



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

Διδακτορική Διατριβή

Μελέτη της επίδρασης καλλιεργητικών τεχνικών, περιβαλλοντικών συνθηκών και αβιοτικών καταπονήσεων στην ανάπτυξη, παραγωγή, ποιότητα, διατροφική αξία και σποροπαραγωγή τεσσάρων λαχανευόμενων ειδών

Νικολίνα Ι. Βιδάλη

Επιβλέπων Καθηγητής:

Καραπάνος Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Καραπάνος Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Σάββας Δημήτριος, Καθηγητής ΓΠΑ

Αλεξόπουλος Αλέξιος, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου



**Αθήνα
2024**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

Διδακτορική Διατριβή

Μελέτη της επίδρασης καλλιεργητικών τεχνικών, περιβαλλοντικών συνθηκών και αβιοτικών καταπονήσεων στην ανάπτυξη, παραγωγή, ποιότητα, διατροφική αξία και σποροπαραγωγή τεσσάρων λαχανευόμενων ειδών

Effect of cultivation techniques, environmental conditions and abiotic stresses on the growth, yield, quality, dietary value and seed production of four wild edible vegetables

Νικολίνα Ι. Βιδάλη

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή

Καραπάνος Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Σάββας Δημήτριος, Καθηγητής ΓΠΑ

Αλεξόπουλος Αλέξιος, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Λιακόπουλος Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Ντάτση Γεωργία, Επίκουρη Καθηγήτρια ΓΠΑ

Πετρόπουλος Σπυρίδων, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τσουβαλτζής Παύλος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΑΠΘ

Μελέτη της επίδρασης καλλιεργητικών τεχνικών, περιβαλλοντικών συνθηκών και αβιοτικών καταπονήσεων στην ανάπτυξη, παραγωγή, ποιότητα, διατροφική αξία και σποροπαραγωγή τεσσάρων λαχανευόμενων ειδών

Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται έντονη ευαισθητοποίηση των καταναλωτών ως προς την αναζήτηση υγιεινότερων τροφών και την υιοθέτηση της μεσογειακής διατροφής, αναπόσπαστο μέρος της οποίας αποτελούν τα βότανα και τα λαχανευόμενα είδη. Εξαιτίας της δυσχέρειας πρόσβασης των κατοίκων των αστικών κέντρων στα είδη αυτά που συνήθως συλλέγονται στη φύση, υπάρχει πια έντονο ενδιαφέρον για την εμπορική καλλιέργειά τους. Όμως, είναι ακόμα ελάχιστες οι διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με τις απαιτήσεις τους σε εδαφοκλιματικές συνθήκες, την εποχή καλλιέργειάς τους, τη διαθεσιμότητα του πολλαπλασιαστικού υλικού, την ανεκτικότητα/ανθεκτικότητα σε βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις και σε πολλά άλλα θέματα που σχετίζονται με την εμπορική αξιοποίησή τους. Εξαιτίας του γεγονότος αυτού, η παρούσα διδακτορική διατριβή έχει ως απώτερο σκοπό την παροχή πληροφοριών σε τρία ερωτήματα σχετικά με την εμπορική αξιοποίηση τεσσάρων λαχανευόμενων ειδών, των *Urospermum picroides*, *Reichardia picroides* και *Hedypnois cretica* που ανήκουν στην οικογένεια *Asteraceae* και του *Plantago coronopus* που ανήκει στην οικογένεια *Plantaginaceae*.

Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη πειραματική ενότητα μελετήθηκε η επίδραση της εποχής (φθινόπωρο, χειμώνας και άνοιξη) και του συστήματος καλλιέργειας (σε γλάστρες σε αγρό και θερμοκήπιο και σε επιπλέον υδροπονία στο θερμοκήπιο) στην ανάπτυξη, σε οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά των υπό μελέτη ειδών, με απώτερο σκοπό τον προσδιορισμό της επίδρασης των περιβαλλοντικών συνθηκών και των καλλιεργητικών τεχνικών στην παραγωγή και ποιότητά τους. Στην δεύτερη πειραματική ενότητα, σε φυτά που καλλιεργήθηκαν στις προαναφερθείσες εποχές στον αγρό και σε θερμοκήπιο σε γλάστρες, προσδιορίστηκαν οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις για την είσοδο των φυτών σε αναπαραγωγική φάση και η παραγωγή και ποιότητα του σπόρου, ενώ παράλληλα μελετήθηκε ο βιολογικός κύκλος των συγκεκριμένων ειδών σε διάφορες εποχές καλλιέργειας, και οι ιδιαιτερότητές τους ως προς την παραγωγή και τα χαρακτηριστικά του σπόρου (ύπαρξη ή όχι λήθαργου, συντηρησιμότητα σπόρου, κτλ.). Στην τρίτη πειραματική ενότητα διερευνήθηκε η ανεκτικότητα/ανθεκτικότητα αυτών των ειδών στην αλατότητα λόγω NaCl, σε σχέση με το είδος, το σύστημα καλλιέργειας (γλάστρες σε θερμοκήπιο και αγρό και επιπλέον υδροπονία στο θερμοκήπιο) και την εποχή (άνοιξη και φθινόπωρο) και η αλληλεπίδραση των παραγόντων αυτών στα διατροφικά και αντι-διατροφικά χαρακτηριστικά των ειδών.

Ως προς την επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας, παρατηρήθηκε ότι στις ψυχρότερες περιόδους καλλιέργειας (φθινόπωρο και χειμώνας) όλα τα είδη αναπτύχθηκαν καλύτερα και γρηγορότερα στο θερμοκήπιο σε σχέση με τον αγρό, αλλά τα υπαίθρια φυτά είχαν μικρότερα και περισσότερα φύλλα με πιο αδρή εμφάνιση, υψηλότερο περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ουσίες και ολικά διαλυτά στερεά συστατικά και υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα. Μεταξύ των συστημάτων καλλιέργειας στο θερμοκήπιο, παρατηρήθηκε στις περισσότερες περιπτώσεις καλύτερη ανάπτυξη των φυτών στις γλάστρες σε σχέση με την επιπλέον υδροπονία, χωρίς όμως ιδιαίτερες επιδράσεις στα διατροφικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Επίσης, σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας, η ανοιξιάτικη καλλιέργεια ήταν

βραχύτερη σε διάρκεια, καθώς τα φυτά έφτασαν σε αναπαραγωγική φάση νωρίτερα σε σχέση με τις άλλες δύο εποχές, ενώ είχαν και υψηλότερο ποσοστό ξηρού βάρους. Αντίστοιχα, οι συνθήκες του χειμώνα καθυστέρησαν την βλαστική ανάπτυξη των φυτών και οδήγησαν σε χαμηλότερες αποδόσεις, ιδίως στα υπαίθρια φυτά. Συμπερασματικά, τα περισσότερα υπό μελέτη είδη φαίνεται να ευνοήθηκαν περισσότερο κατά την φθινοπωρινή καλλιέργεια, σε όλα τα συστήματα, καθώς έφεραν καλή απόδοση σε βάρος και αξιολογικά ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Από τη δεύτερη πειραματική ενότητα που αφορούσε την παραγωγή και τα χαρακτηριστικά του πολλαπλασιαστικού υλικού των υπό μελέτη λαχανευόμενων ειδών σε τρεις εποχές καλλιέργειας στο θερμοκήπιο και τον αγρό, προέκυψε ότι όλα τα είδη άνθησαν σε όλες τις εποχές και περιβάλλοντα που καλλιεργήθηκαν, χωρίς να φαίνεται πως απαιτούν ειδικές συνθήκες φωτοπεριόδου, έκθεσης σε χαμηλές θερμοκρασίες (εαρινοποίηση) ή συνδυασμό των δύο αυτών συνθηκών για να εισέλθουν σε αναπαραγωγική φάση. Και τα τρία είδη της οικογένειας *Asteraceae* παρήγαγαν τα άνθη τους πάνω σε ένα κεντρικό ανθικό στέλεχος με διακλαδώσεις και ο σπόρος απομακρυνόταν εύκολα με τον άνεμο από τις ταξικαρπίες οδηγώντας σε σημαντικές απώλειες, ενώ το *Plantago coronopus* έφερε μεμονωμένες ταξιανθίες/ταξικαρπίες σε αντίστοιχα ανθικά στελέχη και ο σπόρος του συγκομίζεται μαζί με το σύνολο των ταξικαρπιών, χωρίς τίναγμα στο περιβάλλον. Σε όλα τα είδη και εποχές, τα φυτά στο θερμοκήπιο παρήγαγαν μεγαλύτερο αριθμό ανθοταξιών, ταξικαρπιών και εν τέλει αριθμό και βάρος σπόρων, αν και μεταξύ θερμοκηπίου-αγρού τα φυτά άνθησαν είτε ταυτόχρονα, είτε με μικρή (7-10 ημέρες) καθυστέρηση στον αγρό ανάλογα με την εποχή. Παρά την υψηλότερη άνθηση και σποροπαραγωγή στο θερμοκήπιο, το βάρος των 1000 σπόρων σε όλες τις περιπτώσεις είτε δεν διέφερε μεταξύ των φυτών θερμοκηπίου-αγρού, είτε ήταν υψηλότερο στα φυτά του αγρού. Μεταξύ των εποχών καλλιέργειας, την άνοιξη τα φυτά άνθησαν νωρίτερα και έδωσαν στις περισσότερες περιπτώσεις μεγαλύτερη παραγωγή σπόρων, ενώ κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια η άνθηση και καρπόδεση πραγματοποιήθηκαν στον αγρό κατά την περίοδο του χειμώνα οδηγώντας σε καθυστέρηση, σημαντική μείωση ή και πλήρη αποτυχία όπως συνέβη στο *Urospermum picroides* της σποροπαραγωγής. Κατά συνέπεια, η φθινοπωρινή καλλιέργεια δεν ενδείκνυται για σποροπαραγωγή σε εύκρατες περιοχές. Η βλαστικότητα των φρεσκοσυγκομισμένων σπόρων σε όλα τα είδη και εποχές είτε ήταν υψηλότερη στα θερμοκηπιακά φυτά, είτε δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ θερμοκηπίου και αγρού. Αντίθετα, η εποχή καλλιέργειας δεν είχε ιδιαίτερη επίδραση στη βλαστική ικανότητα των σπόρων. Ωστόσο, το είδος και η εποχή καλλιέργειας επέδρασαν σημαντικά στην βλαστική ικανότητα και δύναμη των σπόρων μετά την συντήρησή τους για 2 έτη σε χαμηλές θερμοκρασίες και Σ.Υ., ενώ παρατηρήθηκε η ύπαρξη ληθάργου του φρεσκοσυγκομισμένου σπόρου στα *R. picroides* και *P. coronopus* σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια.

Ως προς την τρίτη πειραματική ενότητα, η χορήγηση θρεπτικού διαλύματος και στα 4 υπό μελέτη είδη σε γλάστρες στον αγρό και το θερμοκήπιο και σε επιπέδου υδροπονία σε επίπεδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας 2 (μάρτυρας, χωρίς NaCl) 5 και 10 dS/m (με προσθήκη 30 και 80 mM NaCl), έδειξε ότι και τα τέσσερα λαχανευόμενα είδη είναι περισσότερο ανεκτικά στην αλατότητα σε σχέση με τα περισσότερα καλλιεργούμενα είδη, όμως η ανεκτικότητα στο NaCl εξαρτήθηκε από το είδος (με φθίνουσα σειρά ανθεκτικότητας: *Plantago coronopus*, *Reichardia picroides*, *Urospermum picroides* και *Hedypnois cretica*), και το σύστημα και περιβάλλον καλλιέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η επίδραση της αλατότητας ήταν μικρότερη τόσο στην ανάπτυξη των φυτών όσο και στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των φύλλων κατά την καλλιέργεια στον αγρό, λόγω των κατά 30% λιγότερων αρδεύσεων με αλατούχο θρεπτικό διάλυμα, καθώς και της έκπλυσης του NaCl από τις βροχοπτώσεις. Μεταξύ των συστημάτων εντός του θερμοκηπίου, όλα τα είδη εκτός του *Plantago coronopus* επηρεάστηκαν περισσότερο αρνητικά από την αλατότητα στην επιπέδου υδροπονία σε σχέση με τις γλάστρες. Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι η φωτοσυνθετική δραστηριότητα επηρεάστηκε αρνητικά

από την αλατότητα στο *R. picroides* αλλά όχι στο *U. picroides*, αν και το *R. picroides* ήταν πιο ανθεκτικό στην αλατότητα ως τα 10 dS/m σε σχέση με το *U. picroides*. Σε γενικές γραμμές, τα φυτά την άνοιξη παρουσίασαν εντονότερη καταπόνηση λόγω αλατότητας παρά τη συντομότερη διάρκεια καλλιέργειάς τους, λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών που επικράτησαν ιδιαίτερα προς τη συγκομιδή τους. Τα οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά επηρεάστηκαν από την αλατότητα διαφορετικά ανάλογα με το είδος (π.χ. αυξήθηκε το περιεχόμενο των φύλλων σε αντιοξειδωτικές ουσίες στα *U. picroides* και *R. picroides* με αύξηση της αλατότητας, ενώ δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στο *P. coronopus*). Η καλλιέργεια στον αγρό αύξησε σε όλες τις περιπτώσεις το περιεχόμενο των φύλλων σε διατροφικά χαρακτηριστικά σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με την αλατότητα. Επομένως, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι το περιβάλλον καλλιέργειας και όχι η αλατότητα αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα που επηρεάζει τη διατροφική αξία των ειδών αυτών, τουλάχιστον ως προς τα προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού. Επομένως, τα υπό μελέτη είδη θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν αλατούχα εδάφη τα οποία είναι ακατάλληλα για τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά, χωρίς σημαντικές απώλειες στην απόδοση, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους και την διατροφική τους αξία.

Συμπερασματικά, από την παρούσα διδακτορική διατριβή, προέκυψαν σημαντικές πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές και καλλιεργητικές απαιτήσεις των υπό μελέτη λαχανομένων ειδών ως προς την παραγωγή και ποιότητα του βρώσιμου μέρους, την δυνατότητα και τις ιδιαιτερότητες της σποροπαραγωγής και την ανεκτικότητά τους σε αλατούχα περιβάλλοντα, με απώτερο στόχο την ένταξη των ειδών αυτών σε εμπορικά συστήματα καλλιέργειας λαχανικών.

Επιστημονική περιοχή: Λαχανοκομία

Λέξεις κλειδιά: λαχανοόμενα είδη, φυλλώδη λαχανικά, άγρια χόρτα, συστήματα καλλιέργειας λαχανικών, υπό κάλυψη και υπαίθρια καλλιέργεια λαχανικών, καλλιέργεια λαχανικών εντός και εκτός εδάφους, βιολογικός κύκλος λαχανομένων ειδών, σποροπαραγωγή, ποιότητα σπόρου, οργανοληπτικά χαρακτηριστικά φυλλωδών λαχανικών, διατροφική αξία φυλλωδών λαχανικών, αβιοτικές καταπονήσεις, αλατότητα, εποχή καλλιέργειας, αντιοξειδωτικά, αντι-διατροφικοί παράγοντες.

Effect of cultivation techniques, environmental conditions and abiotic stresses on the growth, yield, quality, dietary value and seed production of four wild edible vegetables

Faculty of Crop Science
Vegetable production

Abstract

In recent years, there has been a strong awareness among consumers to seek healthier foods and to adopt the Mediterranean diet, of which herbs, underutilized species and wild edible vegetables are an integral part. Because of the difficulty of access for urban dwellers to these species, which are usually harvested from the wild, there is now a strong interest in their commercial cultivation. However, there is still little information available on their soil and climate requirements, growing season, availability of propagating material, tolerance/resistance to biotic and abiotic stresses and many other issues related to their commercial exploitation.

Because of this fact, this thesis has the ultimate aim of providing information on three questions concerning the commercial exploitation of four wild edible greens, *Urospermum picroides*, *Reichardia picroides* and *Hedypnois cretica* belonging to the *Asteraceae* family and *Plantago coronopus* belonging to the *Plantaginaceae* family. More specifically, in the first experimental section, the effect of season (autumn, winter and spring) and cultivation system (pots in field and greenhouse and floating hydroponics in greenhouse) on the growth, organoleptic and dietary characteristics of the species under study was investigated, with the ultimate aim of determining the influence of environmental conditions and cultivation techniques on their production and quality. In the second experimental section, the environmental requirements for the initiation of the reproductive phase of the studied species and the yield and quality of the seed were determined in plants grown in the field and in pots in a greenhouse in the above mentioned seasons, while the biological cycle of the specific species and some seed traits (existence or not of dormancy, seed preservation, etc.) in relation to different growing seasons and environments were studied. In the third experimental section, the tolerance/resistance of the species to NaCl salinity was investigated in relation to the species, the cultivation system (pots in greenhouse and field and floating hydroponics in greenhouse) and season (spring and autumn), as well as the interaction of these factors on the dietary and anti-dietary characteristics of the species.

Regarding the effect of season and cropping system, it was observed that in the cooler growing seasons (autumn and winter) all species grew better and faster in the greenhouse than in the field, whereas field-grown plants had more but smaller leaves with a coarser appearance, higher total phenolic and total soluble solids content and higher antioxidant capacity. Between the culture systems in the greenhouse, a better growth of potted plants was observed in most cases comparing to floating hydroponics; however, without any particular impact of the system on the dietary and organoleptic characteristics. Additionally, in all cropping systems, spring cultivation was shorter in duration, as the plants entered the reproductive phase earlier than in the other two seasons, and had a higher dry weight percentage. Similarly, the winter conditions delayed the vegetative growth of plants and resulted in lower yields, especially in the field-grown plants. In conclusion, most of the species studied seem to have been more favoured by autumn cultivation, in all systems, as they presented better weight yields compared to the other seasons and acceptable organoleptic quality.

The second experimental section, investigating the production and characteristics of the propagating material of the studied species in three growing seasons in the greenhouse and in

the field, showed that in all cases (species, environment and season) no particular environmental conditions for flowering were required, such as photoperiod or exposure in low temperatures (vernalization) of both. All three species of the Asteraceae family produced their flowers on a main flower stalk with branching and the seeds are easily dispersing by the wind from the inflorescences leading to significant losses, while *Plantago coronopus* produced individual inflorescences/taxicarps on respective flower stems and its seed is harvested together with the entire inflorescence, without any danger of seed dispersal and loss. In all species and seasons, plants in the greenhouse produced a higher number of flowers, trusses and ultimately number and weight of seeds, although the weight of 1000 seeds either did not differ between greenhouse and field plants or was higher in the field plants. In addition, there was either no effect of the growth environment (greenhouse and field) on the initiation of flowering, or there was a short (7-10 days) delay in the field. Among the growing seasons, plants in spring produced flowers earlier both in the greenhouse and the field, while in plants grown during autumn in the field seed yield was either low or failed in *Urospermum picroides*, due to the low temperatures of the winter during flowering and seed-set. The germination of freshly harvested seeds in all species and seasons was either higher in greenhouse-grown plants or no difference was observed between greenhouse and field plants. In contrast, growing season had no particular effect on seed germination. However, seed germinability and vigour after 2 years of storage at low temperatures and RH, was significantly affected by the species and the growing season.

As for the third experimental section, the application of nutrient solution to all 4 studied species in pots in the field and greenhouse and in floating hydroponics in greenhouse at electrical conductivity levels of 2 (control, without NaCl) 5 and 10 dS/m (with addition of 30 and 80 mM NaCl), showed that all the studied wild greens were more tolerant to salinity than most cultivated species, but NaCl tolerance was dependent on the species (in decreasing order of tolerance: *Plantago coronopus*, *Reichardia picroides*, *Urospermum picroides* and *Hedypnois cretica*), the growing system and the environment. More specifically, the effect of salinity was less on both growth and physicochemical characteristics of field grown-plants, due to 30% less irrigation with saline nutrient solution, as well as NaCl leaching due to precipitation. Between the greenhouse systems, all species except *Plantago coronopus* were more adversely affected by salinity in floating hydroponics than in pots. Interestingly, photosynthetic activity was negatively affected by salinity in *R. picroides* but not in *U. picroides*, although *R. picroides* was more tolerant to salinity up to 10 dS/m than *U. picroides*. In general, salinity stress was more impactful on plants grown in spring than in autumn, despite the shorter growth period of spring-grown plants, due to higher temperatures during spring, particularly towards harvest. Organoleptic and dietary characteristics were affected by salinity differently depending on the species (e.g. leaf antioxidant content increased in *U. picroides* and *R. picroides* with increasing salinity, whereas no changes were observed in *P. coronopus*). Field cultivation increased leaf dietary content in all cases to a much greater extent than salinity, so it can be concluded that the growing environment rather than salinity is the main factor influencing the nutritional value of these species, at least with respect to the products of secondary metabolism. Therefore, the studied wild edible greens could exploit marginal, saline soils which are unsuitable for most cultivated plants without significant losses in yield, organoleptic characteristics and nutritional value.

In conclusion, the present PhD thesis provided important information on the environmental and cultural requirements of the studied wild edible greens in terms of production and quality of the edible part, on the requirements of seed production and characteristics of the propagation material and the tolerance of the studied species to saline environments, with the ultimate goal of introducing these species into commercial vegetable production systems and the markets.

Scientific area: Vegetables

Key words: edible wild species, leafy vegetables, cultivation systems, open field system, protected greenhouse system, pot system, hydroponic system, floating hydroponic system, biological cycle, seed production, seed quality, organoleptic characteristics, nutritional value of leafy vegetables, abiotic stresses, salinity, season of cultivation, antioxidants, anti-nutritional factors.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διδακτορική διατριβή πραγματοποιήθηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, στο οποίο εισήλθα για πρώτη φορά τον Οκτώβρη του 2014 ως προπτυχιακή φοιτήτρια, και τώρα σχεδόν 10 χρόνια μετά, ολοκληρώνω το ταξίδι των σπουδών μου ως διδάκτορας πλέον, ένα όνειρο που προέκυψε στην πορεία του προπτυχιακού.

Η πρόταση της διδακτορικής αυτής διατριβής ήρθε από τον καθηγητή μου, Ιωάννη Καραπάνο (Αν.Καθηγητής ΓΠΑ), λίγο πριν την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας που επίσης πραγματοποίησα μαζί του, και δέχθηκα με μεγάλη χαρά και χωρίς πολλή σκέψη. Η βοήθεια και η στήριξη που έλαβα από εκείνον όλα αυτά τα χρόνια είναι ανεκτίμητη, τόσο σε επαγγελματικό, όσο και σε ανθρώπινο επίπεδο. Χωρίς την καθημερινή υποστήριξή του δεν θα ήταν εφικτό να ολοκληρωθεί αυτή η διατριβή, και μάλιστα σε ένα χρονικό διάστημα που ήταν για όλους απίστευτα δύσκολο, καθώς τα περισσότερα πειράματα έλαβαν χώρα σε καθεστώς καραντίνας λόγω Covid-19. Πέραν της επαγγελματικής μας συνεργασίας που ήταν άψογη, πάνω απ' όλα γνώρισα έναν άνθρωπο που με στήριζε συναισθηματικά σε στιγμές που το είχα πολλή ανάγκη, που ήταν πάντα διακριτικός αλλά ήταν εκεί δίπλα μου, που ποτέ δεν με πίεσε ή με έφερε σε δύσκολη θέση, που πρώτα από όλα κατείχε το ρόλο του μέντορα και του συνεργάτη και μετά τον ρόλο του καθηγητή.

Ακόμη, σε αυτό το ταξίδι, συνέβαλαν ουσιαστικά ο κύριος Δημήτριος Σάββας (Καθηγητής ΓΠΑ) και η κυρία Γεωργία Ντάτση (Επίκουρη καθηγήτρια) και θέλω να τους ευχαριστήσω θερμά, καθώς με υποστήριξαν και έλυσαν οποιοδήποτε πρόβλημα προέκυψε στο δρόμο μου στο εργαστήριο των κηπευτικών όπου ανήκουμε όλοι, και στάθηκαν δίπλα μου με όποιον τρόπο ήταν δυνατό. Μέσα σε αυτά τα χρόνια που βρεθήκαμε όλοι μαζί, όλο το εργαστήριο των κηπευτικών έγινε η καθημερινότητά και η οικογένειά μας, καθώς όλοι βρισκόμασταν εκεί επί ώρες και βιώναμε τις ίδιες καταστάσεις, που όποιοι δεν το έχουν κάνει, δεν μπορούν να το καταλάβουν εύκολα. Ιδίως στα πρώτα βήματα του πειράματός μου, δέχθηκα ιδιαίτερη στήριξη από τον Ιωάννη Καραβίδα όπου μου έδειξε όλο τον εξοπλισμό και μου εξήγησε οποιαδήποτε απορία είχα, και ήταν πάντα πρόθυμος να με βοηθήσει σε κάθε μου βήμα, και τον ευχαριστώ θερμά γι' αυτό.

Νιώθω ευγνώμων που μπήκα σε αυτό το εργαστήριο και γνώρισα πολλά αξιόλογα άτομα και τα τελευταία αυτά χρόνια κύλησαν ομαλά και πολύ εύκολα, παρά τις δυσκολίες που υπήρχαν στον δρόμο μου. Θέλω να ευχαριστήσω επίσης όλη την ομάδα του εργαστηρίου με την οποία συνεργάστηκα λίγο ή πολύ η οποία αποτελείται από τους εξής: Ανδρέας Ροπόκης, Θεοδώρα Ντάναση, Διονύσης Υφαντόπουλος, Παναγιώτης Καλοζούμης, Γιάννης Παναγιωτάκης, Ανδριάννα Καραχάλιου, Ειρήνη Ξαξίρη, Ορφέας Βουτσινός και Βαγγέλης Γιαννοθανάσης. Πέραν του εργαστηρίου των κηπευτικών, συνεργάστηκα αρκετές φορές με τον κύριο Γιώργο Λιακόπουλο όπου θέλω επίσης να τον ευχαριστήσω πολύ που με στήριξε και ερχόταν μαζί μου στο θερμοκήπιο από τα χαράματα για να κάνουμε τις μετρήσεις μας.

Ωστόσο, δεν θα μπορούσαν όλα αυτά τα πειράματα να έχουν ολοκληρωθεί χωρίς την πολύτιμη βοήθεια των φοιτητών που βρέθηκαν στον δρόμο μου, όπου δεν ήταν καθόλου λίγοι, και σχεδόν με όλα τα παιδιά αποκτήσαμε πολύ καλές φιλικές σχέσεις κατά την διεξαγωγή των πειραμάτων και έπειτα επαγγελματικές. Θέλω λοιπόν να τους ευχαριστήσω όλους έναν έναν ξεχωριστά για αυτήν την συνεργασία και εύχομαι κάποια στιγμή να ξαναβρεθούν στον δρόμο μου. Η ομάδα λοιπόν που συνέβαλε στο διδακτορικό μου είναι η εξής: Κωστής Κυριακόπουλος, Λαμπρινή Κουλαμπά, Ράνια Πουρνάρα, Λένα Βούλγαρη, Άννα Δικαίου, Κωνσταντίνος Παπαγεωργίου, Φωτεινή Παπαγεωργίου, Αλέξανδρος Χουλιαράς, Δήμητρης

Αργύρης, Μιχαήλ Γιωτάς, Χρήστος Μούλος, Στάθης Πεντώτης, Μαρία Κουρκουβέλα, Ίρις Λουρίκα, Ιωάννα Φωτοπούλου, Αλέξανδρος Σακελλάρης, Κατερίνα Καλογεροπούλου, Έφη Τάλλαρου, Νίκος Θάνος, Γιάννης Δεμερούτης, Μάκης Παπαμιχαήλ.

Τέλος, θέλω να πω ένα τεράστιο ευχαριστώ στους αφανείς ήρωες όλων αυτών των χρόνων, που είναι οι γονείς μου Μάκης και Άρτεμις, και ο αδερφός μου Γιάννης, που μου στάθηκαν όσο κανείς άλλος, τόσο συναισθηματικά, όσο και οικονομικά, καθώς σε όλο αυτό το ταξίδι δεν έλαβα κάποια χρηματική αμοιβή, αλλά εκείνοι με στήριξαν ολοκληρωτικά. Σε κάθε μου βήμα, σε κάθε μου προβληματισμό, σε κάθε μου ξέσπασμα, σε κάθε μου αγωνία και σε κάθε μου επιτυχία, ήταν εκεί, μαζί μου από την αρχή μέχρι το τέλος. Όλα αυτά τα χρόνια έλαβα πολλή αγάπη και υποστήριξη τόσο από την οικογένεια μου, όσο και από τους φίλους μου που με ανέχτηκαν τόσο καιρό να είμαι απύσχα ή μόνιμα στο πανεπιστήμιο ή γενικότερα χαμένη στα πειράματα και διαβάσματα, αλλά ήταν όλοι εκεί να συμβαδίσουν με το πρόγραμμά μου. Σας ευχαριστώ θερμά Φρόσω, Νίκο και Ειρήνη.

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.

*Στην οικογένειά μου,
Μάκη, Άρτεμις και Γιάννη...*

Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
1.1.	Λαχανευόμενα είδη και τα χαρακτηριστικά τους	15
1.2.	Βοτανικά χαρακτηριστικά, ενδιαιτήματα, εδαφοκλιματικές απαιτήσεις, χρήσεις και φαρμακευτικές ιδιότητες των λαχανευόμενων ειδών που μελετήθηκαν	19
1.2.1.	Reichardia picroides (Γαλασιίδα).....	19
1.2.2.	Urospermum picroides (Κορκολεκανίδα).....	21
1.2.3.	Hedypnois cretica (Σιταρήθρα).....	23
1.2.4.	Plantago coronopus (Πετειναράκι)	25
1.3.	Σκοπός της διατριβής – Περιγραφή των πειραματικών ενότητων.....	26
2.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	30
2.1.	Φυτικό υλικό- Προέλευση σπόρου	30
2.2.	Καλλιεργητικές τεχνικές κατά την καλλιέργεια.....	30
2.3.	Μετρήσεις κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας – καταγραφή κλιματικών συνθηκών στον αγρό και το θερμοκήπιο.....	31
2.4.	Συγκομιδή βρώσιμου μέρους, μετρήσεις στον νωπό ιστό και προετοιμασία δειγμάτων για αναλύσεις (Πειραματικές ενότητες 1 και 3)	31
2.5.	Όργανα και μέθοδοι προσδιορισμού στοιχείων της χημικής σύστασης των φυτών (Πειραματικές ενότητες 1 και 3)	32
2.5.1.	Περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά	33
2.5.2.	Τιτλοδοτούμενη οξύτητα	33
2.5.3.	Περιεχόμενο σε χλωροφύλλες και καροτενοειδή	33
2.5.4.	Περιεχόμενο σε νιτρικά	34
2.5.5.	Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις.....	35
2.5.6.	Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας.....	35
2.6.	Σχεδίαση πειραμάτων και στατιστική επεξεργασία δεδομένων	36
3.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΟΧΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΛΑΧΑΝΕΥΟΜΕΝΩΝ ΕΙΔΩΝ.....	38
3.1.	Εισαγωγή – βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	38
3.2.	Σκοπός 1ης πειραματικής ενότητας	40
3.3.	Αποτελέσματα.....	42

3.1.1.	Χρονοδιάγραμμα καλλιέργειας σε κάθε είδος, εποχή και σύστημα καλλιέργειας	42
3.1.1.	Πορεία των θερμοκρασιών στον αγρό και το θερμοκήπιο και της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στον αγρό στις 3 εποχές καλλιέργειας	43
3.1.2.	Βλαστική ανάπτυξη φυτών και παραγωγή φύλλων	45
3.1.3.	Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, περιεχόμενο σε αντιοξειδωτικά και προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού	51
3.4.	Συμπεράσματα και συζήτηση	59
4.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΟΧΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΗΣΗ, ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΥ ΤΩΝ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΛΑΧΑΝΕΥΟΜΕΝΩΝ ΕΙΔΩΝ	64
4.1.	Εισαγωγή – βιβλιογραφική ανασκόπηση	64
4.1.1.	Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα ως προς τη σποροπαραγωγή κηπευτικών και τις προοπτικές για την σποροπαραγωγή λαχανευόμενων ειδών	64
4.1.2.	Σποροπαραγωγή και ποιότητα σπόρου λαχανευόμενων ειδών	65
4.1.3.	Λήθαργος του σπόρου σε είδη της οικογένειας Asteraceae	68
4.2.	Σκοπός 2ης πειραματικής ενότητας	70
4.3.	Υλικά και μέθοδοι 2 ^{ης} πειραματικής ενότητας	71
4.3.1.	Ανθοφορία, καρπόδεση και συγκομιδή σπόρων	71
4.3.2.	Καθαρισμός και μέθοδοι προσδιορισμού των χαρακτηριστικών απόδοσης και ποιότητας του παραγόμενου σπόρου	72
4.4.	Αποτελέσματα	77
4.4.1.	Κλιματικά δεδομένα κατά την ανάπτυξη των φυτών, την άνθηση και τη συγκομιδή σπόρου	77
4.4.2.	Χρονοδιάγραμμα αναπαραγωγικών σταδίων των φυτών	77
4.4.3.	Ανάπτυξη ανθικού στελέχους	80
4.4.4.	Παραγωγή σπόρου	82
4.4.5.	Βλαστικότητα και T50 φρεσκοσυγκομισμένων σπόρων	90
4.4.6.	Βλαστικότητα και βλαστική δύναμη αποθηκευμένων σπόρων	93
4.5.	Συμπεράσματα και συζήτηση	97
5.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ	

ΛΑΧΑΝΕΥΟΜΕΝΩΝ ΕΙΔΩΝ ΣΕ ΤΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΥΟ ΕΠΟΧΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	101
5.1. Εισαγωγή – Βιβλιογραφική ανασκόπηση	101
5.2. Επίδραση αλατότητας σε φυλλώδη λαχανικά και λαχανευόμενα είδη.....	102
5.3. Σκοπός της πειραματικής ενότητας.....	107
5.4. Υλικά και μέθοδοι.....	108
5.4.2. Προσδιορισμός φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, στοματικής αγωγιμότητας και διαπνοής των φύλλων των <i>Urospermum picroides</i> και <i>Reichardia picroides</i> σε φθινοπωρινή καλλιέργεια.....	110
5.5. Αποτελέσματα.....	112
5.5.1. Φθινοπωρινή καλλιέργεια.....	112
3.1.1. Ανοιξιότικη καλλιέργεια.....	131
3.1.2. Συμπεράσματα και συζήτηση	147
6. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	162
6.1. Επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας στην ανάπτυξη, σε οργανοληπτικά, διατροφικά και αντι-διατροφικά χαρακτηριστικά των υπό μελέτη λαχανευόμενων ειδών.....	162
6.2. Διερεύνηση της εποχής και του περιβάλλοντος καλλιέργειας στην άνθηση, σποροπαραγωγή και στα χαρακτηριστικά του σπόρου των υπό μελέτη λαχανευόμενων ειδών	163
6.3. Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη, σε οργανοληπτικά, διατροφικά και αντι-διατροφικά χαρακτηριστικά των υπό μελέτη λαχανευόμενων ειδών, σε σχέση με την εποχή και το σύστημα καλλιέργειας.....	164
7. ΠΡΩΤΟΤΥΠΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ.....	166
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	168
7.1. Ελληνική Βιβλιογραφία	168
7.2. Ξένη Βιβλιογραφία.....	168

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Λαχανευόμενα είδη και τα χαρακτηριστικά τους

Σύμφωνα με στατιστικές προβλέψεις, αναμένεται πως μέχρι το 2050 ο πληθυσμός του πλανήτη θα ανέρχεται στα 9,2 δισεκατομμύρια. Αυτή όμως η αύξηση συνεπάγεται και μεγαλύτερη ανάγκη για παραγωγή αγροτικών προϊόντων που παρέχουν τα βασικά είδη διατροφής, καθιστώντας αμφίβολη την επίτευξη του στόχου του Ο.Η.Ε. για εξάλειψη της πείνας (zero hunger target) το 2030 (FAO, 2021). Ωστόσο, παρά την ύπαρξη περίπου 30.000 ειδών εδώδιμων φυτών, λίγα είναι εκείνα που έχουν ενταχθεί σε εμπορικά και εντατικά συστήματα καλλιέργειας (Chrysargyris et al., 2023). Επιπλέον, η σύγχρονη εντατική αγροτική παραγωγή έχει οδηγήσει σε σημαντική υποβάθμιση ακόμα και σε ερημοποίηση εδαφών και σε μείωση της διαθεσιμότητας και της ποιότητας του αρδευτικού νερού (Li et al., 2022), ενώ το πρόβλημα καθίσταται ακόμα πιο πολύπλοκο εξαιτίας της κλιματικής κρίσης (Stephenson et al., 2010).

Λόγω του ότι τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτικά είδη, ιδιαίτερα αυτά που παρέχουν βασικά είδη διατροφής, είναι ευαίσθητα σε αντίξοες εδαφοκλιματικές συνθήκες, οι οποίες προκαλούν σημαντική ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση των αποδόσεων των καλλιεργειών και απώλειες στο εισόδημα των παραγωγών (Ashraf and Foolad, 2007), είναι επιβεβλημένο η σύγχρονη αγροτική παραγωγή να αναθεωρήσει τις επικρατούσες πρακτικές και να υιοθετήσει συστήματα αειφορικής και πιο φιλικής στο περιβάλλον καλλιέργειας. Στον σκοπό αυτό, συμβάλλουν η εφαρμογή τεχνολογιών αιχμής (π.χ. χρήση γεωργίας ακριβείας, εφαρμογή βιοδιεγερτών, εμβολιασμού με μικροοργανισμούς κ.ά.), καθώς και η χρήση βελτιωμένων ποικιλιών και άγριων εδώδιμων φυτικών ειδών που είναι καλύτερα προσαρμοσμένα σε αντίξοα περιβάλλοντα ανάπτυξης (Fita et al., 2015, Knickel et al., 2017).

Τα άγρια εδώδιμα φυτικά είδη που καταναλώνονται ως λαχανικά ονομάζονται λαχανευόμενα είδη, αυτοφύονται τουλάχιστον σε όλη την ελληνική επικράτεια και γίνονται αντικείμενο συλλογής και εκμετάλλευσης για τις ανάγκες της ανθρώπινης διατροφής. Από τον ορισμό γίνεται κατανοητό ότι στην κατηγορία των λαχανευόμενων συμπεριλαμβάνονται πολλά φυτά που διαφέρουν ως προς την συστηματική τους κατάταξη, τον βιολογικό κύκλο και τις συνθήκες ανάπτυξης (Ακουμιανάκης, 2007). Χαρακτηριστικοί εκπρόσωποι των λαχανευόμενων φυτών με υψηλή ζήτηση και εμπορική εκμετάλλευση σήμερα, αποτελούν το σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum*), ο ζωχός (*Sonchus oleraceus*), η άγρια ρόκα (*Eruca vesicaria*) στην Ελλάδα, καθώς και η πικραλίδα ή ταραξάκος (*Taraxacum officinale*) και η γαλατσίδα (*Reichardia picroides*) στην Ιταλία (Vanzani et al., 2011). Παραταύτα, από το

σύνολο αυτών των ειδών, μόνο ένας μικρός αριθμός καλλιεργείται εμπορικά, ενώ, ακόμη και σήμερα, τα περισσότερα λαχανευόμενα είδη (με κύριους εκπρόσωπους τα άγρια χόρτα) συλλέγονται από τη φύση, είτε για ατομική χρήση, είτε για εμπορική εκμετάλλευση.

Τα τελευταία χρόνια, είναι ολοένα και μεγαλύτερη η ευαισθητοποίηση και η στροφή των καταναλωτών προς την αναζήτηση υγιεινότερων (Carvalho and Barata, 2016), και πιο παραδοσιακών τροφών, συμπεριλαμβανομένων των λαχανευόμενων ειδών (Ακουμιανάκης, 2007). Θεωρούνται αξιοσημείωτα είδη στην ελληνική και μεσογειακή διατροφή, καθώς αποτέλεσαν και αποτελούν βασική επιλογή των ανθρώπων ιδιαίτερα κατά την διάρκεια διατροφικών κρίσεων και λιμών που σημειώθηκαν ιστορικά ανά τους αιώνες τόσο στον Ελλαδικό χώρο (Μπαζαίος κ.α., 1982), όσο και στις υπόλοιπες χώρες της Μεσογείου (Targioni-Tozzeti et al., 1767, Mattiolo et al., 1918). Σήμερα, τα φυτικά αυτά είδη έχουν επαναξιολογηθεί και τυγχάνουν σημαντικής προσοχής από εθνοβοτανολόγους, διατροφολόγους και μελετητές της επιστήμης τροφίμων σε ευρεία κλίμακα (Johns and Chapman, 1995, Guarrera et al., 2003, Salvatore et al., 2005, Rivera et al., 2007). Πολλά τοπικά και παραδοσιακά πιάτα που εμπεριέχουν λαχανευόμενα φυτά αποτελούν μέρος της Μεσογειακής διατροφής η οποία πρόσφατα αναγνωρίστηκε από την UNESCO (2013) ως «Αυλή Πολιτιστική Κληρονομιά της Ανθρωπότητας» (<https://mediterraneandietunesco.org/el/about/unesco-nomination/>)

Η σημαντικότητα των λαχανευόμενων εντοπίζεται κυρίως στην υψηλή θρεπτική τους αξία και στην προσαρμοστικότητά τους σε αντίξοες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Αποτελούν πηγές τροφής υψηλής θρεπτικής αξίας για τον άνθρωπο και τα ζώα, καθώς και βιοδραστικών συστατικών για χρήση στην ιατρική και τη φαρμακοβιομηχανία (Sánchez-Mata et al., 2012). Παράλληλα, τα περισσότερα από αυτά τα είδη είναι ανεκτικά έως και ανθεκτικά σε αβιοτικές και βιοτικές καταπονήσεις (Sulaiman et al., 2023). Εκτός αυτών, η ένταξη τέτοιων ειδών σε εμπορικά συστήματα καλλιέργειας, συμβάλλει ενεργά στην διατήρηση της εθνοβοτανικής κληρονομιάς και της γενετικής ποικιλομορφίας, επιμηκύνει την εποχιακή τους διάθεση στις αγορές και αυξάνει τη διάθεσιμότητά τους ιδιαίτερα στους καταναλωτές των αστικών περιοχών οι οποίοι έχουν περιορισμένη πρόσβαση στα είδη αυτά μέσω της συλλογής από τη φύση (Hadjichambis et al., 2008, Luczaj and Pieroni, 2016), ενώ παράλληλα, τα προστατεύει από υπερβολική εκμετάλλευση και αλόγιστη συλλογή από τη φύση η οποία συμβάλλει σε γενετική διάβρωση (genetic erosion) (Petropoulos et al., 2018, 2019).

