκτός θερμοκηπίου). Εν συνεχεία είναι ο μάρτυρας της επίπλευσης και η υψηλή αλατότητα του αγρού. Τέλος, μικρότερες τιμές όλων έχει η μεταχείριση της υψηλής αλατότητας της επιπλέουσας υδροπονίας.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.1.6, οι πειραματικές επεμβάσεις (σύστημα καλλιέργειας και επίπεδο αλατότητας) επέδρασαν με όμοιο τρόπο στις τιμές της

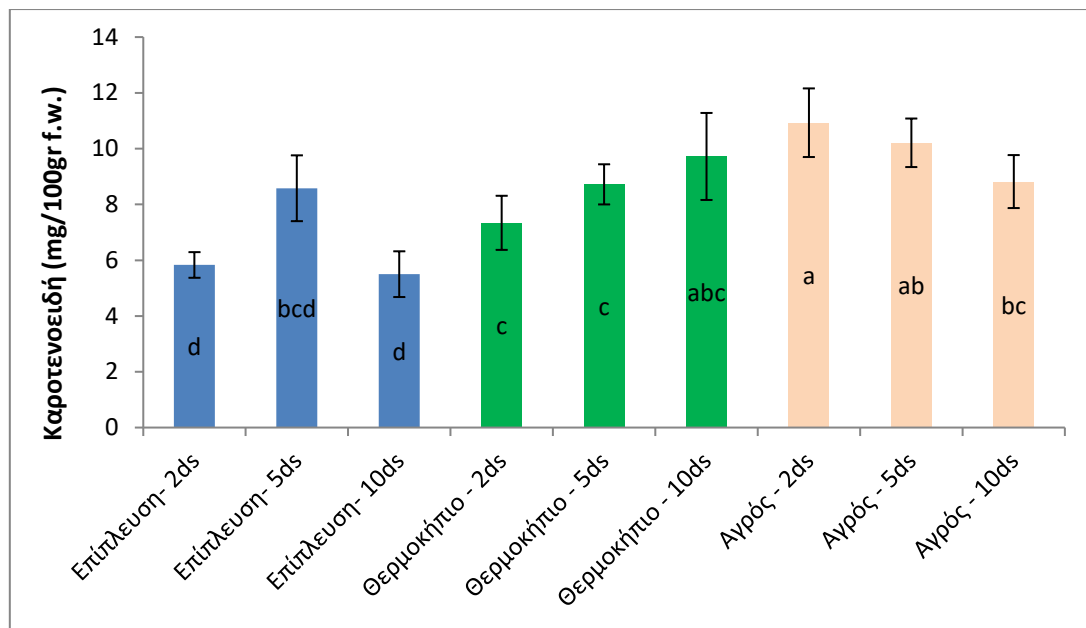
χλωροφύλλης b όπως στην χλωροφύλλη a, εκτός από τον αγρό όπου δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση της αλατότητας στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης b.



Διάγραμμα 3.1.6. Περιεχόμενο των φύλλων σιταρήθρας σε χλωροφύλλη b, σε τρία συστήματα ανάπτυξης και τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας.



Διάγραμμα 3.1.7. Περιεχόμενο των φύλλων σιταρήθρας σε ολική χλωροφύλλη σε καλλιέργεια τριών συστημάτων ανάπτυξης και τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας.

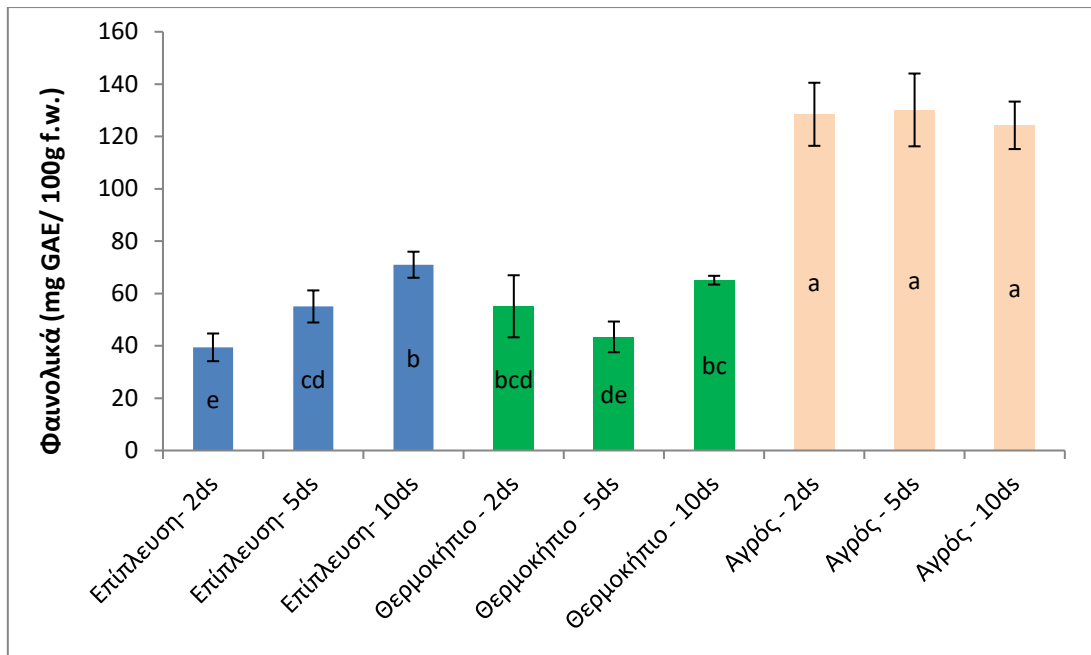


Διάγραμμα 3.1.8. Περιεχόμενο των φύλλων σιταρήθρας σε καροτενοειδή σε καλλιέργεια τριών συστημάτων ανάπτυξης και τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας.

Αντίστοιχα, το περιεχόμενο των φύλλων σε ολική χλωροφύλλη (Διάγραμμα 3.1.7) και σε καροτενοειδή (Διάγραμμα 3.1.8) επηρεάστηκε από τις πειραματικές επεμβάσεις με τον ίδιο τρόπο όπως η χλωροφύλλη α.

3.1.7. Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις

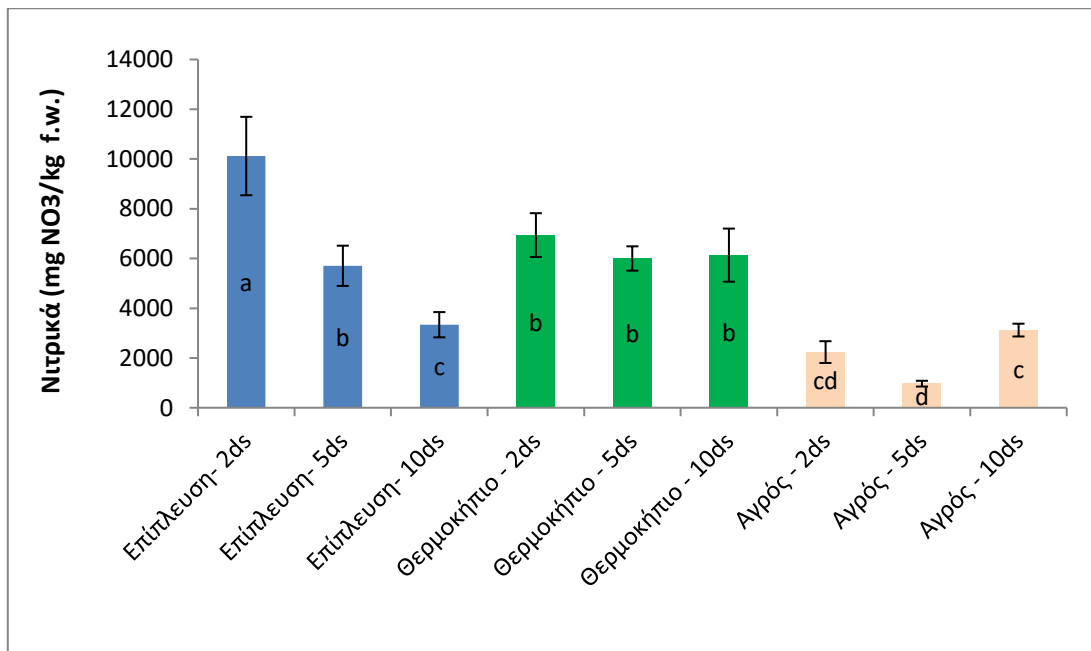
Στο διάγραμμα 3.1.9 που ακολουθεί, παρουσιάζεται η περιεκτικότητα των φυτών σε ολικές φαινολικές ενώσεις στα υπέργεια μέρη των φυτών της σιταρήθρας, καλλιεργημένη σε τρία συστήματα ανάπτυξης με τρία επίπεδα αλατότητας. Παρατηρείται πως το περιεχόμενο των φύλλων σε ολικά φαινολικά είναι διπλάσιο ως τριπλάσιο τιμές στα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό, ανεξαρτήτως μεταχείρισης αλατότητας, σε σχέση με τα άλλα δύο συστήματα καλλιέργειας. Ωστόσο, στην επίπλευση, αυξημένα φαινολικά εμφανίζει η υψηλή αλατότητα, ακολουθεί η μέτρια και τέλος ο μάρτυρας. Στην περίπτωση των φυτοδοχείων εντός θερμοκηπίου χαμηλότερες τιμές έχει η μέτρια έναντι της υψηλής αλατότητας.



Διάγραμμα 3.1.9. Περιεχόμενο των φύλλων σιταρήθρας σε ολικές φαινολικές ενώσεις υπό την επίδραση τριών συστημάτων καλλιέργειας και τριών επιπέδων αλατότητας.

3.1.8. Περιεχόμενο σε νιτρικά ιόντα

Στο διάγραμμα 3.1.10. παρουσιάζεται η συγκέντρωση των φύλλων της σιταρήθρας σε νιτρικά ιόντα, υπό την επίδραση τριών συστημάτων καλλιέργειας και τριών επιπέδων αλατότητας.

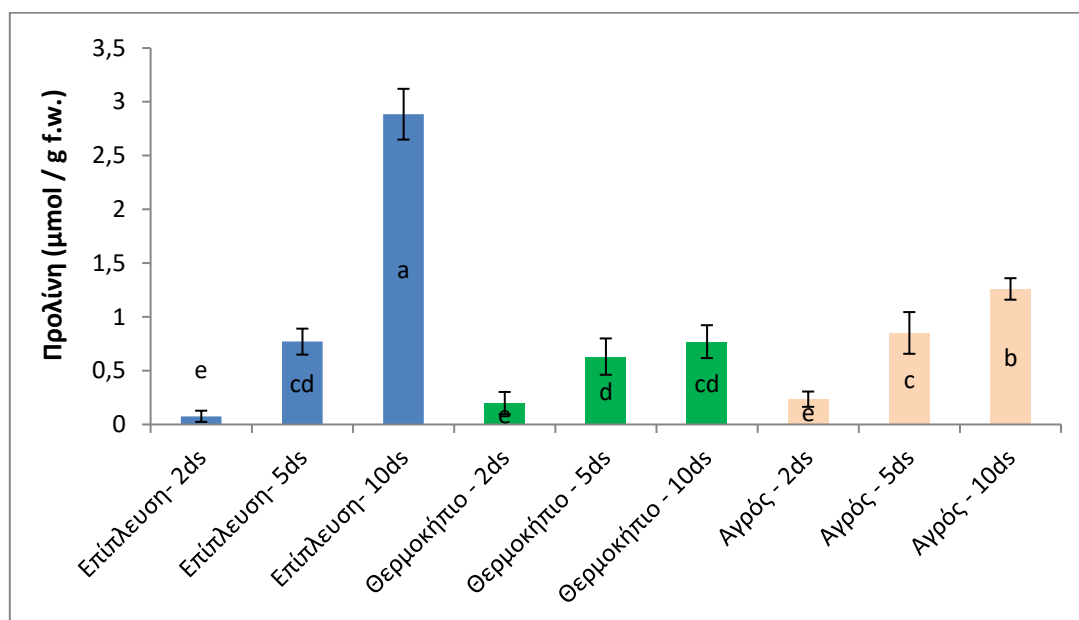


Διάγραμμα 3.1.10. Συγκέντρωση των φύλλων σιταρήθρας σε νιτρικά ιόντα σε τρία συστήματα καλλιέργειας και τρία επίπεδα αλατότητας.

Τα επίπεδα των νιτρικών, φαίνεται να επηρεάζονται και από τα συστήματα καλλιέργειας αλλά και από τα επίπεδα αλατότητας. Γενικά, όλες οι επεμβάσεις του αγρού αλλά και η υψηλή αλατότητα της επίπλευσης, βρίσκονται στα χαμηλότερα επίπεδα (900-3500 mg NO₃/kg fw). Ακολουθούν όλες οι μεταχειρίσεις των φυτοδοχείων του θερμοκηπίου σε υψηλότερα επίπεδα (≈6000 mg NO₃/kg fw) και η μέτρια αλατότητα της επίπλευσης χωρίς διαφορές μεταξύ τους. Τέλος ο μάρτυρας της επίπλευσης, φέρει τις υψηλότερες τιμές (≈10000 mg NO₃/kg fw).

3.1.9. Περιεχόμενο σε προλίνη

Στο διάγραμμα 3.1.11. παρουσιάζονται οι τιμές της περιεκτικότητας των φύλλων φυτών σιταρήθρας σε προλίνη υπό την επίδραση τριών συστημάτων καλλιέργειας και τριών επιπέδων αλατότητας.