Λόγω της πλούσιας θρεπτικής τους αξίας τα λαχανευόμενα είδη είναι κατάλληλα για να ενταχθούν στην διατροφή του ανθρώπου, ακόμη και σε καθημερινή βάση. Πράγματι, πολλές μελέτες έχουν τονίσει ότι η κατανάλωσή τους έχει προστατευτική δράση έναντι παθολογιών

που σχετίζονται με τη δράση των ελεύθερων ριζών οξυγόνου, όπως είναι ο διαβήτης (Al Mustafa et al., 2008), διάφορες μορφές καρκίνου (Trichoroulou et al., 2000) καθώς και πλήθους καρδιαγγειακών (Koene et al., 2016) και νευροεκφυλιστικών ασθενειών (Gilgun et al., 2004). Η εμφάνιση αυτών των ασθενειών έχει αυξηθεί αξιοσημείωτα τις τελευταίες δεκαετίες σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες και έχει συσχετιστεί, μεταξύ άλλων, με μετατοπίσεις από την παραδοσιακή, με προεξέχουσα την μεσογειακή, στην σύγχρονη δυτική διατροφή (Stuckler and Nestle, 2012). Πέρα από την ευεργετική τους δράση στην ανθρώπινη υγεία, τα αυτοφυή λαχανευόμενα είδη προσδίδουν ποικιλία στη διαίτα και χρησιμοποιούνται ευρέως σε σαλάτες και διάφορα πιάτα, ενώ, λόγω της ανάπτυξής τους σε διάφορες συνθήκες αναπτύσσουν και ενδιαφέροντα γευστικά χαρακτηριστικά όπως πιο γλυκιά, δριμεία ή πικρή γεύση και εντονότερο άρωμα, στοιχεία αρεστά σε αρκετούς καταλανωτές (Carvalho et al., 2016).

Τα είδη αυτά, έχουν και σημαντικές φαρμακευτικές ιδιότητες, λόγω των βιοδραστικών ουσιών που περιέχουν, οι οποίες ταξινομούνται σύμφωνα με την χημική τους δομή σε διάφορες οικογένειες, όπως φλαβονοειδή, πολυμερή φλαβονοειδή, καροτενοειδή, μονοφαινολικές αλκοόλες, μονοτερπένια, φαινολικά οξέα, ταννίνες κ.ά. Η πλειοψηφία των μέχρι στιγμής προσδιορισμένων ουσιών με αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις ανήκουν στην οικογένεια των πολυφαινολών, όπως τα φλαβονοειδή, η κουερσετίνη (quercetin) και η απιγενίνη (apigenin) (Strzelecka et al., 2005, Brewer et al., 2011). Άλλες ενώσεις, όπως τα ωμέγα-3 λιπαρά οξέα, έχουν ανιχνευθεί σε μερικά μεσογειακά αυτοφυή φυτά είναι επίσης πιθανό να έχουν αντιφλεγμονώδη δράση, πέρα από την αναγνωρισμένη θετική δράση τους στο καρδιαγγειακό σύστημα (Azab, 2023). Πιστεύεται ότι μία κατάλληλη διατροφή, όπως η μεσογειακή, με απαραίτητο συστατικό την κατανάλωση άγριων ειδών, η οποία προσφέρει στον ανθρώπινο οργανισμό πλήθος βιοδραστικών ενώσεων, μπορεί να μετριάσει ή και να αποτρέψει ορισμένες χρόνιες διαταραχές της ανθρώπινης υγείας (Simopoulos et al., 2004). Παράλληλα, λόγω των αντιμικροβιακών ιδιοτήτων που παρουσιάζουν πολλά άγρια και λαχανευόμενα είδη, εκχυλίσματα από τα είδη αυτά θα μπορούσαν να ενταχθούν στη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων ως εναλλακτικά συντηρητικά σε ωπά οπωροκηπευτικά (Gatto et al., 2011), καθώς και σε μεταποιημένα ή ελάχιστα επεξεργασμένα τρόφιμα (Petrooulos et al., 2018).

Η αποδεδειγμένη προσαρμοστικότητα των ειδών αυτών σε αντίξοες εδαφοκλιματικές συνθήκες, στις οποίες η πλειονότητα των καλλιεργούμενων φυτών αδυνατεί να παράξει ικανοποιητικά, δίνει την δυνατότητα αξιοποίησης υποβαθμισμένων εδαφών, τα οποία δεν μπορούν να καλλιεργηθούν από συμβατικές καλλιέργειες και η βελτίωση αυτών καθίσταται ασύμφορη ή αδύνατη (Ακουμιανάκης, 2007). Παρουσιάζουν επίσης καλή προσαρμοστικότητα σε ποικιλία ενδαιτημάτων, καθώς πολλά από αυτά είναι ανθεκτικά σε αλατότητα και ξηρασία

(Molina et al., 2016) ή έχουν προσαρμοστεί σε ξηρά και φτωχά σε θρεπτικά στοιχεία και οργανική ουσία εδάφη της Μεσογείου (Chatzigianni et al., 2017), μπορούν επομένως να καλλιεργηθούν σε περιοχές οριακά κατάλληλες για αγροτική παραγωγή ή σε συστήματα χαμηλών εισροών. Ωστόσο, παρά την έντονη ερευνητική δραστηριότητα τα τελευταία 10 χρόνια, ως προς την προσαρμοστικότητα των λαχανευόμενων ειδών σε αντίξοα περιβάλλοντα, σε συνθήκες αβιοτικής καταπόνησης και σε καλλιέργεια χαμηλών εισροών, ακόμα, υπάρχει σημαντικό έλλειμμα γνώσης, λόγω του μεγάλου αριθμού φυτικών ειδών που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία και που σε πολλές περιπτώσεις αντιμετωπίζονται ως ζιζάνια, καθώς και των ποικίλων εδαφοκλιματικών συνθηκών και παραγόντων καταπόνησης (υδατική, θερμοκρασιακή, θρεπτική κ.ά.) που πρέπει να μελετηθούν.

Επιπρόθετα, για να αξιοποιηθούν τα είδη αυτά εμπορικά και να ενταχθούν σε συστήματα καλλιέργειας λαχανικών, απαιτούνται γνώσεις ως προς το βιολογικό κύκλο τους, τις απαιτήσεις τους ως προς τα χαρακτηριστικά του εδάφους (π.χ. σύσταση, pH, γονιμότητα κ.ά.) και τις κλιματικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, φωτοπερίοδος, σχετική υγρασία κ.ά.) ως προς την ανάπτυξη, την παραγωγή του βρώσιμου μέρους (φυλλώματος, ριζών, στελεχών, βολβών, καρπών κ.ά.), την είσοδό τους σε αναπαραγωγική φάση, την καρπόδεση και την παραγωγή σπόρων. Παράλληλα, για να αποτελέσουν τα λαχανευόμενα είδη εναλλακτικές καλλιέργειες λαχανικών στο μέλλον, είναι απαραίτητες πληροφορίες ως προς την εποχιακή διαθεσιμότητα και τον χρόνο που απαιτείται για την παραγωγή του βρώσιμου μέρους σε κάθε είδος, τις αποδόσεις, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, τους διατροφικούς και αντιδιατροφικούς παράγοντες και τη μετασυλλεκτική συμπεριφορά των προϊόντων αυτών, σε σχέση με την καλλιέργεια των ειδών αυτών σε εμπορικά συστήματα παραγωγής λαχανικών. Προς το παρόν όμως, παρά την έντονη ερευνητική προσπάθεια των τελευταίων χρόνων, η γνώση σχετικά με τα ζητήματα αυτά είναι ελλιπής και κατακερματισμένη.

Ένας από τους βασικούς προβληματισμούς που προκύπτουν σχετικά με την αξιοποίηση αυτών των ειδών, είναι η έλλειψη πιστοποιημένου και υψηλά αποδοτικού πολλαπλασιαστικού υλικού που αποτελεί προϋπόθεση για την εμπορική καλλιέργεια των ειδών αυτών. Ακόμη ένα ερώτημα που δημιουργείται με την προσπάθεια ένταξης τέτοιων ειδών σε εντατική καλλιέργεια, σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα (π.χ. υπό κάλυψη), χρησιμοποιώντας σύγχρονα συστήματα καλλιέργειας υψηλών εισροών (π.χ. καλλιέργεια εκτός εδάφους), είναι η ενδεχόμενη μείωση της διατροφικής τους αξίας, σε σχέση με τα άγρια είδη που συλλέγονται από τη φύση και αναπτύσσονται σε λιγότερο ευνοϊκές εδαφοκλιματικές συνθήκες που επάγουν το δευτερογενή μεταβολισμό και την παραγωγή βιοδραστικών ουσιών. Επιπλέον, επιφυλάξεις υπάρχουν και ως προς την αύξηση των αντιδιατροφικών παραγόντων (π.χ. νιτρικά και οξαλικά

σε φυλλώδη λαχανευόμενα), σε εμπορικά συστήματα καλλιέργειας λαχανευόμενων ειδών (Guadagnin et al, 2005).

Εκτός αυτών, πρόβλημα αποτελεί η έλλειψη οικονομικού ενδιαφέροντος ως προς αυτά τα είδη, λόγω δυσχερειών στην παραγωγή. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της καλλιέργειας του *Muscari comosum* – κοινώς βολβοί – που απαιτεί πολυετή προσπάθεια για την παραγωγή του βρώσιμου μέρους, δυσχεραίνοντας την οικονομική εκμετάλλευση του είδους μέσω της εμπορικής του καλλιέργειας, πέραν της συλλογής του από τη φύση. Επιπρόσθετα, οι περισσότερες έρευνες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα στα λαχανευόμενα είδη, εστιάζουν στην επίδραση εδαφοκλιματικών παραγόντων, καλλιεργητικών τεχνικών (π.χ. λίπανση, άρδευση, χρόνος συγκομιδής, δυνατότητα παραγωγής σε συστήματα εκτός εδάφους) και συνθηκών αβιοτικής καταπόνησης στην ανάπτυξη, την παραγωγή, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τη χημική σύσταση των ειδών αυτών. Αποτέλεσμα αυτού, είναι να υπάρχουν ελάχιστα βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με τον βιολογικό κύκλο των ειδών αυτών ανάλογα με την εποχή καλλιέργειας, το περιβάλλον και το σύστημα καλλιέργειας, καθώς και τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις για την είσοδό τους σε αναπαραγωγική φάση με στόχο την παραγωγή εγγενούς πολλαπλασιαστικού υλικού.

1.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά, ενδιαιτήματα, εδαφοκλιματικές απαιτήσεις, χρήσεις και φαρμακευτικές ιδιότητες των λαχανευόμενων ειδών που μελετήθηκαν

1.2.1. *Reichardia picroides* (Γαλασίδα)

Η γαλασίδα ανήκει στο γένος *Reichardia*, είδος *picroides* και ανήκει στην τάξη *Asterales* της οικογένειας *Asteraceae* (Καββάδας, 1956). Απαντάται 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 αχαίνια μεγέθους 3-4 mm x 1 mm, ημικυλινδρικοί, φυματιώδεις και εγκάρσια ρυτιδωμένοι. Σε θερμές περιοχές ανθίζει όλο τον χρόνο, ενώ σε ενδιάμεσες συνθήκες η άνθηση επιτυγχάνεται μεταξύ Δεκεμβρίου - Μαΐου. Τα άνθη της αυτογονιμοποιούνται καθώς είναι ερμαφρόδιτα (Καββάδας κ.α., 1956, Χριστόπουλος και Μπαστιάς, 1983, Στεφανάκη-Νικηφοράκη κ.α., 1999, Αναστασάκη κ.α., 2015).

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

Το συγκεκριμένο είδος μπορεί να καταναλωθεί μαζί με άλλα άγρια χόρτα, προσδίδοντας μια ήπια ιδιαίτερη γεύση γάλακτος, χωρίς να πικρίζει. Βρώσιμα μέρη αποτελούν 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 οξείδωση της ξανθίνης, δεσμεύοντας τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου (Hedrick et al., 1972, Tanaka and Nakao, 1976, Recio et al., 1992, Guarrera et al., 2005).



Εικόνα 1: Σπόρος, σπορόφυτο, φυτό, ρίζες, άνθος γαλατσίδας κατά την καλλιέργειά της στο θερμοκήπιο και τον αγρό του ΓΠΑ.

1.2.2. *Urospermum picroides* (Κορκολεκανίδα)

Η κορκολεκανίδα ανήκει στο γένος *Urospermum*, είδος *picroides* και ανήκει στην τάξη *Asterales* της οικογένειας *Asteraceae*. Το Ουρόσπερμιο το πικροειδές (*Urospermum picroides* (L.) (prickly golden fleece στα αγγλικά), συναντάται με διάφορες ονομασίες ανάλογα την περιοχή που απαντάται, όπως πικρίθρα ή κουφολάχανο, μύλος (στην Κύθνο και στην Μήλο) (Heinrich and Lebel, 2010), ζωχός ή αγριοζωχός, χοιροβοτάνι, σοφάκι (στην Σαλαμίνα), ενώ στη Ζάκυνθο είναι γνωστό ως πικραλίδα σύμφωνα με το «Λεξικόν Φυτολογικόν» του Γεννάδιου (1914).

Η κορκολεκανίδα είναι ετήσιο ποώδες φυτό με γαλακτώδη χυμό, πασσαλώδη ρίζα και βλαστό μονοστέλεχο ύψους μέχρι 50cm. Ο βλαστός καλύπτεται από πολλά μακρά τριχίδια και τα φύλλα εκφύονται κατ'εναλλαγή. Η βλάστησή του ξεκινά με ένα ρόδακα από πτερόλοβα φύλλα, τα οποία φέρουν φαρδιά κεντρική νεύρωση, με ένα μεγάλο ακραίο λοβό και δύο με τρία ζεύγη μικρών λοβών με προιονωτή ή οδοντωτή περιφέρεια και χνουδωτή κάτω επιφάνεια. Τα φύλλα του βλαστού είναι ημιπερίβλαστα με μικρά ωτίδια και πτερόλοβα με φαρδιά σκούρα ερυθρωπή ή λευκή κεντρική νεύρωση. Επιπλέον, τα φύλλα που εκφύονται στον βλαστό έχουν πολλούς πλευρικούς και βαθείς, οδοντωτούς λοβούς και ένα μεγάλο κορυφαίο. Τα κεφάλια φύονται προς την κορυφή του βλαστού, δημιουργώντας αραιή ολιγόανθη κορυμβοειδή ταξιανθία και παραμένουν ανοικτά λίγες ώρες την ημέρα, κυρίως τις προμεσημβρινές. Το υπάνθιο έχει μια σειρά επιμήκων βράκτιων φυλλαρίων που είναι παράλληλα διατεταγμένα με μακρά ή βραχεία τριχίδια. Οι καρποί είναι αχάινια με σχήμα επίμηκες ή δρεπανοειδές, το οποίο καθορίζεται από την θέση τους στην ανθοδόχη του κεφαλιού, που μπορεί να είναι κεντρική ή περιφερειακή. Πάνω στο σώμα του αχαινίου ενώνεται φτερωτός πάππος μέσω του ράμφους (Καββάδας κ.α., 1956).

Είναι ιθαγενές φυτό των Νότιων χωρών της Ευρώπης, των Βόρειων χωρών της Αφρικής, της Μέσης Ανατολής και της Αρμενίας, Γεωργίας και Αζερμπαϊτζάν. Ευδοκίμει σε χαμηλά και μέτρια υψόμετρα μέχρι τα 800 m, σε χέρσα ακαλλιέργητα εδάφη, λιβάδια ή θαμνότοπους, άκρες δρόμων και σκουπιδότοπους και σπάνια ως ζιζάνιο σε καλλιέργειες. Δεν έχει ιδιαίτερες ανάγκες σε φωτισμό, καθώς μπορεί να αναπτυχθεί σε τοποθεσίες που δέχονται φωτισμό μόνο τη μισή μέρα (Καββάδας κ.α., 1956).

Βρώσιμο τμήμα του φυτού αποτελούν οι νεαροί βλαστοί και τα τρυφερά φύλλα, όταν αποκτήσουν μεγάλο μέγεθος. Έχουν υπόπικρη γεύση και τρώγονται βραστά σε σαλάτα και πίτες, και σπανιότερα ωμά. Η συλλογή τους γίνεται τέλη του χειμώνα και διαρκεί όλη την άνοιξη. Το γεγονός ότι αυτοφύεται σε ποικίλα εδάφη ακόμα και κάτω από αντίξοες συνθήκες,

οδηγεί στο συμπέρασμα ότι είναι φυτό χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις. Ο πολλαπλασιασμός γίνεται με σπόρο απευθείας στο χωράφι και κατάλληλη περίοδος για σπορά είναι αρχές άνοιξης (Κουτσός κ.α., 2015).



Εικόνα 2: Σπόρος, σπορόφυτο, φυτό, ρίζες και πάππος κορκολεκανίδας κατά την καλλιέργειά της στο θερμοκήπιο και τον αγρό του ΓΠΑ.

1.2.3. *Hedypnois cretica* (Σιταρήθρα)

Η σιταρήθρα ανήκει στο γένος *Hedypnois*, είδος *cretica* και ανήκει στην τάξη *Asterales* της οικογένειας *Asteraceae* (Καββάδας, 1956). Η σιταρήθρα ή αλλιώς στρουμπούλι, είναι δικότυλο ποώδες φυτό ύψους 5-40 cm. Η ταξιανθία αποτελείται από ένα ή πολλά κεφάλια τα οποία περιβάλλονται από φυλλάρια 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).

Απαντάται κυρίως στη περιοχή της Μεσογείου και της νοτιοδυτικής Ασίας, αλλά έχει εισαχθεί και 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 400m 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 λαχανευόμενο, η σιταρήθρα συλλέγεται πριν την άνθηση, και καταναλώνεται το υπέργειο μέρος της είτε ωμό σε σαλάτα είτε βρασμένο (Μενδώνη, 2015). Έχει βρεθεί ότι περιέχει σημαντικά βιοδραστικά χαρακτηριστικά, όπως λακτόνες και σεσκιτερπενικές ενώσεις και για αυτό αποτελεί άριστη τροφή σαν λαχανευόμενο 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).



Εικόνα 3: Σπόρος, φυτό, καρποταξία, άνθος σιταρήθρας κατά την καλλιέργειά της στο θερμοκήπιο και τον αγρό του ΓΠΑ.

1.2.4. *Plantago coronopus* (Πετειναράκι)

Το Πετειναράκι ανήκει στο γένος *Plantago*, είδος *coronopus* και ανήκει στην τάξη Tracheophytes της οικογένειας Plantaginaceae.



Εικόνα 4: Καρποταξία, φυτό, ρίζες από Πετειναράκι κατά την καλλιέργειά του στο θερμοκήπιο και τον αγρό του ΓΠΑ.

Το πετειναράκι ή αλλιώς πεντάνευρο, χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα για ιατρικούς σκοπούς, τόσο στην χώρα μας, όσο και σε άλλες περιοχές του κόσμου. Οι αρχαίοι Έλληνες φαίνεται πως γνώριζαν σε μεγάλο βαθμό τις θεραπευτικές ιδιότητες ενός πολύ συγγενικού του φυτού του *Plantago lanceolata*. Από τα γραπτά του Διοσκουρίδη καταγράφεται ότι το βότανο χρησιμοποιούταν για την θεραπεία σοβαρών δερματικών παθήσεων (Panitsa et al., 2004). Το πετειναράκι είναι μονοετής πόα που μπορεί να φτάσει σε ύψος ακόμη και τα 60cm. Γενικά φυτρώνει σε χαμηλό υψόμετρο και συνήθως προτιμά τα σχετικά ξηρά εδάφη που είναι απομακρυσμένα από ανθρώπινες δραστηριότητες και παρεμβάσεις. Από το κέντρο του φυτού εκπύσσονται τα ανθικά στελέχη που φέρουν κυλινδρικούς στάχεις με πρασινωπά και μικρά, διγενή άνθη και μεμβρανοειδή πέταλα. Η περίοδος της άνθησης καταγράφεται από τον Μάρτιο μέχρι τον Οκτώβριο, παρόλο που σε ορισμένες περιοχές, το φυτό ανθίζει από τον Φεβρουάριο. Τέλος, τα φύλλα του έχουν λεία επιφάνεια, είναι σχετικά πτεροσχιδή και διατάσσονται σε σχήμα ροζέτας. Είναι φυτό με μεγάλη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες και στην αλατότητα και μπορεί να αναπτυχθεί σε όλα σχεδόν τα εδάφη, επομένως δεν απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα ή κάποια συγκεκριμένη καλλιεργητική τεχνική (Panitsa et al., 2004).

1.3. Σκοπός της διατριβής – Περιγραφή των πειραματικών ενοτήτων

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, παρά την έντονη ερευνητική δραστηριότητα στα λαχανοκόμματα είδη τα τελευταία 15 χρόνια, υπάρχει σημαντικό έλλειμμα γνώσης που δυσχεραίνει την εμπορική αξιοποίησή τους μέσω της συστηματικής καλλιέργειας και της ένταξής τους σε σύγχρονα συστήματα παραγωγής λαχανικών. Η παρούσα διδακτορική διατριβή έχει ως κύριο σκοπό την παροχή πληροφοριών και νέας γνώσης με απώτερο στόχο την εμπορική καλλιέργεια των φυλλωδών λαχανοκόμματων ειδών *Urospermum picroides*, *Reichardia picroides* και *Hedypnois cretica* που ανήκουν στην οικογένεια Asteraceae και του *Plantago coronopus* της οικογένειας Plantaginaceae, στα εξής ερωτήματα στα οποία η υπάρχουσα γνώση είναι περιορισμένη έως ανύπαρκτη:

- I. Είναι δυνατή η καλλιέργεια των ειδών αυτών σε διαφορετικά συστήματα (σε έδαφος και εκτός εδάφους), περιβάλλοντα ανάπτυξης (αγρός και θερμοκήπιο) και εποχές του έτους (άνοιξη, φθινόπωρο και χειμώνας) και πως επιδρούν οι παράγοντες αυτοί στη βλαστητική ανάπτυξη των φυτών, στην οπτική και γευστική ποιότητά τους, στα διατροφικά τους χαρακτηριστικά και στις βιοδραστικές ουσίες με ιδιαίτερη αναφορά στις αντιοξειδωτικές ουσίες, καθώς και σε αντιδιατροφικούς παράγοντες, όπως είναι τα νιτρικά που έχουν μεγάλη σημασία στα φυλλώδη λαχανικά;

- II. Πως επηρεάζεται ο βιολογικός κύκλος των φυτών αυτών από την εποχή καλλιέργειας (άνοιξη, φθινόπωρο, χειμώνας) υπό τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην χώρα μας στην ύπαιθρο, καθώς και σε υπό κάλυψη καλλιέργεια;
- III. Ποια είναι η προσαρμοστικότητα των υπό μελέτη ειδών στις κλιματικές συνθήκες κατά τα διάφορα στάδια της καλλιέργειάς τους και ιδιαίτερα στις ακραίες (υψηλές και χαμηλές) θερμοκρασίες; Προσδιορισμός των ιδιαίτερων περιβαλλοντικών συνθηκών (π.χ. εαρινοποίηση, φωτοπερίοδο, συνδυασμό και των δύο) που απαιτούνται για την επαγωγή της άνθησης και την είσοδο των ειδών αυτών σε αναπαραγωγική φάση.
- IV. Πως επιδρά το περιβάλλον ανάπτυξης (αγρός ή θερμοκήπιο) σε σχέση με την εποχή καλλιέργειας (άνοιξη, φθινόπωρο και χειμώνας), στην έναρξη, την ένταση και τη διάρκεια της ανθοφορίας, στην καρπόδεση και στα χαρακτηριστικά του παραγόμενου σπόρου (ποσότητα, ποιότητα, διατηρησιμότητα σπόρου, παρουσία ληθάργου);
- V. Ποια είναι η προσαρμοστικότητα του κάθε είδους στην αλατότητα του αρδευτικού νερού, σε ποια επίπεδα αλατότητας επηρεάζεται η παραγωγή και πως η εποχή, το περιβάλλον και το σύστημα καλλιέργειας επηρεάζει την αντίδραση του κάθε είδους στην αλατότητα; Παρά το ότι η αντίδραση των υπό μελέτη ειδών στην αλατότητα έχει σε γενικές γραμμές προσδιοριστεί, δεν υπάρχει ακόμα καμία πληροφορία σχετικά με την επίδραση του συστήματος (σε έδαφος και εκτός εδάφους), του περιβάλλοντος (αγρός και θερμοκήπιο) και της εποχής καλλιέργειας (άνοιξη και φθινόπωρο), στην αντίδραση αυτή. Η γνώση αυτή θα μπορούσε να βρει ευρύτερη εφαρμογή ως προς την κατανόηση της επίδρασης των συστημάτων καλλιέργειας λαχανικών στην αντίδραση των λαχανευόμενων ειδών σε αβιοτικές καταπονήσεις. Ειδικότερα, η μελέτη αυτή αποσκοπεί στη δυνατότητα χρήσης των συγκεκριμένων ειδών σε υποβαθμισμένα αλατούχα εδάφη ή σε περιοχές με χαμηλής ποιότητας λόγω παρουσίας αλάτων αρδευτικό νερό, καθώς και τη χρήση της αλατότητας ως παράγοντα θετικής καταπόνησης (eustressor) για τη βελτίωση των οργανοληπτικών και διατροφικών χαρακτηριστικών των λαχανευόμενων ειδών σε εμπορική καλλιέργεια.

Για να απαντηθούν τα ερωτήματα αυτά, σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν τρεις ανεξάρτητες πειραματικές ενότητες:

1. Επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας στην ανάπτυξη, παραγωγή, ποιότητα και χημική σύσταση του βρώσιμου μέρους των υπό μελέτη ειδών (πειραματική ενότητα 1).

Η πειραματική αυτή ενότητα αφορά την καλλιέργεια των υπό μελέτη ειδών σε τρεις εποχές (άνοιξη, φθινόπωρο, χειμώνας) και τρία συστήματα καλλιέργειας (σε γλάστρες

στον αγρό και στο θερμοκήπιο και σε σύστημα επιπλέον υδροπονίας στο θερμοκήπιο). Προσδιορίστηκαν χαρακτηριστικά της ανάπτυξης του υπέργειου μέρους των φυτών (κυρίως των φύλλων, γιατί σε όλα τα υπό μελέτη είδη το βρώσιμο μέρος είναι τα φύλλα), οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (περιεχόμενο σε χλωροφύλλες και καροτενοειδή που καθορίζουν το χρώμα και σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά και τιτλοδοτούμενη οξύτητα που καθορίζουν τη γεύση), καθώς και το περιεχόμενο σε διατροφικούς (περιεκτικότητα σε ολικές φαινολικές ενώσεις, ολική αντιοξειδωτική ικανότητα) και αντιδιατροφικούς (περιεκτικότητα σε νιτρικά) παράγοντες.

2. Επίδραση της εποχής και του περιβάλλοντος καλλιέργειας στον βιολογικό κύκλο των υπό μελέτη ειδών, στην άνθηση, την καρπόδεση, την παραγωγή και την ποιότητα του παραγόμενου σπόρου (πειραματική ενότητα 2)

Σε συνέχεια της πειραματικής ενότητας 1, πραγματοποιήθηκε καλλιέργεια των τεσσάρων ειδών στις ίδιες εποχές καλλιέργειας, στον αγρό και το θερμοκήπιο σε γλάστρες, για να διερευνηθεί η επίδραση της εποχής καλλιέργειας σε σχέση με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, στην είσοδο των φυτών σε αναπαραγωγική φάση και στην τυχόν απαίτηση κάθε είδους για εαρινοποίηση, φωτοπερίοδο ή τον συνδυασμό τους για την επαγωγή της άνθησης, σε χαρακτηριστικά της άνθησης (π.χ. διάρκεια, ένταση ανθοφορίας), στην καρπόδεση και στην παραγωγή (αριθμός και βάρος σπόρων ανά φυτό) και ποιότητα (βάρος 1000 σπόρων, βλαστική ικανότητα και δύναμη) των παραγόμενων σπόρων, καθώς και σε άλλα χαρακτηριστικά τους (ύπαρξη ληθάργου, διατηρησιμότητα). Παράλληλα, προσδιορίστηκε η διάρκεια και η δυνατότητα ολοκλήρωσης του βιολογικού κύκλου των φυτών (σπορά έως παραγωγή σπόρου) σε κάθε εποχή και περιβάλλον καλλιέργειας, όπως και η καταλληλότερη εποχή καλλιέργειας στο κάθε είδος σε συνθήκες αγρού, για την εμπορική παραγωγή σπόρου.

3. Διερεύνηση της επίδρασης της αλατότητας στην ανάπτυξη, την παραγωγή, σε οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και στο περιεχόμενο σε διατροφικούς και αντιδιατροφικούς παράγοντες των υπό μελέτη ειδών που αναπτύχθηκαν σε τρία συστήματα καλλιέργειας και δύο εποχές (πειραματική ενότητα 3).

Όλα τα υπό μελέτη είδη, καλλιεργήθηκαν την άνοιξη και το φθινόπωρο, σε γλάστρες στην ύπαιθρο και σε θερμοκήπιο και σε επιπλέον υδροπονία στο θερμοκήπιο. Τα φυτά αρδεύονταν με θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC-electrical conductivity) 2 dS m^{-1} (χωρίς προσθήκη NaCl) και με προσθήκη NaCl στα επίπεδα των 5 και 10 dS m^{-1} , που αποτελούν υψηλά επίπεδα αλατότητας για τα περισσότερα

καλλιεργούμενα φυτά, ώστε να προσδιοριστεί συγκριτικά η μεταξύ τους αντίδραση στην αλατότητα καθώς και το αν είναι ανεκτικότερα/ανθεκτικότερα σε σχέση με τα καλλιεργούμενα φυλλώδη λαχανικά. Η αντίδραση στην αλατότητα προσδιορίστηκε με βάση τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης, ποιότητας και διατροφικής αξίας που αναφέρθηκαν στην 1^η πειραματική ενότητα, καθώς και το περιεχόμενο των φύλλων σε οσμωλύτες, όπως η προλίνη.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Φυτικό υλικό- Προέλευση σπόρου

Οι σπόροι για την καλλιέργεια των λαχανευόμενων ειδών που μελετήθηκαν προήλθαν από σποροπαραγωγή που πραγματοποιήθηκε σε θερμοκήπιο του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου στην Καλαμάτα, την περίοδο 2018-2019.

2.2. Καλλιεργητικές τεχνικές κατά την καλλιέργεια

Σε όλα τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν, η καλλιέργεια των φυτών έλαβε χώρα στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο και στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Η σπορά των φυτών, ανάλογα με το είδος, γινόταν περίπου 1 μήνα νωρίτερα από την περίοδο που απαιτούνταν έτοιμα νεαρά φυτά για μεταφύτευση και έναρξη των πειραμάτων. Πιο συγκεκριμένα, γινόταν σπορά σε τρυβλία Petri με διαβρεγμένο απορροφητικό χαρτί τα οποία τοποθετούνταν σε θαλάμους σταθερών συνθηκών στους 20 °C. Με την εμφάνιση των ριζιδίων σε μήκος περίπου 2 cm, οι βλαστημένοι σπόροι μεταφυτεύονταν σε δίσκους σποράς 150 θέσεων με διαστάσεις 19x13x5 cm και μεταφέρονταν στο θερμοκήπιο. Τα φυτά κάθε είδους μεταφυτεύονταν στις τελικές θέσεις (γλάστρες ή δίσκους πολυστυρενίου για την επιπλέον υδροπονία) στο στάδιο των 3 πραγματικών φύλλων. Για τα φυτά σε γλάστρες (όλες οι πειραματικές ενότητες), χρησιμοποιήθηκαν Γλάστρες 3L με αναμειγμένη τύρφη με ρυθμισμένο pH 5,5 (TS1, Klassman-Deilmann, Germany) και περλίτη (Perloflor, Isocon, Αθήνα) σε αναλογία 2:1 (κ.ο). Για την επιπλέον υδροπονία (1^η και 3^η πειραματική ενότητα) έγινε μεταφύτευση σε δίσκους πολυστυρενίου, 54 θέσεων, με διαστάσεις κελιού 5x5x5 cm και οι δίσκοι τοποθετήθηκαν σε δεξαμενές όγκου 160 L (διαστάσεις 0.8 m μήκος × 0.5 m πλάτος × 0.4 m ύψος). Το υπόστρωμα στις γλάστρες δέχθηκε πριν τη μεταφύτευση δύο φορές εντός 2 ημερών 0,5L θρεπτικού διαλύματος για ενυδάτωση και προσθήκη θρεπτικών στοιχείων. Το ίδιο θρεπτικό διάλυμα (100L ανά δεξαμενή) προστέθηκε στις δεξαμενές της επιπλέον υδροπονίας, ενώ μικρές αεραντλίες χρησιμοποιούνταν σε κάθε δεξαμενή για την αναπλήρωση ατμοσφαιρικού αέρα. Σε κάθε δεξαμενή μετρούνταν ανά 2 ημέρες η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) και το pH του θρεπτικού διαλύματος και όταν υπήρχε ανάγκη λόγω απορρόφησης από τα φυτά και εξάτμισης προστίθετο θρεπτικό διάλυμα ως τα 100L. Μετά τη μεταφύτευση και την τοποθέτηση των γλαστρών στην τελική τους θέση, τα φυτά άρχισαν να αρδεύονται με θρεπτικό διάλυμα, κατάλληλο για λαχανευόμενα είδη με σύσταση: 11,5 mM NO₃, 1,5 mM NH₄, 7,5 mM

K, 4,4 mM Ca, 1,5 mM Mg, 1,2 mM H₂PO₄, 4,8 mM SO₄, 30,0 μM B, 15,0 μM Fe, 8,0 μM Mn, 6,0 μM Zn, 0,7 μM Cu και 0,5 μM Mo (EC 2,0 dS m⁻¹, pH 5,6 - Chatzigianni et al., 2018).

Τα φυτά στο θερμοκήπιο ποτίζονταν με θρεπτικό διάλυμα (300ml ανά γλάστρα) ανά 3 περίπου ημέρες και τα φυτά στον αγρό (με την ίδια ποσότητα ανά γλάστρα) ανά 4 με 5 ημέρες, λόγω βροχοπτώσεων, και υπήρχε αναπροσαρμογή της συχνότητας αυτής βάσει της εποχής του πειράματος και των αναγκών των φυτών. Η ποσότητα του θρεπτικού διαλύματος που εφαρμοζόταν σε κάθε γλάστρα ήταν τέτοια ώστε να υπάρχει ένα ποσοστό απορροής διαλύματος της τάξης του 30%, με σκοπό την αποφυγή συσσώρευσης θρεπτικών στοιχείων στις γλάστρες σε όλες τις πειραματικές ενότητες, καθώς και NaCl στην 3^η πειραματική ενότητα. Υπολογίστηκε ότι συνολικά τα φυτά στον αγρό, σε όλα τα είδη και πειράματα που διεξήχθησαν, δέχθηκαν 30% λιγότερες αρδεύσεις σε αριθμό και σε συνολικό όγκο θρεπτικού διαλύματος λόγω των βροχοπτώσεων, της χαμηλότερης θερμοκρασίας αλλά και της υψηλότερης πρωινής υγρασίας.

2.3. Μετρήσεις κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας – καταγραφή κλιματικών συνθηκών στον αγρό και το θερμοκήπιο

Στην 1^η και 3^η πειραματική ενότητα, 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 15 τυχαία φυτά ανά επέμβαση.

Καθόλη τη διάρκεια της καλλιέργειας σε όλες τις πειραματικές ενότητες, καταγράφονταν ανά δεκάλεπτο οι θερμοκρασίες εντός του θερμοκηπίου, με τη χρήση του Hobo Weather Station (Onset Corp., Bourne, MA, USA). Τα δεδομένα της θερμοκρασίας και της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στον αγρό λήφθηκαν από τον αυτόματο σταθμό ελέγχου κλιματικών συνθηκών του δικτύου μετεωρολογικών και ακτινομετρικών σταθμών NOANN του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Lagouvardos et al., 2017).

2.4. Συγκομιδή βρώσιμου μέρους, μετρήσεις στον νωπό ιστό και προετοιμασία δειγμάτων για αναλύσεις (Πειραματικές ενότητες 1 και 3)

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

μάρανση, γήρανση και απώλεια πράσινου χρώματος. Και στις δύο πειραματικές ενότητες, συγκομίστηκαν συνολικά 40 φυτά ανά πειραματική επέμβαση (5 πειραματικά τεμάχια με 8 φυτά ανά τεμάχιο). Από τα φυτά που συλλέχθηκαν, διατηρήθηκε μόνο το υπέργειο τμήμα, δηλαδή μικρό μέρος του υποτυπώδους βλαστού και τα φύλλα, ώστε να πραγματοποιηθούν οι περαιτέρω μετρήσεις. Τα φυτά μεταφέρονταν από τον αγρό και το θερμοκήπιο στο εργαστήριο και ακολουθούσε ο προσδιορισμός παραμέτρων ανάπτυξης των φυτών, όπως ο υπολογισμός του νωπού και ξηρού βάρους των φύλλων κάθε φυτού με τη χρήση ζυγού ακριβείας 0,01g (Mettler PM 3600, Mettler-Toledo, Columbus, USA), της συνολικής φυλλικής επιφάνειας και του μήκους και πλάτους των μεγαλύτερων 4 φύλλων του κάθε φυτού, με τη χρήση του μετρητή φυλλικής επιφάνειας LiCor 3100 (LiCor Environmental, Lincoln, USA). 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 έως ότου δεν παρατηρείτο περαιτέρω μείωση του ξηρού βάρους του δείγματος, για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους φύλλων ανά φυτό και του περιεχομένου % σε ξηρό βάρος με βάση την εξίσωση: $100 \times (\text{ξηρό βάρος φυτού} / \text{νωπό βάρος φυτού})$, ενώ το άλλο αποθηκεύτηκε σε βαθιά κατάψυξη (-80 °C) για τις χημικές αναλύσεις των ακόλουθων ποιοτικών και διατροφικών χαρακτηριστικών: τιτλοδοτούμενη οξύτητα, περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, ολικές φαινολικές ενώσεις, νιτρικά, χλωροφύλλη a, b και ολική, καροτενοειδή, ολική αντιοξειδωτική ικανότητα και προλίνη. Επιπλέον, υπολογίστηκε η ειδική μάζα φύλλου ή LMA (leaf mass area) ως ο λόγος του ξηρού βάρους των φύλλων του φυτού προς την αντίστοιχη φυλλική επιφάνεια, εκφρασμένο σε mg/cm^2 .

2.5. Όργανα και μέθοδοι προσδιορισμού στοιχείων της χημικής σύστασης των φυτών (Πειραματικές ενότητες 1 και 3)

Για να πραγματοποιηθούν οι περαιτέρω χημικές αναλύσεις των φύλλων των φυτών που συγκομίστηκαν, χρησιμοποιήθηκε ιστός που είχε αποθηκευτεί μετά την συγκομιδή σε βαθιά κατάψυξη (-80°C), ο οποίος πολτοποιήθηκε και διαμοιράστηκε σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρωσης (falcons) 15 ml, με ποσότητα ίση με 1gr ανά επανάληψη με χρήση ζυγού ακριβείας 0,1mg (Kern 770, KERN & SOHN GmbH, Germany). Η ποσότητα του 1gr αφορά όλες τις χημικές αναλύσεις, εκτός του προσδιορισμού των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών και της τιτλοδοτούμενης οξύτητας.

2.5.1. 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. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε δυο φορές για κάθε δείγμα ιστού (επανάληψη) 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.

2.5.2. Τιτλοδοτούμενη οξύτητα

Ο προσδιορισμός της ολικής οξύτητας πραγματοποιήθηκε με τιτλοδότηση. Από τον πολτοποιημένο ιστό που αποψύχθηκε, λήφθηκε ποσότητα 15g που μεταφέρθηκε σε ογκομετρικό κύλινδρο, όπου και προστέθηκε απεσταγμένο νερό έως τα 150 ml. Ακολούθησε καλή ανάδευση για εκχύλιση των οξέων και διήθηση με τη χρήση πτυχωτού ηθμού (Macherey-Nagel MN 617we, Düren, Germany). Από το διήθημα, ελήφθησαν 2 δείγματα των 50 ml και μεταφέρθηκαν σε ευρύλαιμες κωνικές φιάλες. Διάλυμα NaOH (N/50) χρησιμοποιήθηκε για την αντίδραση της εξουδετέρωσης με τιτλοδότηση, το τέλος της οποίας προσδιορίστηκε με την αύξηση του pH του διηθήματος στο 8.1, με τη χρήση pHμετρου (Radiometer PHM250 pHmeter, Lyon, France). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε γραμμάρια μηλικού οξέος ανά 100 g νωπού βάρους ιστού, καθώς από μελέτες προέκυψε ότι το επικρατές οξύ σε πολλά φυλλώδη λαχανευόμενα είδη είναι το μηλικό.

2.5.3. Περιεχόμενο σε χλωροφύλλες και καροτενοειδή

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

Σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρησης με 1g νωπού ιστού προστέθηκαν 4ml διαλύματος ακετόνης 80% (v/v) ακολούθησε εκχύλιση με χρήση ομογενοποιητή (Cat Unidrive X 1000D, CAT Scientific, Paso Robles, USA). Τα δείγματα παρέμειναν σε ψυγείο για 10-12 ώρες και ακολούθησε φυγοκέντρηση στους 5300rpm, 15 °C για 20 min (Sigma 4-16, Osterode am Harz, Germany). Το υπερκείμενο υγρό μεταφέρθηκε σε άδειους σωλήνες και στους σωλήνες με τον αρχικό ιστό προστέθηκαν πάλι 4ml διαλύματος εκχύλισης, και επαναλήφθηκε η παραπάνω διαδικασία δύο φορές. Τα υπερκείμενα υγρά που ελήφθησαν από τις τρεις φυγοκεντρήσεις αναμείχθηκαν και αραιώθηκαν με διάλυμα εκχύλισης έως τα 200ml, και ακολούθησε η

μέτρηση της απορρόφησης του διαλύματος αυτού σε φασματοφωτόμετρο (Perkin-Elmer Lambda 1A, Waltham, Massachusetts, USA), 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):

$$Ca=12,25*A^{663} - 2,79*A^{647}$$

$$Cb=21,50*A^{647} - 5,10*A^{663}$$

$$Cολική = Ca + Cb$$

και για τα καροτενοειδή:

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

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

2.5.4. Περιεχόμενο σε νιτρικά

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).

Σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρωσης με 1g νωπού ιστού προστέθηκαν 6ml απεσταγμένου νερού και πραγματοποιήθηκε εκχύλιση με τη βοήθεια ομογενοποιητή και με τοποθέτηση των σωλήνων σε υδατόλουτρο στους 45 °C για 1 ώρα. Ακολούθησε φυγοκέντρωση (5300 rpm, 23 °C για 15 min) και λήψη του υπερκείμενου υγρού. Σε κωνικές φιάλες τοποθετήθηκαν 0,2ml από κάθε υπερκείμενο υγρό και προστέθηκαν 0,8ml σαλικυλικού οξέος 5% (w/v), ακολούθησε ανάδευση και παραμονή των δειγμάτων σε θερμοκρασία δωματίου για 20min. Στη συνέχεια, προστέθηκαν 19ml NaOH (2N), έγινε καλή ανάδευση και τα διαλύματα αφήθηκαν σε ηρεμία για 20min, μέχρι να έλθουν σε θερμοκρασία δωματίου. Ακολούθως, σε φασματοφωτόμετρο (Perkin-Elmer Lambda 1A, Waltham, Massachusetts, USA), μετρήθηκε η απορρόφηση των διαλυμάτων στα 410nm. Η συγκέντρωση των διαλυμάτων σε NO₃⁻ προσδιορίστηκε με τη μέτρηση απορρόφησης διαλυμάτων γνωστών συγκεντρώσεων NO₃ με τη χρήση KNO₃ και το περιεχόμενο των ιστών σε νιτρικά εκφράστηκε ως mg NO₃⁻ ανά 100g νωπού βάρους ιστού.

2.5.5. 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).

Σε πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρωσης με 1g νωπού ιστού προστέθηκαν 4ml μεθανόλης 80% (v/v) και πραγματοποιήθηκε εκχύλιση με τη βοήθεια ομογενοποιητή και με τοποθέτηση των σωλήνων σε τροχιακό αναδευτήρα (200rpm) για 75 min σε θερμοκρασία δωματίου. Ακολούθησε φυγοκέντρωση (5300rpm, 18 °C για 15 min) και το υπερκείμενο υγρό μεταφέρθηκε σε κενούς σωλήνες. Στους σωλήνες με τον αρχικό ιστό προστέθηκαν πάλι 4ml διαλύματος εκχύλισης και η διαδικασία επαναλήφθηκε. Τα υπερκείμενα που ελήφθησαν από τις δύο φυγοκεντρήσεις αναμείχθηκαν σε κοινό σωλήνα, από αυτά μεταφέρθηκαν 300μl σε νέους σωλήνες, αναμείχθηκαν με 2,25ml αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και ακολούθησε ανάδευση. Μετά από 5 λεπτά παραμονής σε θερμοκρασία δωματίου, προστέθηκαν 2,25ml υδατικού διαλύματος άνυδρου ανθρακικού νατρίου (Na_2CO_3 , 60 g/l), ακολούθησε ανάδευση και μετά τη πάροδο 90 min σε θερμοκρασία δωματίου, μετρήθηκε η απορρόφηση του διαλύματος στα 765 nm σε φασματοφωτόμετρο (Perkin-Elmer Lambda 1A, Waltham, Massachusetts, USA). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν εις διπλούν για κάθε δείγμα. Για την παρασκευή πρότυπης καμπύλης μετρήθηκαν οι απορροφήσεις διαλυμάτων γαλλικού οξέος γνωστών συγκεντρώσεων και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ισοδύναμων γαλλικού οξέος (GAE-gallic acid equivalents) ανά 100gr νωπού βάρους ιστού ($\text{mg GAE } 100\text{g}^{-1}$ v.β.).

2.5.6. Προσδιορισμός ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας

Η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα προσδιορίστηκε από το εκχύλισμα που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του περιεχομένου των ιστών σε ολικά φαινολικά, με τη χρήση των μεθόδων TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) και FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power Assay).

Η μέθοδος TEAC εφαρμόστηκε σύμφωνα με τους Miller et al. (1996), όπως τροποποιήθηκε από τους Javanmardi και Kubota (2006) και βασίζεται στην ικανότητα των αντιοξειδωτικών μορίων να ανάγουν την κατιονική ρίζα ABTS^{*+} (σκούρο μπλε-πράσινο στα 734 nm) σε ABTS [2,2'-αζινοδι-(3-αιθυλβενζοδιαζολινο-6-σουλφονικό οξύ)] προκαλώντας αποχρωματισμό (ανοιχτό πράσινο). Η κατιονική ρίζα ABTS^{*+} δημιουργήθηκε με προσθήκη 0,5 g MnO_2 σε 20 ml υδατικού διαλύματος 5 mM ABTS, ακολούθησε ανάδευση για 20 min σε θερμοκρασία δωματίου έως ότου το διάλυμα αποκτήσει ομοιογενές μαύρο χρώμα και

ακολούθησε φιλτράρισμα με χρήση φίλτρου σύριγγας (0,2μm PTFE). Το διάλυμα του οξειδωμένου ABTS (ABTS^{•+}) αραιώθηκε με 5 mM PBS (phosphate buffered saline) pH 7,4, σε θερμοκρασία 30°C, έτσι ώστε το προκύπτον διάλυμα να παρουσιάζει απορρόφηση 0,700±0,02 στα 734 nm. Σε 300μl εκχυλίσματος από τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών, προστέθηκαν 3 ml διαλύματος ABTS^{•+} στους 30°C και μετά από 10 min παραμονής στο σκοτάδι μετρήθηκε η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο (Perkin Elmer Lambda 1A) στα 734 nm. Η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα κατά TEAC υπολογίστηκε με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης απορρόφησης διαλυμάτων γνωστών συγκεντρώσεων σε Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) και εκφράστηκε σε mmol ισοδύναμων trolox (TE-trolox equivalents) ανά 100 g νωπού βάρους (mmol TE 100 g⁻¹).

Η μέθοδος FRAP πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους Benzie and Strain (1996), και βασίζεται στην αναγωγή λόγω ύπαρξης αντιοξειδωτικών στο διάλυμα εκχύλισης του άχρωμου συμπλόκου Ferric (III)-TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine) στο Ferrous (II)-TPTZ σύμπλοκο που έχει μπλε χρωματισμό, με την αλλαγή του χρώματος να προσδιορίζεται μέσω μέτρησης της απορρόφησης σε φασματοφωτόμετρο (Perkin Elmer Lambda 1A) στα 593nm. Αρχικά, προετοιμάστηκε το διάλυμα FRAP με την ανάμιξη των ακόλουθων διαλυμάτων σε αναλογία 10:1:1 κατ'όγκο: 300 mM ρυθμιστικού διαλύματος οξικού οξέος - pH 3,6 (1,55gr οξικού νατρίου διαλύθηκαν σε 6ml οξικού οξέος και το διάλυμα αραιώθηκε με απεσταγμένο νερό στα 500ml – έλεγχος του pH στο 3,6), διαλύματος TPTZ (σε 10ml διαλύματος 40 mM HCl προσθήκη 0,031gr TPTZ και αναμονή στους 50°C ως πλήρους διάλυσης) και διαλύματος FeCl₃ (με προσθήκη 0,054gr FeCl₃ 6H₂O σε 10ml απεσταγμένου νερού, και ανάδευση ως πλήρους διάλυσης). Σε 0,1ml του εκχυλίσματος από τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών προστέθηκαν 3ml διαλύματος FRAP το οποίο είχε προθερμανθεί στους 37 °C και ακολούθησε ανάδευση. Τα διαλύματα παρέμειναν στους 30 °C για 30 min και ακολούθως μετρήθηκε η απορρόφησή τους σε φασματοφωτόμετρο (Perkin Elmer Lambda 1A) στα 593nm. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν με την χρήση καμπύλης αναφοράς με τη χρήση διαλυμάτων ασκορβικού οξέος γνωστών συγκεντρώσεων και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως mmol ασκορβικού οξέος 100 g⁻¹ νωπού ιστού.

2.6. Σχεδίαση πειραμάτων και στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Και στις 3 πειραματικές ενότητες μελετήθηκε η επίδραση δύο παραγόντων και της αλληλεπίδρασής τους στα χαρακτηριστικά των φυτών που προσδιορίστηκαν. Πιο συγκεκριμένα, στην 1^η πειραματική ενότητα σε κάθε είδος χωριστά, οι παράγοντες που μελετήθηκαν ήταν η εποχή καλλιέργειας (με 3 επίπεδα: φθινόπωρο, χειμώνας και άνοιξη) και

το σύστημα καλλιέργειας (με 3 επίπεδα: γλάστρες στο θερμοκήπιο, γλάστρες στον αγρό και επιλέουσα υδροπονία στο θερμοκήπιο). Στην 2 πειραματική ενότητα σε κάθε είδος χωριστά, μελετήθηκε η εποχή καλλιέργειας (με 3 επίπεδα: φθινόπωρο, χειμώνας και άνοιξη) και το περιβάλλον ανάπτυξης (με 2 επίπεδα: θερμοκήπιο και αγρός), ενώ στην 3η πειραματική ενότητα σε κάθε είδος και εποχή καλλιέργειας χωριστά, μελετήθηκε η επίδραση της αλατότητας (με 3 επίπεδα EC: 2 –μάρτυρας, 5 και 10 dS/m) και του συστήματος καλλιέργειας (με 3 επίπεδα: γλάστρες στο θερμοκήπιο, γλάστρες στον αγρό και επιλέουσα υδροπονία στο θερμοκήπιο). Σε όλες τις ενότητες, τα πειράματα σχεδιάστηκαν και αναλύθηκαν με βάση το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο, με 5 επαναλήψεις (πειραματικά τεμάχια) των 8 φυτών ανά επανάληψη σε κάθε πειραματική επέμβαση. Πραγματοποιήθηκε διπαραγοντική ανάλυση για την εκτίμηση της σημαντικότητας των κυρίων επιδράσεων των παραγόντων και της αλληλεπίδρασής τους και ακολούθησε μονοπαραγοντική ανάλυση των απλών κύριων επιδράσεων χωριστά σε κάθε επίπεδο του άλλου παράγοντα. Οι διαφορές των μέσων των μονοπαραγοντικών αναλύσεων εκτιμήθηκαν με το κριτήριο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Για τις στατιστικές δοκιμασίες χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα StatGraphics Centurion-XVII (StatPoint Technologies Inc., Warrenton, VA, USA) και τα διαγράμματα δημιουργήθηκαν με το πρόγραμμα Microsoft Excel 365.

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΟΧΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΛΑΧΑΝΕΥΟΜΕΝΩΝ ΕΙΔΩΝ

3.1. Εισαγωγή – βιβλιογραφική ανασκόπηση

Λόγω της σημασίας τους, έχει μελετηθεί εκτενώς η επίδραση του συστήματος καλλιέργειας (π.χ. σε έδαφος και εκτός εδάφους), καθώς και του περιβάλλοντος ανάπτυξης (π.χ. στον αγρό σε σχέση με καλλιέργεια υπό κάλυψη), στην ανάπτυξη και στα οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά πολλών ειδών λαχανικών και ιδιαίτερα φυλλωδών ειδών. Σε αντίθεση, λιγιστές είναι οι βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με την επίδραση των παραγόντων αυτών σε λαχανεύομενα είδη.

Αναφέροντας ενδεικτικά κάποιες έρευνες σε φυλλώδη λαχανικά και πιο συγκεκριμένα σε μαρούλι, οι Travieso et al. (2016), βρήκαν ότι φυτά μαρουλιού που καλλιεργήθηκαν σε θερμοκήπιο είχαν υψηλότερο νωπό και ξηρό βάρος καθώς και αριθμό φύλλων ανά φυτό αλλά χαμηλότερο ποσοστό ξηράς ουσίας σε σχέση με φυτά που αναπτύχθηκαν στην ύπαιθρο για το ίδιο χρονικό διάστημα, γεγονός που αποδόθηκε στις ευνοϊκότερες θερμοκρασίες για ανάπτυξη των φυτών εντός του θερμοκηπίου. Αντίθετα, το περιεχόμενο φυτών μαρουλιού σε ολικά φαινολικά και φλαβονοειδή καθώς και σε συγκεκριμένες φαινολικές ουσίες ήταν υψηλότερο σε φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό σε γλάστρες με υπόστρωμα τύρφης, σε σχέση με φυτά που καλλιεργήθηκαν σε θερμοκήπιο με τον ίδιο τρόπο (Romani et al. 2002). Οι Majid et al. (2020) που συνέκριναν την ανάπτυξη και ποιότητα φυτών μαρουλιού σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια με τη χρήση δύο συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους (σύστημα επίπλευσης και NFT-nutrient film technique) σε σχέση με την καλλιέργεια στο έδαφος του θερμοκηπίου, ανέφεραν υπεροχή της επιπέουσας υδροπονίας σε σχέση με τα άλλα δύο συστήματα, επιδρώντας σε συντομότερη κατά 15 ημέρες καλλιέργεια η οποία οφείλεται και στις υψηλότερες τιμές των παραμέτρων της φωτοσύνθεσης που μελετήθηκαν και οδήγησαν σε ταχύτερη ανάπτυξη των φυτών και υψηλότερο περιεχόμενο των φυτών σε χλωροφύλλη, ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, πρωτεΐνη και ολικές ίνες. Σε σύγκριση με την καλλιέργεια στο έδαφος και τα δύο υδροπονικά συστήματα επέδρασαν σε υψηλότερες αποδόσεις, καλύτερη διατροφική αξία και συντομότερη καλλιέργεια, αν και μείωσαν σημαντικά το ποσοστό ξηράς ουσίας των φυτών.

Ακολούθως, παρατίθενται τα διαθέσιμα μέχρι σήμερα αποτελέσματα ερευνών σχετικά με την επίδραση της εποχής, του συστήματος καλλιέργειας και του περιβάλλοντος στην ανάπτυξη και στα οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά λαχανεύομενων ειδών.

Ως προς την επίδραση της καλλιέργειας σε σχέση με φυτά που συγκομίζονται από τη φύση, του συστήματος καλλιέργειας και του περιβάλλοντος, οι Ceccanti et al. (2020), στο κοινό ραδίκι (*Cichorium intybus*) και στα λαχανεύόμενα είδη *Picris hieracioides* και *Plantago coronopus*, προσδιόρισαν διάφορα ποιοτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά σε φυτά συγκομισμένα από την φύση κατά την ανοιξιάτικη περίοδο ένα μήνα μετά την εμφάνισή τους, με αντίστοιχα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υδροπονία, σε γλάστρες εντός θερμοκηπίου αλλά και στον αγρό. Σε όλα τα είδη, η περιεκτικότητα σε νιτρικά βρέθηκε υψηλότερη στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες στο θερμοκήπιο και στον αγρό, σε σχέση με την υδροπονία και τη συλλογή από τη φύση. Αντίθετα, το ποσοστό ξηράς ουσίας και η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και φλαβονοειδή, ήταν υψηλότερα στα άγρια είδη και στα φυτά του αγρού σε σχέση με αυτά που καλλιεργήθηκαν εντός θερμοκηπίου. Το περιεχόμενο σε χλωροφύλλες και καροτενοειδή είτε δεν επηρεάστηκε από τις διαφορετικές συνθήκες καλλιέργειας, είτε αυξήθηκε στα άγρια φυτά ή σε αυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό, ακολουθούμενα από τα θερμοκηπιακά φυτά σε γλάστρες. Η αντιοξειδωτική ικανότητα επηρεάστηκε διαφορετικά ανάλογα το είδος, αφού στα *Picris hieracioides* και *Plantago coronopus* υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα άγρια φυτά, ενώ στα άλλα δύο είδη δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές. Τα υδροπονικά φυτά του *Chicorium intybus* είχαν τη χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ τα αντίστοιχα του *Plantago coronopus* παρουσίασαν υψηλές τιμές. Σύμφωνα με τους Ceccanti et al. (2023), φυτά του είδους *Sanguisorba minor* που καλλιεργήθηκαν σε έδαφος στον αγρό, παρουσίασαν αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, ολικά ανόργανα οξέα, πολυακόρεστα λιπαρά οξέα σε σχέση με τα κορεσμένα και σε οξαλικά άλατα σε σχέση με φυτά που συλλέχθηκαν από τη φύση, υποδηλώνοντας ότι η ένταξη των φυτών αυτών σε συστήματα καλλιέργειας δεν μειώνει απαραίτητα την διατροφική τους αξία σε σχέση με τα αντίστοιχα φυτά που συλλέγονται από τη φύση.

Οι Petropoulos et al. (2018) μελέτησαν την επίδραση της εποχής καλλιέργειας (φθινόπωρο με σπορά στις αρχές Σεπτεμβρίου και χειμώνα-άνοιξη με σπορά στα μέσα Δεκεμβρίου) και της επαναλαμβανόμενης συγκομιδής (3 και 2 συγκομιδές στην φθινοπωρινή και χειμερινή καλλιέργεια αντίστοιχα) στην ανάπτυξη και σε χημικά χαρακτηριστικά φυτών σταμναγκαθιού (*Cichorium spinosum*) που αναπτύχθηκαν σε θερμοκήπιο. Παρατήρησαν ότι στην χειμερινή-ανοιξιάτικη καλλιέργεια, το νωπό βάρος βρέθηκε μειωμένο στην 2^η συγκομιδή, διατηρώντας όμως σταθερές τις τιμές του ποσοστού ξηράς ουσίας μεταξύ των διαφορετικών συγκομιδών, σε κάθε εποχή καλλιέργειας. Σε γενικές γραμμές, η φθινοπωρινή καλλιέργεια ευνόησε το νωπό βάρος των φυτών, ενώ η χειμερινή-ανοιξιάτικη το ποσοστό ξηράς ουσίας. Επίσης, ανεξαρτήτως εποχής καλλιέργειας, οι οψιμότερες συγκομιδές επέδρασαν στην εμφάνιση

υψηλότερου περιεχομένου σε νιτρικά στα φύλλα, ενώ, ανεξαρτήτως σταδίου συγκομιδής, τα φυτά της χειμερινής καλλιέργειας είχαν 2-3 φορές υψηλότερες τιμές νιτρικών σε σχέση με αυτά της φθινοπωρινής. Παράλληλα, το περιεχόμενο των φύλλων σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά αυξήθηκε στην χειμερινή-ανοιξιάτικη καλλιέργεια, μειώθηκε στις όψιμες συγκομιδές της φθινοπωρινής καλλιέργειας, ενώ αντίθετα αυξήθηκε στην 2^η σε σχέση με την 1^η συγκομιδή της χειμερινής-ανοιξιάτικης.

Η εποχή καλλιέργειας επιδρά επίσης σημαντικά στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των λαχανευόμενων ειδών, ιδιαίτερα στο περιεχόμενό τους σε βιοδραστικές ουσίες και αντιοξειδωτικά. Σε αυτοφυή φυτά ραδικιού (*Cichorium intybus*), ζωχού (*Sonchus asper*) και του *Picris hieracioides*, οι Marrelli et al. (2017) προσδιόρισαν υψηλότερο ξηρό βάρος φυτού, περιεχόμενο σε φαινολικές ενώσεις και ολική αντιοξειδωτική ικανότητα όταν τα φυτά συγκομίστηκαν τον Νοέμβριο σε σχέση με τον Μάιο και σε περιοχή με χαμηλότερο (300 μ.) σε σχέση με υψηλότερο (450 μ.) υψόμετρο. Οι Petropoulos et al. (2018, 2019), καλλιέργησαν φυτά γαλατσίδας, κορκολεκανίδας ταραξάκου (*Taraxacum officinale*), ζωχού (*Sonchus oleraceus*) και *Picris echinoides* σε γλάστρες, σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο, το φθινόπωρο και την άνοιξη και παρατήρησαν ότι το περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις σε όλα τα είδη και σε ολικά φλαβονοειδή στα περισσότερα από τα είδη που μελετήθηκαν, ήταν υψηλότερο κατά την ανοιξιάτικη καλλιέργεια.

Οι Sheikh et al. (2017) που μελέτησαν την εποχική διακύμανση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη των αυτοφυών φυλλωδών ειδών *Lotus corniculatus* (αγριοστροφύλλι), *Malva neglecta* (μολόχα), *Plantago lanceolata*, *Plantago major* και *Poa annua* (λειβαδικό φυτό) παρατήρησαν ότι όλα τα είδη είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση σε χλωροφύλλη όταν αναπτύχθηκαν και συγκομίστηκαν το φθινόπωρο σε σχέση με την άνοιξη και το καλοκαίρι.

3.2. Σκοπός 1ης πειραματικής ενότητας

Τα τελευταία χρόνια αυξάνεται συνεχώς η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών για την αναζήτηση υγιεινών τροφών και την ένταξή τους στην καθημερινή διατροφή. Τα λαχανευόμενα είδη και πιο συγκεκριμένα τα άγρια χόρτα, ως βασικό στοιχείο της Μεσογειακής διατροφής, όταν καταναλώνονται είτε ωμά σε σαλάτες είτε συνηθέστερα βρασμένα, αποτελούν μια αξιόλογη εναλλακτική ή συμπληρωματική πρόταση ως προς τα φυλλώδη λαχανικά για την ανθρώπινη διατροφή. Πλήθος μελετών έχουν αποδείξει το υψηλό περιεχόμενο των ειδών αυτών σε ευεργετικά για την ανθρώπινη υγεία διατροφικά στοιχεία όπως βιταμίνες, βιοδραστικές ενώσεις, αντιοξειδωτικές ουσίες, φαινολικές ενώσεις κ.ά. Ωστόσο, παρά τον όγκο των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια ως προς τη διατροφική αξία των

λαχανευόμενων ειδών, είναι ακόμα λιγιστά έως και ανύπαρκτα σε ορισμένα είδη τα ερευνητικά συμπεράσματα σχετικά με τις προϋποθέσεις που απαιτούνται σε κάθε είδος ως προς την ένταξή του σε συστήματα εμπορικής καλλιέργειας που εφαρμόζονται σήμερα στην παραγωγή των λαχανικών, με απώτερο στόχο την μεγαλύτερη και ευκολότερη διαθεσιμότητά τους στην αγορά.

Επομένως, λόγω της παντελούς έλλειψης γνώσης στα τέσσερα υπό μελέτη λαχανευόμενα είδη ως προς την επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας στην ανάπτυξη και ποιότητα των ειδών αυτών, στην παρούσα πειραματική ενότητα, όπως περιγράφηκε αναλυτικά στο κεφάλαιο «Υλικά και μέθοδοι», πραγματοποιήθηκε καλλιέργεια εντός θερμοκηπίου σε γλάστρες και σε επιπέδουσα υδροπονία, αλλά και σε γλάστρες στον αγρό, σε τρεις εποχές καλλιέργειας, άνοιξη, φθινόπωρο και χειμώνα. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις ημερομηνίες σποράς, μεταφύτευσης και συγκομιδής σε κάθε είδος, εποχή και σύστημα καλλιέργειας δίνονται στον Πίνακα 3.1. Προσδιορίστηκαν η διάρκεια ανάπτυξης των υπό μελέτη ειδών έως την είσοδο των φυτών σε αναπαραγωγική φάση, διάφορες αναπτυξιακές παράμετροι του υπέργειου μέρους (αριθμός φύλλων, νωπό και ξηρό βάρος, % ξηρού βάρους, φυλλική επιφάνεια), οργανοληπτικά, διατροφικά και αντι-διατροφικά χαρακτηριστικά (περιεχόμενο φύλλων σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, χλωροφύλλες, καροτενοειδή, ολικές φαινολικές ουσίες, νιτρικά, αντιοξειδωτική ικανότητα).

3.3. Αποτελέσματα

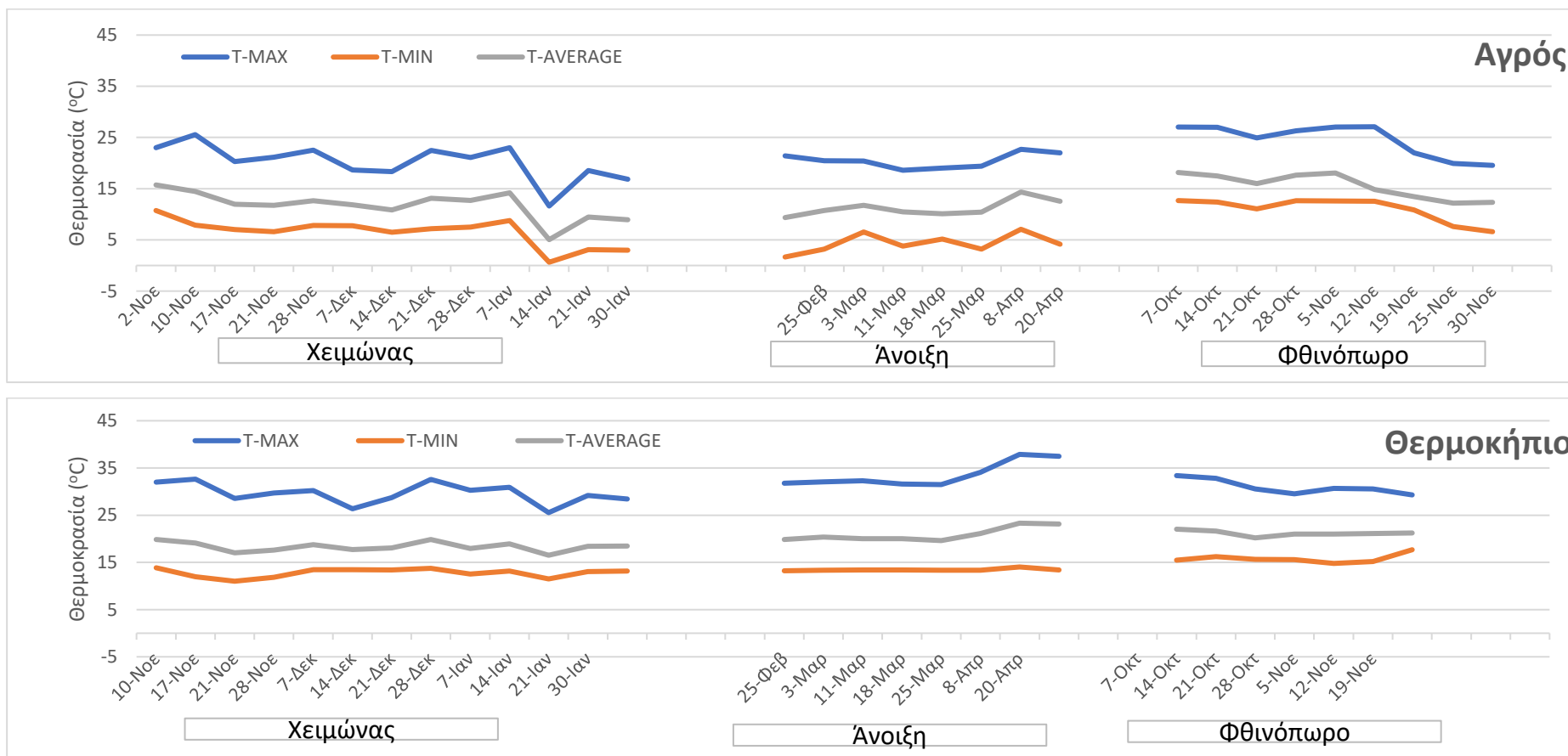
3.3.1. Χρονοδιάγραμμα καλλιέργειας σε κάθε είδος, εποχή και σύστημα καλλιέργειας

Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζεται το χρονοδιάγραμμα της καλλιέργειας από τη σπορά ως τη συγκομιδή για κάθε είδος στις τρεις εποχές που μελετήθηκαν.

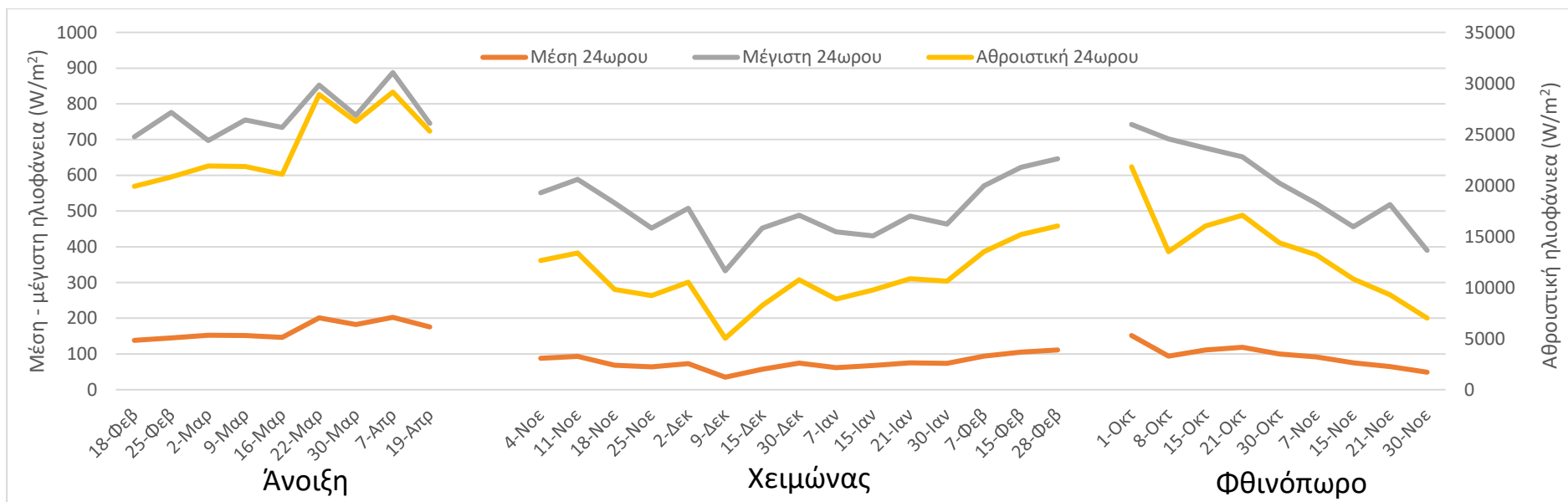
Πίνακας 3.1. Χρονοδιάγραμμα καλλιέργειας των υπό μελέτη λαχανοφύτων ειδών σε τρεις εποχές και τρία συστήματα καλλιέργειας.

	<i>Urospermum picroides</i>			<i>Reichardia picroides</i>			<i>Hedypnois cretica</i>			<i>Plantago coronopus</i>		
	Θερμο- κήπιο	Αγρός	Επί- πλευση	Θερμο- κήπιο	Αγρός	Επί- πλευση	Θερμο- κήπιο	Αγρός	Επί- πλευση	Θερμο- κήπιο	Αγρός	Επί- πλευση
	Φθινόπωρο											
Σπορά	26/08/21			23/08/21			23/08/21			17/08/21		
Μεταφύτευση	12/10/21			28/09/21			28/09/21			05/10/21		
Συγκομιδή (HMM)	29	30	27	36	57	35	29	46	28	43	62	35
	Χειμώνας											
Σπορά	14/10/20			14/10/20			18/10/20			01/09/20		
Μεταφύτευση	04/11/20			04/11/20			30/11/20			04/11/20		
Συγκομιδή (HMM)	35	74	27	40	74	35	44	44	44	46	83	60
	Άνοιξη											
Σπορά	09/01/20			09/01/20			19/01/20			09/01/20		
Μεταφύτευση	14/02/20			14/02/20			19/02/20			13/02/20		
Συγκομιδή (HMM)	29	32	32	32	33	33	31	41	31	34	35	35

3.3.2. Πορεία των θερμοκρασιών στον αγρό και το θερμοκήπιο και της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στον αγρό στις 3 εποχές καλλιέργειας



Διάγραμμα 3.1. Πορεία της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας 24ωρου στον αγρό και το θερμοκήπιο στις 3 εποχές (άνοιξη, χειμώνας, φθινόπωρο), για όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας (μεταφύτευση ως συγκομιδή σπόρου).



Διάγραμμα 3.2. Πορεία της μέσης, μέγιστης και αθροιστικής ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας στον αγρό στις 3 εποχές (άνοιξη, χειμώνας, φθινόπωρο), για όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας (μεταφύτευση ως συγκομιδή σπόρου).

3.3.3. Βλαστητική ανάπτυξη φυτών και παραγωγή φύλλων

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.2, φαίνεται πως σε όλα τα είδη και εποχές τα φυτά που καλλιεργήθηκαν εντός θερμοκηπίου, κυρίως σε γλάστρες, ανέπτυξαν μεγαλύτερο αριθμό φύλλων και μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια σε σχέση με τα φυτά του αγρού. Ωστόσο, σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρούνται σημαντικές αλληλεπιδράσεις της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας. Επομένως, υπάρχουν εξαιρέσεις στην προαναφερθείσα θετική επίδραση του θερμοκηπίου έναντι του αγρού στον αριθμό των φύλλων, κατά το φθινόπωρο και χειμώνα στο πετειναράκι, τον χειμώνα στην κορκολεκανίδα και την άνοιξη στην γαλατσίδα. Από αυτές τις εξαιρέσεις, στις περιπτώσεις που αφορούν τον χειμώνα, δηλαδή κορκολεκανίδα και πετειναράκι, μεγαλύτερο αριθμό φύλλων έφεραν τα φυτά του αγρού. Αντίθετα, στην ανοιξιάτικη γαλατσίδα και στο φθινοπωρινό πετειναράκι υψηλότερες τιμές έφεραν τα φυτά της επίπλευσης.

Ωστόσο, παρατηρήθηκε σχετικά αρνητική επίδραση των ανοιξιάτικων συνθηκών στην επιπλέον υδροπονία, καθώς σε όλα τα είδη πλην της γαλατσίδας, ο αριθμός των φύλλων και η φυλλική επιφάνεια εμφανίζονται αξιοσημείωτα μειωμένα, σε σχέση με τα άλλα συστήματα καλλιέργειας. Αντίθετα, στις άλλες δύο εποχές, όπως αναφέρθηκε, στις περισσότερες περιπτώσεις χαμηλότερη παραγωγή φύλλων και φυλλικής επιφάνειας παρατηρήθηκε στον αγρό, με την επιπλέον υδροπονία να φέρει υψηλότερες τιμές.

Ακόμη, σε όλα τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε γλάστρες στον αγρό, εμφανίστηκε μειωμένη παραγωγή φύλλων και ανάπτυξη φυλλικής επιφάνειας κατά το χειμώνα, εκτός της κορκολεκανίδας που επηρεάστηκε περισσότερο αρνητικά από την φθινοπωρινή καλλιέργεια. Όμοια, αρνητικές επιπτώσεις των χειμερινών συνθηκών, εμφανίστηκαν και στα φυτά της επίπλευσης, εκτός από την σιταρήθρα. Τέλος, στις γλάστρες εντός θερμοκηπίου, κάθε είδος αντέδρασε διαφορετικά στην εκάστοτε εποχή, καθώς το πετειναράκι και η σιταρήθρα παρήγαγαν λιγότερα φύλλα και φυλλική επιφάνεια κατά τον χειμώνα σε σχέση με την άνοιξη και το φθινόπωρο, η κορκολεκανίδα και η γαλατσίδα διατήρησαν όμοιο αριθμό φύλλων στις τρεις εποχές, ενώ στην κορκολεκανίδα κατά το φθινόπωρο προέκυψε η μικρότερη φυλλική επιφάνεια, και στην γαλατσίδα η υψηλότερη.

Πίνακας 3.2. Επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας στον αριθμό των φύλλων και τη φυλλική επιφάνεια ανά φυτό σε τέσσερα λαχανοφύτωνα είδη (Μ.Ο. ± Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	***	***	***	***	***	***
Εποχή καλλιέργειας (Ε)	**	***	***	***	***	**	***	***
Σ x Ε	***	***	***	***	*	***	***	***
<i>Φθινόπωρο</i>								
Θερμοκήπιο- Γλάστρες	13,3 ± 0,6 a(a)	568,6 ± 51,5 a(c)	18,9 ± 2,2 b(a)	413,6 ± 32,6 a(a)	38,8 ± 4,3 a(a)	664,1 ± 33,2 a(a)	48,1 ± 2,9 b(b)	347,4 ± 53,7 a(b)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	12,7 ± 0,9 a(a)	452,0 ± 36,4 b(a)	19,0 ± 0,7 b(b)	303,4 ± 33,2 c(a)	27,5 ± 2,4 b(a)	415,8 ± 32,7 b(b)	70,5 ± 6,3 a(a)	201,6 ± 10,1 b(a)
Αγρός - Γλάστρες	10,8 ± 0,9 b(b)	278,0 ± 25,3 c(b)	37,2 ± 4,4 a(a)	352,1 ± 19,8 b(a)	27,8 ± 1,3 b(b)	431,6 ± 21,8 b(a)	53,9 ± 9,5 b(a)	197,9 ± 13,7 b(b)
<i>Χειμώνας</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	13,3 ± 0,6 b(a)	649,9 ± 44,3 a(b)	18,2 ± 1,7 a(a)	308,2 ± 14,3 a(b)	31,5 ± 2,7 a(b)	596,2 ± 17,5 a(b)	31,4 ± 1,0 b(c)	147,3 ± 12,5 a(c)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	9,7 ± 0,4 c(b)	294,6 ± 24,7 c(b)	15,2 ± 0,9 b(c)	254,6 ± 12,1 b(b)	26,5 ± 3,1 b(a)	509,2 ± 21,2 b(a)	31,2 ± 2,1 b(a)	117,9 ± 11,9 b(c)
Αγρός - Γλάστρες	15,6 ± 0,5 a(a)	360,0 ± 56,8 b(a)	15,6 ± 0,6 b(c)	116,2 ± 8,6 c(c)	21,5 ± 1,9 c(c)	285,8 ± 20,5 c(b)	42,3 ± 4,1 a(b)	100,7 ± 9,7 b(c)
<i>Άνοιξη</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	14,5 ± 1,4 a(a)	820,9 ± 49,3 a(a)	19,5 ± 0,8 c(a)	241,5 ± 24,8 a(c)	40,7 ± 3,8 a(a)	665,1 ± 18,3 a(a)	117,1 ± 9,1 a(a)	397,9 ± 27,8 a(a)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	11,9 ± 0,7 b(a)	340,7 ± 26,0 c(b)	33,7 ± 3,6 a(a)	223,3 ± 24,1 a(b)	26,4 ± 4,4 c(a)	382,9 ± 35,6 c(b)	66,6 ± 3,6 b(a)	184,9 ± 2,8 c(b)
Αγρός - Γλάστρες	14,3 ± 1,5 a(a)	388,0 ± 13,5 b(a)	27,4 ± 3,7 b(b)	204,7 ± 24,9 a(b)	33,6 ± 5,6 b(a)	446,6 ± 38,8 b(a)	58,3 ± 5,9 b(a)	247,4 ± 22,9 b(a)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές
Μέσοι στην ίδια στήλη και για την ίδια εποχή καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εκτός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
Μέσοι στην ίδια στήλη για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εντός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Στον Πίνακα 3.3. παρουσιάζονται το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους ανά φυτό, υπό την επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας. Παρατηρείται πως σε όλα τα είδη, κατά το φθινόπωρο και την άνοιξη τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε γλάστρες θερμοκηπίου είχαν το υψηλότερο νωπό και ξηρό βάρος, ενώ αυτά στην επιπέδουσα υδροπονία το χαμηλότερο, με εξαιρέσεις τη γαλατσίδα την άνοιξη στην οποία δεν εμφανίστηκε επίδραση του συστήματος καλλιέργειας, και τη σιταρήθρα και γαλατσίδα το φθινόπωρο που είχαν υψηλότερο ξηρό βάρος στον αγρό. Οι χειμερινές συνθήκες στις περισσότερες περιπτώσεις, ευνόησαν την παραγωγή φυτών με μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος, όταν καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες εντός θερμοκηπίου, με εξαίρεση τη σιταρήθρα που είχε μεγαλύτερο νωπό βάρος στην επίπλευση, και την κορκολεκανίδα με μεγαλύτερο ξηρό βάρος στον αγρό. Επιπλέον, σε όλα τα είδη πλην της κορκολεκανίδας, κατά τον χειμώνα παρήχθησαν φυτά με μικρότερο νωπό και ξηρό βάρος στον αγρό. Ωστόσο, σε αυτήν την εποχή, το ξηρό βάρος στο πετειναράκι βρέθηκε ακόμη μικρότερο στην επιπέδουσα υδροπονία.

Όλα τα είδη που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες στο θερμοκήπιο, εμφάνισαν μεγαλύτερα νωπά και ξηρά βάρη κατά την άνοιξη, εκτός του νωπού βάρους της γαλατσίδας που ευνοήθηκε περισσότερο το φθινόπωρο. Στην επιπέδουσα υδροπονία, όλα τα είδη πλην της σιταρήθρας, επηρεάστηκαν αρνητικά από τις συνθήκες του χειμώνα, εμφανίζοντας το χαμηλότερο νωπό και ξηρό βάρος, ενώ η σιταρήθρα αντίθετα εμφάνισε την υψηλότερη απόδοση. Στην επιπέδουσα υδροπονία κάποια είδη ευνοήθηκαν από τις φθινοπωρινές συνθήκες (π.χ. κορκολεκανίδα) και άλλα από τις ανοιξιάτικες (π.χ. πετειναράκι). Ωστόσο, σε αυτό το σύστημα καλλιέργειας το μεγαλύτερο νωπό βάρος δεν έδωσε απαραίτητα και υψηλότερο ξηρό, όπως φάνηκε στην γαλατσίδα η οποία έφερε υψηλότερο νωπό βάρος το φθινόπωρο, αλλά υψηλότερο ξηρό την άνοιξη. Σε όλα τα είδη που αναπτύχθηκαν στον αγρό εκτός της κορκολεκανίδας, ο χειμώνας επέδρασε αρνητικά στο νωπό και ξηρό βάρος τους σε σχέση με τις άλλες δύο εποχές καλλιέργειας. Στην σιταρήθρα και το πετειναράκι που καλλιεργήθηκαν υπαίθρια, η άνοιξη ευνόησε περισσότερο την νωπό και ξηρό βάρος των φυτών σε σχέση με τις άλλες εποχές, ενώ στη γαλατσίδα θετικότερη ήταν η επίδραση του φθινοπώρου.