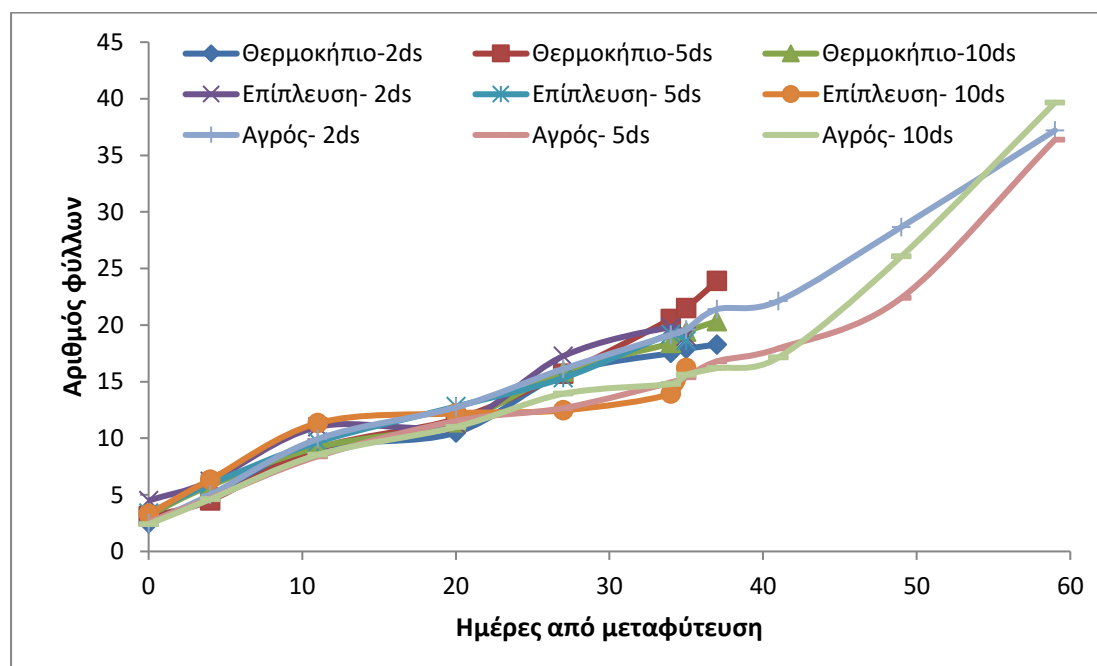
Διάγραμμα 3.1.11. Περιεχόμενο φύλλων σιταρήθρας σε προλίνη σε τρία συστήματα καλλιέργειας και τρία επίπεδα αλατότητας.

Οι τιμές της προλίνης, διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Και στα τρία συστήματα οι μάρτυρες (EC-2) κυμαίνονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα χωρίς διαφορά μεταξύ τους. Η ενδιάμεση αλατότητα (EC-5) αύξησε σημαντικά το περιεχόμενο σε σχέση με το μάρτυρα, και στα τρία συστήματα, ενώ περαιτέρω αύξηση προκάλεσε η υψηλή αλατότητα, σε πολλαπλάσιο βαθμό στην επίπλευση, και σε μικρότερο βαθμό στον αγρό, αλλά όχι στα φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο.

3.2. Γαλατσίδα

3.2.1. Αριθμός φύλλων

Στο διάγραμμα 3.2.1. που ακολουθεί παρουσιάζεται η πορεία ανάπτυξης των φύλλων της γαλατσίδας, σε όλη την διάρκεια της καλλιέργειας της γαλατσίδας, στα τρία συστήματα ανάπτυξης και στις τρεις διαφορετικές αγωγιότητες.



Διάγραμμα 3.2.1. Πορεία ανάπτυξης αριθμού φύλλων γαλατσίδας, σε τρία συστήματα ανάπτυξης και στις τρεις μεταχειρίσεις αγωγιότητας.

Στο παραπάνω γράφημα φαίνεται πως ο αριθμός των φύλλων αυξήθηκε ομοιόμορφα σε γενικές γραμμές σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας και σε όλες τις μεταχειρίσεις αυτών. Ωστόσο, τα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό, παρέμειναν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στην καλλιέργεια και αυτό οδήγησε στην παραγωγή μεγαλύτερου τελικού αριθμού φύλλων, χωρίς μεγάλη διαφορά ανάμεσα στα διαφορετικά επίπεδα αγωγιότητας. Στον πίνακα 3.2.1. που ακολουθεί, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά ο τελικός αριθμός φύλλων που παράχθηκαν στην γαλατσίδα, στα τρία διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας και στις τρεις μεταχειρίσεις αγωγιότητας.

Πίνακας 3.2.1. Αριθμός φύλλων φυτών γαλατσίδας κατά τη συγκομιδή, στα τρία συστήματα καλλιέργειας, με τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις αγωγιμότητας.

Επέμβαση	Αριθμός φύλλων
Θερμοκήπιο- EC-2	18,3 ± 2,42 c*
Θερμοκήπιο -EC-5	23,9 ± 2,35 b
Θερμοκήπιο -EC-10	18,6 ± 2,66 c
Επίπλευση- EC-2	19,0 ± 0,72 c
Επίπλευση -EC-5	18,6 ± 2,03 c
Επίπλευση -EC-10	16,2 ± 1,59 c
Αγρός- EC-2	37,2 ± 4,37 a
Αγρός -EC-5	36,4 ± 5,91 a
Αγρός -EC-10	39,7 ± 6,98 a

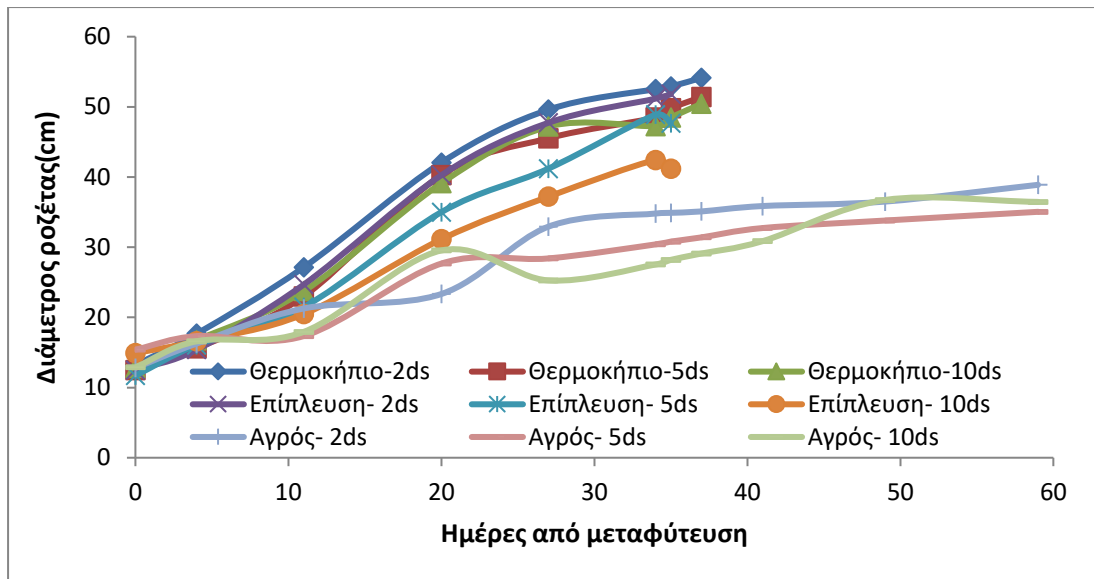
*μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Σύμφωνα με τον πίνακα 3.2.1 μεγαλύτερο αριθμό φύλλων έφεραν τα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό, χωρίς να εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επιπέδων αλατότητας. Έπεται η ενδιάμεση αλατότητα στα φυτοδοχεία θερμοκηπίου, και τέλος ακολουθούν όλες οι υπόλοιπες επεμβάσεις χωρίς στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, ανεξαρτήτως συστήματος και αλατότητας.

3.2.2. Διάμετρος ροζέτας

Στο διάγραμμα 3.2.2. παρουσιάζεται η πορεία ανάπτυξης της διαμέτρου της ροζέτας της γαλατσίδας, στα τρία συστήματα καλλιέργειας και στις τρεις μεταχειρίσεις αγωγιμότητας που πραγματοποιήθηκαν.

Από το διάγραμμα φαίνεται από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών τάση των φυτών του αγρού να έχουν μικρότερη διάμετρο ροζέτας, η οποία εντάθηκε μετά τις 15 ημέρες από τη μεταφύτευση. Τα φυτά στο θερμοκήπιο εκτός από την υψηλή αλατότητα στο σύστημα επίπλευσης, ανέπτυξαν γρήγορα ροζέτες με μεγάλη διάμετρο και συγκομίστηκαν πολύ νωρίτερα σε σχέση με τα φυτά στον αγρό που παρουσίασαν μια μικρή μόνο αύξηση της διαμέτρου αν και αναπτύχθηκαν για 25 περίπου ημέρες περισσότερο από αυτά του θερμοκηπίου. Η αλατότητα δεν φάνηκε να επηρεάζει την διάμετρο των φυτών στον αγρό.



Διάγραμμα 3.2.2. Πορεία ανάπτυξης της διαμέτρου της ροζέτας της γαλατσίδας, στα τρία συστήματα καλλιέργειας και στις τρεις αγωγιμότητες.

Στον πίνακα 3.2.2. που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές της διαμέτρου της ροζέτας των φυτών γαλατσίδας στις πειραματικές επεμβάσεις κατά τη συγκομιδή.

Πίνακας 3.2.2. Διάμετρος της ροζέτας φυτών γαλατσίδας κατά τη συγκομιδή, στα τρία συστήματα καλλιέργειας, με τρεις διαφορετικές μεταχειρίσεις αγωγιμότητας.

Επέμβαση	Διάμετρος ροζέτας (cm)
Θερμοκήπιο- EC-2	54,1 ± 2,9 a*
Θερμοκήπιο -EC-5	51,4 ± 3,1 ab
Θερμοκήπιο -EC-10	50,4 ± 2,9 ab
Επίπλευση- EC-2	51,8 ± 2,7 a
Επίπλευση -EC-5	47,7 ± 3,3 b
Επίπλευση -EC-10	41,2 ± 1,8 c
Αγρός- EC-2	38,9 ± 2,6 cd
Αγρός -EC-5	35,0 ± 3,7 d
Αγρός -EC-10	36,5 ± 3,6 d

*μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Τα αποτελέσματα του πίνακα 3.2.2 επιβεβαιώνουν τις παρατηρήσεις από το διάγραμμα 3.2.2, με τα φυτά στο θερμοκήπιο να έχουν σαφώς μεγαλύτερη διάμετρο

ροζέτας σε σχέση με του αγρού. Επίσης στο θερμοκήπιο, η αύξηση της αλατότητας δεν επηρέασε τη διάμετρο των φυτών στα φυτοδοχεία, ενώ στην επίπλευση κάθε αύξηση της αλατότητας επέφερε σημαντική μείωση της διαμέτρου. Τέλος, η αλατότητα δεν επηρέασε σημαντικά τη διάμετρο των φυτών στον αγρό.

3.2.3. Μετρήσεις ανάπτυξης μετά την συγκομιδή

Στον πίνακα 3.2.3. παρουσιάζονται μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν μετά την συγκομιδή των φυτών, όπως ο προσδιορισμός της φυλλικής επιφάνειας, το μέσο μήκος και πλάτος των 4 μεγαλύτερων φύλλων ανά φυτό.

Πίνακας 3.2.3. Φυλλική επιφάνεια, μέσο μήκος και πλάτος 4 μεγαλύτερων φύλλων φυτών γαλατσίδας, σε τρία συστήματα καλλιέργειας με τρία επίπεδα αλατότητας.

Επέμβαση	Φυλλική Επιφάνεια (cm ²)	Μέσο μήκος 4 μεγαλύτερων φύλλων (cm)	Μέσο πλάτος 4 μεγαλύτερων φύλλων (cm)
Θερμοκήπιο- EC-2	414 ± 33 ab*	27,1 ± 1,5 a	3,77 ± 0,32 a
Θερμοκήπιο- EC-5	462 ± 41 a	25,7 ± 1,6 ab	3,71 ± 0,31 a
Θερμοκήπιο- EC-10	400 ± 61 ab	25,2 ± 1,5 ab	3,68 ± 0,37 a
Επίπλευση- EC-2	303 ± 33 cd	25,9 ± 1,3 a	3,30 ± 0,19 b
Επίπλευση- EC-5	295 ± 32 d	23,8 ± 1,6 b	3,23 ± 0,24 b
Επίπλευση- EC-10	223 ± 21 e	20,6 ± 0,9 c	3,21 ± 0,33 b
Αγρός- EC-2	377 ± 59 b	19,5 ± 1,3 cd	3,18 ± 0,21 b
Αγρός- EC-5	364 ± 67 bc	17,5 ± 1,9 d	2,33 ± 0,12 c
Αγρός- EC-10	397 ± 65 b	18,2 ± 1,8 d	3,19 ± 0,11 b

*μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Από τον Πίνακα 3.2.3 παρατηρείται ότι τα φυτά που αναπτύχθηκαν στην επίπλευση είχαν σημαντικά μικρότερη φυλλική επιφάνεια σε σχέση με αυτά των άλλων δύο συστημάτων, ανεξάρτητα της επίδρασης της αλατότητας. Σε αυτά τα φυτά επίσης η αλατότητα επέδρασε εντονότερα αρνητικά, με σημαντική μείωση στην EC-10 σε σχέση με τις EC-2 και EC-5 που δεν διέφεραν μεταξύ τους. Αντίθετα, στα φυτοδοχεία είτε στον αγρό είτε στο θερμοκήπιο, δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση της αλατότητας στην φυλλική επιφάνεια των φυτών.