Πίνακας 3.3. Επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας στο νωπό και ξηρό βάρος των φύλλων ανά φυτό σε τέσσερα λαχανωόμενα είδη (Μ.Ο. ± Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Νωπό βάρος	Ξηρό βάρος	Νωπό βάρος	Ξηρό βάρος	Νωπό βάρος	Ξηρό βάρος	Νωπό βάρος	Ξηρό βάρος
	φύλλων (g)	φύλλων (g)	φύλλων (g)	φύλλων (g)	φύλλων (g)	φύλλων (g)	φύλλων (g)	φύλλων (g)
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	***	***	***	***	***	***
Εποχή καλλιέργειας (Ε)	***	***	***	***	***	***	***	***
Σ x Ε	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>Φθινόπωρο</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	25,3 ± 2,9 a(b)	1,77 ± 0,21 a(b)	25,8 ± 2,0 a(a)	1,55 ± 0,12 b(b)	27,5 ± 1,9 a(b)	2,20 ± 0,15 b(b)	29,6 ± 4,4 a(b)	1,96 ± 0,21 a(b)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	22,9 ± 1,6 a(a)	1,38 ± 0,10 b(a)	20,9 ± 2,8 b(a)	1,19 ± 0,10 c(b)	19,4 ± 1,2 c(b)	1,36 ± 0,08 c(c)	23,1 ± 2,4 b(a)	1,16 ± 0,12 b(b)
Αγρός - Γλάστρες	14,6 ± 1,1 b(b)	1,32 ± 0,10 b(c)	29,0 ± 1,6 a(a)	2,03 ± 0,11 a(a)	24,6 ± 0,8 b(b)	2,96 ± 0,10 a(b)	22,9 ± 1,3 b(b)	1,88 ± 0,04 a(b)
<i>Χειμώνας</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	25,5 ± 0,6 a(b)	1,95 ± 0,03 b(b)	19,9 ± 1,2 a(b)	0,89 ± 0,03 a(c)	26,5 ± 0,9 b(b)	2,26 ± 0,07 a(b)	13,3 ± 1,4 a(c)	0,84 ± 0,05 a(c)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	10,9 ± 0,9 c(c)	0,78 ± 0,06 c(b)	15,7 ± 0,4 b(c)	0,84 ± 0,02 b(c)	29,7 ± 0,9 a(a)	1,92 ± 0,06 b(a)	10,7 ± 1,4 b(b)	0,61 ± 0,04 c(c)
Αγρός - Γλάστρες	21,6 ± 2,9 b(a)	2,39 ± 0,33 a(a)	8,34 ± 0,5 c(c)	0,49 ± 0,01 c(c)	12,7 ± 0,6 c(c)	0,98 ± 0,05 c(c)	8,10 ± 0,9 c(c)	0,77 ± 0,01 b(c)
<i>Άνοιξη</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	35,3 ± 2,5 a(a)	3,07 ± 0,21 a(a)	18,2 ± 1,6 a(b)	1,73 ± 0,01 a(a)	33,3 ± 1,5 a(a)	3,10 ± 0,14 b(a)	52,0 ± 0,5 a(a)	4,11 ± 0,04 a(a)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	13,8 ± 1,4 c(b)	1,06 ± 0,11 c(a)	18,4 ± 1,5 a(b)	1,64 ± 0,05 a(a)	20,8 ± 1,6 b(b)	1,71 ± 0,15 c(b)	21,0 ± 0,4 c(a)	1,69 ± 0,03 c(a)
Αγρός - Γλάστρες	20,4 ± 0,5 b(a)	2,11 ± 0,05 b(b)	19,3 ± 1,6 a(b)	1,72 ± 0,10 a(b)	31,6 ± 1,5 a(a)	3,55 ± 0,19 a(a)	30,6 ± 0,9 b(a)	2,55 ± 0,07 b(a)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές

Μέσοι στην ίδια στήλη και για την ίδια εποχή καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εκτός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Μέσοι στην ίδια στήλη για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εντός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Στον Πίνακα 3.4. παρουσιάζονται οι τιμές του ποσοστού ξηρού βάρους (% DW) και της ειδικής μάζας φύλλου (LMA – λόγος του ξηρού βάρους των φύλλων του φυτού προς την αντίστοιχη φυλλική επιφάνεια), στα τέσσερα λαχανευόμενα είδη, σε σχέση με την εποχή και το σύστημα καλλιέργειας.

Ανεξαρτήτως είδους και εποχής, τα φυτά που αναπτύχθηκαν στις συνθήκες της υπαίθρου, έφεραν υψηλότερες τιμές ποσοστών ξηρού βάρους (%DW) και ειδικής μάζας φύλλου (LMA). Εξάιρεση αποτελούν τα φυτά της σιταρήθρας το χειμώνα, που εμφάνισαν υψηλότερο LMA και % DW στις γλάστρες στο θερμοκήπιο. Σε όλα τα είδη πλην της γαλατσίδας και σε όλες τις εποχές καλλιέργειας οι τιμές αυτών των παραμέτρων ανάπτυξης στην επιπλέουσα υδροπονία ήταν συγκρίσιμες ή χαμηλότερες σε σχέση με την καλλιέργεια σε γλάστρες στο θερμοκήπιο, με εξαίρεση τις τιμές LMA στη σιταρήθρας που ήταν χαμηλότερες στα φυτά του αγρού.

Στην γαλατσίδα και στο πετειναράκι, σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας, εμφανίστηκαν υψηλότερο LMA και ποσοστό ξηρού βάρους κατά την άνοιξη, ακολούθησε το φθινόπωρο, και έπεται ο χειμώνας. Ωστόσο, στο πετειναράκι, το ποσοστό ξηρού βάρους των φυτών που αναπτύχθηκαν στον αγρό δεν διέφερε μεταξύ των τριών εποχών. Από την άλλη μεριά, στην σιταρήθρα, επίσης υψηλότερες τιμές προέκυψαν την άνοιξη σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις χαμηλότερα έφεραν τα φθινοπωρινά φυτά. Τέλος, στην κορκολεκανίδα, το ποσοστό ξηρού βάρους εμφάνισε διαφορετική αντίδραση ανάλογα το σύστημα και την εποχή, καθώς, είτε δεν επηρεάστηκε από τις εποχές όπως στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες στο θερμοκήπιο, είτε βρέθηκε υψηλότερο από τις άλλες εποχές τον χειμώνα στις γλάστρες στον αγρό, είτε κινήθηκε σε ίδια υψηλά επίπεδα κατά τον χειμώνα και την άνοιξη σε σχέση με το φθινόπωρο όπως συνέβη στην επιπλέουσα υδροπονία.

Πίνακας 3.4. Επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας στο ποσοστό ξηρού βάρους (%) και στην ειδική μάζα φύλλου (LMA) (mg/cm²) σε τέσσερα λαχανευόμενα είδη (Μ.Ο. ± Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	% ξηρό βάρος	LMA (mg/cm ²)	% ξηρό βάρος	LMA (mg/cm ²)	% ξηρό βάρος	LMA (mg/cm ²)	% ξηρό βάρος	LMA (mg/cm ²)
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	Ns	***	***	***	***	***
Εποχή καλλιέργειας (Ε)	***	***	***	***	***	***	***	***
Σ x Ε	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>Φθινόπωρο</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	7,01 ± 0,48 b(a)	3,11 ± 0,22 b(b)	5,70 ± 0,20 b(b)	3,75 ± 0,13 c(b)	7,89 ± 0,76 b(b)	3,31 ± 0,09 b(c)	6,65 ± 0,45 b(b)	6,17 ± 0,50 b(a)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	5,92 ± 0,34 c(b)	3,05 ± 0,19 b(a)	6,10 ± 0,70 b(b)	4,14 ± 0,17 b(b)	7,35 ± 0,83 b(ab)	3,28 ± 0,21 b(c)	5,46 ± 0,23 c(b)	5,81 ± 0,56 b(b)
Αγρός - Γλάστρες	9,05 ± 0,71 a(c)	4,76 ± 0,37 a(c)	7,52 ± 0,86 a(ab)	5,75 ± 0,11 a(b)	11,64 ± 0,55 a(a)	6,75 ± 0,46 a(b)	7,83 ± 0,86 a(a)	9,28 ± 0,56 a(b)
<i>Χειμώνας</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	7,59 ± 0,59 b(a)	3,00 ± 0,20 b(b)	4,58 ± 0,26 b(c)	2,89 ± 0,06 b(c)	8,52 ± 0,56 a(ab)	3,78 ± 0,10 a(b)	6,81 ± 0,12 b(b)	5,90 ± 0,14 b(b)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	7,08 ± 0,36 b(a)	2,42 ± 0,07 b(b)	5,42 ± 0,17 a(b)	3,38 ± 0,21 ab(c)	6,47 ± 0,48 c(b)	3,78 ± 0,08 a(b)	5,37 ± 0,11 c(b)	5,22 ± 0,44 b(b)
Αγρός - Γλάστρες	11,49 ± 0,59 a(a)	6,67 ± 0,55 a(a)	5,70 ± 0,14 a(b)	3,66 ± 0,44 a(c)	7,73 ± 0,21 b(b)	3,44 ± 0,09 b(c)	8,79 ± 0,34 a(a)	7,41 ± 0,45 a(c)
<i>Άνοιξη</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	8,69 ± 0,22 b(a)	3,73 ± 0,10 b(a)	10,26 ± 0,73 a(a)	4,29 ± 0,15 c(a)	9,31 ± 0,79 b(a)	4,66 ± 0,18 b(a)	7,89 ± 0,29 a(a)	6,29 ± 0,34 b(a)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	7,87 ± 0,61 c(a)	3,12 ± 0,10 c(a)	9,40 ± 0,21 a(a)	5,07 ± 0,53 b(a)	8,18 ± 0,74 b(a)	4,36 ± 0,31 b(a)	8,03 ± 0,50 a(a)	6,56 ± 0,16 b(a)
Αγρός - Γλάστρες	10,50 ± 0,13 a(b)	5,45 ± 0,07 a(b)	10,41 ± 0,58 a(a)	6,62 ± 0,50 a(a)	11,24 ± 0,99 a(a)	7,95 ± 0,26 a(a)	8,31 ± 0,43 a(a)	12,4 ± 0,45 a(a)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές
Μέσοι στην **ίδια στήλη και για την ίδια εποχή καλλιέργειας** που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα **εκτός παρένθεσης** δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
Μέσοι στην **ίδια στήλη για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας** που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα **εντός παρένθεσης** δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

3.3.4. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, περιεχόμενο σε αντιοξειδωτικά και προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού

3.3.4.1. Περιεχόμενο σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά και τιτλοδοτούμενη οξύτητα

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (ΟΔΣ) και τιτλοδοτούμενη οξύτητα (ΤΟ), παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.5. Σε όλα τα είδη και στις τρεις εποχές, η συγκέντρωση των ΟΔΣ βρέθηκε αυξημένη στα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό, ενώ τα συστήματα εντός θερμοκηπίου δεν φέρουν διαφορές μεταξύ τους στις περισσότερες περιπτώσεις, με εξαίρεση το *H. cretica* το χειμώνα όπου παρατηρήθηκαν υψηλότερες τιμές στα θερμοκηπιακά φυτά σε γλάστρες. Σε αντίθεση, δεν παρατηρήθηκε επίδραση του συστήματος καλλιέργειας στα ΟΔΣ του *R. picroides* το φθινόπωρο και του *P. coronopus* το χειμώνα. Όσον αφορά την τιτλοδοτούμενη οξύτητα, παρατηρήθηκε διαφορετική επίδραση του συστήματος και της εποχής καλλιέργειας σε κάθε είδος. Πιο συγκεκριμένα, στο *U. picroides* το φθινόπωρο και την άνοιξη, τα φυτά στον αγρό έφεραν τις υψηλότερες τιμές, ακολουθούσαν τα θερμοκηπιακά φυτά σε γλάστρες και τέλος αυτά στην επιπλέουσα υδροπονία. Αντίθετα, τον χειμώνα τα φυτά εντός θερμοκηπίου έφεραν υψηλότερη ΤΟ σε σύγκριση με αυτά του αγρού. Στο *R. picroides* κατά το φθινόπωρο και την άνοιξη δεν παρατηρήθηκε επίδραση του συστήματος καλλιέργειας, ενώ τον χειμώνα τα φυτά του αγρού έφεραν τις υψηλότερες τιμές. Στο *P. coronopus* σε όλες τις εποχές υψηλότερη ΤΟ εμφανίστηκε στα θερμοκηπιακά φυτά σε γλάστρες και ενώ τον χειμώνα έπονται τα άλλα δύο συστήματα χωρίς διαφορά, την άνοιξη προηγήθηκαν τα φυτά στην επίπλευση σε σχέση με τον αγρό και το φθινόπωρο το αντίθετο. Τέλος, στο *H. cretica*, κατά το φθινόπωρο δεν παρουσιάστηκε διαφορά μεταξύ των συστημάτων καλλιέργειας, τον χειμώνα υψηλότερες τιμές εμφανίστηκαν στα θερμοκηπιακά φυτά σε γλάστρες, ενώ την άνοιξη τα φυτά γλάστρες (αγρός και θερμοκήπιο) εμφάνισαν υψηλότερη ΤΟ από την επίπλευση.

Σε γενικές γραμμές, σε όλα τα είδη και συστήματα καλλιέργειας, η ανοιξιάτικη καλλιέργεια ευνόησε τα ΟΔΣ και την ΤΟ. Εξαίρεση αποτελούν το *P. coronopus* σε όλα τα συστήματα και το *U. picroides* στην επιπλέουσα υδροπονία που είχαν υψηλότερες τιμές ΤΟ τον χειμώνα, με την άνοιξη και το φθινόπωρο να ακολουθούν. Ακόμη, στις περισσότερες περιπτώσεις, τα φυτά που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο είχαν τις χαμηλότερες τιμές ΟΔΣ και ΤΟ.

3.3.4.2. Περιεχόμενο των φύλλων σε χρωστικές (χλωροφύλλες και καροτενοειδή)

Όσον αφορά την περιεκτικότητα των φύλλων σε χρωστικές (ολικές χλωροφύλλες και καροτενοειδή) που παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.6, σε όλα τα είδη και εποχές καλλιέργειας,

τα φυτά που αναπτύχθηκαν στην επιπλέον υδροπονία εμφάνισαν την μικρότερη συγκέντρωση σε σχέση με τα άλλα συστήματα καλλιέργειας που μελετήθηκαν. Στο *U. picroides*, σε όλες τις εποχές, η περιεκτικότητα των δύο αυτών χρωστικών βρέθηκε υψηλότερη στα θερμοκηπιακά φυτά στις γλάστρες, εκτός των καροτενοειδών κατά την άνοιξη όπου υψηλότερες τιμές είχαν τα υπαίθρια φυτά. Στα *P. coronopus* και *R. picroides*, σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις τα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό έφεραν υψηλότερη συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης και καροτενοειδών, εκτός του *R. picroides* την άνοιξη, όπου η χλωροφύλλη ήταν υψηλότερη στα θερμοκηπιακά φυτά σε γλάστρες. Τέλος, στο *H. cretica*, το φθινόπωρο και η άνοιξη ευνόησαν τη συγκέντρωση χρωστικών στα φυτά του αγρού, ενώ κατά τον χειμώνα τα θερμοκηπιακά φυτά σε γλάστρες έφεραν υψηλότερες συγκεντρώσεις.

Στο *U. picroides*, σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας, οι φθινοπωρινές συνθήκες επέφεραν την υψηλότερη συγκέντρωση χρωστικών, ενώ οι χειμερινές οδήγησαν στην χαμηλότερη. Ωστόσο, οι ανοιξιάτικες συνθήκες, επέδρασαν αρνητικά στα φυτά που αναπτύχθηκαν και στα δύο συστήματα στο θερμοκήπιο, αλλά θετικά στον αγρό. Στο *R. picroides*, στα θερμοκηπιακά φυτά σε γλάστρες εμφανίστηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση χρωστικών κατά την άνοιξη, ακολουθούμενη από το φθινόπωρο και τέλος τον χειμώνα, ενώ στην επιπλέον υδροπονία και στον αγρό η επίδραση της εποχής ήταν όμοια με αυτή στο *U. picroides*. Στο *P. coronopus* φαίνεται επίσης πως τα θερμοκηπιακά φυτά (γλάστρες και υδροπονία) έφεραν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις χρωστικών κατά το φθινόπωρο, ενώ τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στον αγρό δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των εποχών.

Πίνακας 3.5. Επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας στο περιεχόμενο των φύλλων σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά και σε τιτλοδοτούμενη οξύτητα, σε τέσσερα λαχανοφύττα είδη (Μ.Ο. ± Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	ΟΑΣ (°Brix)	ΤΟ (g malic acid/100g v.β.)	ΟΑΣ (°Brix)	ΤΟ (g malic acid/100g v.β.)	ΟΑΣ (°Brix)	ΤΟ (g malic acid/100g v.β.)	ΟΑΣ (°Brix)	ΤΟ (g malic acid/100g v.β.)
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	***	ns	***	***	***	***
Εποχή καλλιέργειας (Ε)	***	***	***	***	***	***	***	***
Σ x Ε	***	***	***	*	***	***	***	***
<i>Φθινόπωρο</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	2,38 ± 0,17 b(b)	0,069 ± 0,009 b(c)	2,40 ± 0,27 a(b)	0,057 ± 0,005 a(c)	3,16 ± 0,31 b(b)	0,060 ± 0,009 a(c)	2,77 ± 0,25 a(b)	0,086 ± 0,007 a(c)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	2,26 ± 0,23 b(b)	0,053 ± 0,006 c(c)	2,25 ± 0,10 a(b)	0,058 ± 0,006 a(c)	3,15 ± 0,31 b(a)	0,051 ± 0,008 a(b)	1,98 ± 0,11 b(c)	0,051 ± 0,007 c(c)
Αγρός - Γλάστρες	3,17 ± 0,29 a(c)	0,083 ± 0,010 a(b)	2,60 ± 0,24 a(b)	0,057 ± 0,006 a(b)	4,47 ± 0,35 a(b)	0,064 ± 0,010 a(b)	2,50 ± 0,27 a(c)	0,061 ± 0,007 b(c)
<i>Χειμώνας</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	2,50 ± 0,23 b(b)	0,104 ± 0,013 a(b)	1,98 ± 0,17 c(b)	0,091 ± 0,007 b(b)	3,66 ± 0,09 a(a)	0,076 ± 0,006 a(b)	2,96 ± 0,13 ab(b)	0,154 ± 0,005 a(a)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	2,78 ± 0,17 b(b)	0,115 ± 0,012 a(a)	2,33 ± 0,13 b(b)	0,098 ± 0,014 b(b)	2,18 ± 0,15 c(b)	0,047 ± 0,004 b(b)	2,83 ± 0,24 b(b)	0,113 ± 0,008 b(a)
Αγρός - Γλάστρες	4,90 ± 0,12 a(b)	0,076 ± 0,010 b(b)	4,90 ± 0,16 a(a)	0,122 ± 0,018 a(a)	2,92 ± 0,15 b(c)	0,051 ± 0,004 b(b)	3,15 ± 0,17 a(b)	0,111 ± 0,010 b(a)
<i>Άνοιξη</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	4,65 ± 0,31 b(a)	0,140 ± 0,004 b(a)	4,02 ± 0,49 b(a)	0,145 ± 0,007 a(a)	3,68 ± 0,30 b(a)	0,138 ± 0,011 a(a)	3,57 ± 0,22 b(a)	0,102 ± 0,001 a(b)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	4,60 ± 0,33 b(a)	0,094 ± 0,013 c(b)	4,36 ± 0,22 b(a)	0,142 ± 0,009 a(a)	3,31 ± 0,29 b(a)	0,095 ± 0,011 b(a)	3,28 ± 0,17 b(a)	0,090 ± 0,002 b(b)
Αγρός - Γλάστρες	6,04 ± 0,13 a(a)	0,190 ± 0,007 a(a)	5,12 ± 0,20 a(a)	0,143 ± 0,024 a(a)	5,73 ± 0,33 a(a)	0,153 ± 0,015 a(a)	5,58 ± 0,33 a(a)	0,076 ± 0,002 c(b)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές. Μέσοι στην ίδια στήλη και για την ίδια εποχή καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εκτός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Μέσοι στην ίδια στήλη για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εντός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Πίνακας 3.6. Επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας στο περιεχόμενο των φύλλων σε ολική χλωροφύλλη και καροτενοειδή, σε τέσσερα λαχανοειδή είδη (Μ.Ο. ± Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	***	***	***	***	***	***
Εποχή καλλιέργειας (Ε)	***	***	***	***	***	***	***	***
Σ x Ε	***	**	***	*	***	***	***	***
<i>Φθινόπωρο</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	126,0 ± 6,5 a(a)	11,94 ± 1,42 a(a)	61,1 ± 2,8 b(b)	5,18 ± 0,35 b(b)	80,8 ± 2,9 b(b)	7,75 ± 0,27 b(b)	86,6 ± 6,9 a(a)	6,55 ± 0,59 a(a)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	94,8 ± 8,2 b(a)	9,04 ± 0,55 c(a)	56,9 ± 3,9 b(a)	5,23 ± 0,28 b(a)	59,4 ± 2,8 c(b)	5,82 ± 0,46 c(b)	63,3 ± 8,4 b(a)	3,89 ± 0,61 b(a)
Αγρός - Γλάστρες	84,1 ± 8,8 b(a)	10,45 ± 0,59 b(a)	68,8 ± 3,1 a(a)	8,32 ± 0,92 a(a)	105,1 ± 10,4 a(a)	10,49 ± 0,85 a(a)	82,4 ± 1,8 a(a)	6,87 ± 0,93 a(a)
<i>Χειμώνας</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	88,1 ± 5,6 a(b)	8,62 ± 0,59 a(b)	49,0 ± 4,4 b(c)	4,06 ± 0,53 b(c)	126,0 ± 2,5 a(a)	14,68 ± 1,15 a(a)	56,0 ± 5,3 b(b)	4,01 ± 0,36 b(c)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	63,0 ± 4,5 b(b)	6,68 ± 0,76 b(b)	36,6 ± 5,7 c(b)	4,40 ± 0,46 b(b)	57,8 ± 4,6 c(b)	5,53 ± 0,66 c(b)	58,2 ± 6,4 b(a)	2,89 ± 0,34 c(b)
Αγρός - Γλάστρες	65,7 ± 2,9 b(b)	8,70 ± 0,35 a(b)	55,3 ± 3,3 a(c)	6,49 ± 0,22 a(b)	103,0 ± 2,8 b(a)	11,46 ± 1,41 b(a)	73,4 ± 3,8 a(b)	7,53 ± 0,75 a(a)
<i>Άνοιξη</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	89,7 ± 4,7 a(b)	9,02 ± 0,48 b(b)	73,8 ± 6,8 a(a)	5,97 ± 0,59 b(a)	77,1 ± 2,9 a(b)	7,07 ± 0,25 b(b)	61,3 ± 5,0 b(b)	4,81 ± 0,22 b(b)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	58,1 ± 4,8 c(b)	7,07 ± 0,44 c(b)	42,4 ± 1,8 c(b)	4,86 ± 0,39 c(ab)	67,4 ± 3,4 b(a)	7,14 ± 0,72 b(a)	34,5 ± 3,1 c(b)	3,01 ± 0,34 c(b)
Αγρός - Γλάστρες	83,3 ± 4,3 b(a)	10,03 ± 0,82 a(a)	60,3 ± 2,8 b(b)	6,75 ± 0,58 a(b)	81,4 ± 5,5 a(b)	9,92 ± 0,88 a(a)	78,1 ± 5,7 a(ab)	6,29 ± 0,37 a(a)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές

Μέσοι στην ίδια στήλη και για την ίδια εποχή καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εκτός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Μέσοι στην ίδια στήλη για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εντός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

3.1.1.1. Περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις και νιτρικά

Σε όλες τις εποχές και τα υπό εξέταση είδη, η περιεκτικότητα των φυτών σε ολικές φαινολικές ενώσεις, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.7, βρέθηκε υψηλότερη στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες στον αγρό, και μάλιστα σε συγκεντρώσεις διπλάσιες ή τριπλάσιες από αυτές των φυτών εντός θερμοκηπίου. Συγκρίνοντας ωστόσο τα συστήματα εντός θερμοκηπίου μεταξύ τους, είτε κινήθηκαν στα ίδια επίπεδα, είτε τα θερμοκηπιακά φυτά στην επίπλευση είχαν χαμηλότερες συγκεντρώσεις φαινολικών σε σχέση με αυτά στις γλάστρες. Εξαιρέση αποτελεί το *R. picroides* κατά το φθινόπωρο και την άνοιξη, όπου στην επίπλευση παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις φαινολικών σε σχέση με τα θερμοκηπιακά φυτά σε γλάστρες.

Σε όλα τα είδη, τα θερμοκηπιακά φυτά είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα φαινολικών ουσιών κατά την άνοιξη, εκτός από το *H. cretica* στις γλάστρες, που παρουσίασε μεγαλύτερη συγκέντρωση τον χειμώνα, με την άνοιξη να ακολουθεί. Στα φυτά που καλλιεργήθηκαν στον αγρό, σε όλα τα είδη των *Asteraceae*, υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών εμφανίστηκε τον χειμώνα, ενώ στο *P. coronopus* την άνοιξη.

Η συγκέντρωση των φυτών σε νιτρικά (Πίνακας 3.7), ήταν σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις χαμηλότερη στα υπαίθρια φυτά σε σχέση με αυτά του θερμοκηπίου. Εξαιρέση αποτελούν το *P. coronopus* τον χειμώνα, όπου τα φυτά του αγρού έφεραν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις νιτρικών και το *H. cretica* την άνοιξη με χαμηλότερες συγκεντρώσεις νιτρικών στα φυτά της επιπλέουσας υδροπονίας και τα φυτά του αγρού σε ενδιάμεση θέση. Στα *U. picroides* και *R. picroides* τα θερμοκηπιακά φυτά στις γλάστρες είχαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις νιτρικών μεταξύ των συστημάτων, κάτι που παρατηρήθηκε στο *H. cretica* κατά την άνοιξη και στο *P. coronopus* το φθινόπωρο. Στο *H. cretica* το φθινόπωρο και τον χειμώνα τα φυτά στην επίπλευση εμφάνισαν μεγαλύτερη συγκέντρωση νιτρικών, ενώ στο *P. coronopus* την άνοιξη τα θερμοκηπιακά φυτά είχαν υψηλότερα νιτρικά σε σχέση με τα υπαίθρια, με τις γλάστρες και την επίπλευση στο θερμοκήπιο να μην επιδρούν σημαντικά μεταξύ τους.

Ως προς την επίδραση της εποχής, στις περισσότερες περιπτώσεις η συγκέντρωση των νιτρικών ήταν αυξημένη το φθινόπωρο. Αναλυτικότερα, στα θερμοκηπιακά φυτά των *R. picroides* και *H. cretica* η περιεκτικότητα των φυτών σε νιτρικά ήταν στα χαμηλότερα επίπεδα το χειμώνα, ενώ στα υπαίθρια φυτά υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν την άνοιξη ακολούθησε το φθινόπωρο και τέλος ο χειμώνας. Αντίθετα, στα θερμοκηπιακά φυτά των *U. picroides* και *P. coronopus* στις γλάστρες, υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν το φθινόπωρο, ακολούθησε ο χειμώνας και τέλος η άνοιξη όταν στα υπαίθρια φυτά και των δύο ειδών οι τιμές

ήταν υψηλότερες την άνοιξη σε σχέση με το χειμώνα. Αντίθετα, στην επίπλευση δεν παρατηρήθηκε καμιά διαφορά μεταξύ των εποχών στο *U. picroides*, ενώ στο *P. coronopus* η επίδραση ήταν ίδια με των γλαστρικών φυτών στο θερμοκήπιο.

3.1.1.2. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.8, σε όλα τα είδη και εποχές, η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα όπως προσδιορίστηκε και από τις δύο μεθόδους (TEAC και FRAP) ήταν υψηλότερη στα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό, σε σύγκριση με τα θερμοκηπιακά φυτά, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις, το σύστημα καλλιέργειας εντός του θερμοκηπίου (γλάστρες ή επίπλευση) δεν είχε σημαντική επίδραση. Ωστόσο, στο *R. picroides* σε όλες τις εποχές, τα θερμοκηπιακά φυτά σε γλάστρες εμφάνισαν μικρότερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με τα φυτά στην επίπλευση, εκτός από τις τιμές TEAC των φθινοπωρινών φυτών και FRAP των χειμερινών. Αντίθετα, στα χειμερινά φυτά του *H. cretica* σύμφωνα και με τις δύο μεθόδους, αλλά και στο *P. coronopus* σύμφωνα μόνο με την μέθοδο TEAC, η αντιοξειδωτική ικανότητα βρέθηκε μικρότερη στην επίπλευση σε σχέση με τα θερμοκηπιακά φυτά σε γλάστρες. Είναι αξιοσημείωτο ότι σε όλες τις εποχές και είδη, και εντονότερα κατά το φθινόπωρο και τον χειμώνα, η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των φυτών του αγρού ήταν πολλαπλάσια σε σχέση με των θερμοκηπιακών φυτών.

Όσον αφορά την επίδραση της εποχής στο εκάστοτε σύστημα καλλιέργειας, εμφανίστηκε με διαφορετικό τρόπο στο κάθε είδος που μελετήθηκε, ανάλογα την μέθοδο προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής ικανότητας που χρησιμοποιήθηκε. Σε γενικές γραμμές, η φθινοπωρινή καλλιέργεια ευνόησε περισσότερο την συσσώρευση αντιοξειδωτικών στα φύλλα και έπεται η άνοιξη. Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις, στο θερμοκήπιο και ανεξάρτητα από το σύστημα (γλάστρες ή επίπλευση), τα φυτά τον χειμώνα εμφάνισαν την χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε σύγκριση με τις άλλες δύο εποχές. Αντίθετα, στα φυτά του αγρού, σε όλα τα είδη και εποχές, εκτός από τις τιμές FRAP στο *H. cretica*, χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα εμφανίστηκε στα φυτά που αναπτύχθηκαν την άνοιξη.

Πίνακας 3.7. Επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας στο περιεχόμενο των φύλλων σε ολικές φαινολικές ενώσεις και σε νιτρικά, σε τέσσερα λαχανοφύττα είδη (Μ.Ο. ± Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Ολικά φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Νιτρικά (mg / kg v.β.)	Ολικά φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Νιτρικά (mg / kg v.β.)	Ολικά φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Νιτρικά (mg / kg v.β.)	Ολικά φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Νιτρικά (mg / kg v.β.)
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	***	***	***	***	***	***
Εποχή καλλιέργειας (Ε)	***	***	***	***	**	***	***	***
Σ x Ε	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>Φθινόπωρο</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	39,6 ± 3,6 b(c)	9465 ± 762 a(a)	48,4 ± 4,47 c(c)	11188 ± 672 a(a)	41,8 ± 3,5 b(c)	6941 ± 880 b(a)	34,1 ± 0,61 b(b)	13680 ± 787 a(a)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	40,4 ± 3,1 b(c)	4503 ± 279 b(a)	61,1 ± 4,81 b(b)	8279 ± 438 b(a)	37,3 ± 2,7 b(b)	9089 ± 985 a(a)	27,8 ± 2,30 c(c)	11363 ± 1047 b(a)
Αγρός - Γλάστρες	145,1 ± 9,8 a(c)	5534 ± 958 b(a)	169,4 ± 10,9 a(c)	1477 ± 246 c(b)	128,5 ± 12,0 a(b)	2268 ± 363 c(b)	80,1 ± 4,67 a(c)	5707 ± 547 c(a)
<i>Χειμώνας</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	61,9 ± 5,9 b(b)	5710 ± 421 a(b)	62,4 ± 3,8 b(b)	5088 ± 190 a(c)	102,1 ± 3,6 b(a)	5082 ± 401 b(b)	45,4 ± 2,85 b(b)	7913 ± 345 a(b)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	63,4 ± 4,1 b(b)	4766 ± 401 b(a)	68,0 ± 7,4 b(b)	3919 ± 577 b(c)	41,1 ± 3,2 c(b)	6956 ± 501 a(b)	47,9 ± 6,06 b(b)	7858 ± 547 a(b)
Αγρός - Γλάστρες	403,9 ± 14,8 a(a)	420 ± 48,6 c(c)	576,5 ± 12,1 a(a)	600 ± 82 c(c)	204,0 ± 9,4 a(a)	1972 ± 144 c(c)	138,5 ± 18,0 a(b)	2125 ± 108 b(c)
<i>Άνοιξη</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	137,9 ± 9,3 b(a)	3871 ± 218 a(c)	163,2 ± 9,3 c(a)	6011 ± 465 a(b)	49,8 ± 0,7 b(b)	8462 ± 488 a(a)	103,1 ± 10,3 b(a)	7218 ± 635 a(b)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	124,2 ± 4,0 b(a)	4132 ± 666 a(a)	218,2 ± 14,5 b(a)	6280 ± 323 a(b)	51,9 ± 3,9 b(a)	5918 ± 492 c(b)	83,8 ± 6,31 c(a)	6864 ± 329 a(c)
Αγρός - Γλάστρες	258,2 ± 16,9 a(b)	2164 ± 162 b(b)	248,0 ± 18,3 a(b)	4762 ± 306 b(a)	99,1 ± 11,7 a(c)	7016 ± 308 b(a)	177,5 ± 3,22 a(a)	4634 ± 421 b(b)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές
Μέσοι στην **ίδια στήλη και για την ίδια εποχή καλλιέργειας** που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα **εκτός παρένθεσης** δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
Μέσοι στην **ίδια στήλη για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας** που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα **εντός παρένθεσης** δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Πίνακας 3.8. Επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, όπως εκτιμήθηκε σύμφωνα με τις μεθόδους TEAC και FRAP, σε τέσσερα λαχανεύομενα είδη (Μ.Ο. ± Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	FRAP (mg ασκορβ /100g v.β.)	TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)	FRAP (mg ασκορβ /100g v.β.)	TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)	FRAP (mg ασκορβ /100g v.β.)	TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)	FRAP (mg ασκορβ /100g v.β.)	TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	***	***	***	***	***	***
Εποχή καλλιέργειας (Ε)	***	***	***	***	***	***	***	***
Σ x Ε	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>Φθινόπωρο</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	34,3 ± 4,7 b(b)	6,64 ± 1,13 b(a)	30,6 ± 3,0 c(a)	12,49 ± 1,23 b(ab)	35,2 ± 5,0 b(a)	5,23 ± 0,84 b(b)	37,9 ± 5,3 b(a)	8,25 ± 0,99 b(a)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	41,2 ± 4,6 b(a)	4,81 ± 0,56 b(b)	44,1 ± 6,0 b(a)	13,80 ± 1,04 b(b)	37,6 ± 4,5 b(b)	4,99 ± 0,35 b(b)	29,3 ± 1,0 b(a)	6,47 ± 1,09 b(a)
Αγρός - Γλάστρες	133,3 ± 15,4 a(a)	27,42 ± 4,28 a(a)	145,4 ± 7,4 a(a)	39,02 ± 5,29 a(a)	93,0 ± 1,8 a(b)	14,61 ± 1,37 a(a)	98,3 ± 15,7 a(a)	13,7 ± 1,10 a(b)
<i>Χειμώνας</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	17,1 ± 1,9 b(c)	3,70 ± 0,52 b(b)	15,8 ± 1,5 b(b)	11,34 ± 1,04 c(b)	44,1 ± 1,9 b(a)	7,03 ± 0,79 b(a)	17,1 ± 1,5 b(b)	6,10 ± 0,81 b(b)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	17,2 ± 0,3 b(c)	3,89 ± 0,48 b(b)	20,5 ± 2,5 b(b)	14,42 ± 0,75 b(b)	25,3 ± 2,6 c(c)	3,48 ± 0,38 c(c)	12,5 ± 0,6 b(c)	5,08 ± 0,46 c(b)
Αγρός - Γλάστρες	146,5 ± 13,9 a(a)	18,12 ± 0,04 a(b)	170,7 ± 28,8 a(a)	18,19 ± 0,19 a(b)	70,8 ± 1,6 a(c)	15,50 ± 1,15 a(a)	60,8 ± 4,6 a(b)	17,9 ± 0,54 a(a)
<i>Άνοιξη</i>								
Θερμοκήπιο - Γλάστρες	40,4 ± 4,0 b(a)	5,93 ± 0,79 b(a)	28,6 ± 1,9 c(a)	13,6 ± 1,23 c(a)	36,8 ± 8,13 b(a)	7,98 ± 1,28 b(a)	20,44 ± 2,20 b (b)	7,23 ± 0,43 b (b)
Θερμοκήπιο - Επίπλευση	33,8 ± 2,1 c(b)	5,32 ± 0,78 b(a)	39,8 ± 6,1 b(a)	17,4 ± 1,02 b(a)	50,5 ± 10,4 b(a)	7,99 ± 0,84 b(a)	20,83 ± 2,42 b (b)	6,52 ± 0,35 b (a)
Αγρός - Γλάστρες	72,8 ± 6,1 a(b)	10,35 ± 1,53 a(c)	51,6 ± 6,1 a(b)	18,8 ± 0,79 a(b)	145,8 ± 11,5 a(a)	11,3 ± 2,25 a(b)	55,46 ± 4,24 a (b)	11,11 ± 1,04 a (c)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές
 Μέσοι στην ίδια στήλη και για την ίδια εποχή καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εκτός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
 Μέσοι στην ίδια στήλη για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εντός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

3.4. Συμπεράσματα και συζήτηση

Σε όλα τα είδη και εποχές που μελετήθηκαν, τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες θερμοκηπίου, και κυρίως εκείνα στις γλάστρες, στις περισσότερες περιπτώσεις παρουσίασαν καλύτερη βλαστική ανάπτυξη, φέροντας υψηλότερο αριθμό φύλλων, φυλλική επιφάνεια αλλά και νωπό βάρος σε σύγκριση με τα φυτά του αγρού. Αντίστοιχη βελτιωμένη ανάπτυξη σε θερμοκηπιακά φυτά μαρουλιού έναντι των υπαίθριων αναφέρουν οι Travieso et al. (2016) και de Souza et al. (2019). Σε αντίθεση όμως με τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής, οι de Souza et al. (2019) αναφέρουν υψηλότερο νωπό βάρος φυτών μαρουλιού που αναπτύχθηκαν σε υδροπονία σε σχέση με γλάστρες στο θερμοκήπιο, ενώ στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Thomas et al. (2021) συγκρίνοντας την ανάπτυξη 3 ειδών looseleaf μαρουλιού μεταξύ καλλιέργειας στο έδαφος και NFT σε θερμοκήπιο. Τα υπό μελέτη είδη που αναπτύχθηκαν σε επιπέδου υδροπονία παρατηρήθηκε ότι εμφάνισαν καθυστέρηση και δυσχέρεια στην ανάπτυξη ριζών εντός του θρεπτικού διαλύματος μετά την τοποθέτησή τους στο σύστημα επίπλευσης, σε όλες τις εποχές ανάπτυξης, παρά το γεγονός ότι οι τιμές του pH, της EC και του διαθέσιμου O₂ στο θρεπτικό διάλυμα βρίσκονταν στα άριστα επίπεδα για την καλλιέργεια φυλλωδών λαχανικών σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης. Η έλλειψη σχετικών πειραματικών δεδομένων ως προς τη σύγκριση καλλιέργειας σε οργανικά υποστρώματα όπως το αντίστοιχο που χρησιμοποιήθηκε στις γλάστρες και επιπέδου υδροπονίας σε λαχανευόμενα είδη, δεν μας επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων ως προς την εμφάνιση ενδεχόμενης δυσχέρειας των λαχανευόμενων ειδών που είναι προσαρμοσμένα σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα στην ανάπτυξη ριζών εντός υδατικών διαλυμάτων.

Σε αντίθεση, τα φυτά των *Urospermum picroides* και *Plantago coronopus*, που αναπτύχθηκαν τον χειμώνα στον αγρό είχαν υψηλότερο αριθμό φύλλων (αλλά μικρότερα σε μέγεθος) σε σχέση με τα θερμοκηπιακά φυτά, κάτι που οφείλεται και στη μεγαλύτερη διάρκεια καλλιέργειας στον αγρό σε σχέση με το θερμοκήπιο, ώστε τα υπαίθρια φυτά να φτάσουν σε συγκρίσιμο στάδιο ανάπτυξης με αυτό των θερμοκηπιακών (πριν την έναρξη ανάπτυξης του ανθικού στελέχους), λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών που επικράτησαν στον αγρό σε σχέση με το θερμοκήπιο κατά τη χειμερινή περίοδο, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.1.

Σε όλα τα είδη και εποχές, το ξηρό βάρος ανά φυτό εμφανίστηκε μικρότερο στα υδροπονικά φυτά, με εξαίρεση τα *R. picroides* και *H. cretica* σε χειμερινή καλλιέργεια. Το αποτέλεσμα αυτό ακολουθεί την προαναφερθείσα επίδραση της υδροπονίας στο νωπό βάρος των φυτών σε σχέση με εκείνα που αναπτύχθηκαν σε γλάστρες. Το ποσοστό ξηρού βάρους και η ειδική μάζα φύλλου (LMA), σχεδόν σε όλα τα είδη και εποχές, είχαν υψηλότερες τιμές στα

φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό, συμφωνώντας με αντίστοιχη αναφορά των Ceccanti et al. (2020) στο κοινό ραδίκι (*Cichorium intybus*) και στα λαχανευόμενα είδη *Picris hieracioides* και *Plantago coronopus* και των de Souza et al. (2019) στο μαρούλι. Ωστόσο, ανεπηρέαστα από το σύστημα καλλιέργειας εμφανίστηκαν η ειδική μάζα φύλλου κατά τον χειμώνα στα *R. picroides* και *H. cretica* και το ποσοστό ξηρού βάρους στα *R. picroides* και *P. coronopus* την άνοιξη.

Σε αντίθεση με τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης των φυτών που ευνοήθηκαν από την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο, και κατ' αντιστοιχία με το ποσοστό του ξηρού βάρους των φύλλων, τα περισσότερα οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν επηρεάστηκαν θετικά από την ανάπτυξη των φυτών στον αγρό. Σχεδόν σε όλα τα είδη και εποχές που μελετήθηκαν, με λίγες εξαιρέσεις, στα υπαίθρια σε σχέση με τα θερμοκηπιακά φυτά παρατηρήθηκαν υψηλότερες τιμές ολικών διαλυτών σακχάρων, ολικής χλωροφύλλης και καροτενοειδών, ολικών φαινολικών ουσιών και αντιοξειδωτικής ικανότητας. Επιπλέον η περιεκτικότητα των φύλλων σε νιτρικά μειώθηκε αξιοσημείωτα κατά την ανάπτυξη των φυτών στον αγρό σε όλα τα είδη. Στο συμπέρασμα αυτό κατέληξαν και οι Ceccanti et al. (2020) αναφέροντας υψηλότερες τιμές % ξηρού βάρους, συγκέντρωσης φαινολικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας, παράλληλα με μειωμένη συγκέντρωση νιτρικών, σε λαχανευόμενα είδη που αναπτύχθηκαν στον αγρό σε σύγκριση με γλάστρες και επίπλευση εντός θερμοκηπίου. Όμοια, υψηλότερο περιεχόμενο σε φαινολικές ενώσεις βρήκαν οι Romani et al. (2002) σε υπαίθρια μαρούλια όταν συγκρίθηκαν με αντίστοιχα θερμοκηπιακά, και οι Oh et al. (2011) ανέφεραν υψηλότερη συγκέντρωση στις ολικές φαινολικές ουσίες καθώς και σε επιμέρους φαινολικά (όπως το κιχωρικό και χλωρογενικό οξύ), καθώς και εντονότερη ενεργοποίηση των βασικών γονιδίων που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση των φαινολικών ουσιών, του ασκορβικού οξέος και της α-τοκοφερόλης σε φυτά μαρουλιού που καλλιεργήθηκαν στον αγρό σε σχέση με εκείνα που καλλιεργήθηκαν υπό κάλυψη, υποδεικνύοντας έτσι τη σημασία του περιβάλλοντος καλλιέργειας στη βιοσύνθεση βιοδραστικών συστατικών στα φυλλώδη λαχανικά. Ως προς τα θερμοκηπιακά φυτά της παρούσας εργασίας, αυτά που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες είχαν σε γενικές γραμμές υψηλότερες τιμές στα οργανοληπτικά, διατροφικά και αντι-διατροφικά χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν σε σχέση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν στην επιπλέουσα υδροπονία.

Η έκθεση των υπαίθριων φυτών όλων των ειδών σε κάθε εποχή καλλιέργειας σε εντονότερες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και περισσότερο ακραίες θερμοκρασίες σε σχέση με αυτές που επικρατούν στο θερμοκήπιο όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.1, καθώς και άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως ο άνεμος, οι βροχοπτώσεις, η εντονότερη ηλιακή

ακτινοβολία και η UV ακτινοβολία που επικρατούν στην ύπαιθρο αλλά όχι υπό κάλυψη, οδήγησαν σε εντονότερη ενεργοποίηση του δευτερογενούς μεταβολισμού, ως αμυντικού μηχανισμού έναντι αβιοτικών καταπονήσεων στα υπαίθρια φυτά σε σχέση με τα θερμοκηπιακά, αυξάνοντας τη βιοσύνθεση και συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών ουσιών στα φύλλα (Naeem et al., 2013).

Αντίθετα, το περιεχόμενο των φύλλων σε νιτρικά μειώθηκε δραστικά στις περισσότερες περιπτώσεις στα υπαίθρια, σε σχέση με τα θερμοκηπιακά φυτά, ιδιαίτερα το χειμώνα. Τα υπαίθρια φυτά δέχθηκαν κατά μέσο όρο 30% λιγότερες αρδεύσεις, επομένως και λιγότερο άζωτο, ενώ οι βροχοπτώσεις που ήταν εντονότερες κατά τη χειμερινή περίοδο συνετέλεσαν σε έκπλυση των νιτρικών από το υπόστρωμα καλλιέργειας στην ύπαιθρο, σε σχέση με το θερμοκήπιο, μειώνοντας και τη διαθεσιμότητα του νιτρικού αζώτου στα φυτά. Λόγω του ότι τα νιτρικά αποτελούν έναν αναγνωρισμένο αντιδιατροφικό παράγοντα ιδιαίτερα στα φυλλώδη λαχανικά (Santamaria et al., 2006), η μείωση της συσσώρευσής τους στα υπαίθρια υπό μελέτη είδη σε επίπεδα χαμηλότερα από τα κατώτερα όρια νιτρικών που επιβάλλονται από τον κανονισμό της ΕΕ για φυλλώδη λαχανικά όπως το μαρούλι και το σπανάκι (European Union, 2010), αποτελεί σημαντικό εύρημα, ιδίως σε σχέση με τις πολύ υψηλές συγκεντρώσεις που παρατηρήθηκαν στα θερμοκηπιακά φυτά και που φτάνουν και ξεπερνούν σε μερικές περιπτώσεις αρκετά τα 10.000 mg/kg ν.β. Όμοια υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών σε υδροπονικό σταμναγκάθι αναφέρονται από τους Chatzigianni et al. (2018), όταν δέχθηκαν θρεπτικό διάλυμα όμοιας σύστασης με αυτό που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα και που θεωρείται ότι παρέχει περισσότερο νιτρικό άζωτο από αυτό που χρειάζονται τα άγρια αυτά είδη για την ανάπτυξή τους, με συνέπεια να συσσωρεύουν τα επιπλέον νιτρικά που δεν αξιοποιούνται για την ανάπτυξη των φυτών, στα φύλλα τους.

Σε όλα τα είδη που αναπτύχθηκαν σε γλάστρες εντός θερμοκηπίου, η άνοιξη ευνόησε περισσότερο σε σύγκριση με τις άλλες δύο εποχές την ανάπτυξη των φυτών, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις τα φυτά εμφάνισαν υψηλότερο νωπό και ξηρό βάρος, ποσοστό ξηρού βάρους και ειδική μάζα φύλλου. Ο αριθμός φύλλων και η φυλλική επιφάνεια παρουσίασαν υψηλότερες τιμές κατά την άνοιξη ή το φθινόπωρο, ενώ σε άλλες περιπτώσεις δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ άνοιξης και φθινοπώρου. Η επικράτηση μεγαλύτερων ημερών και η αύξηση της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.2 την άνοιξη σε σχέση με την φθινοπωρινή και χειμερινή καλλιέργεια, επέδρασαν σε καλύτερη ανάπτυξη και απόδοση των φυτών πιθανά λόγω εντονότερης φωτοσύνθεσης των φυτών (Gu et al., 2009). Σε αντίθεση, στην επιπλέον υδροπονία σε όλα τα είδη πλην του *H. cretica*, οι συνθήκες του φθινοπώρου ευνόησαν εντονότερα σε σχέση με τις άλλες εποχές τα περισσότερα

χαρακτηριστικά της ανάπτυξης των φυτών όπως το νωπό και ξηρό βάρος, τον αριθμό φύλλων και τη φυλλική επιφάνεια. Οπτική παρατήρηση των φυτών στην επιπέουσα υδροπονία έδειξε ότι κατά την άνοιξη, ιδιαίτερα όταν στο θερμοκήπιο η ηλιακή ακτινοβολία και η θερμοκρασία βρίσκονταν σε υψηλά επίπεδα, τα φυτά των *R. picroides* και *H. cretica* εμφάνιζαν ελαφρά μάρανση, παρά το γεγονός ότι η θερμοκρασία του θρεπτικού διαλύματος δεν ξεπερνούσε τους 25 °C, επιβεβαιώνοντας την καθυστέρηση και δυσχέρεια των φυτών αυτών στην ανάπτυξη ριζικού συστήματος στο σύστημα αυτό. Σε αντίθεση, τα φυτά στις γλάστρες στο θερμοκήπιο στις ίδιες συνθήκες καλλιέργειας, διατηρούσαν την σπαργή τους. Απαιτείται επομένως περαιτέρω έρευνα σχετικά με την ανάπτυξη των υπό μελέτη λαχανοφύτων ειδών σε συστήματα επιπέουσας υδροπονίας, συγκριτικά με την καλλιέργεια των ειδών αυτών σε υποστρώματα ανάπτυξης υπό τις ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η χειμερινή καλλιέργεια, αναμενόμενα, λόγω των δυσμενέστερων κλιματικών συνθηκών (χαμηλότερες θερμοκρασίες, ιδιαίτερα στον αγρό, μικρή φωτοπερίοδος και περιορισμένη ηλιοφάνεια – Διαγράμματα 3.1 και 3.2) παρουσίασε τις χαμηλότερες τιμές σε όλα τα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης μεταξύ των 3 εποχών καλλιέργειας, με εξαίρεση κάποιων χαρακτηριστικών στο *H. cretica*, συμφωνώντας με αντίστοιχη αναφορά των Petropoulos et al. (2018) που συνέκριναν την ανάπτυξη φυτών σταμναγκαθίου (*Cichorium spinosum*) σε φθινοπωρινή και χειμερινή-ανοιξιάτικη καλλιέργεια.

Ως προς τα υπαίθρια φυτά, κάθε είδος επηρεάστηκε διαφορετικά από την εποχή καλλιέργειας, καθώς το υψηλότερο νωπό και ξηρό βάρος καταγράφηκαν στο *U. picroides* τον χειμώνα, στο *R. picroides* το φθινόπωρο, και στα *H. cretica* και *P. coronopus* την άνοιξη. Υψηλότερο ξηρό βάρος φυτού σε ανοιξιάτικη σε σχέση με φθινοπωρινή συγκομιδή από τη φύση των *Cichorium intybus*, *Sonchus asper* και *Picris hieracioides* αναφέρουν οι Marelli et al. (2017). Ανεξάρτητα από το είδος και το σύστημα καλλιέργειας, οι συνθήκες της άνοιξης ευνόησαν το ποσοστό ξηρού βάρους και την ειδική μάζα φύλλου, σε σχέση με το φθινόπωρο και το χειμώνα, συμφωνώντας την παρατήρηση των Petropoulos et al. (2018) ως προς το υψηλότερο ποσοστό ξηρού βάρους φυτών σταμναγκαθίου που καλλιεργήθηκαν το χειμώνα-άνοιξη, σε σχέση με το φθινόπωρο.

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των φυτών που προσδιορίστηκαν, όπως το περιεχόμενο σε χρωστικές (ολική χλωροφύλλη και καροτενοειδή) και σε ΟΔΣ και ΤΟ, επηρεάστηκαν διαφορετικά από την εποχή καλλιέργειας, με τη συγκέντρωση των χρωστικών να ευνοείται από την φθινοπωρινή καλλιέργεια και να μην επηρεάζεται ιδιαίτερα μεταξύ χειμερινής και ανοιξιάτικης καλλιέργειας και τα ΟΔΣ και ΤΟ να ευνοούνται από την ανοιξιάτικη, στις περισσότερες περιπτώσεις. Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα αυτά, οι Sheikh

et al. (2017) αναφέρουν υψηλότερη συγκέντρωση σε χλωροφύλλη σε αυτοφυή φυλλώδη είδη που αναπτύχθηκαν και συγκομίστηκαν το φθινόπωρο σε σχέση με την άνοιξη και το καλοκαίρι. Ως προς τα ΟΔΣ και ΤΟ, παρατηρείται ότι επηρεάστηκαν με τον ίδιο τρόπο από την εποχή καλλιέργειας όπως και το ποσοστό ξηρού βάρους. Με την παρατήρηση αυτή συμφωνεί η αναφορά των Petropoulos et al. (2018) σε φθινοπωρινό και χειμερινό-ανοιξιάτικο σταμναγκάθι, όπου οι οψιμότερες συγκομιδές προς την άνοιξη αύξησαν το % ξηρό βάρος και τα ΟΔΣ των φύλλων, λόγω αύξησης των θερμοκρασιών και της ηλιοφάνειας.

Με εξαίρεση το *H. cretica*, η ανοιξιάτικη καλλιέργεια αύξησε τη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ουσιών και την αντιοξειδωτική ικανότητα σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας και κυρίως στα θερμοκηπιακά φυτά, με την χειμερινή καλλιέργεια να ακολουθεί, ενώ τα φυτά το φθινόπωρο έφεραν τα χαμηλότερα επίπεδα ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας. Παρά την επικράτηση χαμηλών θερμοκρασιών το χειμώνα, φαίνεται πως οι συνθήκες της άνοιξης και στο θερμοκήπιο και στον αγρό επέδρασαν σε εντονότερη ενεργοποίηση του δευτερογενούς μεταβολισμού, με αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή αντιοξειδωτικών ουσιών. Στο αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί η αναφορά των Petropoulos et al. (2018, 2019), ως προς το αυξημένο περιεχόμενο σε ολικές φαινολικές ενώσεις και σε ολικά φλαβονοειδή κατά την ανοιξιάτικη σε σχέση με την φθινοπωρινή καλλιέργεια γαλατσίδας, κορκολεκανίδας ταραξάκου, ζωχού και *Picris echioides* σε θερμοκήπιο. Αντίθετα, οι Marrelli et al. (2017) παρατήρησαν υψηλότερο περιεχόμενο σε ολικά φαινολικά και αντιοξειδωτική ικανότητα σε αυτοφυή φυτά ραδικιού, ζωχού και *Picris hieracioides* όταν τα φυτά συγκομίστηκαν τον Νοέμβριο σε σχέση με τον Μάιο.

Η συσσώρευση νιτρικών στα φύλλα όλων των ειδών παρουσιάστηκε αυξημένη το φθινόπωρο σε όλα τα συστήματα, με το χειμώνα και την άνοιξη να μην φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο στα θερμοκηπιακά φυτά. Σε αντίθεση, τα φυτά στον αγρό το χειμώνα είχαν το χαμηλότερο περιεχόμενο σε νιτρικά σε σχέση με όλα τα συστήματα και εποχές, λόγω των περισσότερων βροχοπτώσεων το χειμώνα και της εντονότερης έκπλυσης του νιτρικού αζώτου που χορηγείται στα φυτά μέσω της υδρολίπανσης με θεραπευτικό διάλυμα. Η χαμηλή ηλιοφάνεια και φωτοπερίοδος που επικράτησαν κατά την περίοδο συγκομιδής των φυτών της φθινοπωρινής καλλιέργειας (Διάγραμμα 3.2) θεωρείται ότι επέδρασαν σε αυξημένη συσσώρευση νιτρικών σε αυτή την εποχή καλλιέργειας, καθώς είναι καλά αποδεδειγμένη η σχέση ηλιοφάνειας και συγκέντρωσης νιτρικών στα φυλλώδη λαχανικά (Bian et al. 2020). Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα αυτά, οι Petropoulos et al. (2018) αναφέρουν 2-3 φορές υψηλότερες τιμές νιτρικών σε φύλλα σταμναγκαθιού που αναπτύχθηκαν σε θερμοκήπιο το χειμώνα-άνοιξη σε σχέση με το φθινόπωρο.

4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΟΧΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΗΣΗ, ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΠΟΡΟΥ ΤΩΝ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΛΑΧΑΝΕΥΟΜΕΝΩΝ ΕΙΔΩΝ

4.1. Εισαγωγή – βιβλιογραφική ανασκόπηση

4.1.1. Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα ως προς τη σποροπαραγωγή κηπευτικών και τις προοπτικές για την σποροπαραγωγή λαχανευόμενων ειδών

Η Ελλάδα κατατάσσεται σε μία από τις πιο εύρωστες σε φυτική βιοποικιλότητα χώρες στον κόσμο, συμπεριλαμβάνοντας έναν μεγάλο αριθμό λαχανευόμενων ειδών. Τα λαχανευόμενα είδη απαντώνται γεωγραφικά σε κάθε τόπο, είτε κοντά σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις διαδραματίζοντας ρόλο ζιζανίων, είτε σε απόκρημνες και απομονωμένες περιοχές εμπλουτίζοντας την χλωρίδα της κάθε περιοχής. Ωστόσο, σήμερα η πλειονότητα των λαχανευόμενων φυτών στην Ελλάδα δεν έχει ενταχθεί σε συστήματα εντατικής καλλιέργειας από τους παραγωγούς, οι οποίοι εξακολουθούν να τα καλλιεργούν σε μικρές, μεμονωμένες καλλιέργειες ή κυρίως να τα συλλέγουν απευθείας από την φύση (Παπούλιας, 2010). Επίσης, ένα ακόμα ζήτημα καθοριστικής σημασίας που δυσχεραίνει την παραγωγή σε ευρεία κλίμακα τοπικών ποικιλιών και εγχώριων φυτικών γονότυπων συμπεριλαμβανομένων των λαχανευόμενων ειδών, αποτελεί η έλλειψη πιστοποιημένου και υψηλά αποδοτικού σπόρου.

Η διαδικασία σποροπαραγωγής στην Ελλάδα, δεν είναι πλέον αποκλειστικά κρατική, αλλά ασκείται από όσους έχουν άδεια σποροπαραγωγικής επιχείρησης. Η παραγωγή και το εμπόριο σπόρων γίνεται από φορείς (Φυσικά ή Νομικά Πρόσωπα) τα οποία είναι εξουσιοδοτημένα από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων σύμφωνα με την νομοθεσία και εφόσον είναι καταχωρημένοι σε αντίστοιχο Μητρώο. Ιδιαίτερα στα κηπευτικά, στην Ελλάδα κάθε χρόνο παρατηρείται σημαντική εκροή συναλλάγματος για την προμήθεια πιστοποιημένου σπόρου σποράς από το εξωτερικό, η οποία μάλιστα παρουσιάζει ολοένα αυξανόμενη τάση. Η Ελλάδα λόγω ευνοϊκών εδαφικών, κλιματικών αλλά και γεωμορφολογικών συνθηκών, προσφέρεται για την ανάπτυξη τέτοιας δραστηριότητας (Πάσσαμ 2014, Ξυνιάς και Τοκατλίδης, 2014).

Λόγω του πλούσιου γενετικού υλικού ως προς τα λαχανευόμενα είδη που υπάρχει στη χώρα μας και της αυξανόμενης σημασίας που αποκτούν τα είδη αυτά ως προς την εμπορική αξιοποίησή τους, παρουσιάζεται μια σημαντική ευκαιρία για την ελληνική σποροπαραγωγή, σχετικά με την παραγωγή ελληνικού πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού στα είδη αυτά, καθώς και την ανάπτυξη βελτιωμένων ποικιλιών σε σχέση με τους οικότυπους που

απαντώνται σήμερα σε όσα λαχανευόμενα είδη καλλιεργούνται εμπορικά (π.χ. σταμναγκάθι, βρούβα, ζωχός, καυκαλίθρα κτλ.). Προϋπόθεση βέβαια, αποτελεί η μελέτη των ειδών αυτών ως προς τις περιβαλλοντικές τους απαιτήσεις για είσοδο σε αναπαραγωγική φάση και τη δυνατότητα παραγωγής ικανοποιητικής ποσότητας σπόρου καλής ποιότητας.

4.1.2. Σποροπαραγωγή και ποιότητα σπόρου λαχανευόμενων ειδών

Τα μέχρι σήμερα δεδομένα, είναι ιδιαίτερα ελλιπή όσον αφορά την καλλιέργεια λαχανευόμενων ειδών με σκοπό την σποροπαραγωγή. Έτσι, δεν είναι γνωστές ούτε οι συνθήκες καλλιέργειας που απαιτούνται, αλλά ούτε και οι διαδικασίες που χρειάζονται για να συγκομιστούν και να συντηρηθούν σωστά οι παραγόμενοι σπόροι. Ωστόσο, έχουν πραγματοποιηθεί κάποιες μελέτες που αφορούν σπόρους φυτών της οικογένειας Asteraceae και Plantaginaceae, όσον αφορά κυρίως τις συνθήκες βλάστησης αυτών, και δευτερευόντως κάποιες πληροφορίες ως προς τις συνθήκες καλλιέργειας των μητρικών φυτών οι οποίες επιδρούν στην απόδοση και ποιότητα των σπόρων.

Οι περισσότερες πληροφορίες σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των σπόρων σε λαχανευόμενα φυτά προέρχονται από μελέτες που αντιμετωπίζουν τα φυτά αυτά ως ζιζάνια των καλλιεργούμενων φυτών. Έτσι, οι Chauhan et al (2006) και Manalil et al. (2018) μελέτησαν προσδιόρισαν τις συνθήκες βλάστησης του ζωχού (*Sonchus oleraceus*) στην Αυστραλία που αποτελεί ένα ζιζάνιο που εξαπλώνεται ραγδαία. Παρατηρήθηκε υψηλή βλαστικότητα των σπόρων σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών ημέρας/νύχτας, όπως 30/20, 25/15, 20/10, 20/12, 15/5 και 15/9 °C με ταυτόχρονη παρουσία ή απουσία φωτός με υψηλότερη βλαστικότητα να εμφανίζεται στις υψηλότερες θερμοκρασίες (30/20 °C) και χαμηλότερη στους 15/5 °C. Πιο συγκεκριμένα, υπό συνθήκες σκότους βλάστησε το 47-53% των σπόρων, ενώ υπό εναλλασσόμενες συνθήκες φωτός-σκότους βλάστησε το 62-87% (Manalil et al., 2018). Οι Chauhan et al (2006) που μελέτησαν τη βλάστηση των σπόρων ζωχού σε συνθήκες αλατότητας αναφέρουν βλαστικότητα πάνω από 90% σε επίπεδο αλατότητας 40 mM NaCl, ενώ στα 160 mM NaCl παρατηρήθηκε ένα χαμηλό (7,5%) ποσοστό βλάστησης. σύμφωνα με τους Manalil et al. (2018), η προσαρμοστικότητα των σπόρων του ζωχού σε διαφορετικά pH του εδάφους ήταν υψηλή, με τη βλαστικότητα να κυμαίνεται στο 80-90% σε pH 5 - 8, και στο 77% σε pH 10. Οι ίδιοι ερευνητές μελέτησαν τη βλάστηση των σπόρων σε διαφορετικά βάθη φύτευσης και αναφέρουν πως οι σπόροι που τοποθετήθηκαν στην επιφάνεια του εδάφους είχαν υψηλή βλαστικότητα αγγίζοντας το 77%, αλλά παρατηρήθηκε αναλογική μείωση του ποσοστού αυτού καθώς αυξανόταν το βάθος φύτευσης με μηδενική βλάστηση στα 5cm. Συνεπώς, οι μελέτες αυτές έδειξαν ότι οι σπόροι του ζωχού έχουν την ικανότητα να βλαστήσουν κάτω από ένα ευρύ

φάσμα εδαφοκλιματικών συνθηκών, ενώ δεν παρουσιάστηκε μειωμένη βλαστικότητα στους φρεσκοσυγκομισμένους σπόρους, υποδηλώνοντας χαμηλό λήθαργο ή απουσία αυτού.

Στο ίδιο είδος, διερευνήθηκε από τους de Andrade et al. (2022) η επίδραση του συστήματος καλλιέργειας, του χρόνου αποθήκευσης και της θερμοκρασίας στα χαρακτηριστικά της παραγωγής και της ποιότητας των σπόρων. Σπόροι που προήλθαν από δύο συστήματα καλλιέργειας (βιολογικό και συμβατικό), αποθηκευμένοι για 0, 90 και 180 ημέρες από την συγκομιδή τους υποβλήθηκαν σε δοκιμές βλαστικότητας σε δύο θερμοκρασίες (20 και 30 °C). Παρατηρήθηκε ότι οι σπόροι που προήλθαν από συμβατική καλλιέργεια, είχαν υψηλότερα επίπεδα βλαστικότητας σε σχέση με αυτούς από βιολογική, ανεξαρτήτως διάρκειας αποθήκευσης και θερμοκρασίας βλάστησης. Και στα δύο συστήματα και στις δύο θερμοκρασίες, οι σπόροι που αποθηκεύτηκαν για 180 ημέρες παρουσίασαν υψηλότερη βλαστικότητα και ταχύτητα βλάστησης, αλλά μειωμένη ανάπτυξη ριζιδίου και υποκοτυλίου στους 20 °C. Η καθυστερημένη ανάπτυξη των φυταρίων οφείλεται πιθανά στο ότι σε αυτή τη θερμοκρασία παρατηρείται μείωση του μεταβολισμού του σπόρου, καθυστερώντας την αρχική του ανάπτυξη (Araújo et al., 2022, Hadi et al., 2014), ενώ σε υψηλότερες θερμοκρασίες, π.χ. 30°C, επιταχύνονται οι μεταβολικές αντιδράσεις και η ανάπτυξη των σποροφύτων (Araújo et al., 2022, Felix et al., 2020). Οι σπόροι που αποθηκεύτηκαν για 0 και 90 ημέρες δεν εμφάνισαν σημαντικές διαφορές στη βλαστησή τους, ενώ οι φρεσκοσυγκομισμένοι σπόροι από συμβατική καλλιέργεια είχαν υψηλότερη βλαστικότητα σε σύγκριση με τους αντίστοιχους της βιολογικής στους 20°C, ενώ στους 30°C δεν παρατηρήθηκε διαφορά. Σύμφωνα με τους de Andrade et al. (2022), και επιβεβαιώνοντας τις αντίστοιχες μελέτες των Chauhan et al (2006) και Manalil et al. (2018), οι σπόροι του ζωχού έχουν την ικανότητα να βλαστάνουν σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών, ενώ δεν φαίνεται να έχουν λήθαργο, δικαιολογώντας την ταχεία ανάπτυξη και εξάπλωση του είδους ως ζιζανίου στις καλλιέργειες. Παρατηρήθηκε επίσης ότι το σύστημα καλλιέργειας (βιολογικό και συμβατικό) επηρέασε τη βλαστικότητα και βλαστική δύναμη των σπόρων, λόγω της επαρκούς ή μη παροχής θρεπτικών στοιχείων στα φυτά κατά την περίοδο γεμίσματος και ωρίμανσης των σπόρων (Araújo et al., 2022).

Οι Barcaccia et al. (2016) που μελέτησαν την άνθηση και σποροπαραγωγή του κοινού ραδικιού (*Cichorium intybus*) στη φύση, παρατήρησαν ότι η άνθηση λαμβάνει χώρα μεταξύ Μάιου- Ιουνίου και η συγκομιδή των σπόρων συνήθως γίνεται μεταξύ Ιουλίου και Αυγούστου. Η συγκομιδή στο είδος αυτό όπως και σε άλλα είδη της οικογένειας *Asteraceae* απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς οι σπόροι πρέπει να συγκομισθούν πλήρως ώριμοι ώστε να έχουν υψηλή βλαστικότητα, αλλά λόγω της τάσης του φυτού να ωριμάζει σταδιακά τους σπόρους και να τους απελευθερώνει στο περιβάλλον όταν ωριμάσουν, οδηγώντας σε έντονη σπορόπτωση,

ο καθορισμός του κατάλληλου χρόνου συγκομιδής του σπόρου είναι καθοριστικής σημασίας για την ποσότητα και την ποιότητα του συγκομιζόμενου σπόρου. Όπως και σε πολλά άλλα είδη που έχουν αυτά τα χαρακτηριστικά κατά την ωρίμανση των σπόρων τους, οι περιβαλλοντικές και καλλιεργητικές τεχνικές που οδηγούν σε μικρότερες, λιγότερο διακλαδισμένες ταξιανθίες ανά φυτό, όπως είναι η αυξημένη πυκνότητα φύτευσης, το ξηρό κλίμα και η μείωση ή παύση των αρδεύσεων κατά την περίοδο ωρίμανσης των σπόρων, καθώς και η τεχνική συγκομιδής (άπαξ ή πολλαπλές συγκομιδές) επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ποσότητα και ποιότητα του σπόρου, σε συνάρτηση και με το κόστος συγκομιδής (Πάσσαμ, 2014). Σύμφωνα με τους Barcaccia et al. (2016) η απόδοση των φυτών ραδικιού σε σπόρο κυμάνθηκε στα 10-15 g/φυτό, ενώ ανάλογα με την ποικιλία, το βάρος των 1000 σπόρων κυμαίνεται μεταξύ 1,4-1,7 g (600-700 σπόροι/g).

Σύμφωνα με τους Corbineau et al. (1990) που μελέτησαν τη βλάστηση του σπόρου του ραδικιού σε διάφορες συνθήκες και την παρουσία ληθάργου, το είδος δεν παρουσιάζει κάποιο είδος ληθάργου, ενώ βλαστάνει ικανοποιητικά σε μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος (5-30 °C) με πολύ υψηλά ποσοστά στους 25-30 °C, και χαμηλά με αργή βλάστηση στους 5-12 °C. Παράλληλα, παρατήρησαν πως οι δοκιμές βλαστικότητας στους 10 ή 12 °C παρείχαν καλύτερη εκτίμηση της βλαστικής δύναμης του σπόρου, δηλαδή της δυναμικής του σε συνθήκες αγρού. Η ποιότητα του σπόρου εξαρτήθηκε από τα γενετικά χαρακτηριστικά των φυτών, τις συνθήκες ανάπτυξης των μητρικών φυτών και την αποθήκευση μετά τη συγκομιδή. Σε κάποια υβρίδια προέκυψε χαμηλή βλαστικότητα εξαιτίας της παρουσίας ανώριμων σπόρων (σκούροι σε χρώμα) όπου το έμβρυο δεν είχε αναπτυχθεί πλήρως, ενώ, πιο ανοιχτόχρωμοι σπόροι ήταν περισσότερο ώριμοι και παρουσίασαν καλύτερη βλαστικότητα. Οι σπόροι παρέμειναν βιώσιμοι για περισσότερο από έναν χρόνο αποθήκευσης σε διαφορετικές συνθήκες, ωστόσο, οι αποθηκευμένοι σπόροι παρουσίασαν χαμηλότερη βλαστικότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες (Corbineau et al, 1990).

Οι Hare et al. (1986) μελετώντας την σποροπαραγωγή και τα χαρακτηριστικά του σπόρου του ραδικιού (*Chicorium intybus*) στην Νέα Ζηλανδία, αναφέρουν πως οι αποδόσεις κυμάνθηκαν μεταξύ 0-700 kg/ha με μέση απόδοση περίπου στα 200 kg/ha. Η φθινοπωρινή σπορά (Οκτώβριος) και η ανοιξιάτικη (Μάρτιος), παρήγαγαν 520 και 530 kg/ha αντιστοίχως, με τη συγκομιδή να πραγματοποιείται περίπου 60 ημέρες μετά την πρώτη εμφάνιση ανθέων και περίπου 19-30 ημέρες από όταν παρατηρήθηκε μέγιστος ρυθμός παραγωγής ανθέων. Ως προς την ποιότητα των σπόρων, αυτή εξαρτήθηκε σημαντικά από τον καθαρισμό του σπόρου μετά τη συγκομιδή από ανώριμους, λισβούς και μη καλά ανεπτυγμένους σπόρους, με ικανοποιητικό βάρος 1000 σπόρων να ανέρχεται στα 1,5 g και βλαστικότητα πάνω από 80%,

με την βλαστικότητα να παρουσιάζει καλή συσχέτιση με το βάρος των 1000 σπόρων. Σύμφωνα με τους Ayra and Saini (1984) ο σπόρος στο ραδίκι είναι ώριμος 20-40 ημέρες μετά την επικονίαση.

Οι Veiga-Barbosa and Pérez-García (2014) μελέτησαν τη βλάστηση των σπόρων του *Plantago albicans* (οικ. Plantaginaceae) σε διάφορες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτός, καθώς και την ανοχή τους στην αλατότητα (με παρουσία NaCl στο διάλυμα βλάστησης). Οι σπόροι είναι ικανοί να βλαστήσουν σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (5 – 30 °C) αλλά και σε εναλλασσόμενες θερμοκρασίες ημέρας μεταξύ 15-25 °C και νύχτας μεταξύ 10-20 °C με 16/8h φωτοπερίοδο. Οι σπόροι του συγκεκριμένου είδους όταν διαβρέχονται σχηματίζουν μία βλέννα στο εξωτερικό περίβλημα, η οποία φάνηκε να επηρεάζει θετικά την βλαστικότητα αλλά και την ταχύτητα βλάστησης, καθώς με αυτή η βλαστικότητα κυμάνθηκε μεταξύ 34-89% ανάλογα την θερμοκρασία, ενώ με αφαίρεση αυτής μεταξύ 9-62%. Υψηλότερη βλαστικότητα παρατηρήθηκε στους 15-25 °C ενώ μείωση αναλογικά με τη μείωση της θερμοκρασίας επώασης προέκυψε σε θερμοκρασίες < 15 °C. Παρουσία ή απουσία φωτός δεν επηρέασε την υψηλή βλαστικότητα στους 25 °C, ενώ η εφαρμογή γιββερελικού οξέος δεν επηρέασε τη βλαστικότητα των σπόρων, αλλά αύξησε την ταχύτητα βλάστησής τους. Η αλατότητα επέδρασε αρνητικά στη βλάστηση με αναλογική μείωση της βλαστικότητας με αύξηση της περιεκτικότητας σε NaCl, ως τα 300 mmol/L NaCl όπου δεν βλάστησε κανένας σπόρος. Ωστόσο, κάποιοι σπόροι που δεν βλάστησαν λόγω NaCl παρουσίασαν βλάστηση όταν μετέπειτα επώαστηκαν μόνο σε νερό για 15 ημέρες, γεγονός που υποδηλώνει ότι έχουν την ικανότητα να ξεπερνούν την καταπόνηση αλατότητας.

Οι Janssen et. al. (2020) διερεύνησαν την βιωσιμότητα των σπόρων του είδους *Synthyris bullii* (οικ. Plantaginaceae) σε σχέση με την σκίαση κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας (όχι σκίαση, μέση και υψηλή σκίαση) και την διάρκεια αποθήκευσης του σπόρου (ως 4 χρόνια). Διαπιστώθηκε ότι, η βλαστικότητα και η ταχύτητα βλάστησης των σπόρων ήταν υψηλότερες όταν προήλθαν από φυτά που καλλιεργήθηκαν χωρίς ή με μέση σκίαση σε σχέση με την υψηλή σκίαση. Ως προς την επίδραση της αποθήκευσης, οι φρεσκοσυγκομισμένοι σπόροι από φυτά χωρίς σκίαση παρουσίασαν την υψηλότερη βλαστικότητα και ταχύτητα βλάστησης, με την βλάστηση όμως να παρουσιάζει σημαντική μείωση με τον χρόνο αποθήκευσης, φτάνοντας σχεδόν σε μηδενικά επίπεδα μετά 4 χρόνια συντήρησης.

4.1.3. Λήθαργος του σπόρου σε είδη της οικογένειας Asteraceae

Ο λήθαργος των σπόρων είναι ένα σύνθετο χαρακτηριστικό που καθορίζεται από γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες, και αποτελεί μία φυσική κατάσταση των

σπόρων () κατά την οποία αναστέλλεται η βλάστησή τους έως ότου βρεθούν σε ευνοϊκές γι' αυτούς συνθήκες (Donohue et al., 2005, Finch-Savage and Leubner-Metzger 2006, Huang et al., 2010, Πάσσαμ, 2014). Έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί για τον λήθαργο, οι οποίοι θα μπορούσε να είναι είτε «Η απουσία βλάστησης ενός βιώσιμου σπόρου υπό συνθήκες που είναι ευνοϊκές για τη βλάστηση» (Silvertown, 1999), είτε « Η αποτυχία ενός άθικτου βιώσιμου σπόρου να ολοκληρώσει την βλάστηση σε ευνοϊκές συνθήκες και ελέγχεται από διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως το φως, η θερμοκρασία και η διάρκεια αποθήκευσης των σπόρων (μετά την ωρίμανση)» (Han et al., 1999). Σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του ληθάργου και συνεπώς της βλάστησης, διαδραματίζουν ρυθμιστές ανάπτυξης των φυτών όπως το αμπισικό οξύ και οι γιββερελλίνες, καθώς και εξειδικευμένα γονίδια (Graeber et al., 2012, Koorneef et al., 2002).

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες ληθάργου των σπόρων, οι οποίες μπορούν να διακριθούν σε φυσιολογικό, μορφολογικό, μορφοφυσιολογικό, φυσικό και συνδυαστικό λήθαργο (Baskin and Baskin 2004, Finch-Savage and Leubner-Metzger 2006). Ο πρωτογενής λήθαργος εμφανίζεται στους φρεσκοσυγκομισμένους σπόρους φυτικών ειδών και αρχίζει να μειώνεται σταδιακά κατά την διάρκεια της ξηρής αποθήκευσης (Holdsworth et al., 2008). Ωστόσο, υπάρχει τρόπος να επιταχυνθεί η διακοπή του ληθάργου, χρησιμοποιώντας ακραίες υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, είτε εμβάπτιση σε ορμόνες (Finch-Savage and Leubner-Metzger, 2006). Επιπρόσθετα, μπορεί να επέλθει δευτερογενής (περιβαλλοντικός) λήθαργος όταν δεν υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες βλάστησης, όπως για παράδειγμα το φως (Graeber et al., 2012).

Το επίπεδο του ληθάργου μιας σποροπαρτίδας δεν μπορεί να εκτιμηθεί άμεσα, αλλά μόνο έμμεσα με δοκιμές βλαστικότητας, καθώς και με τη χρήση μεθόδων εκτίμησης της βλαστικής δύναμης, όπως για παράδειγμα η δοκιμή με τετραζόλιο (Πάσσαμ, 2014). Η πορεία της βλαστικότητας σε συνάρτηση με το χρόνο και το T50 παρέχουν μια καλή εκτίμηση του επιπέδου του ληθάργου (Hilhorst et al., 2011).

Σε καλλιεργούμενα και άγρια είδη της οικογένειας *Asteraceae* είναι συχνή η εμφάνιση διαφόρων μορφών ληθάργου στους σπόρους. Σε έξι άγρια είδη της οικ. *Asteraceae* (*Bidens pilosa*, *Parthenium hysterophorus*, *Galinsoga parviflora*, *Guizotia scabra*, *Tagetes minuta*, *Verbesina encelioides*) οι Karlsson et al., (2008) μελέτησαν το λήθαργο και τεχνικές άρσης του, μέσω της εφαρμογής θερμής και ψυχρής στρωμάτωσης, καθώς και ξηρής αποθήκευσης. Παρατήρησαν ότι οι εφαρμοζόμενες τεχνικές λειτούργησαν διαφορετικά σε κάθε είδος, ενώ τα είδη εμφάνισαν διαφορετικές προτιμήσεις σε συνθήκες βλάστησης, όπως είναι η θερμοκρασία και το φως, με την παρουσία φωτός να επιφέρει υψηλότερα ποσοστά βλάστησης στα

περισσότερα είδη. Οι διαφορές στην εμφάνιση του ληθάργου και στην αποτελεσματικότητα των τεχνικών άρσης του καθώς και στα πρότυπα βλάστησης μεταξύ των ειδών, μπορεί να οφείλονται σε γενετικές διαφορές, στις διαφορετικές καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν κατά την διάρκεια ανάπτυξης των μητρικών φυτών, στα χαρακτηριστικά του εδάφους, στη θέση των σπόρων στο μητρικό φυτό, καθώς και σε μορφολογικές διαφορές μεταξύ των σπόρων των διαφόρων ειδών.

Οι Monemizadeh et.al. (2021) διαπίστωσαν ότι οι πρόσφατα συγκομισμένοι σπόροι τριών πληθυσμών του είδους *Silybum marianum* (οικ. Asteraceae) δεν φύτευαν σε σταθερές θερμοκρασίες ή σε εναλλαγή φωτός ή/και σκοταδιού, υποδηλώνοντας την ύπαρξη ληθάργου. Μετά από 2 μήνες αποθήκευσης σε ξηρή ατμόσφαιρα, οι σπόροι που προήλθαν από μητρικά φυτά που αναπτύχθηκαν σε σχετικά ξηρές και θερμές συνθήκες, βλάστησαν σε μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασιών, ενώ αυτοί από φυτά που αναπτύχθηκαν σε σχετικά υγρές και δροσερές συνθήκες, παρουσίασαν υψηλότερες απαιτούμενες θερμοκρασίες για να βλαστήσουν μετά 2 μήνες αποθήκευσης. Και στις δύο περιπτώσεις αποδείχθηκε η ύπαρξη μη βαθύ πρωτογενούς ενδογενούς ληθάργου. Από την μελέτη αυτή συνάγεται ότι τόσο γονοτυπικές διαφορές, όσο και οι συνθήκες καλλιέργειας των μητρικών φυτών επιδρούν άμεσα στην επαγωγή του ληθάργου κατά την ανάπτυξη του σπόρου.

Επιπλέον, σε διάφορες δοκιμές διακοπής του ληθάργου και βλάστησης τριών ετήσιων φυτών της οικογένειας Asteraceae (*Echinops gmelinii*, *Epilasia acrolasia* και *Koelipinia linearis*), προέκυψε ότι οι φρεσκοσυγκομισμένοι σπόροι όλων των υπό μελέτη ειδών είχαν χαμηλή βλαστικότητα υπό διάφορες συνθήκες θερμοκρασιών και φωτός/σκότους, ενώ έπειτα από 6 μήνες ξηρής αποθήκευσης αυξήθηκαν τα ποσοστά βλαστικότητας σε όλες τις συνθήκες, αν και έπειτα από 9 μήνες αποθήκευσης τα ποσοστά αυτά μειώθηκαν ξανά (Nur et al., 2014).

4.2. Σκοπός 2ης πειραματικής ενότητας

Παρά το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την κατανάλωση και εμπορική εκμετάλλευση των λαχανομένων ειδών, στη διεθνή βιβλιογραφία οι περισσότερες αναφορές έως σήμερα παρέχουν πληροφορίες για εθνοβοτανικά ζητήματα και την διατροφική τους αξία. Παρά ταύτα, τα τελευταία χρόνια, αυξάνεται συνεχώς ο αριθμός των δημοσιευμένων επιστημονικών μελετών που εξετάζουν την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων και των καλλιεργητικών συστημάτων και πρακτικών σε χαρακτηριστικά της ανάπτυξης και ποιότητας λαχανομένων ειδών, καθώς και στην ανθεκτικότητα/ανεκτικότητα τους σε αβιοτικές καταπονήσεις. Βασική προϋπόθεση για την εμπορική καλλιέργεια των ειδών αυτών

αποτελεί η παραγωγή και διάθεση πιστοποιημένου και υψηλά αποδοτικού πολλαπλασιαστικού υλικού, όπως οι διαθέσιμες πληροφορίες στα πλείστα των ειδών αυτών ως προς την δυνατότητα, τις εδαφοκλιματικές απαιτήσεις και ιδιαιτερότητες που απαιτούνται για παραγωγή και τα χαρακτηριστικά του πολλαπλασιαστικού υλικού είναι ελάχιστες και σποραδικές.