Αναμενόμενα, η επίδραση των πειραματικών επεμβάσεων στο μέσο μήκος μεγίστου φύλλου ήταν αντίστοιχη με αυτή στη διάμετρο της ροζέτας. Έτσι, μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται στα φυτά του θερμοκηπίου, εκτός της υψηλής αλατότητας της επίπλευσης, και τα φυτά του αγρού υπό συνθήκες αλατότητας είχαν τις χαμηλότερες τιμές. Όπως και πριν, η αλατότητα δεν επέδρασε σημαντικά τα φυτά στα φυτοδοχεία (θερμοκήπιο και αγρό), αλλά είχε σημαντική επίδραση στο σύστημα επίπλευσης με κάθε αύξηση της αγωγιμότητας να επιφέρει σημαντική μείωση.

Όσον αφορά το μέσο πλάτος μεγίστου φύλλου ήταν υψηλότερο σε όλα επίπεδα αγωγιμότητας των φυτοδοχείων του θερμοκηπίου και έπονται όλες οι υπόλοιπες επεμβάσεις χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσά τους, εκτός από την EC-5 στον αγρό που έδωσε χαμηλότερη τιμή.

Επιπλέον, κατά την συγκομιδή των φυτών, προσδιορίστηκε το νωπό βάρος των φυτών, και έπειτα μέσω ξήρανσης υπολογίστηκε το ξηρό βάρος αλλά και το ποσοστό ξηρού βάρους των φυτών, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 3.2.4.

Πίνακας 3.2.4. Νωπό, ξηρό βάρος φύλλων ανά φυτό και % ξηρό βάρος φύλλων φυτών γαλατσίδας, σε τρία συστήματα καλλιέργειας με τρία επίπεδα αλατότητας.

Επέμβαση	Νωπό βάρος φυτών	Ξηρό βάρος φυτών	% Ξηρό βάρος
Θερμοκήπιο- EC-2	25,8 ± 2,0 d*	1,55 ± 0,12 cd	6,23 ± 0,45 a
Θερμοκήπιο- EC-5	30,7 ± 2,3 bc	1,53 ± 0,12 cd	5,02 ± 0,01 b
Θερμοκήπιο- EC-10	26,8 ± 4,0 cd	1,61 ± 0,24 c	6,33 ± 0,50 a
Επίπλευση- EC-2	21,0 ± 2,8 e	1,26 ± 0,17 d	6,21 ± 0,84 a
Επίπλευση- EC-5	19,3 ± 1,2 ef	1,35 ± 0,09 cd	7,20 ± 1,30 a
Επίπλευση- EC-10	15,5 ± 2,2 f	0,93 ± 0,13 e	6,44 ± 0,55 a
Αγρός- EC-2	30,9 ± 4,4 bc	2,16 ± 0,31 b	7,24 ± 1,10 a
Αγρός- EC-5	33,2 ± 6,0 ab	2,32 ± 0,42 ab	6,82 ± 0,45 a
Αγρός- EC-10	36,8 ± 4,9 a	2,57 ± 0,35 a	7,02 ± 0,71 a

*μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Και η αλατότητα και το σύστημα καλλιέργειας επηρέασαν σημαντικά το νωπό βάρος των φύλλων των φυτών της γαλατσίδας. Από τον πίνακα 3.2.4 φαίνεται πως το

υψηλότερο βάρος παρατηρήθηκε στον αγρό στην υψηλότερη αλατότητα (EC-10) με σημαντικά υψηλότερες τιμές σε σχέση με το μάρτυρα (EC-2) στον αγρό. Αντίστοιχα, στα φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο, η ενδιάμεση αλατότητα αύξησε το νωπό βάρος των φύλλων σε σχέση με το μάρτυρα, ο οποίος δεν διέφερε από την υψηλή αλατότητα. Τέλος, τα φυτά στην επίπλευση είχαν το χαμηλότερο βάρος, ανεξάρτητα επιπέδου αλατότητας και η υψηλή αλατότητα (EC-10), αλλά όχι η ενδιάμεση (EC-5) μείωσε σημαντικά το βάρος σε σχέση με το μάρτυρα (EC-2).

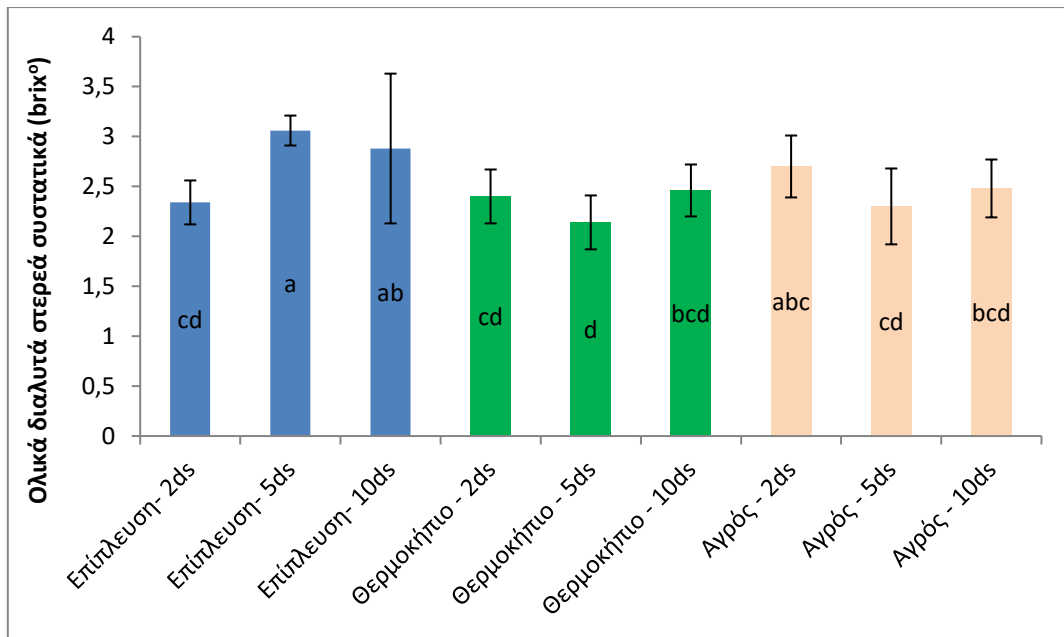
Το ξηρό βάρος των φυτών ακολουθεί παρόμοια λογική με το νωπό, με τα φυτά του αγρού να έχουν τις υψηλότερες τιμές σε σχέση με τα άλλα δύο συστήματα, ανεξάρτητα αλατότητας. Στα φυτά αυτά, η υψηλή (EC-10), αλλά όχι η ενδιάμεση αλατότητα (EC-5) αύξησε σημαντικά το ξηρό βάρος τους σε σχέση με το μάρτυρα (EC-2). Στα φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο δεν παρατηρήθηκε επίδραση της αλατότητας στο ξηρό βάρος των φυτών, ενώ στην επίπλευση, σε αντίθεση με τον αγρό, η υψηλή (EC-10), αλλά όχι η ενδιάμεση αλατότητα (EC-5) μείωσε σημαντικά το ξηρό βάρος σε σχέση με το μάρτυρα (EC-2).

Τέλος, το ποσοστό ξηρού βάρους δεν διαφοροποιείται μεταξύ των παραπάνω επεμβάσεων με εξαίρεση την μέτρια καταπόνηση αλατότητας των φυτοδοχείων θερμοκηπίου όπου παρατηρείται η χαμηλότερη τιμή.

3.2.4. Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά

Στο διάγραμμα 3.2.3. που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές του περιεχομένου σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά των φύλλων της γαλατσίδας, που καλλιεργήθηκε σε φυτοδοχεία αγρού, φυτοδοχεία θερμοκηπίου και επίπλευση υπό την χορήγηση τριών διαφορετικών επιπέδων αγωγιμότητας (2, 5 και 10 dS/m).

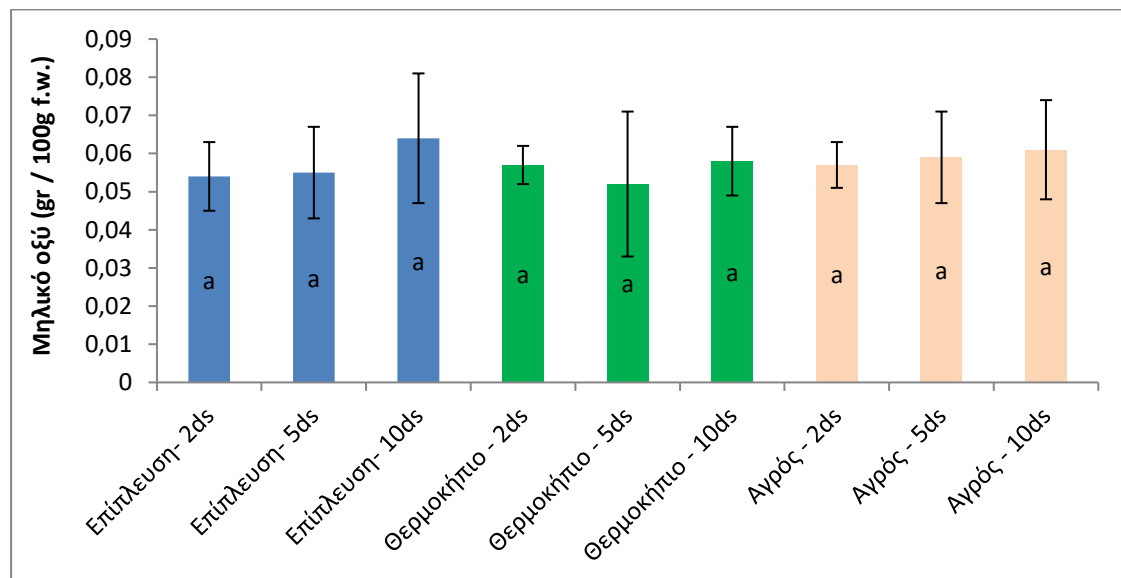
Από το διάγραμμα 3.2.3. παρατηρείται ότι τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά επηρεάστηκαν κυρίως από την αλατότητα, όμως με διαφορετικό τρόπο σε κάθε σύστημα καλλιέργειας. Πιο συγκεκριμένα, στην επίπλευση, και τα δύο επίπεδα αλατότητας αύξησαν τη περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά σε σχέση με το μάρτυρα, χωρίς να παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους, ενώ στα άλλα δύο συστήματα καλλιέργειας δεν παρατηρείται σημαντική επίδραση.



Διάγραμμα 3.2.3. Περιεκτικότητα των φύλλων της γαλατσίδας σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, σε τρία διαφορετικά συστήματα ανάπτυξης με τρία επίπεδα αλατότητας.

3.2.5. Τιτλοδοτούμενη οξύτητα

Στο διάγραμμα 3.2.4. παρουσιάζονται οι τιμές της τιτλοδοτούμενης οξύτητας φύλλων γαλατσίδας, που καλλιεργήθηκαν σε τρία συστήματα ανάπτυξης με τρία επίπεδα αλατότητας.

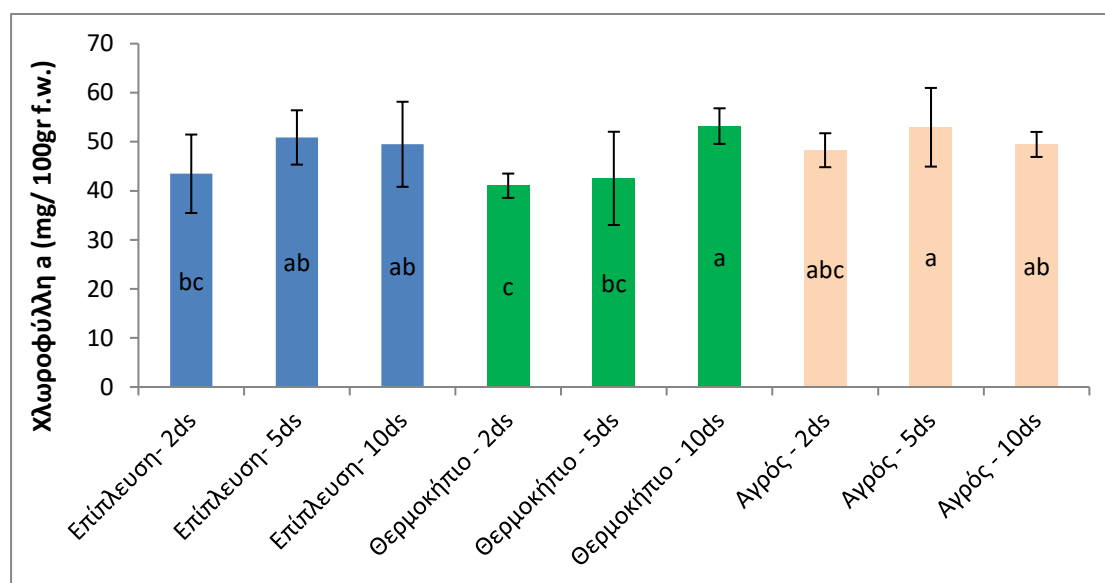


Διάγραμμα 3.2.4. Τιτλοδοτούμενη οξύτητα φύλλων γαλατσίδας σε τρία συστήματα ανάπτυξης με τρία επίπεδα αλατότητας.

Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα των φύλλων της γαλατσίδας είναι όμοια σε όλες τις μεταχειρίσεις ανεξαρτήτως συστήματος καλλιέργειας και αλατότητας.

3.2.6. Περιεχόμενο σε χλωροφύλλη –α, -β, ολικές και καροτενοειδή

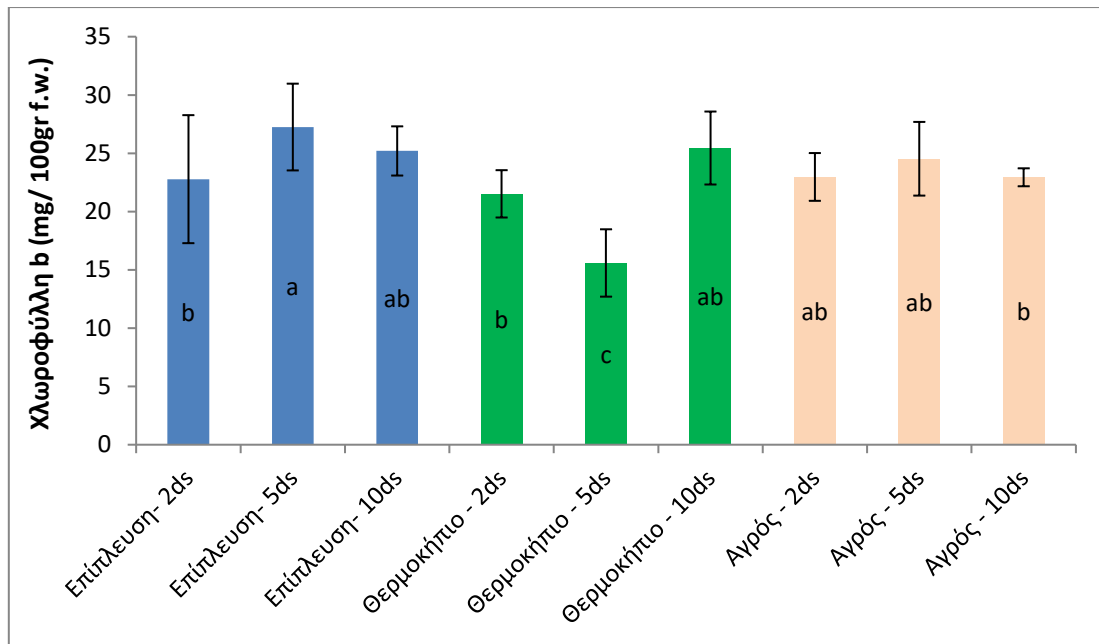
Στα διαγράμματα 3.2.5., 3.2.6., 3.2.7., και 3.2.8. παρουσιάζονται οι τιμές του περιεχομένου των φύλλων της γαλατσίδας σε χλωροφύλλη a, χλωροφύλλη b, ολική χλωροφύλλη και καροτενοειδή, υπό την επίδραση των τριών συστημάτων καλλιέργειας και των τριών επιπέδων αλατότητας.



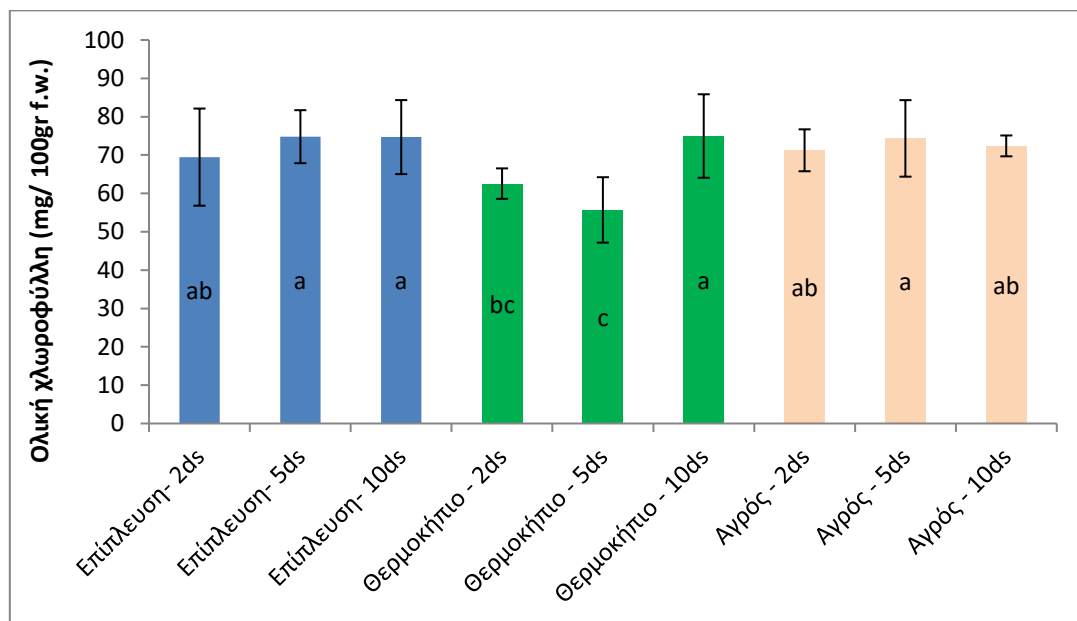
Διάγραμμα 3.2.5. Περιεχόμενο των φύλλων γαλατσίδας σε χλωροφύλλη a, σε καλλιέργεια τριών συστημάτων ανάπτυξης και τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας

Οι τιμές της χλωροφύλλης a κυμάνθηκαν σε όμοια επίπεδα, ιδίως μέσα στο εκάστοτε σύστημα καλλιέργειας. Στην επίπλευση και στα φυτά του αγρού δεν παρατηρήθηκε διαφορά στην περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη a, μεταξύ των διαφορετικών αγωγιμοτήτων, ενώ στα φυτοδοχεία θερμοκηπίου η υψηλή αλατότητα φέρει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη a. Σε γενικές γραμμές όλες οι επεμβάσεις φέρουν παρόμοιες τιμές με μικρές διαφοροποιήσεις.

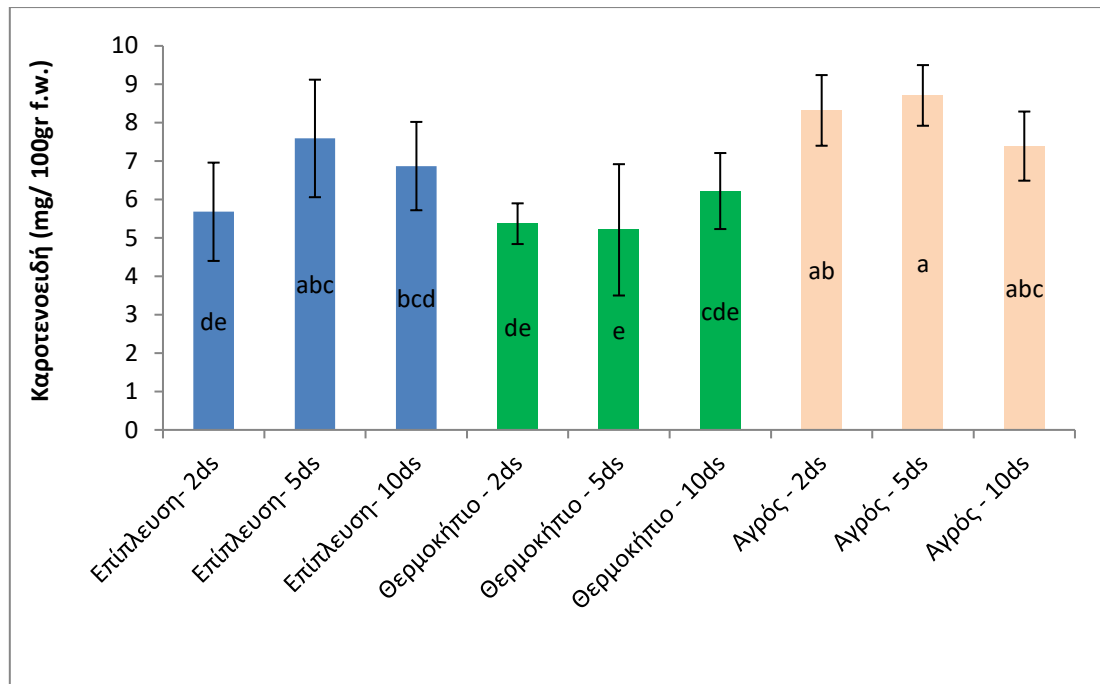
Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.2.6., οι πειραματικές επεμβάσεις (σύστημα καλλιέργειας και επίπεδο αλατότητας) επέδρασαν με όμοιο τρόπο στις τιμές της χλωροφύλλης b όπως στην χλωροφύλλη a, με εξαίρεση τη σημαντική αύξηση σε σχέση με το μάρτυρα στην ενδιάμεση αλατότητα στην επίπλευση και στην σημαντική μείωση στην ενδιάμεση αλατότητα στα φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο.



Διάγραμμα 3.2.6.: Περιεχόμενο των φύλλων γαλατσίδας σε χλωροφύλλη b, σε τρία συστήματα ανάπτυξης και τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας.



Διάγραμμα 3.2.7.: Περιεχόμενο των φύλλων γαλατσίδας σε ολική χλωροφύλλη σε καλλιέργεια τριών συστημάτων ανάπτυξης και τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας.



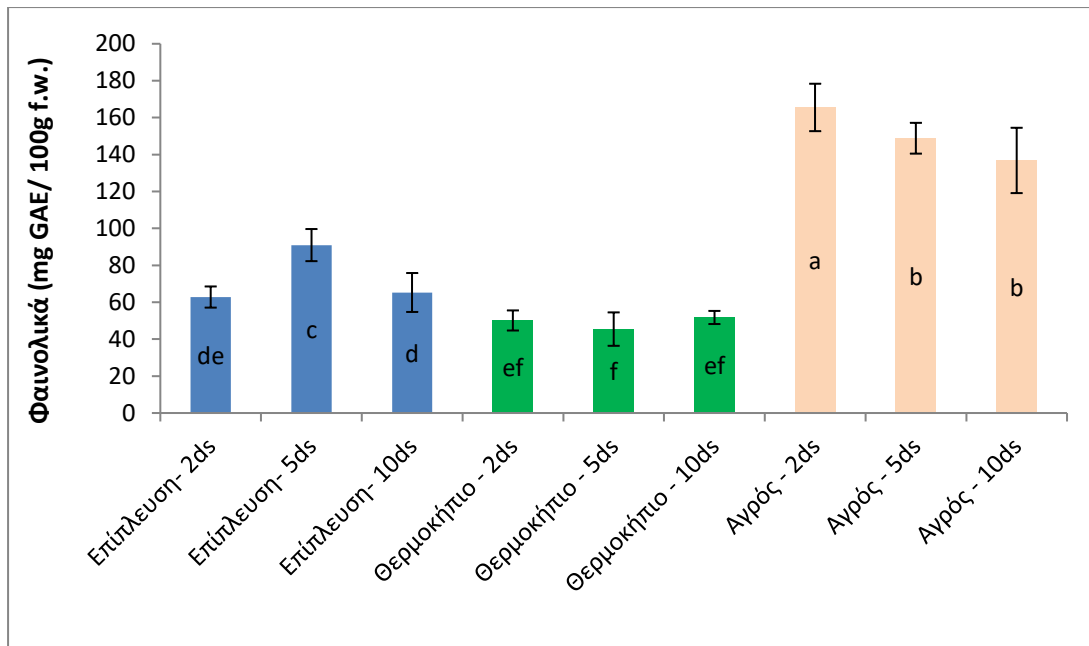
Διάγραμμα 3.2.8.: Περιεχόμενο των φύλλων γαλατσίδας σε καροτενοειδή σε καλλιέργεια τριών συστημάτων ανάπτυξης και τρία διαφορετικά επίπεδα αλατότητας

Αντίστοιχα, το περιεχόμενο των φύλλων σε ολική χλωροφύλλη (Διάγραμμα 3.2.7) επηρεάστηκε από τις πειραματικές επεμβάσεις με τον ίδιο τρόπο όπως η χλωροφύλλη a, ενώ στα καροτενοειδή (Διάγραμμα 3.2.8) εξαίρεση αποτελεί η σημαντική αύξηση στην ενδιάμεση αλατότητα σε σχέση με το μάρτυρα στην επίπλευση.

3.2.7. Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις

Στο διάγραμμα 3.2.9. που ακολουθεί, παρουσιάζεται η περιεκτικότητα των φυτών σε ολικές φαινολικές ενώσεις στα φύλλα των φυτών της γαλατσίδας, που καλλιεργήθηκε σε τρία συστήματα ανάπτυξης με τρία επίπεδα αλατότητας.

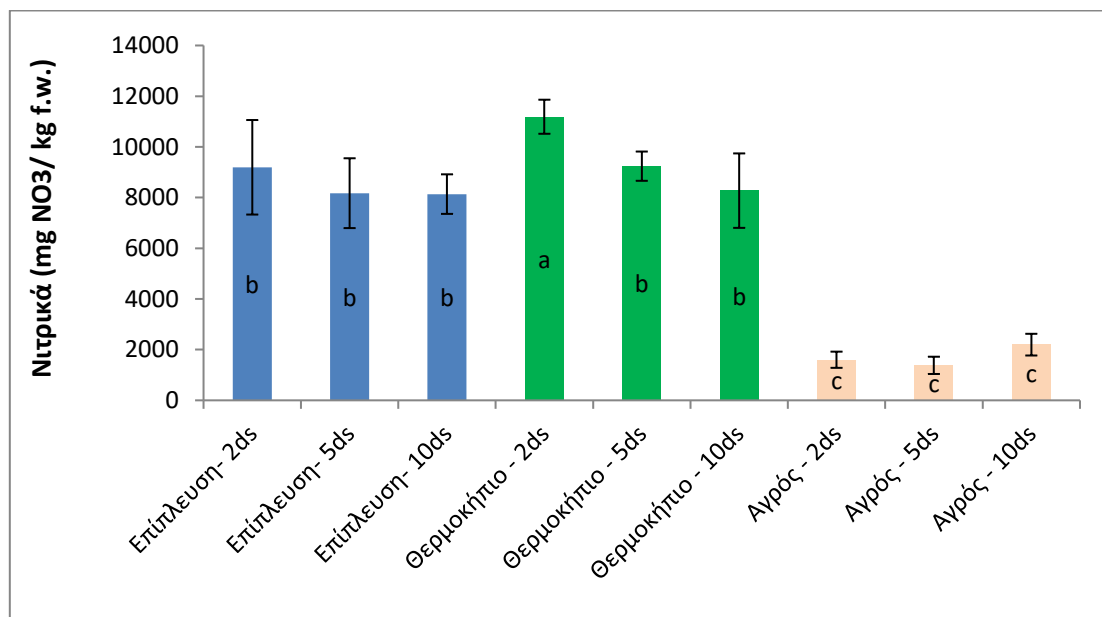
Τα ολικά φαινολικά, όπως και στη σιταρήθρα, είναι 3-4 φορές υψηλότερα στις επεμβάσεις του αγρού, με τον μάρτυρα αυτών να φέρει την μεγαλύτερη περιεκτικότητα, ενώ τα δύο επίπεδα αλατότητας δεν παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους. Αντίθετα, στην επίπλευση η αλατότητα αύξησε το περιεχόμενο σε φαινολικά στα φύλλα σε σχέση με το μάρτυρα, εντονότερα η ενδιάμεση και έπειτα η υψηλή. Στα φυτοδοχεία του θερμοκηπίου δεν παρατηρήθηκε επίδραση της αλατότητας, ενώ οι τιμές κυμαίνονται στα πολύ χαμηλά επίπεδα του μάρτυρα στην επίπλευση, αλλά όχι και των αλατοτήτων στην επίπλευση.



Διάγραμμα 3.2.9. Περιεχόμενο των φύλλων γαλατσίδας σε ολικές φαινολικές ενώσεις υπό την επίδραση τριών συστημάτων καλλιέργειας και τριών επιπέδων αλατότητας.

3.2.8. Περιεχόμενο σε νιτρικά ιόντα

Στο διάγραμμα 3.2.10. παρουσιάζεται η συγκέντρωση των φύλλων της γαλατσίδας σε νιτρικά ιόντα υπό την επίδραση τριών συστημάτων καλλιέργειας και τριών επιπέδων αλατότητας.

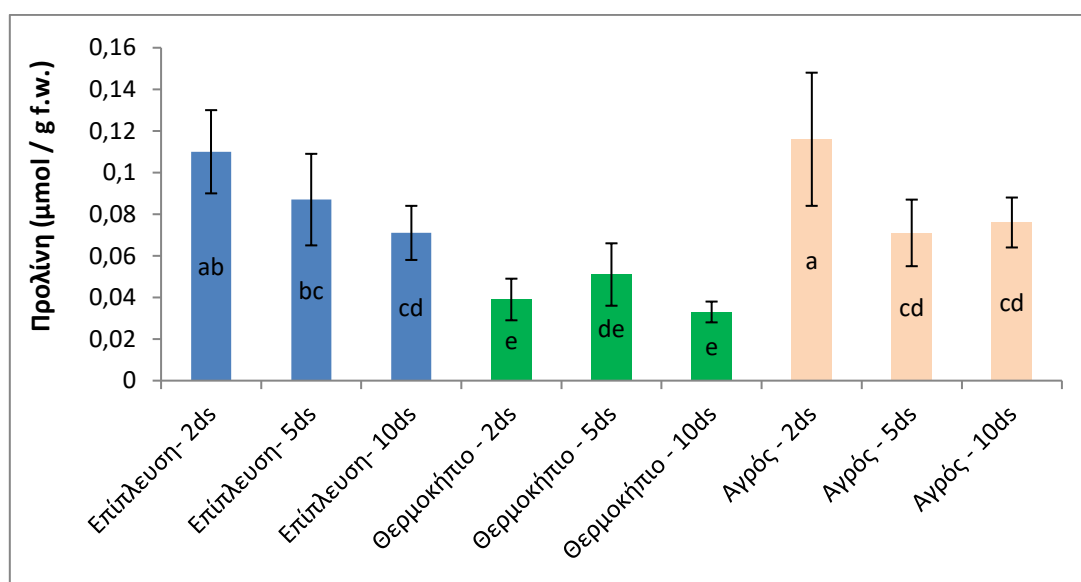


Διάγραμμα 3.2.10. Συγκέντρωση των φύλλων γαλατσίδας σε νιτρικά ιόντα σε τρία συστήματα καλλιέργειας και τρία επίπεδα αλατότητας.

Τα επίπεδα νιτρικών είναι υπερβολικά υψηλά στον μάρτυρα των φυτοδοχείων θερμοκηπίου (≈ 11000 mg NO₃/kg fw), και έπονται με στατιστικώς σημαντικές διαφορές, τα δύο επίπεδα αλατότητας στο σύστημα αυτό χωρίς διαφορά μεταξύ τους, και όλα τα επίπεδα αγωγιμότητας της επίπλευσης, πάλι σε πολύ υψηλά επίπεδα (≈ 8000 - 9000 mg NO₃/kg fw). Τέλος, όλα τα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό εμφάνισαν πολύ χαμηλά επίπεδα νιτρικών (1000-2000 mg NO₃/kg fw), χωρίς διαφορά μεταξύ των αγωγιμοτήτων.

3.2.9. Περιεχόμενο σε προλίνη

Στο διάγραμμα 3.2.11. παρουσιάζονται οι τιμές της περιεκτικότητας των φύλλων φυτών γαλατσίδας σε προλίνη υπό την επίδραση τριών συστημάτων καλλιέργειας και τριών επιπέδων αλατότητας.



Διάγραμμα 3.2.11. Περιεχόμενο φύλλων γαλατσίδας σε προλίνη σε τρία συστήματα καλλιέργειας και τρία επίπεδα αλατότητας.

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο δεν εμφάνισαν διαφορές στην περιεκτικότητα σε προλίνη ανάμεσα στις διαφορετικές μεταχειρίσεις αγωγιμότητας. Αντίθετα στην επίπλευση και στον αγρό η υψηλή αλατότητα μείωσε το περιεχόμενο σε προλίνη των φύλλων σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ στον αγρό και η ενδιάμεση αλατότητα επέδρασε με τον ίδιο τρόπο όπως η υψηλή.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Παρά την παρατεταμένη σε χρόνο ανάπτυξη της σιταρήθρας στον αγρό σε σύγκριση με την καλλιέργεια εντός θερμοκηπίου, παράχθηκε σημαντικά μικρότερος αριθμός φύλλων, φυλλική επιφάνεια και διάμετρος ροζέτας, ανεξαρτήτως επιπέδου αλατότητας. Ωστόσο, η αρνητικότερη επίδραση στην ανάπτυξη, επήλθε από την υψηλή αλατότητα των 10 dS/m στην επιπλέουσα υδροπονία, δίνοντας τις μικρότερες τιμές στις προαναφερθείσες παραμέτρους σε σύγκριση με όλες τις επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν. Ακόμη, παρατηρήθηκε πως στα φυτά που αναπτύχθηκαν εντός θερμοκηπίου (φυτοδοχεία και επίπλευση) η αλατότητα και στα δύο επίπεδα (μέτρια και υψηλή) επέδρασε αρνητικά στις βασικές παραμέτρους ανάπτυξης, δηλαδή αριθμό φύλλων, διάμετρο ροζέτας, φυλλική επιφάνεια, νωπό και ξηρό βάρος, όπως συνέβη και στις μελέτες των Maggini et al. (2021) και Alexopoulos et al. (2021) χορηγώντας θρεπτικό διάλυμα υψηλής αγωγιμότητας με NaCl σε υδροπονική καλλιέργεια γαλατσίδας και *Taraxacum officinale* αντίστοιχα. Αντίθετα, στον αγρό, δεν παρατηρήθηκε αρνητική επίδραση της αλατότητας, ακόμα και στο υψηλό επίπεδο των 10 dS/m στις παραμέτρους ανάπτυξης που μελετήθηκαν

Από την άλλη μεριά, η γαλατσίδα, παρόλο που στον αγρό καλλιεργήθηκε για μεγαλύτερη διάρκεια και ανέπτυξε περισσότερα φύλλα, ταυτόχρονα έφερε την μικρότερη διάμετρο αυτών, χωρίς διαφορά μεταξύ των επιπέδων αλατότητας. Σε αντίθεση, τα φυτά που αναπτύχθηκαν εντός θερμοκηπίου ανέπτυξαν λιγότερα φύλλα με μεγαλύτερη διάμετρο, χωρίς έντονες επιδράσεις μεταξύ τόσο των δύο συστημάτων όσο και των επιπέδων αλατότητας. Ωστόσο, η υψηλή αλατότητα στο σύστημα επίπλευσης μείωσε την διάμετρο, το νωπό και ξηρό βάρος των φυτών, ενώ στα φυτοδοχεία θερμοκηπίου δεν προέκυψαν διαφορές στην απόδοση μεταξύ των επιπέδων αλατότητας. Αξιοσημείωτο είναι το αποτέλεσμα πως η επίπλευση επέφερε τις χαμηλότερες τιμές φυλλικής επιφάνειας σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα, παρά τον όμοιο αριθμό φύλλων με τα φυτοδοχεία θερμοκηπίου.

Σε γενικές γραμμές, και στα δύο είδη, στα φυτά που καλλιεργήθηκαν στον αγρό δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές επιδράσεις της αλατότητας στις βλαστητικές παραμέτρους που προσδιορίστηκαν. Η άμβλυση των δυσμενών επιδράσεων της αλατότητας στα φυτά αυτά, μπορεί να οφείλεται στις μειωμένες ανάγκες άρδευσης κατά 30% (ως προς τη συχνότητα της άρδευσης) λόγω χαμηλότερης θερμοκρασίας και

ύπαρξης βροχοπτώσεων. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με έκπλυση των αλάτων που προκλήθηκε από τις βροχοπτώσεις, οδήγησε σε χαμηλότερη συσσώρευση NaCl στο υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών στον αγρό (Vidalis et al., 2023). Μεταξύ των συστημάτων καλλιέργειας, η σιταρήθρα που αναπτύχθηκε στον αγρό φέρει μεγαλύτερες τιμές ξηρού βάρους αλλά και του ποσοστού ξηρού βάρους σε σχέση με τα άλλα συστήματα καλλιέργειας, ανεξαρτήτως ύπαρξης και έντασης αλατότητας. Ωστόσο, στην γαλατσίδα, το ποσοστό ξηρού βάρους είναι όμοιο για όλα τα συστήματα και όλες τα επίπεδα αλατότητας.

Συνεπώς, σε γενικές γραμμές, η ανάπτυξη της σιταρήθρας επηρεάστηκε αρνητικά από την ύπαρξη αλατότητας στο θερμοκήπιο, ενώ στον αγρό δεν παρατηρήθηκε αντίστοιχη αρνητική επίδραση. Σε αντίθεση, η γαλατσίδα θα μπορούσε να θεωρηθεί πιο ανθεκτική στην καταπόνηση αλατότητας όταν καλλιεργείται σε φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο σε σχέση με τη σιταρήθρα, καθώς το νωπό και ξηρό βάρος παρέμεινε στα ίδια επίπεδα με του μάρτυρα, γεγονός που δεν παρατηρήθηκε στο σύστημα επίπλευσης, όπου παρατηρήθηκε μείωση του ξηρού βάρους. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τις αναφορές των Alexopoulos et al. (2021, 2023), οι οποίοι τόνισαν τη σχετική ανοχή της γαλατσίδας όταν καλλιεργήθηκε σε υψηλά επίπεδα αλατότητας (10 dS/m) σε ένα υδροπονικό σύστημα επίπλευσης παρόμοιο με τη μελέτη μας. Οι εν λόγω συγγραφείς ανέφεραν ότι η μεταβλητή απόκριση των υπό μελέτη ειδών στην καταπόνηση αλατότητας θα μπορούσε να αποδοθεί σε διαφορές στην ικανότητά τους να ξεπερνούν αποτελεσματικά την περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού στη ριζόσφαιρα, λόγω ωσμωτικών επιδράσεων - ένας μηχανισμός που παρατηρείται συνήθως σε μελέτες αλατότητας ευαίσθητων και μέτρια ανεκτικών ειδών. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι τα άγρια βρώσιμα χόρτα είναι σχετικά ανεκτικά στο NaCl ωστόσο, η αντίδρασή τους στην αλατότητα εξαρτάται από το είδος, το επίπεδο αλατότητας, τη διάρκεια της καλλιέργειας και την περίοδο καλλιέργειας (Petrooulos et al., 2017). Για παράδειγμα, το νωπό και το ξηρό βάρος των φυτών γαλατσίδας που αναπτύχθηκαν σε σύστημα επίπλευσης δεν επηρεάστηκε όταν τα φυτά υποβλήθηκαν σε 5 dS/m NaCl για 4 εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση, ενώ το νωπό βάρος των φυτών ηλικίας 6 εβδομάδων επηρεάστηκε αρνητικά από την αλατότητα (Maggini et al., 2021). Παρομοίως, η προσθήκη NaCl στο θρεπτικό διάλυμα μέχρι 6 dS m⁻¹ δεν είχε καμία επίδραση στη γαλατσίδα που αναπτύχθηκε σε σύστημα επίπλευσης, αλλά μείωσε τις παραμέτρους ανάπτυξης του *Taraxacum officinale* (Alexopoulos et al., 2021). Επιπλέον, η ανάπτυξη των φυτών άγριου ραδικιού (*Cichorium intybus*) δεν μειώθηκε

σοβαρά σε 10 dS/m NaCl (Sergio et al., 2012), ενώ τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του *Urospermum picroides* (κορκολεκανίδα) μειώθηκαν σοβαρά σε 6 dS/m και 10 dS/m σε σύγκριση με το μάρτυρα (2 dS/m χωρίς προσθήκη NaCl) (Alexopoulos et al., 2023).