Για να δοθούν πληροφορίες σχετικά με τα θέματα αυτά στα υπό μελέτη είδη της παρούσας διατριβής (*Urospermum picroides*, *Reichardia picroides*, *Hedypnois cretica* και *Plantago coronopus*), πραγματοποιήθηκε έρευνα ως προς τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις των ειδών αυτών (π.χ. φωτοπερίοδος, εαρινοποίηση, συνδυασμός και των δύο) στην είσοδο των φυτών σε αναπαραγωγική φάση, και ως προς την άνθηση, την παραγωγή σπόρου και τα χαρακτηριστικά αυτού (βάρος 1000 σπόρων, βλαστικότητα, βλαστική δύναμη, παρουσία ληθάργου, συντηρησιμότητα). Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκε καλλιέργεια σε γλάστρες των υπό μελέτη ειδών σε τρεις εποχές (φθινόπωρο, χειμώνας και άνοιξη) και δύο περιβάλλοντα (ύπαιθρος και θερμοκήπιο) για να προσδιοριστεί ο βιολογικός κύκλος των φυτών αυτών (σπόρος σε σπόρο) και τα χαρακτηριστικά της σποροπαραγωγής που προαναφέρθηκαν, σε κάθε είδος.

4.3. Υλικά και μέθοδοι 2^{ης} πειραματικής ενότητας

4.3.1. Ανθοφορία, καρπόδεση και συγκομιδή σπόρων

Η καλλιέργεια των φυτών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τα προαναφερθέντα στο 2^ο κεφάλαιο (Υλικά και Μέθοδοι) και το χρονοδιάγραμμα του υποκεφαλαίου 3.1.1. Εν συντομία, σε κάθε είδος στο θερμοκήπιο και τον αγρό, 40 φυτά (χωρισμένα σε 5 πειραματικά τεμάχια – επαναλήψεις, των 8 φυτών ανά τεμάχιο) αφέθηκαν να ανθίσουν και προσδιορίστηκαν σε κάθε φυτό τα χαρακτηριστικά της άνθησης και παραγωγής σπόρου που αναφέρονται ακολούθως.

Κατά την διάρκεια της καλλιέργειας για παραγωγή σπόρου, η υδρολίπανση των φυτών συνεχίστηκε σύμφωνα με τα προαναφερθέντα για την καλλιέργεια για παραγωγή βρώσιμου μέρους, αφαιρούνταν επιμελώς τα γερασμένα-ξερά φύλλα της βάσης για την διατήρηση της φυτουγείας και την αποφυγή ανάπτυξης μυκητολογικών ασθενειών. Με σκοπό την παρακολούθηση του βιολογικού κύκλου των φυτών, όλα τα φυτά παρακολουθούνταν καθημερινά με σκοπό την άμεση καταγραφή της έναρξης έκπτυξης του ανθικού στελέχους για τα φυτά της οικογένειας Asteraceae ή της έκπτυξης των πολλαπλών ανθικών στελεχών από τη βάση των φυτών του *Plantago coronopus*. Από την έναρξη ανάπτυξης του ανθικού στελέχους στα είδη των Asteraceae, και μέχρι την έναρξη της συγκομιδής των ταξικαρπιών, γινόταν εβδομαδιαία καταγραφή του ύψους του ανθικού στελέχους.

Εν συνεχεία, αναπτύχθηκαν οι ανθοταξίες στο εκάστοτε είδος (σύνθετα άνθη με ανθίδια στα είδη Asteraceae), οι οποίες μετά την καρπόδεσή τους εξελίχθηκαν σταδιακά σε ταξικαρπίες. Λόγω της σταδιακής ωρίμανσης των ταξικαρπιών σε κάθε φυτό και των σπόρων μέσα σε κάθε καρποταξία, η συγκομιδή των σπόρων πραγματοποιήθηκε με διαφορετικό τρόπο μεταξύ των ειδών. Πιο συγκεκριμένα, στα είδη *Urospermum picroides* και *Reichardia picroides* οι σπόροι απελευθερώνονται άμεσα μετά την ωρίμανσή τους από το μητρικό φυτό, για το λόγο αυτό υπάρχει σημαντική σπορόπτωση και η συγκομιδή πραγματοποιούνταν καθημερινά με συλλογή τους μαζί με τον πάππο (χαρακτηριστική ένδειξη της ωρίμανσης του σπόρου και της τάσης του να απελευθερωθεί από την ταξικαρπία). Από την άλλη μεριά, στο *Hedypnois cretica* οι ταξικαρπίες περιβάλλονταν και καλύπτονταν από τα σέπαλα και δεν υπήρχε κίνδυνος τινάγματος του σπόρου, συνεπώς έγιναν 2-3 μαζικές συγκομιδές (ανάλογα με την εποχή και το περιβάλλον καλλιέργειας – αγρός ή θερμοκήπιο) όταν ωρίμασαν οι περισσότερες ταξικαρπίες. Τέλος, το *Plantago coronopus* δημιουργεί επιμήκεις ταξικαρπίες με καλά προσκολλημένους εσωτερικά τους σπόρους μέσω ανθεκτικού λεπιοειδούς περιβλήματος, οπότε στο είδος αυτό έγινε μία ολοκληρωμένη συγκομιδή στο τέλος της καλλιέργειας όταν όλες οι ταξικαρπίες είχαν αποξηρανθεί.

Ο τρόπος με τον οποίο συλλέγονταν οι ταξικαρπίες ήταν χειρωνακτικός, καθώς τοποθετούνταν σε χάρτινους-διάτρητους φακέλους για το κάθε φυτό ξεχωριστά, σε καθημερινή βάση κατά την περίοδο της ωρίμανσης, όπου ήταν απαραίτητο ανάλογα το είδος. Πάνω στους φακέλους σημειωνόταν ο αριθμός του φυτού, ο αριθμός των πάππων από τους οποίους συγκομίστηκαν οι σπόροι, ο πειραματικός χώρος (θερμοκήπιο ή αγρός) καθώς και η ημερομηνία συγκομιδής τους. Σημαντική προσπάθεια καταβλήθηκε στην καλή αποξήρανση των σπόρων από τα μητρικά φυτά, για το λόγο αυτό η συγκομιδή πραγματοποιούνταν κατά τις πρωινές ώρες ως νωρίς το απόγευμα όταν τα επίπεδα σχετικής υγρασίας ήταν χαμηλά, ενώ συγκομιδή δεν γινόταν μετά από βροχόπτωση.

4.3.2. Καθαρισμός και μέθοδοι προσδιορισμού των χαρακτηριστικών απόδοσης και ποιότητας του παραγόμενου σπόρου

Οι σπόροι που συγκομίστηκαν συγκεντρώθηκαν σε χώρο του εργαστηρίου με χαμηλή σχετική υγρασία και θερμοκρασία δωματίου, κα στη συνέχεια καθαρίστηκαν επιμελώς για να προσδιοριστεί η συνολική απόδοση των φυτών σε σπόρο, αλλά και κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτών. Ο καθαρισμός περιελάμβανε τα εξής:

- απομάκρυνση φυτικών υπολειμμάτων που ενδέχεται να φέρουν ακόμα πάνω τους οι σπόροι όπως σέπαλα, πάπποι, ξηρά υπολείμματα ταξικαρπιών

- εξαγωγή σπόρων από τα κλειστά περιβλήματα τους όπως στην περίπτωση του *Plantago coronopus*
- διαχωρισμός συνενωμένων σπόρων όπως στην περίπτωση του *Reicahrdia picroides* και σε μικρότερο βαθμό του *Urospermum picroides*
- διαλογή των ώριμων από τους ανώριμους ή κούφιους σπόρους καθώς και σε αυτούς που έχουν σχηματιστεί ελλιπώς ή είναι παραμορφωμένοι (Islam et al., 1980).

Σε όλα τα είδη της οικογένειας Asteraceae η διαλογή των σπόρων πραγματοποιήθηκε μέσω οπτικού ελέγχου, καθότι η ανατομία τους και το είδος των υπολειμμάτων που έφεραν δεν επέτρεπαν οποιαδήποτε μηχανική επεξεργασία. Πιο αναλυτικά, αφαιρέθηκαν αρχικώς από τους σπόρους υπολείμματα πάππων (χνούδι) είτε με το χέρι είτε με χρήση λαβίδας, αφού τοποθετήθηκαν σε λεία λευκή επιφάνεια που διευκόλυνε τον εντοπισμό τους. Σε επόμενο χρόνο, έγινε η διαλογή των ολόκληρων και ώριμων σπόρων, από τους εσωτερικά κενούς και παραμορφωμένους, και κατόπιν οι επιλεγμένοι σπόροι αποθηκεύτηκαν σε γυάλινα δοχεία. Αξιοσημείωτο στο *R. picroides* ήταν ότι οι σπόροι είχαν διαφορετικό χρωματισμό μεταξύ τους (μαύροι, πράσινοι ή καφέ) και πιθανά αποδίδεται σε γενετικούς παράγοντες (ποικιλομορφία μεταξύ των φυτών του οικοτύπου που καλλιεργήθηκε), αλλά δεν επηρέασε το βαθμό ωριμότητας και τα χαρακτηριστικά ποιότητας του σπόρου, αφού οι σπόροι ανεξαρτήτως χρωματισμού βλάσταναν με τον ίδιο ρυθμό. Επιπροσθέτως, πρέπει να αναφερθεί πως η διαδικασία του καθαρισμού που περιγράφεται έγινε ξεχωριστά για κάθε χάρτινο σακουλάκι (δηλαδή ανά συγκομιδή σε κάθε φυτό) ώστε να υπολογιστεί με ακρίβεια η καθημερινή μέση απόδοση ανά φυτό και έπειτα συγκεντρώθηκαν οι σπόροι ανά φυτό για να υπολογιστεί η συνολική παραγωγή ανά είδος και επέμβαση.

Στο *P. coronopus* η απομόνωση των σπόρων από τις ταξικαρπίες πραγματοποιήθηκε με διαφορετικό τρόπο. Αρχικά οι καλά αποξηραμένες ταξικαρπίες τρίφθηκαν με τα χέρια, έτσι ώστε να αποκολληθούν από αυτές οι σπόροι με τα περιβλήματα τους. Κατόπιν, ακολούθησαν κοσκινίσματα με κόσκινα που έφεραν διαδοχικά μικρότερης διαμέτρου οπές, με στόχο τον καθαρισμό των σπόρων από τα υπολείμματα των ταξικαρπιών.



Εικόνα 4: Καθαρισμένος σπόρος γαλατσίδας



Εικόνα 5: Ταξικαρπία από πετειναράκι



Εικόνα 6: Σπόρος από πετειναράκι με υπολείμματα ταξικαρπίας

Μετά τον πλήρη καθαρισμό των σπόρων ανά συγκομιδή, προσδιορίστηκε το βάρος των σπόρων που παράχθηκε ανά είδος, φυτό και συγκομιδή, σε ζυγό ακριβείας 0,1mg (Kern 770, KERN & SOHN GmbH, Germany), ώστε να υπολογιστεί η πορεία παραγωγής σπόρου στο

χρόνο κατά τη διάρκεια της συγκομιδής. Με βάση τα δεδομένα αυτά υπολογίστηκε η συνολική παραγωγή ανά φυτό ώστε να προσδιοριστεί η παραγωγή ανά είδος και πειραματική επέμβαση (εποχή και περιβάλλον ανάπτυξης). Στο *P. coronopus* λόγω της μιας συγκομιδής δεν μελετήθηκε η πορεία σποροπαραγωγής στο χρόνο, αλλά προσδιορίστηκε ο αριθμός των ταξικαρπιών ανά φυτό, καθώς και το βάρος της ταξικαρπίας.

Στην συνέχεια, με ανάμιξη όλων των σπόρων από τα 8 φυτά κάθε πειραματικού τεμαχίου, υπολογίστηκε το βάρος 1000 σπόρων ανά είδος και πειραματική επέμβαση και πραγματοποιήθηκαν δοκιμές βλαστικότητας και βλαστικής δύναμης ώστε να εκτιμηθεί η ποιότητα του παραγόμενου σπόρου. Η δοκιμή βλαστικότητας σε κάθε φυτικό είδος πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ISTA για σπόρο φυλλωδών λαχανικών (π.χ. ραδίκι) με 4 επαναλήψεις των 100 σπόρων σε κάθε πειραματική επέμβαση. Συγκεκριμένα, σε τρυβλία Petri τοποθετήθηκε διπλό διηθητικό χαρτί και στη συνέχεια αφού διασπάρθηκαν οι 100 σπόροι ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνειά του, έγινε εμποτισμός τους με απεσταγμένο νερό. Κατόπιν, τα τρυβλία τοποθετήθηκαν σε θάλαμο προβλάστησης σε σταθερή θερμοκρασία 20 °C σε συνθήκες σκότους. Έκτοτε, πραγματοποιούνταν καθημερινά έλεγχος για την πορεία έκπτυξης των ριζιδίων και καταγραφόταν ο αριθμός των σπόρων που είχαν βλαστήσει. Βλαστημένος κρίθηκε ο σπόρος του οποίου το μήκος του ριζιδίου ξεπερνούσε τα 5 mm. Επίσης, γινόταν τακτικός έλεγχος για την επάρκεια νερού στα τρυβλία και προσθήκη αυτού όταν κρινόταν απαραίτητο. Δεν εφαρμόστηκε μέθοδος πρόψυξης ή προσθήκης KNO_3 για τον έλεγχο ενδεχόμενου ληθάργου, καθώς απαιτείτο να προσδιοριστεί τυχόν λήθαργος του φρεσκοσυγκομισμένου σπόρου, με τον προσδιορισμό της βλαστικότητάς του χωρίς την εφαρμογή τεχνικών διακοπής ληθάργου.

Για την εκτίμηση της βλαστικής δύναμης των σπόρων, εφαρμόστηκε η μέθοδος της μορφολογικής εκτίμησης του φυταρίου (Πάσσαμ 2014). Πιο συγκεκριμένα, σε ειδικά παραλληλόγραμμα πλαστικά δοχεία βάθους 5cm τα οποία περιείχαν χονδρόκοκκη άμμο, προστέθηκε νερό ως τον κορεσμό και τοποθετήθηκαν 100 σπόροι ανά δοχείο, με 3 επαναλήψεις ανά είδος και πειραματική επέμβαση. Λόγω της μικρής διαμέτρου των σπόρων το βάθος σποράς ήταν 1, αντί για 3 cm όπως προτείνεται στη μέθοδο. Τα δοχεία ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε θάλαμο, σε σταθερή θερμοκρασία 20°C, 95-98% Σ.Υ., και με εφαρμογή φωτισμού με φωτοπερίοδο 12 h και ένταση 12 Klux (με συνδυασμό λάμπηρων φθορισμού και led). Κατά διαστήματα, πραγματοποιούνταν ζύγιση των δοχείων και συμπλήρωση νερού ως το αρχικό βάρος. Λόγω της διαδοχικής και διαφορετικής για κάθε είδος ταχύτητας ανάπτυξης των φυταρίων, η αξιολόγηση των φυταρίων πραγματοποιούνταν σε κάθε ένα χωριστά, όταν αυτό αναδύοταν και αναπτύσσονταν ικανοποιητικά τα κοτυληδονόφυλλα, οπότε εξάγονταν από το

υπόστρωμα με τη ρίζα τους και ελέγχονταν. Τα φυτάρια αντιστοιχούσαν σε σπόρο με υψηλή βλαστική δύναμη όταν είχαν περίδιο δυνατό, καλά αναπτυγμένο με σκούρο πράσινο χρώμα και ριζίδιο δυνατό, το οποίο όταν έλειπε υπήρχαν πολλές δευτερεύουσες ρίζες. Αντίθετα, φυτάρια που χαρακτηρίζαν σπόρο με χαμηλή βλαστική δύναμη παρουσίαζαν ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα:

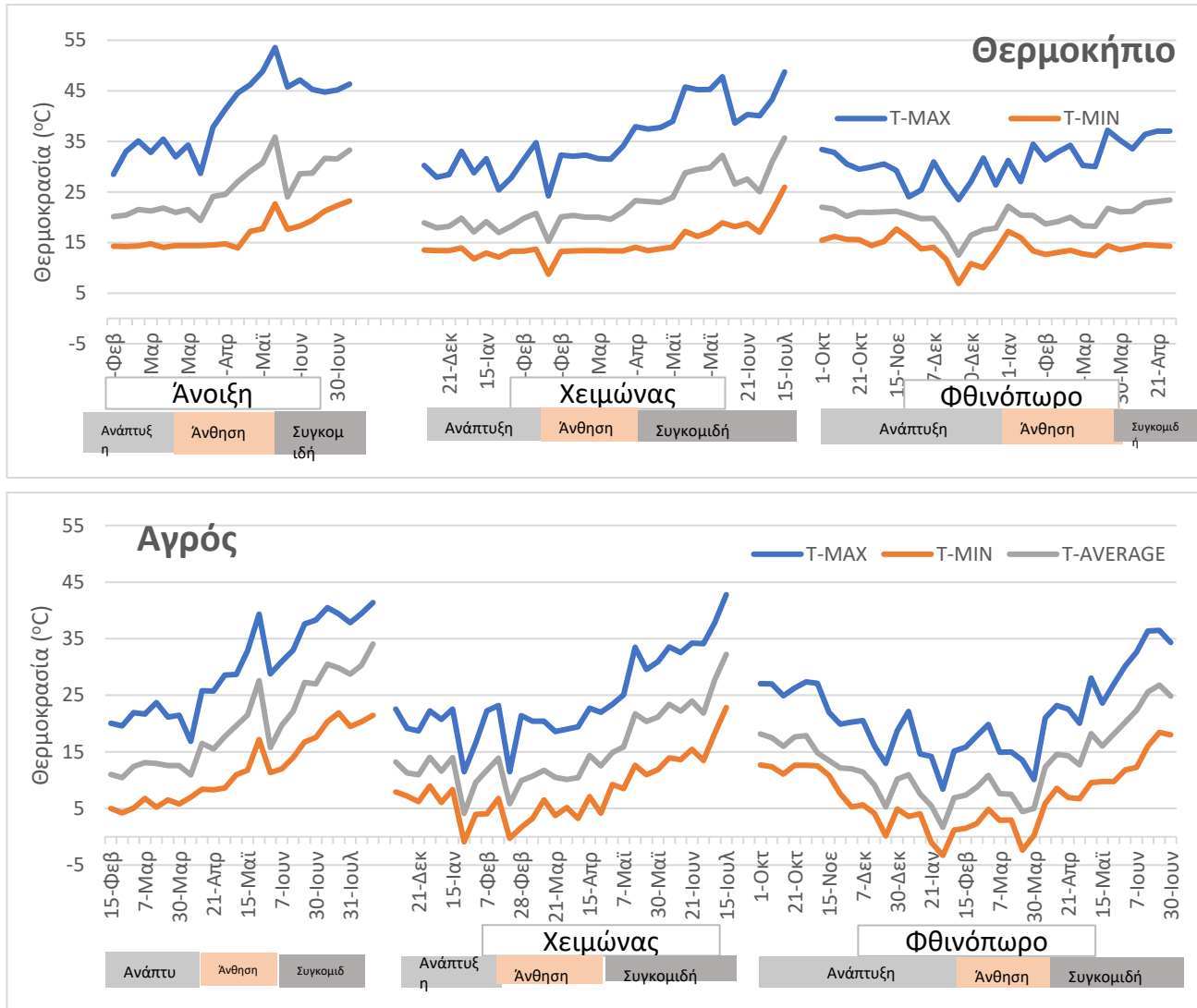
- περίδιο μικρό (μήκος 50% μικρότερο από το πιο αναπτυγμένο), αδύνατο, μέσα στο περίβλημα του σπόρου, χλωρωτική εμφάνιση
- ρίζες λίγες, αδύνατες ή δεν έχει καθόλου ρίζες

Οι δοκιμές βλαστικότητας και βλαστικής δύναμης του φρεσκοσυγκομισμένου σπόρου πραγματοποιήθηκαν το αργότερο 20 ημέρες μετά το τέλος της συγκομιδής των σπόρων σε κάθε είδος.

Μετά το πέρας των δοκιμών αυτών, αφού προσδιορίστηκε με την μέθοδο του ISTA ενδεικτικά η περιεχόμενη υγρασία στους σπόρους όλων των ειδών και βρέθηκε κάτω του 9%, πραγματοποιήθηκε αποθήκευση των σπόρων από όλες τις μεταχειρίσεις και είδη (εκτός από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια λόγω της πολύ μικρής ποσότητας σπόρου που συγκομίστηκε σε κάθε είδος και περιβάλλον καλλιέργειας) σε θαλάμους χαμηλών θερμοκρασιών (4-6°C) σε ερμητικά κλειστά δοχεία στα οποία τοποθετήθηκε silica gel ώστε να διατηρείται η χαμηλή υγρασία στο περιβάλλον αποθήκευσης. Με σκοπό να εκτιμηθεί η διατηρησιμότητα των σπόρων ανάλογα με το είδος, την εποχή και το περιβάλλον καλλιέργειας των μητρικών φυτών, αλλά και η πιθανότητα ύπαρξης ληθάργου, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές βλαστικότητας και βλαστικής δύναμης των σπόρων μετά 1 και 2 έτη αποθήκευσης, σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφησαν προηγουμένως.

4.4. Αποτελέσματα

4.4.1. Κλιματικά δεδομένα κατά την ανάπτυξη των φυτών, την άνθηση και τη συγκομιδή σπόρου



Διάγραμμα 4.1. Πορεία θερμοκρασιών στον αγρό και το θερμοκήπιο κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας των 4 λαχανοεύμενων ειδών, από τη μεταφύτευση ως τη συγκομιδή του σπόρου, σε τρεις εποχές καλλιέργειας.

4.4.2. Χρονοδιάγραμμα αναπαραγωγικών σταδίων των φυτών

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.1, σε όλα τα είδη και εποχές ανάπτυξης που μελετήθηκαν, η είσοδος στην ανθοφορία προηγήθηκε στα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο θερμοκήπιο σε σύγκριση με εκείνα του αγρού, εκπτύσσοντας νωρίτερα ανθικό στέλεχος. Ωστόσο, στο *H. cretica*, κατά την φθινοπωρινή και χειμερινή περίοδο, τα φυτά εισήλθαν ταυτόχρονα σε αυτό το στάδιο, ανεξαρτήτως συστήματος καλλιέργειας.

Κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής αλλά και της χειμερινής περιόδου, στα είδη της οικογένειας *Asteraceae* η διάρκεια της άνθησης ήταν μικρότερη στα θερμοκηπιακά φυτά σε

σχέση με αυτά του αγρού, με εξαίρεση το *H. cretica* τον χειμώνα, όπου δεν παρατηρήθηκαν διαφορές. Αντίθετα, την άνοιξη, σε όλα τα είδη, η διάρκεια της άνθησης ήταν ίδια στο θερμοκήπιο και τον αγρό. Κατά συνέπεια, στα *U. picroides* και *R. picroides* η έναρξη συγκομιδής των ώριμων ταξικαρπιών πραγματοποιήθηκε νωρίτερα στα θερμοκηπιακά φυτά σε σχέση με εκείνα του αγρού σε όλες τις εποχές, ενώ η συγκομιδή είχε και μεγαλύτερη διάρκεια. Στο *H. cretica*, τόσο η έναρξη όσο και η διάρκεια συγκομιδής των ταξικαρπιών στο θερμοκήπιο και τον αγρό επηρεάστηκαν διαφορετικά από την εποχή καλλιέργειας. Πιο συγκεκριμένα, κατά τον χειμώνα, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές, κατά το φθινόπωρο στα θερμοκηπιακά φυτά καθυστέρησε η έναρξη και η διάρκεια της συγκομιδής ήταν συντομότερη σε σχέση με τα υπαίθρια φυτά, ενώ την άνοιξη συνέβη το αντίθετο, με τη συγκομιδή στα θερμοκηπιακά φυτά να διαρκεί μόλις 8 ημέρες σε σύγκριση με τις 46 στα φυτά του αγρού. Στο *P. coronopus*, λόγω των χαρακτηριστικών των ταξικαρπιών η συγκομιδή των σπόρων πραγματοποιήθηκε άπαξ, κατά το τέλος της καλλιέργειας, επομένως σε αυτό το είδος δεν μπορεί να προσδιοριστεί η έναρξη και διάρκεια συγκομιδής του σπόρου.

Στο εκάστοτε περιβάλλον καλλιέργειας (αγρό ή θερμοκήπιο) η εποχή ανάπτυξης των φυτών επέδρασε διαφορετικά τόσο στην είσοδο των φυτών στα διάφορα αναπαραγωγικά στάδια, όσο και στη διάρκειά τους. Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.1, η καλλιέργεια το χειμώνα καθυστέρησε την έκπτυξη του ανθικού στελέχους σε όλα τα είδη, σε σύγκριση με την καλλιέργεια το φθινόπωρο ή την άνοιξη. Εξαίρεση αποτελούν τα θερμοκηπιακά φυτά του *H. cretica* στα οποία η έκπτυξη του ανθικού στελέχους έγινε συντομότερα τον χειμώνα σε σχέση με το φθινόπωρο. Όμοια επίδραση υπάρχει και στη διάρκεια της άνθησης, καθώς και στα δύο συστήματα, σε όλα τα είδη, ήταν εκτενέστερη τον χειμώνα και συντομότερη την άνοιξη.

Αντίστοιχα, σε όλα τα είδη πλην του *H. cretica*, η έναρξη της συγκομιδής ώριμων ταξικαρπιών καθυστέρησε περισσότερο τον χειμώνα σε σχέση με τις άλλες δύο εποχές, και στα δύο περιβάλλοντα καλλιέργειας, όμως η διάρκεια της συγκομιδής των σπόρων δεν ακολούθησε κάποιο συγκεκριμένο μοτίβο ανάλογα την εποχή ανάπτυξης, καθώς επηρεάστηκε διαφορετικά ανάλογα με το είδος και το περιβάλλον ανάπτυξης.

Πίνακας 4.1.: Βασικά αναπαραγωγικά στάδια των υπό μελέτη φυτικών ειδών, εκφρασμένα σε ημέρες από την μεταφύτευση, σε δύο συστήματα καλλιέργειας και τρεις εποχές ανάπτυξης.

Αναπαραγωγικά στάδια των φυτών (ημέρες από μεταφύτευση)	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i> *	
	Θερμοκήπιο	Αγρός	Θερμοκήπιο	Αγρός	Θερμοκήπιο	Αγρός	Θερμοκήπιο	Αγρός
Φθινόπωρο								
Είσοδος σε ανθοφορία (εμφάνιση 1 ^{ου} άνθους)	28	34	52	86	42	42	94	138
Διάρκεια άνθησης	96	146	141	176	130	163		
Έναρξη συγκομιδής ταξικαρπιών	45	-	99	133	173	168	253	246
Διάρκεια συγκομιδής ταξικαρπιών/σπόρων	131	-	112	41	10	61		
Χειμώνας								
Είσοδος σε ανθοφορία (εμφάνιση 1 ^{ου} άνθους)	116	173	73	109	71	71	118	128
Διάρκεια άνθησης	228	241	173	228	135	135		
Έναρξη συγκομιδής ταξικαρπιών	136	182	129	159	146	146	287	272
Διάρκεια συγκομιδής ταξικαρπιών/σπόρων	132	50	153	130	38	38		
Άνοιξη								
Είσοδος σε ανθοφορία (εμφάνιση 1 ^{ου} άνθους)	51	56	51	56	38	51	52	62
Διάρκεια άνθησης	93	93	93	93	100	112		
Έναρξη συγκομιδής ταξικαρπιών	84	90	83	91	82	92	162	162
Διάρκεια συγκομιδής ταξικαρπιών/σπόρων	45	39	52	44	8	46		

* στο *Plantago coronopus* (πετειναράκι) πραγματοποιήθηκε μία μόνο συγκομιδή ταξικαρπιών όταν όλες είχαν ξεραθεί, σε αντίθεση με τα άλλα είδη όπου πραγματοποιήθηκε σταδιακή συγκομιδή ταξικαρπιών

4.4.3. Ανάπτυξη ανθικού στελέχους

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.2, σε όλα τα είδη που καλλιεργήθηκαν εντός θερμοκηπίου η ανοιξιάτικη καλλιέργεια επέδρασε σε μικρότερο ύψος ανθικού στελέχους σε σύγκριση με τις άλλες δύο εποχές. Ωστόσο, ο ρυθμός ανάπτυξης του ανθικού στελέχους των θερμοκηπιακών φυτών διαφέρει ανάλογα με το είδος, με το *U. picroides* να παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές την άνοιξη και το φθινόπωρο, το *R. picroides* μόνο την άνοιξη, και το *H. cretica* τον χειμώνα.

Από την άλλη πλευρά, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στον αγρό είτε δεν εμφάνισαν διαφορές μεταξύ των εποχών στο τελικό ύψος του ανθικού στελέχους όπως συνέβη στα *U. picroides* και *R. picroides*, είτε η φθινοπωρινή καλλιέργεια ευνόησε έντονα την ανάπτυξή του σε σύγκριση με τις άλλες δύο εποχές. Ωστόσο, παρά την έλλειψη επίδρασης της εποχής στο ύψος του ανθικού στελέχους των *U. picroides* και *R. picroides*, ο ρυθμός ανάπτυξης επηρεάστηκε σημαντικά από την εποχή, με ταχύτερο ρυθμό στο *U. picroides* να εμφανίζεται την άνοιξη, έπεται το φθινόπωρο και τέλος ο χειμώνας παρουσιάζοντας υποδιπλάσιες τιμές, ενώ στο *R. picroides* γαλατσίδα επίσης υπερτερεί η άνοιξη, αλλά έπεται πρώτα ο χειμώνας και μετά το φθινόπωρο. Σε αντίθεση, στο *H. cretica* υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης ανθικού στελέχους εμφάνισαν τα φθινοπωρινά φυτά, έπονται τα ανοιξιάτικα και τέλος τα χειμερινά.

Κατά το φθινόπωρο και τον χειμώνα, τα θερμοκηπιακά φυτά εμφάνισαν υψηλότερο ανθικό στέλεχος σε σχέση με τα φυτά του αγρού, σε όλα τα είδη, πλην του *H. cretica* το φθινόπωρο με τα υπαίθρια φυτά να έχουν υψηλότερα ανθικά στελέχη. Κατά την ανοιξιάτικη καλλιέργεια στα *U. picroides* και *R. picroides* δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ θερμοκηπίου και αγρού, ενώ στο *H. cretica* τα θερμοκηπιακά φυτά ανέπτυξαν υψηλότερο ανθικό στέλεχος. Ο ρυθμός έκπτυξης του ανθικού στελέχους, είτε δεν διέφερε μεταξύ θερμοκηπιακών και υπαίθριων φυτών στην εκάστοτε εποχή, είτε έφεραν υψηλότερες τιμές τα θερμοκηπιακά φυτά. Στο *P. coronopus* δεν προσδιορίστηκε η ανάπτυξη των ανθικών στελεχών, τα οποία είναι πολυάριθμα, χωρίς διακλαδώσεις και καταλήγουν σε μια επάκρια επιμήκη ταξιανθία/ταξικαρπία.

Πίνακας 4.2. Ύψος ανθικού στελέχους και ρυθμός ανάπτυξης αυτού των υπό μελέτη λαχανοφύτων ειδών (εκτός του *Plantago coronopus* που δεν παράγει ανθικό στέλεχος) που καλλιεργήθηκαν σε τρεις εποχές σε θερμοκήπιο και αγρό.

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>	
	Ύψος ανθικού στελέχους (cm)	Ρυθμός ανάπτυξης στελέχους (cm/day)	Ύψος ανθικού στελέχους (cm)	Ρυθμός ανάπτυξης στελέχους (cm/day)	Μήκος ανθικού στελέχους (cm)	Ρυθμός ανάπτυξης στελέχους (cm/day)
Σύστημα (Σ)	***	***	***	ns	***	***
Εποχή (Ε)	***	***	ns	***	***	***
Σ x Ε	***	***	**	***	***	***
Θερμοκήπιο						
Χειμώνας	86,22 ± 1,64 a (a)	0,8 ± 0,0 b (a)	76,81 ± 8,96 a (a)	0,9 ± 0,1 b (a)	68,41 ± 4,10 b (a)	1,0 ± 0,1 a (a)
Φθινόπωρο	84,23 ± 4,44 a (a)	1,2 ± 0,1 a (a)	79,04 ± 6,93 a (a)	0,9 ± 0,1 b (a)	76,04 ± 3,54 a (b)	0,9 ± 0,0 b (a)
Ανοιξη	56,81 ± 3,39 b (a)	1,2 ± 0,1 a (b)	65,62 ± 5,59 b (a)	1,2 ± 0,1 a (b)	48,83 ± 2,59 c (a)	0,9 ± 0,1 b (a)
Αγρός						
Χειμώνας	58,82 ± 4,15 a (b)	0,9 ± 0,1 b (a)	65,42 ± 4,38 a (b)	0,6 ± 0,0 c (b)	36,82 ± 3,11 b (b)	0,5 ± 0,0 c (b)
Φθινόπωρο	58,80 ± 4,97 a (b)	0,6 ± 0,1 c (b)	64,20 ± 3,49 a (b)	0,8 ± 0,0 b (b)	96,80 ± 5,93 a (a)	0,9 ± 0,1 a (a)
Ανοιξη	53,43 ± 3,65 a (a)	1,4 ± 0,1 a (a)	68,13 ± 2,07 a (a)	1,6 ± 0,1 a (a)	37,04 ± 3,16 b (b)	0,7 ± 0,1 b (b)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές. Μέσοι στην ίδια στήλη για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εκτός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Μέσοι στην ίδια στήλη για την ίδια εποχή καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εντός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

4.4.4. Παραγωγή σπόρου

Στο *U. picroides*, λόγω ευαισθησίας των φυτών σε ελαφρύ παγετό που επικράτησε κατά τον χειμώνα όταν τα υπαίθρια φυτά της φθινοπωρινής καλλιέργειας βρίσκονταν στο στάδιο της ανθοφορίας και καρπόδεσης (Διάγραμμα 4.1) δεν υπήρξε παραγωγή σπόρου από τα φυτά αυτά. Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.3, σε κάθε εποχή καλλιέργειας, τα θερμοκηπιακά φυτά του *U. picroides* παρήγαγαν συντριπτικά περισσότερες ταξικαρπίες και βάρος σπόρων ανά φυτό καθώς και μέσο βάρος σπόρων ανά ταξικαρπία σε σχέση με τα υπαίθρια. Το βάρος των 1000 σπόρων ήταν υψηλότερο στα υπαίθρια φυτά στη χειμερινή καλλιέργεια, ενώ στην ανοιξιάτικη υπερτερούσαν τα θερμοκηπιακά. Συγκρίνοντας την επίδραση της εποχής καλλιέργειας, φαίνεται ότι την άνοιξη τα φυτά παρήγαγαν αξιοσημείωτα περισσότερες ταξικαρπίες ανά φυτό καθώς και βάρος σπόρων ανά φυτό και στα δύο περιβάλλοντα καλλιέργειας σε σχέση με τις άλλες δύο εποχές, με την φθινοπωρινή να υπερτερεί στα χαρακτηριστικά της άνθησης και απόδοσης σπόρου σε σχέση με τη χειμερινή στο θερμοκήπιο. Ωστόσο, το μέσο βάρος σπόρων ανά ταξικαρπία ήταν παρόμοιο σε όλες τις εποχές στα φυτά του θερμοκηπίου, ενώ στον αγρό υπερτερούσε η ανοιξιάτικη καλλιέργεια σε σχέση με την χειμερινή. Το βάρος των 1000 σπόρων στα θερμοκηπιακά φυτά ήταν υψηλότερο την άνοιξη σε σύγκριση με τις άλλες δύο εποχές, ενώ στα φυτά του αγρού ήταν υψηλότερο τον χειμώνα σε σύγκριση με την άνοιξη. Η άνθηση και παραγωγή σπόρου στα υπαίθρια φυτά του *U. picroides* δεν φαίνεται να συσχετίζεται με την ανάπτυξη των φυτών (αριθμός φύλλων, φυλλική επιφάνεια και ξηρό βάρος φύλλων ανά φυτό) πριν την είσοδο των φυτών σε αναπαραγωγική φάση. Αντίθετα, στα θερμοκηπιακά φυτά αν φαίνεται η άνθηση και σποροπαραγωγή να σχετίζονται με την ανάπτυξη των φυτών στην φθινοπωρινή και ανοιξιάτικη καλλιέργεια, δεν υπάρχει αντίστοιχη σχέση στη χειμερινή, λόγω της πολύ χαμηλής άνθησης και σποροπαραγωγής στην καλλιέργεια αυτή από φυτά που είχαν αντίστοιχη ανάπτυξη με αυτά της φθινοπωρινής καλλιέργειας.

Στο *R. picroides* (Πίνακας 4.4) ο αριθμός των ταξικαρπιών ανά φυτό ήταν υψηλότερος στα θερμοκηπιακά φυτά σε σχέση με τα υπαίθρια σε όλες τις εποχές εκτός από την άνοιξη. Ωστόσο, το βάρος των σπόρων ανά φυτό δεν επηρεάστηκε από το περιβάλλον ανάπτυξης την άνοιξη και το χειμώνα, ενώ το φθινόπωρο παρατηρήθηκε συντριπτικά χαμηλότερο βάρος στα φυτά του αγρού, τόσο σε σχέση με τα θερμοκηπιακά, όσο και σε σχέση με των άλλων εποχών, ανεξαρτήτως περιβάλλοντος. Το βάρος των σπόρων ανά ταξικαρπία παρουσιάστηκε μειωμένο στα θερμοκηπιακά φυτά σε σχέση με τα υπαίθρια κατά το φθινόπωρο και τον χειμώνα, ενώ δεν εμφανίστηκαν διαφορές κατά την άνοιξη. Αντίθετα, το βάρος των 1000 σπόρων ήταν παρόμοιο μεταξύ των θερμοκηπιακών και υπαίθριων φυτών κατά το χειμώνα και την άνοιξη, ενώ το

φθινόπωρο οι σπόροι από τα υπαίθρια φυτά είχαν χαμηλότερο μέσο βάρος. Ως προς την επίδραση της εποχής καλλιέργειας, το φθινόπωρο τα φυτά ανεξαρτήτως περιβάλλοντος ανάπτυξης παρήγαγαν τον χαμηλότερο αριθμό ταξικαρπιών ανά φυτό και μικρότερο βάρος σπόρων ανά φυτό σε σχέση με τις άλλες δύο εποχές, εκτός τα θερμοκηπιακά φυτά που είχαν συγκρίσιμη παραγωγή σπόρων στη φθινοπωρινή με την χειμερινή καλλιέργεια. Σε αντίθεση, η ανοιξιάτικη καλλιέργεια ανεξάρτητα από το αν τα φυτά αναπτύχθηκαν σε αγρό ή θερμοκήπιο έδωσε την υψηλότερη παραγωγή σπόρων ανά φυτό καθώς και ταξικαρπιών ανά φυτό εκτός από τα θερμοκηπιακά φυτά μεταξύ άνοιξης και χειμώνα. Το βάρος των σπόρων ανά ταξικαρπία βρέθηκε μειωμένο μόνο στα χειμερινά φυτά και στα δύο περιβάλλοντα καλλιέργειας, ενώ το βάρος των 1000 σπόρων στα θερμοκηπιακά φυτά ήταν υψηλότερο το φθινόπωρο σε σχέση με τον χειμώνα, ενώ στα υπαίθρια φυτά υπερτερούσε η άνοιξη σε σχέση με τις άλλες εποχές. Η συσχέτιση των χαρακτηριστικών άνθησης και παραγωγής σπόρου με αυτά της ανάπτυξης των φυτών πριν την είσοδό τους σε άνθηση έδειξε ότι μόνο στα θερμοκηπιακά φυτά η καλύτερη ανάπτυξη την άνοιξη σε σχέση με το χειμώνα επέδρασε σε αυξημένο βάρος σπόρων ανά φυτό αν και η αυξημένη παραγωγή σπόρου (σχεδόν κατά 3 φορές) δεν προέρχεται από αντίστοιχη διαφορά στην ανάπτυξη των φυτών. Αντίθετα, η σχεδόν αντίστοιχη με την ανοιξιάτικη ανάπτυξη των φθινοπωρινών φυτών στο θερμοκήπιο δεν σχετίζεται με την παραγωγή του σπόρου που ήταν πάνω από 3 φορές χαμηλότερη στα φθινοπωρινά σε σχέση με τα ανοιξιάτικα φυτά. Επιπλέον, στα υπαίθρια φυτά παρά το γεγονός ότι τα φθινοπωρινά φυτά υπερτερούν ως προς τα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης σε σχέση με αυτά των άλλων δύο εποχών, η παραγωγή σπόρου είναι ελάχιστη σε σχέση με τα χειμερινά και ακόμα περισσότερο με τα ανοιξιάτικα φυτά.