Από την άλλη μεριά, κάποιες ποιοτικές παράμετροι επηρεάστηκαν θετικά και άλλες αρνητικά από την ύπαρξη μέτριας ή υψηλής αλατότητας. Για παράδειγμα, στην σιταρήθρα που καλλιεργήθηκε σε επίπλευση και στον αγρό, η μέτρια και η υψηλή αγωγιμότητα οδήγησαν σε υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά, όπως αναφέρεται και στις μελέτες των Alexopoulos et al. (2021, 2023) για τα *Urospermum picroides* και *Hedypnois cretica* σε σύστημα επίπλευσης. Υψηλή συγκέντρωση ολικών διαλυτών στερεών προέκυψε επίσης για τη γαλατσίδα στις μεταχειρίσεις με αλατότητα στην επίπλευση αλλά όχι στα υπόλοιπα συστήματα καλλιέργειας. Αξιοσημείωτο αποτέλεσμα είναι ότι το περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά των φυτών και των δύο ειδών που αναπτύχθηκαν στα φυτοδοχεία του θερμοκηπίου, δεν επηρεάστηκε από την ύπαρξη ή την ένταση της αλατότητας. Ωστόσο, η σιταρήθρα στον αγρό, ανεξαρτήτως επιπέδου αγωγιμότητας, φέρει τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ολικών διαλυτών στερεών συστατικών σε σύγκριση με τα άλλα συστήματα καλλιέργειας (εκτός της υψηλής αλατότητας της επίπλευσης που κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα), κάτι το οποίο δεν παρατηρείται τόσο έντονα στην γαλατσίδα. Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα των φύλλων της σιταρήθρας δεν φαίνεται να επηρεάστηκε ξεκάθαρα ούτε από την αλατότητα, αλλά ούτε και από το σύστημα καλλιέργειας, ενώ στη γαλατσίδα όλες οι πειραματικές μεταχειρίσεις (σύστημα και επίπεδο αγωγιμότητας) βρίσκονται στο ίδιο στατιστικό εύρος. Ωστόσο, οι Petropoulos et al. (2017) αναφέρουν μείωση του περιεχομένου των διαλυτών σακχάρων σε φύλλα σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum*), ενώ οι Klados and Tzortzakis (2014) στο ίδιο είδος αναφέρουν όξυνση της πικρής και όξινης γεύσης υπό χορήγηση διαλύματος με αγωγιμότητα έως και 12 dS/m.

Παρόμοια λογική ακολουθεί η περιεκτικότητα των φυτών και των δύο ειδών σε ολική χλωροφύλλη και σε καροτενοειδή. Πιο συγκεκριμένα, στη σιταρήθρα που καλλιεργήθηκε σε φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο παρουσιάζεται υψηλότερη συγκέντρωση των χρωστικών αυτών υπό την χορήγηση μέτριας και υψηλής αλατότητας, ενώ στη γαλατσίδα μόνο στην υψηλή αλατότητα. Αντίθετα, η σιταρήθρα που αναπτύχθηκε στον αγρό φέρει τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης. Από την άλλη, τα φυτά της γαλατσίδας δεν εμφάνισαν διαφορές στην περιεκτικότητα σε ολική χλωροφύλλη όταν καλλιεργήθηκαν σε επίπλευση και σε φυτοδοχεία αγρού. Υψηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφυλλών υπό συνθήκες αλατότητας σε πράσινα

λαχανικά, έχουν αναφερθεί από τους Xu et al. (2016) σε σπανάκι, τους Bonasia et al. (2017) σε άγρια ρόκα, και τους Sakamoto et al. (2014) σε κόκκινο μαρούλι. Αντίθετα, σε συμφωνία με το χαμηλό περιεχόμενο σε χλωροφύλλες που εμφάνισε η σιταρήθρα στον αγρό στην παρούσα εργασία, βρίσκονται οι αναφορές των Kaya et al. (2002) σε σπανάκι και των Hossain et al. (2022) στο *Amaranthus lividus*. Όσον αφορά τη σιταρήθρα στην επίπλευση, μεγαλύτερες τιμές χλωροφύλλης εμφανίστηκαν στη μέτρια αγωγιμότητα, ενώ ο μάρτυρας και η υψηλή αλατότητα φέρουν τις χαμηλότερες τιμές από όλες τις επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν. Ωστόσο, από τα παραπάνω ευρήματα, προκύπτει πως η σοβαρότητα της καταπόνησης που προκύπτει από αλατότητα, καθορίζεται από την ανοχή του είδους στο αλάτι, από το περιβάλλον και το σύστημα καλλιέργειας στο οποίο αναπτύσσεται. Σε γενικές γραμμές όμως, στην παρούσα εργασία, η σιταρήθρα που αναπτύχθηκε στα φυτοδοχεία εντός και εκτός θερμοκηπίου, εμφάνισε υψηλότερες συγκεντρώσεις χρωστικών σε σχέση με την επίπλευση. Αυτό το αποτέλεσμα δείχνει μη σωστή ανάπτυξη ή προσαρμογή του φυτού στην επιπλέουσα υδροπονία, κάτι το οποίο επίσης φαίνεται από την μικρή απόδοση των φυτών σε νωπό βάρος, όπως προαναφέρθηκε. Προβλήματα στην προσαρμογή των φυτών στο σύστημα επίπλευσης εμφάνισε και η γαλατσίδα, σε μικρότερο όμως βαθμό σε σχέση με την σιταρήθρα.

Και στα δύο είδη, το περιεχόμενο των φυτών σε ολικά φαινολικά βρέθηκε πολλαπλάσιο στον αγρό, σε σχέση με το θερμοκήπιο (φυτοδοχεία και επίπλευση), γεγονός που υποδεικνύει ότι οι συνθήκες καλλιέργειας στον αγρό (π.χ. χαμηλότερες θερμοκρασίες, άνεμος, εντονότερη ηλιακή ακτινοβολία, ύπαρξη υπεριώδους ακτινοβολίας και βροχόπτωση) μπορεί να επάγουν τον δευτερογενή μεταβολισμό και τη συσσώρευση φαινολικών σε μεγαλύτερο βαθμό από την ίδια την αλατότητα. Ωστόσο, στην σιταρήθρα που αναπτύχθηκε στον αγρό, δεν εμφανίστηκαν διαφορές στην περιεκτικότητα σε φαινολικά μεταξύ των επιπέδων αλατότητας, ενώ στην γαλατσίδα η μέτρια και η υψηλή αγωγιμότητα φέρουν μικρότερες τιμές φαινολικών από τον μάρτυρα. Αυξημένα επίσης φαινολικά, παρουσίασαν οι Ceccanti et al. (2020) στα φυτά *Cichorium intybus*, *Picris hieracioides* και *Sansquisorba minor* αλλά όχι στα φυτά *Plantago coronopus* και *Rumex acetosa* που καλλιεργήθηκαν στον αγρό σε σύγκριση με καλλιέργεια υδροπονίας και καλλιέργεια σε φυτοδοχεία θερμοκηπίου. Στη σιταρήθρα που καλλιεργήθηκε σε επίπλευση, η ύπαρξη αλατότητας αύξησε το επίπεδο των φαινολικών, ενώ αντίθετα στα φυτοδοχεία θερμοκηπίου η μέτρια αγωγιμότητα φέρει την μικρότερη περιεκτικότητα σε φαινολικά. Στη γαλατσίδα αντίστοιχα στην

επίπλευση, η μέτρια αγωγιμότητα φέρει υψηλότερες τιμές φαινολικών από τον μάρτυρα και την υψηλή αλατότητα, ενώ στα φυτοδοχεία θερμοκηπίου δεν παρατηρείται καμία διαφορά. Αυξημένες συγκεντρώσεις φαινολικών υπό συνθήκες αλατότητας σε υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας επίσης αναφέρεται σε μελέτες των Conversa et al. (2021) και Neocleous et al. (2014) σε καλλιέργεια μαρουλιού, των Petropoulos et al. (2017) και Klados and Tzortzakis (2014) σε καλλιέργεια σταμναγκαθιού, και των Bonasia et al. (2017) σε καλλιέργειες ήμερης και άγριας ρόκας (*Eruca sativa* και *Diplotaxis tenuifolia*). Ωστόσο, η διαφορετική απόκριση των φυτών στην αλατότητα ως προς την ανάπτυξη ή όχι φαινολικών ενώσεων οδηγεί στο συμπέρασμα πως πολλοί διαφορετικοί παράγοντες όπως περιβαλλοντικοί και καλλιεργητικοί, συμπεριλαμβανομένης της έντασης και της διάρκειας της καταπόνησης, του σταδίου ανάπτυξης κατά το οποίο τα φυτά υποβλήθηκαν στην καταπόνηση και του γονότυπου του είδους που χρησιμοποιήθηκε, επηρεάζουν την παραγωγή τους. Έτσι, δεν ισχύει απόλυτα το γεγονός πως η καταπόνηση αλατότητας συνδέεται με την επαγωγή του δευτερογενούς μεταβολισμού και την *de novo* βιοσύνθεση φαινολικών ενώσεων στα φυτά (Chele et al., 2021, Naïkou et al., 2019). Έτσι, διαφορετικοί τρόποι απόκρισης στην αλατότητα έχουν αναφερθεί στην μελέτη των Alexopoulos et al. (2021, 2023) με διαφορετικά επίπεδα αλατότητας, των Maggini et al. (2021) με διαφορετικά στάδια συγκομιδής και επιπέδου αλατότητας, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Επιπροσθέτως, στη σιταρήθρα το περιεχόμενο των φύλλων σε νιτρικά, επηρεάστηκε θετικά από την ύπαρξη αλατότητας στην επίπλευση και στον αγρό, καθώς έφεραν μικρότερες τιμές από τον μάρτυρα. Αυτό το αποτέλεσμα προέκυψε επίσης στην γαλατσίδα αλλά μόνο στα φυτοδοχεία θερμοκηπίου, καθώς στα άλλα δύο συστήματα δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων αλατότητας. Ωστόσο, η γαλατσίδα που αναπτύχθηκε στον αγρό, φέρει εξαιρετικά μικρές συγκεντρώσεις νιτρικών χωρίς διαφορά μεταξύ των επιπέδων αλατότητας. Συνολικά, η αλατότητα αναφέρεται να μειώνει το περιεχόμενο των φυλλωδών λαχανικών και των φυλλωδών λαχανευόμενων φυτών σε νιτρικά. Οι Alexopoulos et al. (2021, 2023) σε φυτά γαλατσίδας και κορκολεκανίδας που καλλιεργήθηκαν σε σύστημα επίπλευσης αναφέρουν μείωση των νιτρικών με αύξηση των επιπέδων αλατότητας. Σύμφωνα με τους El-Nakhel et al. (2022) και Di Mola et al. (2023), η συσσώρευση ιόντων Cl⁻ στο θρεπτικό διάλυμα (σε υδροπονία) μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη πρόσληψη και συσσώρευση νιτρικών σε φυλλώδη λαχανικά, γεγονός που αξιοποιείται στην εμπορική

καλλιέργεια εκτός εδάφους για την παραγωγή ασφαλέστερων φυλλωδών λαχανικών (Kyriacou et al., 2018), καθώς τα νιτρικά χαρακτηρίζονται ευρέως ως σημαντικός αντιδιατροφικός παράγοντας, ιδίως στα φυλλώδη λαχανικά (Santamaria et al., 2006). Όμοια με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, οι Maggini et al. (2021) παρατήρησαν σε φυτά γαλατσίδας που καλλιεργήθηκαν σε υδροπονία και συγκομίστηκαν 4 εβδομάδες μετά την μεταφύτευση απουσία επίδρασης της αλατότητας στα επίπεδα των νιτρικών. Θα πρέπει να σημειωθεί η έντονη τάση των ειδών που μελετήθηκαν να συσσωρεύουν νιτρικά σε υπερβολικό βαθμό, αφού η σιταρήθρα στην επίπλευση απουσία NaCl και η γαλατσίδα στα φυτοδοχεία στο θερμοκήπιο πάλι απουσία NaCl, επέδειξαν επίπεδα νιτρικών πάνω από 10000 mg NO₃/kg fw, τα οποία ξεπερνούν κατά πολύ τα ελάχιστα όρια που έχει θεσπίσει η Ε.Ε. για φυλλώδη λαχανικά.

Η συγκέντρωση προλίνης στα φύλλα σε σχέση με την επίδραση της αλατότητας εξαρτήθηκε από το είδος και το σύστημα καλλιέργειας στο οποίο αναπτύχθηκαν τα φυτά. Πιο συγκεκριμένα, στη σιταρήθρα παρατηρήθηκε αναλογική αύξηση της προλίνης σε όλα τα συστήματα με αύξηση της αλατότητας. Η σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας σε προλίνη (ωσμωλύτης) υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας υποδεικνύει ότι τα φυτά υποβλήθηκαν σε καταπόνηση η οποία ενεργοποίησε το αμυντικό τους σύστημα με αποτέλεσμα την παραγωγή προλίνης για να αντιμετωπιστεί η ωσμωτική καταπόνηση. Παρόμοιο αποτέλεσμα αναφέρθηκε από τους Alexopoulos et al. (2021, 2023), μελετώντας τα φυτά κορκολεκανίδα και γαλατσίδα σε υδροπονικό σύστημα υπό την καταπόνηση αλατότητας έως 10 dS/m, καθώς και από τους Sergio et al. (2012) σε άγριο ραδίκι. Η συσσώρευση προλίνης άλλωστε, θεωρείται έγκυρος δείκτης των συνθηκών καταπόνησης, δεδομένου ότι η υψηλή περιεκτικότητα σε προλίνη συνήθως εντοπίζεται σε φυτά που υποβάλλονται σε καταπόνηση και έχει καθοριστική σημασία για την ανακούφιση αυτών μέσω της δραστηριότητάς της ως ωσμωλύτη και ως μόριο άμυνας και σηματοδότησης (Hayat et al., 2012). Ωστόσο, στην γαλατσίδα συνέβη το ακριβώς αντίθετο, καθώς στην επίπλευση και στον αγρό η παρουσία αλατότητας προκάλεσε μείωση στη συγκέντρωση της προλίνης, ενώ στα φυτοδοχεία θερμοκηπίου όλες οι μεταχειρίσεις κυμάνθηκαν σε χαμηλά επίπεδα, χωρίς διαφοροποιήσεις μεταξύ τους. Επομένως, θα μπορούσε να προταθεί ότι στα ανθεκτικά σε καταπόνηση είδη, όπως η γαλατσίδα, η συσσώρευση προλίνης μπορεί να χρησιμεύσει ως προστατευτική ένωση έναντι της καταπόνησης με αλατότητα, ενώ στα ευαίσθητα είδη, όπως το *Uropeltum picroides* και ίσως τη σιταρήθρα, αυτός ο

αμυντικός μηχανισμός δεν επαρκεί για να μετριάσει τις επιπτώσεις της καταπόνησης και θα πρέπει να εμπλέκονται και άλλες αμυντικές στρατηγικές (Ben Amor et al., 2005, 2006). Αυτή η εξήγηση θα μπορούσε επίσης να δικαιολογηθεί από τα αποτελέσματα των Alexopoulos et al. (2021, 2023), οι οποίοι εξέτασαν τέσσερα άγρια βρώσιμα είδη σε συνθήκες αλατότητας και πρότειναν ότι η συσσώρευση προλίνης δεν συνδέεται αναλογικά με τη μείωση της απόδοσης σε νωπό βάρος βρώσιμου προϊόντος, αλλά εξαρτάται από το είδος και άλλους πιθανούς μηχανισμούς άμυνας των φυτών έναντι της καταπόνησης. Συνεπώς, σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα, η σιταρήθρα αντιδρά διαφορετικά στην ύπαρξη μέτριας ή υψηλής αγωγιμότητας, ανάλογα το σύστημα στο οποίο καλλιεργείται, γεγονός που αποδεικνύει την ύπαρξη αλληλεπίδρασης μεταξύ συστήματος καλλιέργειας και αλατότητας, κάτι που έχει αναφερθεί και από τους Arzani et al. (2008) και Petropoulos et al. (2017).

Παρά τις διαφορές των υπό μελέτη ειδών στην αντίδρασή τους στην καταπόνηση αλατότητας λόγω ύπαρξης NaCl στο αρδευτικό νερό, και τα δύο είδη επέδειξαν καλή προσαρμοστικότητα σε συνθήκες αλατότητας που ξεπερνούν κατά πολύ τα ανώτερα όρια στα οποία μπορούν να αναπτύσσονται και παράγουν πολλά καλλιεργούμενα είδη. Ως εκ τούτου, θα μπορούσε να προταθεί ότι η ενσωμάτωση των άγριων εδώδιμων ειδών σε εμπορικά συστήματα καλλιέργειας είναι μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση σε περιοχές όπου η αποδοτική καλλιέργεια πολλών καλλιεργούμενων ειδών δεν μπορεί να είναι επικερδής, λόγω της αυξημένης αλατότητας του εδάφους, είτε/και του αρδευτικού νερού.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1. Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ακουμιανάκης Κ. (2007). Ειδικά θέματα λαχανοκομίας. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Γ.Π.Α., Αθήνα.
- Αναστασάκη Α. (2015). Ανατομική μελέτη φύλλων των εδώδιμων ποωδών φυτών, *Sonchus oleraceus*, *Taraxacum officinale*, *Reichardia picroides*, *Cichorium spinosum*. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Βασιλακάκης Μ.Δ. (2006). Μετασυλλεκτική φυσιολογία–Μεταχείριση πωροκηπευτικών και τεχνολογία. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάς. Ε.Ε., 199-217.
- Καββάδας Δ. (1956). Εικονογραφημένο βοτανικών φυτολογικών λεξικόν. Εκδόσεις Πελεκάνος, Αθήνα.
- Κανονισμός ΕΕ αριθ. 1258/2011 σχετικά με την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1881/2006 όσον αφορά τον καθορισμό μέγιστων επιτρεπτών επιπέδων για τα νιτρικά σε τρόφιμα.
- Μενδώνη, Ε., (2015). Επίδραση της εποχής σποράς στην ανάπτυξη και την ποιότητα αυτοφυών λαχανευόμενων ειδών. Πτυχιακή Μελέτη, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Ντετοπούλου Π. (2005). Επίδραση της κατανάλωσης άγριων χόρτων της Κρήτης (*Reichardia picroides*, *Urospermum picroides*) στα μεταγευματικά επίπεδα βιοχημικών δεικτών, που εμπλέκονται στις καρδιαγγειακές παθήσεις. Μεταπτυχιακή διατριβή, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 54-58.
- Παππά Ε. (2016). Καταγραφή της διαχρονικής εξέλιξης των μορφολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών δέκα λαχανευόμενων ειδών, καλλιεργούμενων σε σύστημα επίπλευσης. Μεταπτυχιακή εργασία. Γ.Π.Α., Αθήνα.
- Στεφανάκη-Νικηφοράκη Μ. (1999). Συστηματική Βοτανική-Αγγειόσπερμα, Εκδόσεις Σταμούλης, Τόμος Α., Αθήνα.
- Χριστόπουλος Γ.Α., Μπαστιάς Ι.Κ. (1983). Φυτολογία. Εκπαιδευτική Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια, Τόμος 10, Εκδοτική Αθηνών, Αθήνα.
- Ψαρουδάκη Α. (2012) Καταγραφή, βοτανική ταυτοποίηση, γενετική ποικιλότητα και ιδιότητες αυτοφυών εδώδιμων φυτών της Κρήτης: συμμετοχή τους στο σύγχρονο διατροφικό πρότυπο. Διδακτορική Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 300 σελ.

5.2. Ξένη Βιβλιογραφία

- Akbarimoghaddam H., Galavi M., Ghanbari A., Panjehkeh N. (2011). Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia J. Sci.*, 9, 43–50.
- Alexopoulos A.A., Assimakopoulou A., Panagopoulos P., Bakea M., Vidalis N., Karapanos I.C., Petropoulos S.A. (2021). Impact of salinity on the growth and chemical composition of two underutilized wild edible greens: *Taraxacum officinale* and *Reichardia picroides*. *Horticulturae*, 7 (7), 160.
- Alexopoulos A.A., Assimakopoulou A., Panagopoulos P., Bakea M., Vidalis N., Karapanos I.C., Roupheal Y., Petropoulos S.A. (2023). *Hedypnois cretica* L. and *Urospermum picroides* L. plant growth, nutrient status and quality characteristics under salinity stress. *Horticulturae*, 9, 65.
- Ben Amor N., Jiménez A., Megdiche W., Lundqvist M., Sevilla, F., Abdelly C. (2006). Response of antioxidant systems to NaCl stress in the halophyte *Cakile maritima*. *Physiol. Plant.*, 126, 446–457.
- Ansari N.M., Houlihan L., Hussain B., Pieroni A. (2005). Antioxidant activity of five vegetables traditionally consumed by South-Asian Migrants in Bradford, Yorkshire, UK. *Phytother. Res.*, 19(10), 907–911.
- Arnon D, 1949. Copper enzymes isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.*, 24: 1-15.
- Arzani, A. (2008). Improving salinity tolerance in crop plants: A biotechnological view. *Vitr. Cell. Dev. Biol. - Plant*, 44, 373–383.
- Ashraf M. (1994). Organic substances responsible for salt tolerance in *Eruca sativa*. *Biol. Plantarum*, 36, 255-259.
- Barros L., Carvalho A.M., Ferreira I.C.F.R. (2010). Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: a comparative study of the nutraceutical potential. *Food Chem. Toxicol.*, 48(6), 1466-1472.
- Bates L.S., Waldren R.P., Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*, 39, 205–207.
- Ben Amor N. Ben Hamed K., Debez A., Grignon C., Abdelly, C. (2005). Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte *Crithmum maritimum* to salinity. *Plant Sci.*, 168, 889–899.
- Bonasia A., Lazzizzera C., Elia A., Conversa G. (2017). Nutritional, biophysical and physiological characteristics of wild rocket genotypes as affected by soilless cultivation system, salinity level of nutrient solution and growing period. *Front. Plant Sci.* 8, 15.

- Campra-Madrid P., Guil-Guerrero J.L. (2002). High-performance liquid chromatographic purification of gamma-linolenic acid (GLA) from the seed oil of two Boraginaceae species. *Chromatographia* 56, 673–677.
- Carillo P., Giordano M., Raimondi G., Napolitano F., Di Stasio E., Kyriacou, M.C., Sifola, M.I., Roupheal, Y. (2020). Physiological and nutraceutical quality of green and red pigmented lettuce in response to NaCl concentration in two successive harvests. *Agronomy*, 10, 1358.
- Cataldo D.A., Maroon M., Schrader L.E., Youngs V.L. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant-tissue by nitration of salicylic-acid. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 6(1), 71-80.
- Chatzianni M., Alkhaled B., Livieratos I., Stamatakis A., Ntatsi G., Savvas D. (2018). Impact of nitrogen source and supply level on growth, yield and nutritional value of two contrasting ecotypes of *Cichorium spinosum* L. grown hydroponically. *J. Sci. Food Agric.*, 98, 1615–1624.
- Chele K.H., Tinte, M.M., Piater L.A., Dubery I.A., Tugizimana F. (2021). Soil salinity, a serious environmental issue and plant responses: A metabolomics perspective. *Metabolites*, 11(11), 724.
- Clausen W. (2005). Proline as a measure of stress in tomato plants. *Plant Sci.*, 168, 241-248.
- Colla G., Roupheal Y., Cardarelli M., Svecova E., Rea E., Lucini L. (2013). Effects of saline stress on mineral composition, phenolic acids and flavonoids in leaves of artichoke and cardoon genotypes grown in floating system. *J. Sci. Food Agric.* 93, 1119–1127.
- Conversa, G.; Bonasia, A.; Lazzizzera, C.; Elia, A. (2021). Soilless cultivation system, electrical conductivity of nutrient solution, and growing season on yield and quality of baby-leaf oak-leaf lettuce. *Agronomy*, 11(6), 1220.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Extent of Salt-Affected Soils.
- Feigin A., Pressman E., Imas P., Miltau O. (1991). Combined effects of KNO₃ and salinity on yield and chemical composition of lettuce and Chinese cabbage. *Irrig. Sci.*, 12, 223-230.
- Garcia – Herrera P, Sanchez – Mata M.C, Camara M, Fernandez – Ruiz V, Diez – Marques C, Molina M, Tardio J. (2014). Nutritive composition of six wild edible Mediterranean Asteraceae plants of dietary interest. *Journal of Food Composition and Analysis*, 34(2), 163-170.
- Giordano M., Petropoulos, S.A., Roupheal, Y. (2021). Response and defense mechanisms of vegetable crops against drought, heat and salinity stress. *Agriculture*, 11(5), 463.