Στο *H. cretica* γενικότερα παρατηρούνται διαφορετικές επιδράσεις του περιβάλλοντος και της εποχής καλλιέργειας στην άνθηση και τη σποροπαραγωγή σε σχέση με τα άλλα είδη της οικ. *Asteraceae* (Πίνακας 4.5). Έτσι, στη φθινοπωρινή και χειμερινή καλλιέργεια ο αριθμός των ταξικαρπιών ανά φυτό ήταν υψηλότερος στα υπαίθρια φυτά σε σχέση με αυτά του θερμοκηπίου, ενώ το αντίθετο παρατηρήθηκε την άνοιξη. Είναι όμως αξιοσημείωτο ότι σε όλες τις εποχές καλλιέργειας τα υπαίθρια φυτά παρήγαγαν μεγαλύτερο βάρος σπόρων ανά φυτό σε σχέση με τα θερμοκηπιακά. Αντίθετα, ως προς το βάρος των σπόρων ανά ταξικαρπία και το βάρος των 1000 σπόρων δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ υπαίθριων και θερμοκηπιακών φυτών κατά το φθινόπωρο και τον χειμώνα, ενώ την άνοιξη υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα υπαίθρια φυτά για το βάρος ανά ταξικαρπία και στα θερμοκηπιακά για το βάρος των 1000 σπόρων. Ως προς την επίδραση της εποχής καλλιέργειας, στη χειμερινή καλλιέργεια παρατηρήθηκε και στα δύο περιβάλλοντα ο μεγαλύτερος αριθμός ταξικαρπιών ανά φυτό, με

ιδιαίτερη διαφορά στον αγρό σε σχέση με τις άλλες δύο εποχές καλλιέργειας. Αυτό όμως δεν αντανακλάται στον βάρος των σπόρων ανά φυτό που ήταν χαμηλότερο και στα δύο περιβάλλοντα στη χειμερινή καλλιέργεια, και ενώ στο θερμοκήπιο η χειμερινή και η ανοιξιάτικη καλλιέργεια δεν διέφεραν, στον αγρό τα φυτά την άνοιξη παρήγαγαν μεγαλύτερο βάρος σπόρων σε σχέση με το χειμώνα. Ξεκάθαρη είναι η επίδραση της εποχής στο βάρος σπόρων ανά ταξικαρπία, με την άνοιξη να δίνει τις υψηλότερες τιμές, ακολουθεί με σημαντική διαφορά ο χειμώνας και το φθινόπωρο να δίνει τις χαμηλότερες τιμές, ανεξάρτητα περιβάλλοντος καλλιέργειας. Σε αντίθεση, η φθινοπωρινή καλλιέργεια έδωσε το υψηλότερο βάρος 1000 σπόρων και στα δύο περιβάλλοντα, χωρίς διαφορά από την ανοιξιάτικη στο θερμοκήπιο και από την χειμερινή στον αγρό. Και σε αυτό το είδος, η βλαστητική ανάπτυξη των φυτών πριν την άνθησή τους δεν σχετίζεται καλά με την απόδοση των φυτών σε σπόρο, πλην κάποιων εξαιρέσεων. Έτσι, η σχετικά συγκρίσιμη ανάπτυξη των φυτών στο θερμοκήπιο στις τρεις εποχές καλλιέργειας δεν συνεπάγεται αντίστοιχα συγκρίσιμη παραγωγή σπόρου, παρά μόνο στην περίπτωση της χειμερινής και ανοιξιάτικης καλλιέργειας, ενώ στον αγρό η κατά πολύ χαμηλότερη ανάπτυξη των φυτών το χειμώνα σε σχέση με το φθινόπωρο είχε ακριβώς τα αντίθετα αποτελέσματα ως προς την παραγωγή των σπόρων. Επίσης, σε σχέση με τα άλλα είδη των *Asteraceae* που μελετήθηκαν, στο *H. cretica* παρά το γεγονός ότι τα θερμοκηπιακά φυτά είχαν συνολικά εντονότερη ανάπτυξη σε σχέση με τα υπαίθρια (εκτός του φθινοπώρου), η παραγωγή σπόρου στα υπαίθρια φυτά ήταν υψηλότερη σε κάθε εποχή καλλιέργειας.

Στο *P. coronopus* λόγω της ιδιαιτερότητάς του να βρίσκεται ο σπόρος εγκλωβισμένος εντός των ταξικαρπιών, ως χαρακτηριστικά της παραγωγής σπόρου προσδιορίστηκαν ο αριθμός, το βάρος των ταξικαρπιών ανά φυτό και το μέσο βάρος ταξικαρπίας (Πίνακας 4.6). Στην φθινοπωρινή και ανοιξιάτικη καλλιέργεια ο συνολικός αριθμός και βάρος των ταξικαρπιών ανά φυτό και το μέσο βάρος ταξικαρπίας ήταν υψηλότερα στα φυτά του θερμοκηπίου. Αντίθετα, τον χειμώνα τα υπαίθρια φυτά παρήγαγαν υψηλότερο αριθμό και βάρος ταξικαρπιών, αλλά δεν είχαν διαφορές ως προς το μέσο βάρος ταξικαρπίας σε σχέση με τα θερμοκηπιακά. Από την άλλη πλευρά, το βάρος των 1000 σπόρων δεν διέφερε τον χειμώνα και την άνοιξη μεταξύ υπαίθριων και θερμοκηπιακών φυτών, ενώ το φθινόπωρο ήταν υψηλότερο στα θερμοκηπιακά φυτά. Οι ανοιξιάτικες συνθήκες ευνόησαν την παραγωγή μεγαλύτερου αριθμού ταξικαρπιών ανά φυτό, ανεξάρτητα από το περιβάλλον καλλιέργειας, ιδιαίτερα στο θερμοκήπιο, όπου παρήχθη την άνοιξη τριπλάσιος αριθμός ταξικαρπιών σε σύγκριση με το φθινόπωρο και το χειμώνα, που δεν διέφεραν μεταξύ τους. Αντιθέτως, στην υπαίθρο σχεδόν τριπλάσιος αριθμός ταξικαρπιών ανά φυτό παρήχθη το χειμώνα σε σχέση με

το φθινόπωρο. Αξιοσημείωτη είναι η επίδραση της εποχής καλλιέργειας στο βάρος των ταξικαρπιών ανά φυτό, με υψηλότερη παραγωγή στο θερμοκήπιο την άνοιξη και στον αγρό το χειμώνα. Επιπλέον, κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια το βάρος των ταξικαρπιών ανά φυτό ήταν δεύτερο σε σειρά στα θερμοκηπιακά και τρίτο αλλά με ικανοποιητικό βάρος στα υπαίθρια φυτά, ενώ το μέσο βάρος ταξικαρπίας και το βάρος των 1000 σπόρων ήταν υψηλότερα το φθινόπωρο στο θερμοκήπιο. Στον αγρό το μέσο βάρος ταξικαρπίας ήταν χαμηλότερο την άνοιξη με το χειμώνα και το φθινόπωρο να μην έχουν διαφορές, ενώ στα φυτά του αγρού δεν παρατηρήθηκε επίδραση της εποχής καλλιέργειας στο βάρος των 1000 σπόρων. Η διερεύνηση πιθανής σχέσης μεταξύ της ανάπτυξης των φυτών πριν την άνθηση και της σποροπαραγωγής στο είδος αυτό έδειξε ότι σε αντίθεση με τα άλλα είδη που μελετήθηκαν, η ανάπτυξη ήταν καλύτερη κατά την χειμερινή καλλιέργεια και στο θερμοκήπιο και στον αγρό, ενώ κατά την άνοιξη τα φυτά είχαν τις χαμηλότερες τιμές σε όλα τα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης. Παρά ταύτα, ο αριθμός και το συνολικό βάρος ταξικαρπιών ανά φυτό ήταν κατά πολύ υψηλότερα στην ανοιξιάτικη καλλιέργεια στο θερμοκήπιο και στον αγρό ήταν ιδιαίτερα υψηλά, παρά την φτωχή ανάπτυξη των φυτών και στα δύο περιβάλλοντα σε αυτή την εποχή. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι σε αντίθεση με τα *U. picroides* και *R. picroides*, η φθινοπωρινή καλλιέργεια επέδρασε σε επαρκή άνθηση και σποροπαραγωγή και στα δύο περιβάλλοντα καλλιέργειας, ακολουθώντας την ικανοποιητική ανάπτυξη των φυτών.

Πίνακας 4.3. Αριθμός ταξικαρπιών, συνολικό βάρος σπόρων/ φυτό, βάρος σπόρων/ ταξικαρπία και βάρος 1000 σπόρων σε σχέση με χαρακτηριστικά ανάπτυξης του *Urospermum picroides* που καλλιεργήθηκε σε τρεις εποχές, στην ύπαιθρο και σε θερμοκήπιο.

	Αριθμός ταξικαρπιών/ φυτό	Βάρος σπόρων/ φυτό (g)	Βάρος σπόρων/ ταξικαρπία (g)	Βάρος 1000 σπόρων (g)	Ξηρό βάρος φυτό (g)	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων/ φυτό
Σύστημα (Σ)	***	***	***	ns	***	***	ns
Εποχή (Ε)	***	***	ns	*	***	***	***
Σ x Ε	**	**	ns	***	***	**	***
<i>Θερμοκήπιο</i>							
Φθινόπωρο	31,8 ± 1,9 b	2,51 ± 0,22 b	0,081 ± 0,005 a	1,108 ± 0,033 b	1,77 ± 0,21 b	569 ± 52 c	13,3 ± 0,6 a
Χειμώνας	15,3 ± 1,7 c (a)	0,79 ± 0,04 c (a)	0,083 ± 0,024 a (a)	1,205 ± 0,081 b (a)	1,95 ± 0,03 b (b)	650 ± 44 b (a)	13,3 ± 0,6 a (b)
Άνοιξη	57,2 ± 10,5 a (a)	3,69 ± 0,89 a (a)	0,079 ± 0,020 a (a)	1,716 ± 0,042 a (a)	3,06 ± 0,21 a (a)	843 ± 13 a (a)	14,5 ± 1,4 a (a)
<i>Αγρός</i>							
Χειμώνας	5,8 ± 1,7 b (b)	0,18 ± 0,05 b (b)	0,040 ± 0,009 b (b)	1,593 ± 0,017 a (b)	2,39 ± 0,33 a (a)	360 ± 57 a (b)	15,6 ± 0,5 a (a)
Άνοιξη	26,1 ± 18,0 a (b)	1,07 ± 0,28 a (b)	0,056 ± 0,009 a (b)	1,247 ± 0,067 b (b)	2,11 ± 0,05 a (b)	388 ± 14 a (b)	14,4 ± 1,6 a (a)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές
 Μέσοι στην ίδια στήλη για το ίδιο περιβάλλον καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εκτός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
 Μέσοι στην ίδια στήλη για την ίδια εποχή καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εντός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Πίνακας 4.4. Αριθμός ταξικαρπιών, συνολικό βάρος σπόρων/ φυτό, βάρος σπόρων/ ταξικαρπία και βάρος 1000 σπόρων σε σχέση με χαρακτηριστικά ανάπτυξης του *Reichardia picroides* που καλλιεργήθηκε σε τρεις εποχές, στην ύπαιθρο και σε θερμοκήπιο.

	Αριθμός ταξικαρπιών/ φυτό	Βάρος σπόρων/ φυτό (g)	Βάρος σπόρων/ ταξικαρπία (g)	Βάρος 1000 σπόρων (g)	Ξηρό βάρος/φυτό (g)	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων/ φυτό
Σύστημα (Σ)	***	**	***	**	*	***	ns
Εποχή (Ε)	***	***	**	ns	***	***	***
Σ x Ε	ns	**	ns	*	***	***	***
<i>Θερμοκήπιο</i>							
Φθινόπωρο	18,5 ± 4,1 b (a)	0,38 ± 0,15 b (a)	0,022 ± 0,006 a (b)	0,808 ± 0,022 a (a)	1,55 ± 0,12 b (b)	414 ± 33 a (a)	18,3 ± 2,4 b (b)
Χειμώνας	51,3 ± 5,3 a (a)	0,54 ± 0,09 b (a)	0,012 ± 0,002 b (b)	0,666 ± 0,049 b (a)	0,89 ± 0,03 c (a)	308 ± 14 b (a)	18,2 ± 1,7 b (a)
Άνοιξη	54,7 ± 11,5 a (a)	1,46 ± 0,42 a (a)	0,024 ± 0,004 a (a)	0,734 ± 0,067 ab (a)	1,82 ± 0,11 a (a)	425 ± 31 a (a)	34,6 ± 3,2 a (a)
<i>Αγρός</i>							
Φθινόπωρο	1,6 ± 0,5 c (b)	0,05 ± 0,02 c (b)	0,032 ± 0,008 a (a)	0,681 ± 0,010 b (b)	2,16 ± 0,31 a (a)	377 ± 59 a (a)	37,2 ± 4,4 a (a)
Χειμώνας	34,7 ± 8,3 b (b)	0,64 ± 0,12 b (a)	0,017 ± 0,004 b (a)	0,664 ± 0,045 b (a)	0,49 ± 0,01 c (b)	116 ± 9 b (b)	15,6 ± 0,6 b (b)
Άνοιξη	42,3 ± 9,3 a (a)	1,22 ± 0,36 b (a)	0,028 ± 0,005 a (a)	0,823 ± 0,072 a (a)	0,98 ± 0,10 b (b)	160 ± 20 b (b)	17,2 ± 1,8 b (b)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές
 Μέσοι στην **ίδια στήλη για το ίδιο περιβάλλον καλλιέργειας** που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα **εκτός παρένθεσης** δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
 Μέσοι στην **ίδια στήλη για την ίδια εποχή καλλιέργειας** που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα **εντός παρένθεσης** δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Πίνακας 4.5. Αριθμός ταξικαρπιών, συνολικό βάρος σπόρων/ φυτό, βάρος σπόρων/ ταξικαρπία και βάρος 1000 σπόρων σε σχέση με χαρακτηριστικά ανάπτυξης του *Hedynois cretica* που καλλιεργήθηκε σε τρεις εποχές, στην ύπαιθρο και σε θερμοκήπιο.

	Αριθμός ταξικαρπιών/ φυτό	Βάρος σπόρων/ φυτό (g)	Βάρος σπόρων/ ταξικαρπία (g)	Βάρος 1000 σπόρων (g)	Ξηρό βάρος / φυτό (g)	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων/ φυτό
Σύστημα (Σ)	***	***	***	**	ns	***	***
Εποχή (Ε)	***	***	***	**	***	***	***
Σ x Ε	**	*	**	*	***	**	ns
<i>Θερμοκήπιο</i>							
Φθινόπωρο	20,8 ± 4,6 b (b)	0,21 ± 0,05 b (b)	0,008 ± 0,001 c (a)	0,391 ± 0,047 a (a)	2,20 ± 0,15 b (b)	664 ± 33 a (a)	38,8 ± 4,3 a (a)
Χειμώνας	46,8 ± 12,2 a (b)	0,71 ± 0,21 a (b)	0,014 ± 0,003 b (a)	0,298 ± 0,004 c (a)	2,26 ± 0,07 b (a)	596 ± 18 b (a)	31,5 ± 2,7 b (a)
Άνοιξη	38,2 ± 4,9 a (a)	0,89 ± 0,19 a (b)	0,026 ± 0,005 a (b)	0,343 ± 0,014 ab (a)	3,1 ± 0,14 a (b)	665 ± 18 a (a)	40,7 ± 3,8 a (a)
<i>Αγρός</i>							
Φθινόπωρο	31,1 ± 9,9 b (a)	0,39 ± 0,12 c (a)	0,011 ± 0,002 c (a)	0,321 ± 0,014 a (a)	2,96 ± 0,10 b (a)	432 ± 22 a (b)	27,8 ± 1,3 b (b)
Χειμώνας	83,8 ± 21,9 a (a)	1,60 ± 0,43 b (a)	0,018 ± 0,003 b (a)	0,296 ± 0,007 ab (a)	0,98 ± 0,05 c (b)	286 ± 21 b (b)	21,5 ± 1,9 c (b)
Άνοιξη	26,3 ± 4,5 b (b)	2,34 ± 0,65 a (a)	0,042 ± 0,008 a (a)	0,278 ± 0,031 b (b)	3,55 ± 0,19 a (a)	447 ± 39 a (b)	33,6 ± 5,6 a (a)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%, ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές
 Μέσοι στην ίδια στήλη για το ίδιο περιβάλλον καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εκτός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
 Μέσοι στην ίδια στήλη για την ίδια εποχή καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εντός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Πίνακας 4.6. Αριθμός και βάρος ταξικαρπιών, μέσο βάρος ταξικαρπίας και βάρος 1000 σπόρων σε σχέση με χαρακτηριστικά ανάπτυξης του *Plantago coronopus* που καλλιεργήθηκε σε τρεις εποχές, στην ύπαιθρο και σε θερμοκήπιο.

	Αριθμός ταξικαρπιών /φυτό	Βάρος ταξικαρπιών /φυτό (g)	Μέσο βάρος ταξικαρπίας (g)	Βάρος 1000 σπόρων (g)	Ξηρό βάρος φυτού (g)	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων /φυτό
Σύστημα	ns	*	***	**	***	***	**
Εποχή	***	***	***	*	***	***	***
Σ x Ε	***	***	**	*	***	**	***
<i>Θερμοκήπιο</i>							
Φθινόπωρο	63,0 ± 11,0 b (a)	5,43 ± 1,51 b (a)	0,086 ± 0,020 a (a)	0,106 ± 0,001 a (a)	2,07 ± 0,30 b (a)	363 ± 47 a (a)	50,9 ± 6,7 a (a)
Χειμώνας	57,2 ± 14,7 b (b)	3,62 ± 1,26 c (b)	0,066 ± 0,011 b (a)	0,090 ± 0,008 b (a)	12,4 ± 0,7 a (a)	147 ± 13 b (a)	31,4 ± 0,9 b (b)
Άνοιξη	191,6 ± 50,6 a (a)	8,90 ± 1,78 a (a)	0,049 ± 0,009 b (a)	0,085 ± 0,003 b (a)	0,86 ± 0,08 c (a)	139 ± 10 b (a)	48,1 ± 4,1 a (a)
<i>Αγρός</i>							
Φθινόπωρο	44,3 ± 7,9 c (b)	3,06 ± 0,85 c (b)	0,066 ± 0,013 a (b)	0,083 ± 0,002 a (b)	1,83 ± 0,11 b (a)	198 ± 14 a (b)	46,8 ± 5,9 a (a)
Χειμώνας	116,4 ± 23,9 b (a)	7,49 ± 1,41 a (a)	0,065 ± 0,010 a (a)	0,086 ± 0,007 a (a)	8,74 ± 0,07 a (b)	101 ± 10 b (b)	42,3 ± 4,1 a (a)
Άνοιξη	158,8 ± 38,0 a (b)	5,47 ± 1,30 b (b)	0,031 ± 0,006 b (b)	0,083 ± 0,003 a (a)	0,53 ± 0,09 c (b)	44 ± 5 c (b)	25,1 ± 2,6 b (b)

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές
 Μέσοι στην ίδια στήλη για το ίδιο περιβάλλον καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εκτός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
 Μέσοι στην ίδια στήλη για την ίδια εποχή καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εντός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

4.4.5. Βλαστικότητα και T50 φρεσκοσυγκομισμένων σπόρων

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.7, παρατηρείται ότι στις περισσότερες περιπτώσεις η καλλιέργεια στο θερμοκήπιο επέδρασε σε υψηλότερη βλαστικότητα σπόρου στη φθινοπωρινή και ανοιξιάτικη καλλιέργεια, και μόνο στην περίπτωση του *U. picroides* στη χειμερινή, ενώ έλλειψη επίδρασης παρατηρήθηκε την άνοιξη στα *U. picroides* και *R. picroides*. Αντίθετα, στο *P. coronopus* παρατηρήθηκε υψηλότερη βλαστικότητα στους σπόρους των υπαίθριων φυτών από την χειμερινή καλλιέργεια. Στα *R. picroides* το φθινόπωρο, *P. coronopus* το φθινόπωρο, και *U. picroides* τον χειμώνα την υψηλότερη βλαστικότητα στους σπόρους από θερμοκηπιακή καλλιέργεια ακολουθεί και η ταχύτερη βλάστηση, με χαμηλότερες τιμές T50 στο θερμοκήπιο σε σχέση με τον αγρό. Αντίθετα, στα *H. cretica* το φθινόπωρο και *P. coronopus* τον χειμώνα η υψηλότερη βλαστικότητα των σπόρων συνοδεύτηκε από πιο αργή βλάστηση (μεγαλύτερες τιμές T50). Όμως, στο *R. picroides* την άνοιξη οι σπόροι από τον αγρό βλάστησαν πιο αργά από αυτούς από το θερμοκήπιο αν και δεν παρατηρήθηκε διαφορά στην τελική βλαστικότητα, ενώ αντίθετα στο *H. cretica* αν και οι σπόροι από το θερμοκήπιο είχαν υψηλότερη βλαστικότητα σε σχέση με τον αγρό, η ταχύτητα βλάστησης δεν διέφερε.

Όσον αφορά την επίδραση της εποχής, κάθε είδος επηρεάστηκε διαφορετικά ανάλογα και με το περιβάλλον ανάπτυξης (θερμοκήπιο ή αγρός). Στα θερμοκηπιακά φυτά του *U. picroides* το φθινόπωρο επέδρασε αρνητικά στην βλαστικότητα των σπόρων σε σχέση με τις άλλες δύο εποχές, ενώ στα υπαίθρια φυτά η βλαστικότητα ήταν υψηλότερη την άνοιξη σε σύγκριση με τον χειμώνα. Στο *R. picroides*, το φθινόπωρο η βλαστικότητα είχε τις μέγιστες τιμές και στα δύο περιβάλλοντα καλλιέργειας, με το χειμώνα και την άνοιξη να μην διαφέρουν στο θερμοκήπιο, ενώ στον αγρό τον χειμώνα οι σπόροι είχαν υψηλότερη βλαστικότητα. Από την άλλη πλευρά, στο *H. cretica* τα θερμοκηπιακά φυτά είχαν υψηλότερη βλαστικότητα σπόρου την άνοιξη και το χειμώνα σε σύγκριση με το φθινόπωρο, ενώ στον αγρό υψηλότερη βλαστικότητα εμφανίστηκε μόνο στους σπόρους από τα χειμερινά φυτά. Στο *P. coronopus* και στα δύο περιβάλλοντα καλλιέργειας η άνοιξη επέδρασε αρνητικά στην βλαστικότητα των παραγόμενων σπόρων, ενώ το φθινόπωρο την ευνόησε. Ως προς την ταχύτητα βλάστησης των σπόρων όπως αυτή εκτιμάται από το T50, ανεξαρτήτως συστήματος καλλιέργειας, τα *R. picroides* και *P. coronopus* παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές στην φθινοπωρινή καλλιέργεια, ενώ στα θερμοκηπιακά φυτά η βλάστηση καθυστέρησε το χειμώνα και την άνοιξη στα *R. picroides* και *P. coronopus* αντίστοιχα, όταν στην υπαίθρια καλλιέργεια δεν εμφανίστηκαν διαφορές μεταξύ των δύο αυτών εποχών. Στα θερμοκηπιακά φυτά του *U. picroides*, οι σπόροι από ανοιξιάτικη καλλιέργεια βλάστησαν πιο αργά σε σχέση με τις άλλες δύο εποχές, ενώ

εκείνοι του αγρού είχαν όμοια ταχύτητα βλάστησης μεταξύ χειμώνα και άνοιξης. Στο ανεξαρτήτως περιβάλλοντος καλλιέργειας, οι σπόροι από χειμερινή καλλιέργεια παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές T50, ακολούθησαν αυτοί της άνοιξης και τέλος το φθινοπώρου. Στο *P. coroporus* δεν προσδιορίστηκε το T50 στους σπόρους της άνοιξης λόγω του πολύ χαμηλού ποσοστού βλαστικότητας, ενώ ανεξαρτήτως περιβάλλοντος καλλιέργειας, οι σπόροι από τη χειμερινή καλλιέργεια βλάστησαν πολύ πιο αργά σε σχέση με αυτούς από τη φθινοπωρινή (Πίνακας 4.7).

Πίνακας 4.7. Ποσοστό βλαστικότητας (%) και T50 (σε ημέρες) των σπόρων των υπό μελέτη λαχανοφύτων ειδών που καλλιεργήθηκαν σε τρεις εποχές, σε θερμοκήπιο και στην ύπαιθρο.

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Βλαστικότητα (%)	T-50 (ημέρες)	Βλαστικότητα (%)	T-50 (ημέρες)	Βλαστικότητα (%)	T-50 (ημέρες)	Βλαστικότητα (%)	T-50 (ημέρες)
Σύστημα	***	ns	ns	***	ns	*	*	***
Εποχή	***	ns	***	***	***	***	***	***
Σ x Ε	***	ns	ns	***	**	ns	***	ns
Φθινόπωρο								
Θερμοκήπιο	80,2 ± 1,3 (b)	3,68 ± 0,93 (b)	88,1 ± 4,0 a (a)	4,48 ± 0,49 b (c)	68,7 ± 3,2 a (b)	18,4 ± 2,51 a (a)	97,8 ± 2,34 a (a)	4,66 ± 0,13 b (b)
Αγρός	-	-	79,0 ± 1,8 b (a)	5,90 ± 0,37 a (b)	77,6 ± 8,4 b (b)	13,9 ± 1,83 b (a)	83,2 ± 4,60 b (a)	6,16 ± 0,58 a (b)
Χειμώνας								
Θερμοκήπιο	91,2 ± 5,2 a (a)	3,87 ± 0,57 b (b)	56,7 ± 9,0 a (b)	7,69 ± 0,62 a (a)	94,4 ± 4,4 a (a)	2,73 ± 0,04 a (c)	67,7 ± 8,01 b (b)	10,42 ± 1,53 b (a)
Αγρός	65,2 ± 7,9 b (b)	6,93 ± 0,60 a (a)	61,2 ± 10,2 a (b)	7,12 ± 0,83 a (a)	95,8 ± 8,3 a (a)	2,25 ± 0,47 a (c)	84,2 ± 7,72 a (a)	25,76 ± 2,52 a (a)
Άνοιξη								
Θερμοκήπιο	95,0 ± 3,8 a (a)	6,13 ± 1,06 a (a)	47,9 ± 3,9 a (b)	5,25 ± 0,42 b (b)	94,0 ± 5,8 a (a)	8,07 ± 0,67 a (b)	26,6 ± 3,92 a (c)	-
Αγρός	92,4 ± 4,5 a (a)	6,37 ± 0,67 a (a)	43,1 ± 5,1 a (c)	7,24 ± 0,66 a (a)	72,5 ± 10,9 b (b)	7,74 ± 0,63 a (b)	16,4 ± 2,40 b (b)	-

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές. Μέσοι στην ίδια στήλη για την ίδια εποχή καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εκτός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Μέσοι στην ίδια στήλη για το ίδιο περιβάλλον καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα εντός παρένθεσης δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

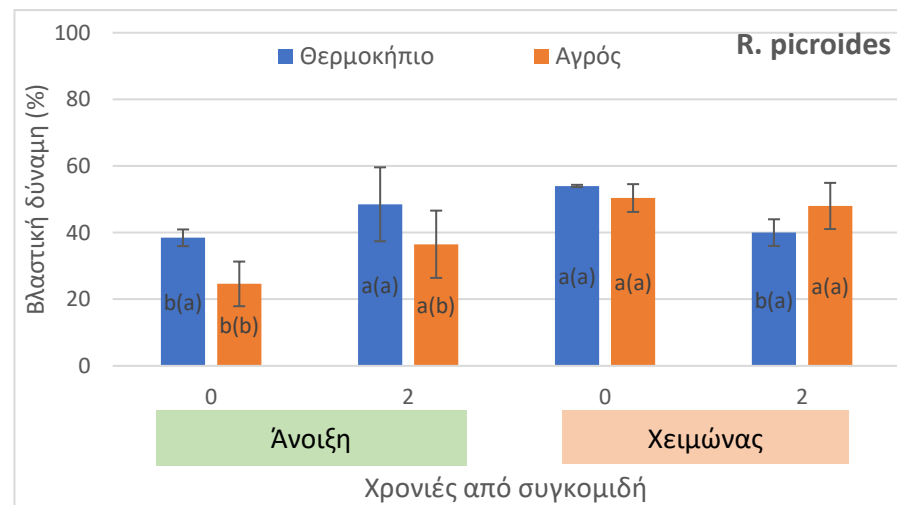
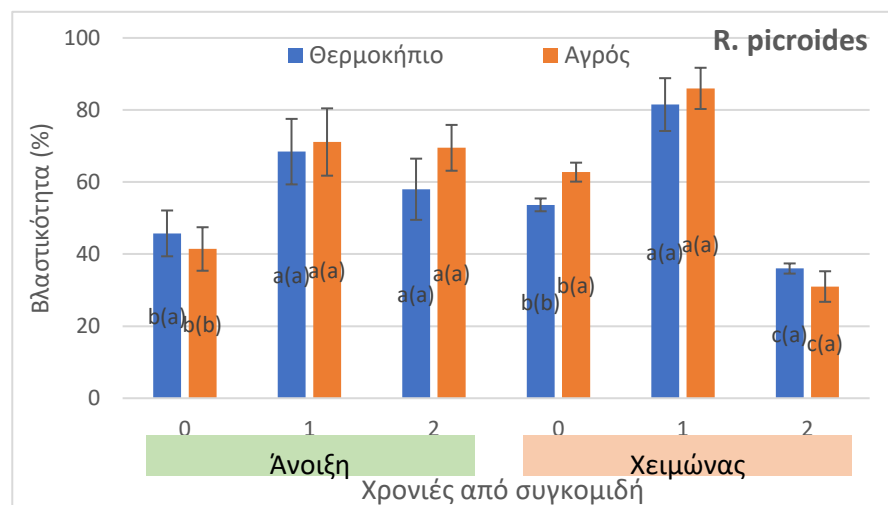
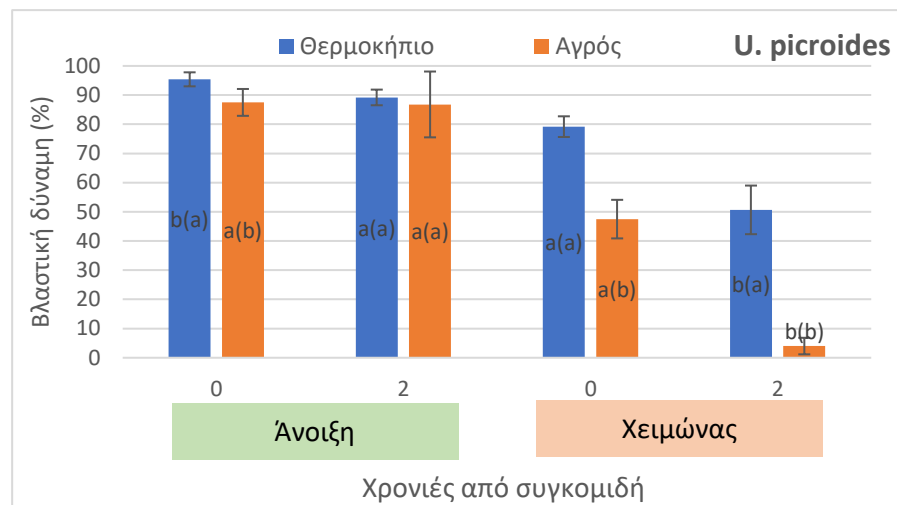
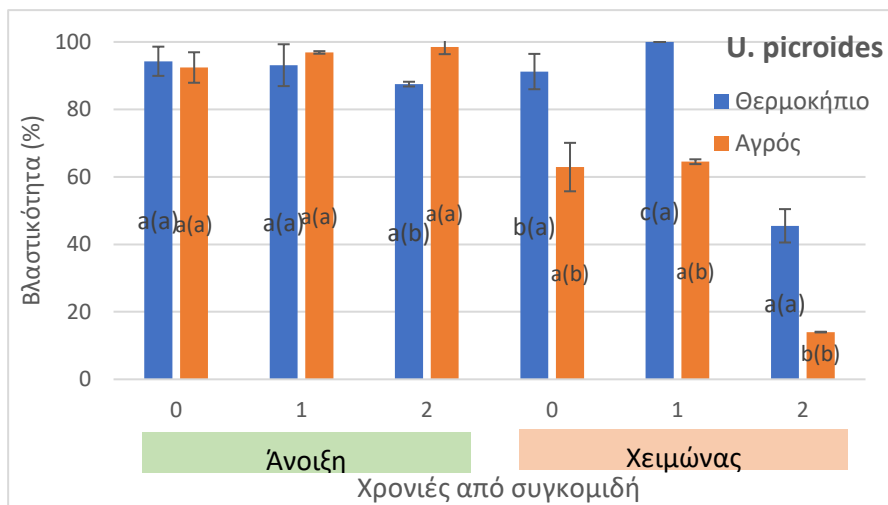
4.4.6. Βλαστικότητα και βλαστική δύναμη αποθηκευμένων σπόρων

Σύμφωνα με το Σχήμα 4.1, οι σπόροι του *U. picroides* που προήθαν από ανοιξιάτικη καλλιέργεια, ανεξάρτητα του περιβάλλοντος καλλιέργειας, διατήρησαν αρκετά υψηλά επίπεδα βλαστικότητας και βλαστικής δύναμης ακόμη και δύο χρόνια μετά τη συγκομιδή. Αντίθετα, οι σπόροι που προήλθαν από χειμερινή καλλιέργεια ενώ διατήρησαν σε όμοια επίπεδα το ποσοστό βλαστικότητας μετά ένα χρόνο αποθήκευσης, παρουσίασαν αξιοσημείωτη μείωση της βλαστικότητας το 2^ο έτος αποθήκευσης και στα δύο περιβάλλοντα καλλιέργειας. Το γεγονός αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τη μειωμένη βλαστική δύναμη των σπόρων της χειμερινής καλλιέργειας μετά τη συγκομιδή τους και την εντονότερη μείωση που παρατηρείται μετά 2 έτη αποθήκευσης, ιδιαίτερα στο σπόρο που προέρχεται από υπαίθρια καλλιέργεια, που έφτασε σε σχεδόν μηδενικές τιμές.

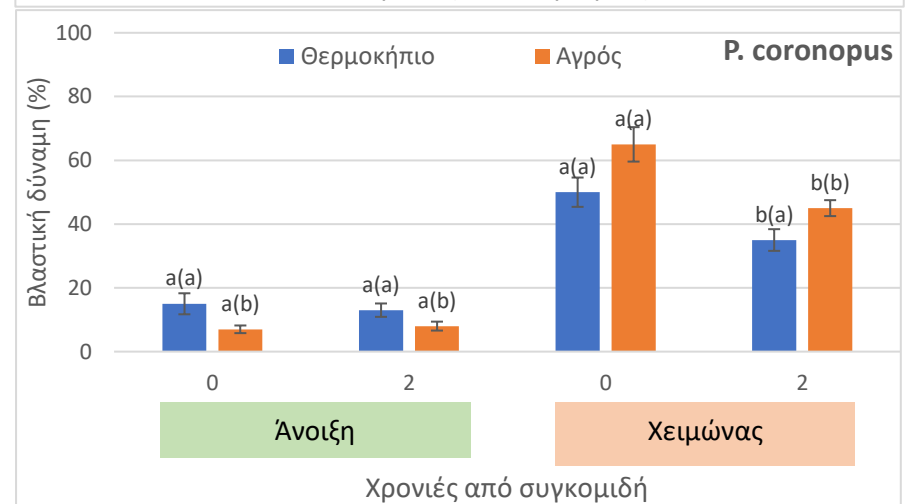
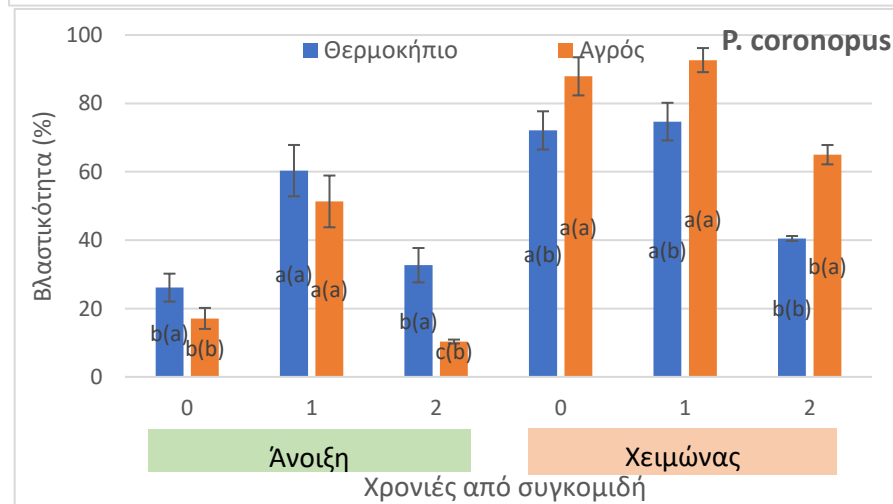
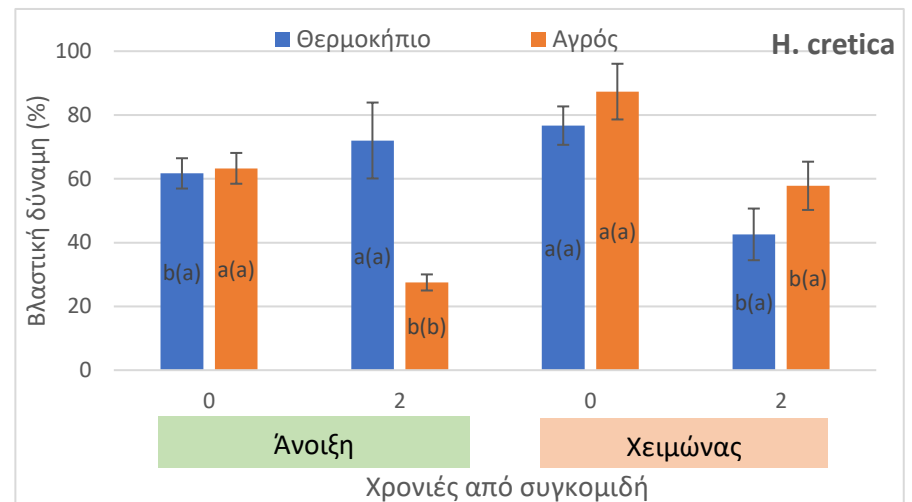
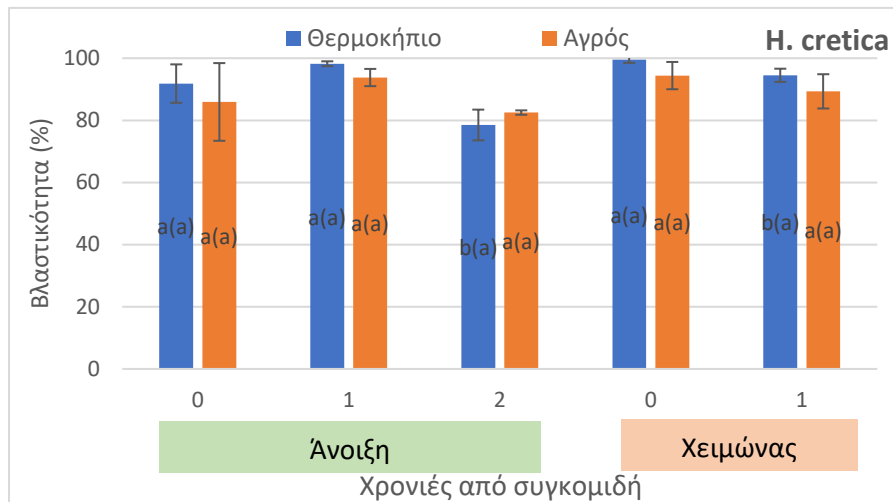
Αντίθετα, στο *R. picroides* και στα δύο περιβάλλοντα καλλιέργειας, η σχετικά χαμηλή βλαστικότητα των σπόρων της ανοιξιάτικης καλλιέργειας αυξήθηκε αξιοσημείωτα μετά ένα έτος αποθήκευσης και διατηρήθηκε περίπου στα ίδια επίπεδα μετά από 2 έτη αποθήκευσης, υποδηλώνοντας την παρουσία ληθάργου του φρεσκοσυγκομισμένου σπόρου. Στους σπόρους που συγκομίστηκαν από χειμερινή καλλιέργεια, παρατηρήθηκε αντίστοιχη σημαντική αύξηση της βλαστικότητας το πρώτο έτος αποθήκευσης ξεπερνώντας το 80% και υποδηλώνοντας πάλι την ύπαρξη ληθάργου, αλλά το δεύτερο έτος αποθήκευσης η βλαστικότητα μειώθηκε σε πολύ χαμηλά επίπεδα (κάτω από 40%). Η βλαστική δύναμη των σπόρων του *R. picroides* της ανοιξιάτικης καλλιέργειας ήταν πολύ χαμηλή κατά τη συγκομιδή (κάτω του 40%) και υψηλότερη στη θερμοκηπιακή σε σχέση με την υπαίθρια καλλιέργεια και αυξήθηκε οριακά αλλά σημαντικά το δεύτερο έτος αποθήκευσης, αποδεικνύοντας την ύπαρξη ληθάργου κατά τη συγκομιδή. Παρά τη χαμηλή βλαστικότητα των σπόρων της χειμερινής καλλιέργειας μετά 2 έτη αποθήκευσης, η βλαστική ικανότητα κυμάνθηκε σε σχετικά ικανοποιητικά επίπεδα και δεν παρουσίασε αξιοσημείωτες διαφορές σε σχέση με αυτή των φρεσκοσυγκομισμένων σπόρων.

Σε αντίθεση με τα προαναφερθέντα είδη, οι σπόροι του *H. cretica* ανεξάρτητα περιβάλλοντος και εποχής καλλιέργειας εμφάνισαν πολύ υψηλά ποσοστά βλαστικότητας κατά τη συγκομιδή και μετά ένα έτος αποθήκευσης, ενώ παρά τη σημαντική μείωση το 2^ο έτος αποθήκευσης, η βλαστικότητα κυμάνθηκε στα επίπεδα του 80%. Διαφορετική είναι όμως η εικόνα της βλαστικής δύναμης, η οποία ήταν χαμηλότερη στην ανοιξιάτικη σε σχέση με την χειμερινή καλλιέργεια χωρίς διαφορές μεταξύ των υπαίθριων και θερμοκηπιακών φυτών, ενώ παρουσίασε αξιοσημείωτη μείωση μετά 2 έτη αποθήκευσης σε όλες τις περιπτώσεις, εκτός από τα θερμοκηπιακά φυτά της ανοιξιάτικης καλλιέργειας.

Τέλος, στο *P. coronopus* την πολύ χαμηλή βλαστικότητα των φρεσκοσυγκομισμένων σπόρων της αοιζιάτικης καλλιέργειας ανεξάρτητα από το περιβάλλον καλλιέργειας, ακολούθησε σημαντική αύξηση τον 1^ο χρόνο αποθήκευσης υποδηλώνοντας την ύπαρξη ληθάργου, ενώ το 2^ο έτος της καλλιέργειας ακολουθεί σημαντική μείωση, πολύ εντονότερη στα υπαίθρια φυτά. Σε αντίθεση, οι φρεσκοσυγκομισμένοι σπόροι από χειμερινή καλλιέργεια εμφάνισαν πολύ υψηλή βλαστικότητα με σημαντικά υψηλότερες τιμές από την υπαίθρια καλλιέργεια, εικόνα που διατηρήθηκε ίδια τον 1^ο χρόνο αποθήκευσης, ενώ τον 2^ο χρόνο εμφανίστηκε έντονη μείωση, αλλά σε ικανοποιητικά επίπεδα, με τους σπόρους των υπαίθριων φυτών να διατηρούν ποσοστά βλαστικότητας άνω των 60% και αυτούς των θερμοκηπιακών κοντά στο 40%. Οι επίδρασεις αυτές στη βλαστικότητα αντανακλώνται και στη βλαστική δύναμη, με τους σπόρους της άνοιξης να παρουσιάζουν πολύ χαμηλές τιμές και στα ίδια επίπεδα τόσο κατά τη συγκομιδή, όσο και μετά από 2 έτη αποθήκευσης, σε αντίθεση με αυτούς από τη χειμερινή καλλιέργεια που εμφάνισαν υψηλές τιμές (ως 65%) στον φρεσκοσυγκομισμένο σπόρο χωρίς διαφορές μεταξύ αγρού και θερμοκηπίου, ενώ μετά 2 έτη υπήρξε σημαντική μείωση, αλλά με διατήρηση των τιμών στα επίπεδα των 35-45%.