- El-Nakhel, C.; Cozzolino, E.; Ottaiano, L.; Petropoulos, S.A.; Nocerino, S.; Pelosi, M.E.; Roupheal, Y.; Mori, M.; Di Mola, I. (2022). Effect of biostimulant application on plant growth, chlorophylls and hydrophilic antioxidant activity of spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown under saline stress. *Horticulturae*, 8, 1–15.
- Guarrera P.M. (2005). Traditional phytotherapy in Central Italy (Marche, Abruzzo, and Latium). *Fitoterapia*, 76(1), 1-25.
- Guil-Guerrero J.L., Rodriguez I., Torija M.E. (1997). Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 51(2), 99–107.
- Gupta B., Huang B. (2014). Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization *Int J Genomics*, 2014, 701596.
- Habermeyer M., Roth A., Guth S., Diel P., Engel K.H., Epe B., Furst P., Heinz V., Humpf H.U., Joost H.G., Knorr D., De Kok T., Kulling S., Lampen A., Marko D., Rechkemmer G., Rietjens I., Stadler R.H., Vieths S., Vogel R., Steinberg P., Eisenbrand G. (2014). Nitrate and nitrite in the diet: How to assess their benefit and risk for human health. *Molecular Nutrition & Food Research*, 59(1), 106–128.
- Hadjichambis A.C., Paraskeva-Hadjichambi D., Della A., Giusti M.E., De Pasquale C., Lenzarini C., Censorii E., Gonzales-Tejero M.R., Sanchez-Rojas C.P., Ramiro-Gutierrez J.M., Skoula M., Johnson C., Sarpaki A., Hmamouchi M., Jorhi S., El-Demerdash M., El-Zayat M., Pieroni A. (2008). Wild and semi-domesticated food plant consumption in seven circum-Mediterranean areas. *Int. J. Food Sci. Nut.*, 59(5), 383-414.
- Hayat S., Hayat Q., Alyemeni M.N., Wani A.S., Pichtel J., Ahmad A. (2012). Role of proline under changing environments: A review. *Plant Signal. Behav.*, 7(11), 1456–1466.
- Haskell B.S., Majorie J. (2013). Provitamin A Carotenoids as a Dietary Source of Vitamin A. *Carotenoids and Human Health.*, 249–260.
- Hedrick U.P. (1972). *Sturtevant's edible plants of the world*. Dover publications; Later Printing edition.
- Heinrich M., Nebel S., Leonti M., Rivera D., Obon C. (2006). Local Food-Nutraceuticals: bridging the gap between local knowledge and global needs. *Forum Nutr.*, 59, 1–17.
- Hossain Md.N., Sarker U., Raihan Md.S., Al-Huqail A.A., Siddiqui M.H., Oba S. (2022). Influence of salinity stress on color parameters, leaf pigmentation, polyphenol and flavonoid contents, and antioxidant activity of *Amaranthus lividus* leafy vegetables. *Molecules*, 27 (6), 1821.

- Kaveh H., Nemati H., Farsi M., Jartoodeh S.V. (2011). How salinity affect germination and emergence of tomato lines. *J. Biol. Environ. Sci.*, 5, 159–163.
- Kaya C., Higgs D., Sakar E. (2002). Response of two leafy vegetables grown at high salinity to supplementary potassium and phosphorus during different growth stages. *J. Plant Nutr.*, 25, 2663–2676.
- Keeling C.I., Bohlmann J. (2006). Genes, enzymes and chemicals of terpenoid diversity in the constitutive and induced defense of conifers against insects and pathogens. *New Phytol.*, 170 (4), 657-675.
- Kyriacou M.C., Roupael Y. (2018). Towards a new definition of quality for fresh fruits and vegetables. *Sci. Hortic.*, 234, 463–469.
- Khodarahmpour Z., Ifar M., Motamedi M. (2012). Effects of NaCl salinity on maize (*Zea mays* L.) at germination and early seedling stage. *Afr. J. Biotechnol.*, 11, 298–304.
- Kowalczyk, K., Mirgos, M., Bączek, K., Niedzińska, M. and Gajewski, M. (2016). Effect of different growing media in hydroponic culture on the yield and biological quality of lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata*). *Acta Hortic.* 1142, 10-110
- Lauchli A., Grattan S.R. (2007). Plant growth and development under salinity stress. in advances in molecular breeding towards drought and salt tolerant crops. In: Jenks, M.A., Hasegawa, P.M., Mohan, J.S., Eds.; *Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops*. Springer: Berlin, Germany, pp. 1–32.
- Lichtenthaler H. K. and Buschmann C., 2001. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, F4.3.1-F4.3.8.
- Lucini L., Borgognone D., Roupael Y., Cardarelli M., Bernardi J., Colla G. (2016). Mild potassium chloride stress alters the mineral composition, hormone network, and phenolic profile in artichoke leaves. *Front. Plant Sci.* 7, 1–11.
- Ma Y., Dias M.C., Freitas H. (2020). Drought and salinity stress responses and microbe-induced tolerance in plants. *Front. Plant Sci.*, 11, 1750.
- Maas E.V. (1986). Salt tolerance of plants. *CRC Handbook of Plant Science in Agriculture*.
- Maggini R., Benvenuti S., Leoni F., Incrocci L., Pardossi A. (2021). Effects of NaCl on hydroponic cultivation of *Reichardia picroides* (L.) Roth. *Agronomy*, 11, 2352.
- Martins D., Barros L., Carvalho A.M., Ferreira I.C.F.R. (2011). Nutritional and *in vitro* antioxidant properties of edible wild greens in Iberian Peninsula traditional diet. *Food Chem.* 125(2), 488–494.

- Meyers K.J., Mares J.A., Igo R.P., Truitt B., Liu Z., Millen A.E., Klein M., Johnson E.J., Engelman C.D., Karki C.K., Blodi B., Gehrs K., Tinker L., Wallace R., Robinson J., LeBlanc E.S., Sarto G., Bernstein P.S., SanGiovanni J.P., Sudha K.L., (2014). Genetic evidence for role of carotenoids in age-related macular degeneration in the carotenoids in age-related eye disease study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 55(1), 587–599.
- Naikoo M.I., Dar M.I., Raghieb F., Jaleel H., Ahmad B., Raina A., Khan F.A., Naushin F. (2019). Chapter 9 - Role and regulation of plants phenolics in abiotic stress tolerance: An overview. In: M. Iqbal R. Khan, Palakolanu Sudhakar Reddy, Antonio Ferrante, Nafees A. Khan (eds.) *Plant Signaling Molecules*, Woodhead Publishing, pp. 157–168.
- Namitha K.K., Negi P.S. (2010). Chemistry and biotechnology of carotenoids. *Food Sci. Nutr.*, 50 (8), 728-760.
- Neocleous D., Koukounaras A., Siomos A.S., Vasilakakis M. (2014). Changes in photosynthesis, yield, and quality of baby lettuce under salinity stress. *J. Agric. Sci. Technol.*, 16, 1335–1343.
- Osawa M., Tokumitsu H. Swindells M.B., Kurihara H., Orita M., Shibamura T., Furuya T., Ikura M., 1999. A novel target recognition revealed by calmodulin in complex with Ca²⁺-calmodulin- dependent kinase. *Nat. Struct. Biol.*, 6 (9), 819-24.
- Pasternak D., de Malach Y., 1994. *Handbook of plant and crop stress*.
- Parihar, P.; Singh, S.; Singh, R.; Vijay Pratap Singh, V.P.; Prasad, S.M., 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: A review. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 22, 4056–4075.
- Petretto G.L., Urgghe P.P., Massa D., Melito A. (2019). Effect of salinity (NaCl) on plant growth, nutrient content, and glucosinolate hydrolysis products trends in rocket genotypes. *Plant Physiol. Biochem.*, 141, 30–39.
- Petropoulos S.A., Levizou E., Ntatsi, G., Fernandes, A. Petrotos K., Akoumianakis K., Barros L., Ferreira, I.C.F.R. (2017). Salinity effect on nutritional value, chemical composition and bioactive compounds content of *Cichorium spinosum* L. *Food Chem.*, 214, 129–136.
- Pieroni A., Nebel S., Santoro R.F., Heinrich M. (2005). Food for two seasons: culinary uses of non-cultivated local vegetables and mushrooms in a south Italian village. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 56(4), 245–272.
- Polunin O., 1980. *Flowers of Greece and the Balkans: a field guide*. Oxford University Press.
- Recio M.C, Giner R.M, Hermenegildo M, Peris J.B, Mañez S, Rios J.L (1992). Phenolics of *Reichardia* and their taxonomic implications. *Biochemical Systematics and Ecology*, 20(5), 449–452.

- Redzic S.J. (2006). Wild edible plants and their traditional use in the human nutrition in Bosnia-Herzegovina. *Ecol. Food Nutr.*, 45(3), 189-232.
- Rezazadeh A., Ghasemnezhad A., Barami M., Telmadarrehei T. (2012). Effect of salinity on phenolic composition and antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaves. *Res. J. Med. Plant* 6, 245–252.
- Rouphael Y., Petropoulos S.A, Cardarelli M., Colla G. (2018). Salinity as eustressor for enhancing quality of vegetables. *Sci. Hort.*, 234, 361-369.
- Rivera D., Obon C., Inocencio C., Heinrich M., Verde A., Fajardo J., Palazon J.A. (2007). Gathered food plants in the mountains of Castilla-La Mancha (Spain): ethnobotany and multivariate analysis. *Econ. Bot.*, 61 (3), 269–289.
- Saffari Y., Sadrzadeh S.M.H., 2004. Green tea metabolite EGCG protects membranes against oxidative damage in vitro. *Life Sciences*, vol. 74, issue 12, p. 1513-1518.
- Saha P., Chatterjee P., Biswas A.K., 2010. NaCl pretreatment alleviates salt stress by enhancement of antioxidant defense system and osmolyte accumulation in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *Indian J. Exp. Biol.*, 48, 593–600.
- Sakamoto K., Kogi M., Yanagisawa T. (2014). Effects of salinity and nutrients in seawater on hydroponic culture of red leaf lettuce. *Environ. Control Biol.*, 52, 189–195.
- Salonikioti A., Petropoulos S., Antoniadis V., Levizou E., Alexopoulos A. (2015). Wild edible species with phytoremediation properties. *Procedia Environmental Sciences*, 29, 98-99.
- Santamaria P. (2006). Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.*, 86: 10-17.
- Salvatore S., Pellegrini N., Brenna O.V., Del Rio D., Frasca G., Brighenti F., Tumino R. (2005). Antioxidant characterization of some Sicilian edible wild greens. *J. Agric. Food Chem.*, 53(24), 9465–9471
- Sareedenchai V. and Zidorn C., 2010. Flavonoids as chemosystematic markers in the tribe Cichorieae of the Asteraceae. *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol., Is. 5, P. 935-957.
- Sarker U., Oba S., 2018. Salinity stress enhances color parameters, bioactive leaf pigments, vitamins, polyphenols, flavonoids and antioxidant activity in selected *Amaranthus* leafy vegetables. *J. Sci. Food Agric.*, 99 (5), 2275-2284.
- Sergio L., De Paola A., Cantore V., Pieralice M., Cascarano N.A., Bianco V.V., Di Vinere D., 2012. Effect of salt stress on growth parameters, enzymatic antioxidant system, and lipid peroxidation in wild chicory (*Cichorium intybus* L.). *Acta Physiol Plant* (2012) 34:2349–2358.

- Shannon M.C., Grieve C.M. (1998). Tolerance of vegetable crops to salinity. *Sci. Hortic.*, 78(1-4), 5–38.
- Sharoni Y., Linnewiel-Hermoni K., Khanin M., Salman H., Veprík A., Danilenko M., Levy J. (2012). Carotenoids and apocarotenoids in cellular signaling related to cancer: A review. *Mol. Nutr. Food Res.*, 56, 259-269.
- Siomos A.S. Dogras C.C. (2008). Nitrates in vegetables produced in Greece. *J. Veget. Crop Prod.*, 5(2), 3-13.
- Singleton V.L., Rossi J.A., (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.*, 16, 144-158.
- Skibsted L.H. (2012). Carotenoids in antioxidant networks. Colorants or radical scavengers. *J. Agric. Food Chem.*, 60(10), 2409-2417.
- Sommer A., (2008). Vitamin A deficiency and clinical disease: An historical overview. *The Journal of Nutrition*, 138(10), 1835–1839.
- Speer M., Kaiser W.M. (1991). Ion relations of symplastic and apoplastic space in leaves from *Spinacia oleracea* L. and *Pisum sativum* L. under salinity. *Plant Physiology*, 97(3), 990-997.
- Stephensen C.B. (2013). Provitamin A carotenoids and immune function. In: Tanumihardjo, S. (eds) *Carotenoids and Human Health. Nutrition and Health.* Humana Press, Totowa, NJ, p.261-270.
- Tanaka T., Nakao S. (1976). *Tanaka's Cyclopaedia of Edible Plants of The World*, Distributed by Keigaku Pub. Co. Tokyo.
- Tardío J., Pardo-De-Santayana M., Morales R. (2006). Ethnobotanical review of wild edible plants in Spain. *Bot. J. Lin. Soc.*, 152(1), 27-71.
- Turland N.J. (1993). *Flora of the Cretan area: annotated checklist and atlas.* London (UK) HMSO.
- Ulfat M., Athar H., Ashraf M., Akram N.A., Jamil A., 2007. Appraisal of physiological and biochemical selection criteria for evaluation of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). *Pak. J. Bot.*, 39, 1593–1608.
- Vardavas C.I., Majchrzak D., Wagner K.H., Elmadfa I., Kafatos A. (2005). The antioxidant and phylloquinone content of wildly grown greens in Crete. *Food Chem.*, 99(4), 814-817.
- Velioglu Y.S., Mazza G., Gao L., Oomah B.D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food Chem.*, 46(10), 4113–4117.
- Vidalis N., Kourkouvela M., Argyris D.C., Liakopoulos G., Alexopoulos A., Petropoulos S.A., Karapanos I., 2023. Impacts of Salinity on Growth, Physio-

biochemical Characteristics, and Quality of *Urospermum picroides* and *Reichardia picroides* Plants in Varied Cultivation Regimes. *Agriculture*, 13.

- Xu S., Hu B., He Z., Ma F., Feng J., Shen W., Yan J. (2011). Enhancement of salinity tolerance during rice seed germination by presoaking with hemoglobin. *Int. J. Mol. Sci.*, 12, 2488–2501.
- Zeghichi S., Kallithraka S., Simopoulos A.P., Kypriotakis Z., (2003). Nutritional composition of selected wild plants in the diet of Crete. *World Rev Nutr Diet.*, (91), 22–40.
- Zhu, J.K. (2001). Plant salt tolerance. *Trends Plant Sci.*, 6, 66–71.