Σχήμα 4.1. Βλαστικότητα (%) και βλαστική δύναμη (%) σπόρων των *U. picroides* και *R. picroides* που παρήχθησαν από φυτά που καλλιεργήθηκαν σε αγρό και θερμοκήπιο σε 3 εποχές και αποθηκεύτηκαν για ένα και δύο έτη. Μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα εκτός παρένθεσης αφορούν στη σύγκριση των ετών αποθήκευσης από τη συγκομιδή στο ίδιο περιβάλλον καλλιέργειας (αγρός ή θερμοκήπιο) και εντός παρένθεσης αφορούν στη σύγκριση μεταξύ του περιβάλλοντος καλλιέργειας, χωριστά σε κάθε έτος αποθήκευσης.



Σχήμα 4.2. Βλαστικότητα (%) και βλαστική δύναμη (%) σπόρων των *H. cretica* και *P. coronopus* που παρήχθησαν από φυτά που καλλιεργήθηκαν σε αγρό και θερμοκήπιο σε 3 εποχές και αποθηκεύτηκαν για ένα και δύο έτη. Μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα εκτός παρένθεσης αφορούν στη σύγκριση των ετών αποθήκευσης από τη συγκομιδή στο ίδιο περιβάλλον καλλιέργειας (αγρός ή θερμοκήπιο) και εντός παρένθεσης αφορούν στη σύγκριση μεταξύ του περιβάλλοντος καλλιέργειας, χωριστά σε κάθε έτος αποθήκευσης.

4.5. Συμπεράσματα και συζήτηση

Σε όλα τα είδη, η εποχή και το περιβάλλον καλλιέργειας παρουσίασαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις σχεδόν σε όλα τα χαρακτηριστικά που προδιορίστηκαν, ενώ στο χρονοδιάγραμμα των σταδίων της αναπαραγωγικής φάσης των φυτών (π.χ. έναρξη έκπτυξης ανθικού στελέχους, διάρκεια ανθοφορίας, έναρξη και διάρκεια συγκομιδής σπόρου) η επίδραση της εποχής καλλιέργειας ήταν πιο έντονη σε σχέση με το περιβάλλον (θερμοκήπιο ή αγρός) ανάπτυξης. Παρά ταύτα, παρατηρήθηκαν εντονότερες διαφορές μεταξύ θερμοκηπίου και αγρού κατά τη χειμερινή περίοδο σε όλα τα είδη εκτός του *H. cretica*, με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες του αγρού να επιδρούν σε καθυστερημένη είσοδο σε ανθοφορία και έναρξη συγκομιδής σπόρων, καθώς και σε μακρύτερη διάρκεια συγκομιδής. Σε μικρότερο βαθμό αντίστοιχη ήταν η επίδραση του περιβάλλοντος κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια λόγω επικράτησης χαμηλών θερμοκρασιών, μικρής φωτοπεριόδου και χαμηλής ηλιοφάνειας κατά την είσοδο των φυτών σε ανθοφορία, ενώ την άνοιξη το χρονοδιάγραμμα αυτό δεν διέφερε μεταξύ υπαίθριων και θερμοκηπιακών φυτών.

Αν και οι ημέρες που απαιτούνταν για την είσοδο των φυτών σε άνθηση σε όλα τα είδη εκτός του *P. coronopus* δεν διέφερε έντονα μεταξύ της φθινοπωρινής και ανοιξιάτικης καλλιέργειας, η διάρκεια της συγκομιδής των σπόρων την άνοιξη ήταν κατά πολύ συντομότερη, ιδιαίτερα στα θερμοκηπιακά φυτά.

Από τον Πίνακα 4.1 και το Διάγραμμα 4.1, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι τα υπό μελέτη φυτά άνθησαν σε κάθε εποχή και περιβάλλον καλλιέργειας, με την άνθηση στο θερμοκήπιο συνήθως να επισπεύδεται λόγω υψηλότερων θερμοκρασιών. Επομένως, φαίνεται πως τα συγκεκριμένα είδη δεν απαιτούν συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες για την είσοδό τους σε αναπαραγωγική φάση, δηλαδή δεν φαίνεται να απαιτούν συγκεκριμένη φωτοπερίοδο ή έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες (εαρινοποίηση) ή συνδυασμό φωτοπεριόδου και εαρινοποίησης. Παρά ταύτα, η αυξημένη ηλιοφάνεια και οι σχετικά υψηλές θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο και τον αγρό κατά την φθινοπωρινή και ανοιξιάτικη καλλιέργεια την περίοδο που τα φυτά εμφάνισαν ανθικό στέλεχος, επέδρασαν σε ταχύτερη ανάπτυξη των φυτών και νωρίτερη είσοδο σε άνθηση, τουλάχιστον σε σχέση με την χειμερινή καλλιέργεια, ακόμα και εντός του θερμοκηπίου.

Σε γενικές γραμμές, σε όλα τα είδη της οικογένειας Asteraceae (*U. picroides*, *R. picroides* και *H. cretica*) ανεξάρτητα από το περιβάλλον καλλιέργειας, η ανοιξιάτικη καλλιέργεια ευνόησε περισσότερο σε σχέση με τις άλλες δύο την παραγωγή ταξικαρπιών/φυτό και συνολικού βάρους σπόρων/φυτό. Στο *P. coronopus* το υψηλότερο συνολικό βάρος

σπόρων/φυτό εμφανίστηκε κατά την ανοιξιιάτικη καλλιέργεια στα θερμοκηπιακά φυτά και κατά την χειμερινή στα υπαίθρια, αν και ως προς τον αριθμό ταξικαρπιών/φυτό υπήρξε σαφής υπεροχή της ανοιξιιάτικης καλλιέργειας και στα δύο περιβάλλοντα ανάπτυξης.

Σε όλα όμως τα είδη και περιβάλλοντα, ήταν ξεκάθαρη η αρνητική επίδραση της φθινοπωρινής καλλιέργειας στην σποροπαραγωγή, ιδιαίτερα στα υπαίθρια φυτά του *U. picroides* που λόγω παγετού κατά την ανθοφορία και καρπόδεση δεν επιβίωσαν, αλλά και στα φυτά του *R. picroides* που εμφάνισαν ελάχιστη σποροπαραγωγή την ίδια εποχή, ιδιαίτερα όταν καλλιεργήθηκαν στον αγρό. Στο *H. cretica* αν και χαμηλή, η σποροπαραγωγή της φθινοπωρινής καλλιέργειας ήταν σαφώς καλύτερη σε σχέση με των άλλων δύο ειδών *Asteraceae*, ενώ στο *P. coronopus* κυμάνθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα, ιδιαίτερα στο θερμοκήπιο. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν διαφορετική ευαισθησία των ειδών που μελετήθηκαν, στην άνθηση, καρπόδεση και ανάπτυξη του σπόρου υπό συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών που έφτασαν σε μερικές περιπτώσεις στον αγρό σε επίπεδα παγετού. Επομένως, αν και παρατηρήθηκε άνθηση των υπό μελέτη ειδών σε όλες τις εποχές καλλιέργειας, η φθινοπωρινή καλλιέργεια κατά την οποία τα αναπαραγωγικά στάδια των φυτών πραγματοποιούνται υπό συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών στην ύπαιθρο, θέτοντας σε κίνδυνο την καλλιέργεια και οδηγώντας σε χαμηλή σποροπαραγωγή ιδιαίτερα στα είδη της οικογένειας *Asteraceae*, δεν ενδείκνυται, τουλάχιστον σε περιοχές με εύκρατο κλίμα.

Σε αντίθεση με την ξεκάθαρη θετική επίδραση της ανοιξιιάτικης καλλιέργειας στη συνολική παραγωγή σπόρου, το βάρος σπόρων ανά ταξιαρπία και το βάρος των 1000 σπόρων επηρεάστηκαν με διαφορετικό τρόπο από την εποχή καλλιέργειας ανάλογα με το είδος και το περιβάλλον καλλιέργειας. Ακόμα και όταν στην φθινοπωρινή καλλιέργεια στην ύπαιθρο οι αποδόσεις σε σπόρο ήταν πολύ χαμηλές, το βάρος των 1000 σπόρων δεν υστερούσε, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις υπερτερούσε σε σχέση με εποχές καλλιέργειας που ήταν ευνοϊκές για την σποροπαραγωγή. Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι, σε περιπτώσεις που οι εδαφοκλιματικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές για την παραγωγή των σπόρων, παράγονται τελικά λιγότεροι σπόροι με καλό «γέμισμα», δηλαδή με ικανοποιητικό μέσο βάρος σπόρου (ή βάρος των 1000 σπόρων – Πάσσαμ, 2014).

Όμοια ήταν και η εικόνα στο ποσοστό βλαστικότητας, όπου σε αρκετές περιπτώσεις οι σπόροι από θερμοκηπιακά φυτά είχαν υψηλότερη βλαστικότητα σε σχέση με αυτούς από τα υπαίθρια. Η επίδραση της εποχής καλλιέργειας ήταν διαφορετική σε κάθε είδος, στο *U. picroides* δεν παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη επίδραση στην βλαστικότητα και την ταχύτητα βλάστησης, ενώ στο *R. picroides* η βλαστικότητα ήταν υψηλότερη στο σπόρο από φθινοπωρινή σε σχέση με την χειμερινή και ανοιξιιάτικη καλλιέργεια όπου το ποσοστό δεν ξεπέρασε το 50%

και στο *H. cretica* η φθινοπωρινή καλλιέργεια μείωσε τα πολύ υψηλά ποσοστά βλαστικότητας που παρατηρούνται στις άλλες δύο εποχές, αλλά εντονότερα μείωσε την ταχύτητα βλάστησης. Αξιοσημείωτη μείωση της βλαστικότητας και κυρίως της ταχύτητας βλάστησης παρατηρήθηκε στο *P. coronopus* μεταξύ της φθινοπωρινής και χειμερινής καλλιέργειας, ενώ κατά την άνοιξη παρατηρήθηκε πολύ χαμηλό ποσοστό βλάστησης στα επίπεδα των 16-26%.

Τα χαμηλά ποσοστά βλαστικότητας του *P. coronopus* στην ανοιξιάτικη και του *R. picroides* στη χειμερινή και ανοιξιάτικη καλλιέργεια, οφείλονται στην ύπαρξη πρωτογενούς ενδογενούς ληθάργου, όπως αποδείχθηκε από την σημαντική βελτίωση της βλαστικότητας των σπόρων αυτών μετά ένα έτος αποθήκευσης σε ξηρό περιβάλλον. Πιθανά, οι υψηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν κατά την ωρίμανση των σπόρων της ανοιξιάτικης καλλιέργειας στο *U. picroides* και της χειμερινής και ανοιξιάτικης καλλιέργειας στο *R. picroides* (στο είδος αυτό η συγκομιδή των σπόρων της χειμερινής καλλιέργειας καθυστέρησε και πραγματοποιήθηκε κατά τις αρχές του καλοκαιριού σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών) επιτάχυναν την ωρίμανση και αφυδάτωση των σπόρων πάνω στα μητρικά φυτά, οδηγώντας σε μη πλήρη ωρίμανση των εμβρύων κατά τη συγκομιδή των σπόρων και την εμφάνιση πρωτογενούς ενδογενούς ληθάργου ή αλλιώς λήθαργου φρεσκοσυγκομισμένου σπόρου, ο οποίος άρθηκε με την ξηρή αποθήκευση ή μεθωρίμανση των σπόρων που οδήγησε σε ολοκλήρωση της ωρίμανσης των εμβρύων (Πάσσαμ 2014). Αντίθετα, οι χαμηλότερες θερμοκρασίες και ηλιοφάνεια που επικρατούσαν κατά την διάρκεια της ωρίμανσης των σπόρων στη φθινοπωρινή και χειμερινή καλλιέργεια επέτρεψαν την πλήρη ωρίμανση των εμβρύων εντός των σπόρων πριν τη συγκομιδή τους. Η παρουσία λήθαργου του φρεσκοσυγκομισμένου σπόρου έχει τεκμηριωθεί σε αρκετά είδη της οικογένειας Asteraceae (Karlsson et al., 2008, Monemizadeh et.al., 2021, Nur et al., 2014).

Η μελέτη της αποθηκευσιμότητας του σπόρου σε σχέση με το περιβάλλον και την εποχή καλλιέργειας των μητρικών φυτών έδειξε ότι οι σπόροι διατήρησαν τη βλαστικότητα και βλαστική τους δύναμη εντός 2 ετών από την συγκομιδή τους ανάλογα με το είδος και την εποχή καλλιέργειας και δευτερευόντως με την ανάπτυξη των μητρικών φυτών σε αγρό και θερμοκήπιο. Εκτός από το *H. cretica* που διατήρησε την υψηλή βλαστικότητα των σπόρων μετά από 2 χρόνια αποθήκευσης, ανεξάρτητα από την εποχή καλλιέργειας των φυτών (άνοιξη ή χειμώνας), στο *U. picroides* οι σπόροι της ανοιξιάτικης καλλιέργειας διατήρησαν την βλαστικότητα και βλαστική δύναμη στα αρχικά υψηλά επίπεδα, σε αντίθεση με τους σπόρους της χειμερινής καλλιέργειας (κυρίως όταν τα μητρικά φυτά αναπτύχθηκαν στον αγρό), που έχασαν μεγάλο μέρος της βλαστικότητας και κυρίως της βλαστικής δύναμης μετά 2 έτη αποθήκευσης. Αντίστοιχη επίδραση παρατηρείται και στο *R. picroides*, κυρίως μεταξύ 1^{ου} και

2^ο έτος αποθήκευσης, όπου η ύπαρξη ληθάργου των φρεσκοσυγκομισμένων σπόρων αύξησε την βλαστικότητα κατά το 1^ο έτος της αποθήκευσης σε σχέση με το έτος συγκομιδής, αλλά το 2^ο έτος αποθήκευσης την μείωσε εντονότερα στη χειμερινή καλλιέργεια. Το φαινόμενο της μειωμένης διάρκειας αποθήκευσης των σπόρων της χειμερινής σε σχέση με την ανοιξιάτικη καλλιέργεια στα *U. picroides* και *R. picroides* αλλά όχι στο *H. cretica*, πιθανά σχετίζεται με το υψηλότερο βάρος των 1000 σπόρων από την ανοιξιάτικη σε σχέση με την χειμερινή καλλιέργεια στα *U. picroides* και *R. picroides*, όταν στο *H. cretica* δεν παρατηρείται αντίστοιχη διαφορά. Όμοια, οι Janssen et. al. (2020) παρατήρησαν καλύτερη αποθηκευσιμότητα των σπόρων του *Synthyris bullii* όταν τα μητρικά φυτά αναπτύχθηκαν σε συνθήκες πλήρους ηλιοφάνειας και μερικής σκίασης σε σχέση με συνθήκες έντονης σκίασης. Στο *P. coronopus* παρατηρείται ακριβώς το αντίθετο, με τα υψηλά ποσοστά βλαστικότητας των σπόρων της χειμερινής καλλιέργειας να διατηρούνται τον 1^ο χρόνο αποθήκευσης και να μειώνονται τον 2^ο, ενώ στην ανοιξιάτικη καλλιέργεια η ύπαρξη ληθάργου αύξησε τη βλαστικότητα τον 1^ο χρόνο αλλά τον 2^ο επήλθε μείωση στα επίπεδα του έτους συγκομιδής. Μείωση της βλαστικότητας σπόρων των ειδών *Echinops gmelinii*, *Epilasia acrolasia* και *Koelipinia linearis* μετά από 9 μήνες αποθήκευσης σε ξηρή ατμόσφαιρα σε αντίθεση με την αύξηση μετά 6 μήνες αποθήκευσης σε σχέση με τον φρεσκοσυγκομισμένο σπόρο, αναφέρουν οι Nur et al. (2014).

5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΛΑΧΑΝΕΥΟΜΕΝΩΝ ΕΙΔΩΝ ΣΕ ΤΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΥΟ ΕΠΟΧΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

5.1. Εισαγωγή – Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Όλα τα καλλιεργούμενα φυτικά είδη εκτίθενται τόσο σε βιοτικές, όσο και σε αβιοτικές καταπονήσεις οι οποίες περιορίζουν την ανάπτυξη, την παραγωγή και την ποιότητα του τελικού παραγόμενου βρώσιμου προϊόντος. Στις βιοτικές καταπονήσεις ανήκουν προσβολές από είδη όπως μύκητες, βακτήρια, έντομα και νηματώδεις, ενώ στις αβιοτικές περιλαμβάνονται οι ακτινοβολίες, η αλατότητα, η ξηρασία, η υγρασία, οι ακραίες χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες, τα βαρέα μέταλλα, το pH ακόμη και τα έντονα φυσικά φαινόμενα (πλημμύρες, καταιγίδες, χαλάζι, χιόνι, παγετός). Οι αβιοτικές καταπονήσεις αποτελούν την κύρια αιτία της απώλειας των σημαντικότερων καλλιεργειών, μειώνοντας την απόδοσή τους σχεδόν κατά 50% (Rodriguez et al., 2005). Τα φυτά έχουν αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς με σκοπό να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα από προέρχονται από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες (Gull et al., 2019).

Δύο από τις σημαντικότερες αβιοτικές καταπονήσεις είναι η ξηρασία και η αλατότητα και αρκετά συχνά και οι δύο καταπονήσεις συνδέονται με την έλλειψη επαρκούς ποσότητας νερού. Η έλλειψη αυτή οδηγεί πρωτίστως σε ξηρασία και ως επακόλουθο εμφανίζεται συσσώρευση των αλάτων, με συνέπεια να δημιουργείται συνδυασμένη καταπόνηση στα φυτικά είδη, όπως και σε άλλες περιπτώσεις όπου συνυπάρχουν ξηρασία και υψηλή θερμοκρασία (Mittler et al., 2006). Οι επιπτώσεις αυτών των καταπονήσεων εκφράζονται ως μορφολογικές, φυσιολογικές, βιοχημικές και μοριακές αλλαγές στα φυτά, οι οποίες πολύ συχνά επιδρούν αρνητικά, τόσο στην ανάπτυξη, όσο και στην παραγωγικότητά τους (Rodriguez et al., 2005). Οι επιπτώσεις των ανωτέρω αναφερόμενων αβιοτικών καταπονήσεων έχουν συχνά σαν συνέπεια τον χαμηλότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης, τον υψηλότερο ρυθμό αναπνοής, το κλείσιμο των στοματίων, την υψηλή συγκέντρωση σακχάρων καθώς και δευτερογενών μεταβολιτών (Mittler et al., 2006). Ωστόσο, οι αποκρίσεις (αντιδράσεις) των φυτών στην καταπόνηση, εξαρτώνται από το είδος της καταπόνησης, την ένταση και την διάρκειά της, τον ιστό ή όργανο που έχει επηρεαστεί, καθώς και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών (Dinneny et al., 2008, Tattersall et al., 2007, Pinheiro et al., 2011) και γενικά είναι περίπλοκες (Cramer et al., 2010, Skirycz et al., 2010).

Ένα άλλο είδος σημαντικής αβιοτικής καταπόνησης είναι το χαμηλό pH κοντά στην ριζόσφαιρα των φυτών, κάτι το οποίο οδηγεί είτε άμεσα (π.χ. σοβαρή βλάβη των ριζών λόγω

υψηλής συγκέντρωσης H^+) είτε έμμεσα (π.χ. περιορισμένη διαθεσιμότητα φωσφόρου) στην μείωση της ανάπτυξης των φυτών και την απόδοσή τους (Alam et al., 1999). Σε άλλες μελέτες, το χαμηλό pH σε δύο λαχανευόμενα είδη καλλιεργημένα σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης, οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας σε ολικά διαλυτά στερεά, ολικά φαινολικά, χλωροφύλλες (α, β και ολική) και καροτενοειδή και μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών (Alexopoulos et al., 2021).

Σε υδροπονικά συστήματα επίπλευσης έχει αποδειχθεί πως όταν τα φυτά εκτίθενται σε συνθήκες στρες, όπως χαμηλό pH ή υψηλή συγκέντρωση αλάτων μέσω του θρεπτικού διαλύματος, η απόκριση των φυτών, θετική ή αρνητική, είναι άμεση και αποτελεί ένδειξη ανθεκτικότητας ή όχι σε αυτές τις συνθήκες (Munns et al., 2006). Αντίθετα, η σταδιακή έκθεση των φυτών σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, π.χ., μέσω άρδευσης με αλατούχο νερό στο έδαφος ή σε υποστρώματα, μπορεί να επιτρέψει την σταδιακή προσαρμογή των φυτών στις συνθήκες αυτές λόγω της σταδιακής συσσώρευσης αλάτων στο καλλιεργητικό μέσο και να αποτρέψει με αυτόν τον τρόπο τις αρνητικές επιπτώσεις (Shaar – Moshe et al., 2017, Santangeli et al., 2019). Επιπρόσθετα, οι μεταβολές που παρατηρούνται στα φυτά που υποβάλλονται σε καταπόνηση υψηλής αλατότητας διαφέρουν ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία, φως), όχι μόνο σε ότι αφορά τη φωτοσύνθεση και τη διαπνοή (Schulz et al., 2013), αλλά και σε λειτουργίες που συνδέονται με τον δευτερογενή μεταβολισμό (Alexopoulos et al., 2021, 2023).

5.2. Επίδραση αλατότητας σε φυλλώδη λαχανικά και λαχανευόμενα είδη

Η εδαφική αλατότητα αποτελεί παγκοσμίως ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα καθώς το 25-30% της καλλιεργούμενης γης είναι αλατούχο (Shahid et al., 2018) και αυτό το ποσοστό τείνει να αυξηθεί (IPCC, 2021) πολύ σύντομα λόγω των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και της ανθρώπινης δραστηριότητας (Ltaeif et al., 2021). Η αλατότητα διακρίνεται σε πρωτογενή και δευτερογενή, όπου η πρώτη είναι συνέπεια των φυσικών διεργασιών αποσάθρωσης των πετρωμάτων τα οποία 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. Από την άλλη μεριά, η δευτερογενής αλατότητα προκαλείται από την αντικατάσταση πολυετών καλλιεργειών με ετήσιες, την χρήση αρδευτικού νερού με υψηλή συγκέντρωση αλάτων σε παράκτιες περιοχές (Petretto et al., 2019, Giordano et al., 2021) και ταυτόχρονα την αλόγιστη χρήση χημικών λιπασμάτων (Zhu et al., 2001).

Οι αντιδράσεις των φυτών στην υψηλή αλατότητα, διακρίνονται σε δύο στάδια τα οποία είναι η ωσμωτική καταπόνηση και η τοξικότητα των ιόντων. Η ωσμωτική πίεση του διαλύματος του εδάφους υπό συνθήκες αλατότητας υπερβαίνει την ωσμωτική πίεση των φυτικών κυττάρων εξαιτίας της παρουσίας μεγαλύτερης ποσότητας αλάτων, περιορίζοντας έτσι την ικανότητα των φυτών να συγκρατούν νερό και ιόντα όπως K^+ και Ca^{2+} (Gull et al., 2019). Γενικά επηρεάζεται η θρεπτική ισορροπία στους φυτικούς ιστούς και προκαλείται ανταγωνισμός στην απορρόφηση και μεταφορά θρεπτικών συστατικών (Giordano et al., 2021). Η υπερβολική συσσώρευση ιόντων, όπως είναι τα Na^+ και Cl^- , οδηγεί 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 είναι η βλαστική ανάπτυξη, η φωτοσυνθετική δραστηριότητα, η ιοντική ισορροπία κ.ά. (Parihar et al., 2015, Petretto et al., 2019). Επίσης, προκαλούνται φυσιολογικές και μορφολογικές μεταβολές μέσω της επαγωγής της βιοσύνθεσης δευτερογενών μεταβολιτών, της έκφρασης γονιδίων που σχετίζονται με το στρες και των αλλαγών στη συγκέντρωση των ενδογενώς παραγόμενων ορμονών των φυτών (Rao et al., 2017), επειδή αυτές είναι υπεύθυνες για την διαμεσολάβηση των σημάτων καταπόνησης (Yu et al., 2020). Η προσαρμογή των φυτών σε τέτοιου είδους καταπόνηση, έχει συνδεθεί με τη σύνθεση βιοδραστικών ουσιών (π.χ. φαινολικές) καθώς και ουσιών με ωσμοπροστατευτικές ιδιότητες (π.χ. γλουταμίνες και γ-αμινοβουτυρικό οξύ) (Petrooulos et al., 2018).

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 ανάπτυξη των φυτών, επειδή τα Na^+ και Cl^- που εισέρχονται στον ξυλώδη ιστό (xylem) μεταφέρονται στα κενοτόπια, 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 μειώνεται σταδιακά (Parihar et al., 2015). Η αλατότητα επιδρά επίσης στην φωτοσύνθεση εξαιτίας της μείωσης του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού και της βιοσύνθεσης των 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.)), ενώ η χλωροφύλλη b βρέθηκε να είναι πιο ευαίσθητη στην αύξηση της αλατότητας σε σύγκριση με την χλωροφύλλη a (Saha et al., 2010).

Επιπρόσθετα, η αλατότητα επηρεάζει αρνητικά και την βλάστηση των σπόρων, διότι προκαλεί μείωση του οσμωτικού δυναμικού του μέσου βλάστησης, με συνέπεια την παρεμπόδιση της απορρόφησης νερού από τους σπόρους και μεταβολή της δραστηριότητας (ενεργότητας) των ενζύμων που εμπλέκονται στον μεταβολισμό των νουκλεϊκών οξέων και των πρωτεϊνών (Parihar et al., 2015). Η επίδραση της αλατότητας διαφέρει μεταξύ ειδών και ποικιλιών (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), στο κριθάρι (Akbarimoghaddam et al., 2011), στο καλαμπόκι (Khodarahmpour et al., 2012), σε είδη του γένους Brassica (Ulfat et al., 2007) και στην τομάτα (Kaveh et al., 2011).

Η επίδραση των υψηλών επιπέδων αλατότητας συνδέεται με τη μείωση της ανάπτυξης, την παραγωγή μικρότερων φύλλων, καθώς και με τη μείωση του συνολικού αριθμού φύλλων στα φυτά. Επίσης, άμεση επίδραση παρατηρείται στην μορφολογία των ριζών, καθώς μειώνεται το μήκος και το βάρος τους, ενώ ταυτόχρονα γίνονται πιο λεπτές. Επιπλέον, 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 (Rodriguez et al., 2005). Η ένταση της αντίδρασης των φυτών στην αλατότητα εξαρτάται επίσης από αλληλεπιδράσεις με περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η σχετική υγρασία, η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία αλλά και η ατμοσφαιρική ρύπανση (Shannon and Grieve, 1998). Οι οσμωτικές 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 του φυτού ή του βρώσιμου μέρους του φυτού. Οι ιοντικές επιδράσεις εκδηλώνονται γενικότερα με βλάβες στα φύλλα και στα μεριστώματα ή με συμπτώματα τυπικά των διαταραχών που συνδέονται με την ανόργανη θρέψη των φυτών. Αντίθετα, οι επιπτώσεις αυτού του είδους καταπόνησης, μπορεί να μην είναι μόνο αρνητικές, αλλά μπορεί να επηρεάσουν θετικά την απόδοση, την ποιότητα και την ανθεκτικότητα σε εχθρούς (Shannon and Grieve, 1998).

Από την άλλη μεριά, 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 πρέπει να εφαρμοστεί αλλά και το επίπεδο αλατότητας θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για τα διάφορα είδη ή ακόμη και τις ποικιλίες εντός κάθε είδους,

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 et al. (1994) αναφέρεται διαφορετική επίδραση αλατότητας σε δύο πληθυσμούς ρόκας, καθώς ο ένας βρέθηκε ανεκτικός, ενώ ο άλλος ευαίσθητος. Ο ανεκτικός πληθυσμός συσσωρεύει 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).

Σε γενικές γραμμές, διάφορες επιστημονικές μελέτες, αποδεικνύουν 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 λαχανοφύττα 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 υδροπονική καλλιέργεια σε 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 παρέμεινε ανεπηρέαστο από την υψηλή αγωγιμότητα, ενώ η τιτλοδοτούμενη οξύτητα αυξήθηκε. Στην γαλατσίδα, η οποία εμφανίζεται πιο ανεκτική σε υψηλές συγκεντρώσεις NaCl στο νερό άρδευσης, παρατηρήθηκε υψηλή συγκέντρωση προλίνης και αναλογικά χαμηλότερη μείωση της συγκέντρωσης καλίου στα φύλλα υπό συνθήκες αλατότητας σε σχέση με άλλα λαχανοφύττα είδη όπως τα *Taraxacum officinale*, *Hymenonema graecum* και *Picris echioides*, τα οποία επηρεάστηκαν αρνητικά από την αλατότητα, τόσο σε απόδοση όσο και σε ποιότητα.

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 4η εβδομάδα καλλιέργειας. Ωστόσο, κατά

την 6η εβδομάδα καλλιέργειας σε αυτές τις συνθήκες, αυξήθηκαν τα επίπεδα βιοδραστικών συστατικών και ταυτόχρονα μειώθηκε η απόδοση σε νωπό και ξηρό βάρος. Επίσης, η εφαρμογή υψηλότερης αλατότητας 100 mM NaCl οδήγησε σε σημαντική μείωση συσσώρευσης νιτρικών. Ωστόσο, ανεξάρτητα από τον χρόνο καλλιέργειας αλλά και από τα διαφορετικά επίπεδα αλατότητας, δεν επηρεάστηκαν τα επίπεδα των χλωροφυλλών και των καροτενοειδών, ενώ η αντιοξειδωτική δραστηριότητα, το περιεχόμενο σε ολικά φαινολικά, γλυκοζίτες φλαβονόλης και ανθοκυανίνες αυξήθηκαν αναλογικά με την αλατότητα (Maggini et al., 2021).

Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και στην μελέτη των Sergio et al. (2012), που καλλιεργήσαν άγριο ραδίκι (*Cichorium intybus* L.) σε γλάστρες τοποθετημένες 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 και ξηρού βάρους βλαστών και ριζών, όταν τα φυτά αρδεύτηκαν με διάλυμα 200 mM NaCl. Αντίθετα, υπό συνθήκες αλατότητας, η συγκέντρωση της προλίνης αυξήθηκε αναλογικά περισσότερο στις ρίζες σε σχέση με τα φύλλα, όπως και η δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών ενζύμων APX, CAT, POD και SOD, υποδηλώνοντας ενεργοποίηση αντιοξειδωτικών μηχανισμών.

Οι Petropoulos et al. (2017) αναφέρουν ότι σε σταμναγκάθι που καλλιεργήθηκε σε θερμοκήπιο, 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 συστατικών, όπως και του ασκορβικού οξέος κατά 35%. Ακόμη, η περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες και χλωροφύλλες μειώθηκε σε όλα τα επίπεδα αλατότητας. Παρόμοια, το ασκορβικό οξύ, 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 διαφορές στα αποτελέσματα μεταξύ των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί. 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 $12,6 \text{ dS m}^{-1}$, και αυξημένη συγκέντρωση χλωροφυλλών και καροτενοειδών με εφαρμογή θαλασσινού νερού αγωγιμότητας $10,6 \text{ dS m}^{-1}$.

Μελετώντας την αντίδραση του *Amaranthus lividus* σε διαφορετικά επίπεδα αλατότητας, οι Hossain et al. (2022), αναφέρουν αύξηση των χρωματικών παραμέτρων b^* και chroma (C), των πολυφαινολών, των φλαβονοειδών και των αντιοξειδωτικών κατά την χορήγηση διαλύματος αγωγιμότητας 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 mM NaCl στο νερό άρδευσης (Sarker et al., 2018). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται στην μελέτη των Bonasia et al. (2017), όπου μέτρια επίπεδα αλατότητας ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$) 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. (2017) ανέφεραν αντίστοιχη επίδραση στην περιεκτικότητα 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 $6,9 \text{ dS m}^{-1}$). 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.

5.3. Σκοπός της πειραματικής ενότητας

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, μέρος της παρούσας εργασίας, αποτέλεσε η μελέτη της επίδρασης 3 διαφορετικών επιπέδων αλατότητας (2, 5 και 10 dS/m) στην απόδοση, ποιότητα και διατροφική αξία των τεσσάρων λαχανοκώμενων υπό μελέτη ειδών, της κορκολεκανίδας (*Urospermum picroides*), της γαλατσίδας (*Reichardia picroides* (L.) Roth), της σιταρήθρας (*Hedypnois cretica* (L.) Dum.Cours.) και στο πετειναράκι (*Plantago coronopus*) σε φθινοπωρινή και ανοιξιάτικη καλλιέργεια σε Γλάστρες (γλάστρες) στην ύπαιθρο και σε θερμοκήπιο, καθώς και σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης στο θερμοκήπιο.

5.4. Υλικά και μέθοδοι

Για να πραγματοποιηθούν τα συγκεκριμένα πειράματα καταπόνησης υπό συνθήκες αλατότητας, χρησιμοποιήθηκε η συνταγή του θρεπτικού διαλύματος που αναφέρθηκε παραπάνω, με προσθήκη κατάλληλης ποσότητας NaCl ώστε να αυξηθεί η αγωγιμότητα έως τα επιθυμητά επίπεδα. Πιο αναλυτικά, τόσο στο φθινοπωρινό, όσο και στο ανοιξιάτικο αντίστοιχο πείραμα αλατότητας, χρησιμοποιήθηκαν τρεις μεταχειρίσεις με τρεις διαφορετικές αγωγιμότητες οι οποίες αντιστοιχούσαν στις εξής τιμές: 2 dS/m (θρεπτικό διάλυμα χωρίς NaCl - EC-2), 5 dS/m (EC-5) και 10 dS/m (EC-10).

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. Η κατανομή των επεμβάσεων αλατότητας σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας (σε Γλάστρες στο θερμοκήπιο και αγρό και στο σύστημα επίπλευσης στο θερμοκήπιο) έγινε με βάση το εντελώς τυχαιοποιημένο 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.). Επιπροσθέτως, τονίζεται ότι όλες οι επεμβάσεις αλατότητας ξεκίνησαν αμέσως μετά τη μεταφύτευση των

φυτών, είτε με την τοποθέτηση των δίσκων σε λεκάνες με θρεπτικό διάλυμα κατάλληλης αγωγιμότητας στην επιπλέουσα υδροπονία, είτε με τη χορήγηση κατάλληλου θρεπτικού διαλύματος στα υποστρώματα στις γλάστρες. Παράλληλα, την ημέρα της μεταφύτευσης μεταφέρθηκαν στον αγρό τα φυτά που προορίζονταν για την ανάπτυξη σε γλάστρες εκεί. Ακόμη, σε όλες τις λεκάνες της επίπλευσης τοποθετήθηκαν αντλίες παροχής οξυγόνου έτσι ώστε να αποφευχθεί το φαινόμενο της ανοξίας των ριζών των φυτών.

Οι υπόλοιπες καλλιεργητικές περιποιήσεις και μετρήσεις αλλά και οι μετρήσεις που ακολούθησαν μετά την συγκομιδή του βρώσιμου μέρους των φυτών, ήταν όμοιες με αυτές των υπόλοιπων πειραμάτων και παρουσιάστηκαν παραπάνω στο κεφάλαιο 2 (Υλικά και μέθοδοι). Ακόμη, όλες οι χημικές αναλύσεις που ακολούθησαν ήταν ίδιες με εκείνες που περιεγράφηκαν στο κεφάλαιο 2 (Υλικά και μέθοδοι), με την διαφορά, ότι προσδιορίστηκε και η περιεκτικότητα των φυτών σε προλίνη, όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια, ενώ προσδιορίστηκε η φωτοσυνθετική δραστηριότητα, η στοματική αγωγιμότητα και η διαπνοή των φύλλων των *Urospermum picroides* και *Reichardia picroides* στη φθινοπωρινή καλλιέργεια.

5.4.1. Προσδιορισμός περιεχομένου φύλλων σε προλίνη

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

5.4.2. Προσδιορισμός φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, στοματικής αγωγιμότητας και διαπνοής των φύλλων των *Urospermum picroides* και *Reichardia picroides* σε φθινοπωρινή καλλιέργεια

Οι μετρήσεις φθορισμού χλωροφύλλης και ανταλλαγής αερίων πραγματοποιήθηκαν σε πλήρως εκπτυγμένα φύλλα των φυτών *U. picroides* και *R. picroides* στις 68 και 73 DAS, αντίστοιχα, μεταξύ των ωρών 8:00 και 12:00. Οι μετρήσεις φθορισμού χλωροφύλλης και ανταλλαγής αερίων πραγματοποιήθηκαν στα ίδια φύλλα. Οι *in vivo* παράμετροι του φθορισμού χλωροφύλλης καταγράφηκαν χρησιμοποιώντας φθοριομετρία παλμικής διαμόρφωσης εύρους σήματος για τη μελέτη των καμπυλών απόκρισης των φωτοχημικών παραμέτρων του PSII στην ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας χρησιμοποιώντας φορητό φθορισμόμετρο χλωροφύλλης (PAM 2100, Walz GmbH, Effeltrich, Germany). Κάθε φύλλο εγκλιματίστηκε για 30 λεπτά πριν ληφθούν οι μετρήσεις, χρησιμοποιώντας κλιπ συσκότισης. Μετά τον εγκλιματισμό στο σκοτάδι, ενεργοποιήθηκε το φως μέτρησης (650 nm, περίπου 0,15 $\mu\text{mol quanta m}^{-2}\text{s}^{-1}$ PFD, σταθερό κατά τη διάρκεια όλων των πειραμάτων) και καταγράφηκε η ελάχιστη τιμή φθορισμού στο σκοτάδι (F_0). Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε ένας παλμός κορεσμού 0,8 s (περίπου 15000 $\mu\text{mol quanta m}^{-2}\text{s}^{-1}$ PFD) για την καταγραφή του μέγιστου φθορισμού στο σκοτάδι (F_m). Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε ένα εύρος εντάσεων ακτινικού φωτός (χρησιμοποιώντας τη λάμπα αλογόνου του οργάνου, λευκό φως), μεταξύ περίπου 50 και 1100 $\mu\text{mol quanta m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (η σταθερή κατάσταση επιτεύχθηκε εφαρμόζοντας κάθε ένταση φωτός για 30 δευτερόλεπτα) για τη δημιουργία καμπυλών απόκρισης στο φως. Για κάθε επίπεδο φωτός, προσδιορίστηκε ο μέγιστος φθορισμός στο φως (F_m') και ο τρέχων σταθερός φθορισμός (F_s). Η μέγιστη (εγγενής) κβαντική απόδοση της φωτοχημείας του PSII υπολογίστηκε ως $\Phi_{\text{PSIIo}} = F_v/F_m$, όπου $F_v = F_m - F_0$. Η λειτουργική κβαντική απόδοση της φωτοχημείας PSII υπολογίστηκε ως $\Phi_{\text{PSII}} = \Delta F/F_m' = (F_m' - F_s)/F_m'$ (Genty et al., 1989), όπου F_s είναι ο φθορισμός σταθερής κατάστασης αμέσως πριν από την εφαρμογή του παλμού κορεσμού. Ο ρυθμός μεταφοράς ηλεκτρονίων (ETR) υπολογίστηκε ως $\text{ETR} = Q \times \Phi_{\text{PSII}} \times 0,5 \times 0,84$ (όπου Q είναι η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και υποθέτοντας ίση κατανομή φωτονίων μεταξύ των δύο φωτοσυστημάτων και απορρόφηση φύλλου 84%). Οι συντελεστές απόσβεσης του φθορισμού (φωτοχημική απόσβεση, q_P και μη φωτοχημική απόσβεση, q_N) υπολογίστηκαν σύμφωνα με τους van Kooten και Snel (van kooten et al., 1990) και Baker (Baker et al., 2008), ως $q_P = \Delta F/(F_m' - F_0') = (F_m' - F_s)/(F_m' - F_0')$ και $q_N = (F_m -$

$F_m')/(F_m - F_o')$. Η παράμετρος F_o' υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας την προσέγγιση των Oxborough and Baker (Oxborough et al., 1997): $F_o' = F_o/(F_v/F_m + F_o/F_m')$.

Η μη φωτοχημική απόσβεση κατά Stern–Volmer υπολογίστηκε ως $NPQ = (F_m - F_m')/F_m'$ (Lichtenthaler et al., 1987). Οι μετρήσεις του ρυθμού αφομοίωσης CO_2 και της στοματικής αγωγιμότητας στον φωτοκορεσμό πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας φορητό όργανο ανταλλαγής αερίων ανοιχτού κυκλώματος (LCPro+, ADC BioScientific Ltd., Hoddesdon, UK), εξοπλισμένο με θάλαμο πλατύφυλλων που περικλείει 6,25 cm² επιφάνειας φύλλου. Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία αέρα εντός του θαλάμου ήταν $29,3 \pm 2,1$ °C και $41,3 \pm 3,6\%$, αντίστοιχα. Οι παράμετροι ανταλλαγής αερίων (ρυθμός αφομοίωσης CO_2 (A_n), ρυθμός διαπνοής (E), εσωτερική συγκέντρωση CO_2 (c_i) και στοματική αγωγιμότητα προς το H_2O (g_s)) μετρήθηκαν σε ατμοσφαιρική συγκέντρωση CO_2 με κεφαλή LED του θαλάμου του οργάνου (1840 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Κάθε φύλλο εγκλιματίστηκε τουλάχιστον για 10 λεπτά πριν από την καταγραφή της μέτρησης.

Ο ρυθμός αφομοίωσης CO_2 (A_n) των φυτών *U. picrooides* που καλλιεργούνταν σε γλάστρες, είτε στον αγρό είτε στο θερμοκήπιο (GP) δεν επηρεάστηκε από την αλατότητα. Ωστόσο, στο πλωτό σύστημα επίπλευσης (FH), η μεταχείριση EC5 έδωσε στις χαμηλότερες τιμές A_n (Εικόνα 2A). Ομοίως, η αλατότητα δεν επηρέασε το A_n στα φυτά *R. picrooides* που αναπτύχθηκαν στο σύστημα GP, ενώ οι συνθήκες υψηλής αλατότητας (EC-10) είχαν έδωσαν χαμηλότερες τιμές σε σύγκριση με τη μεταχείριση EC-5 (Εικόνα 2A).

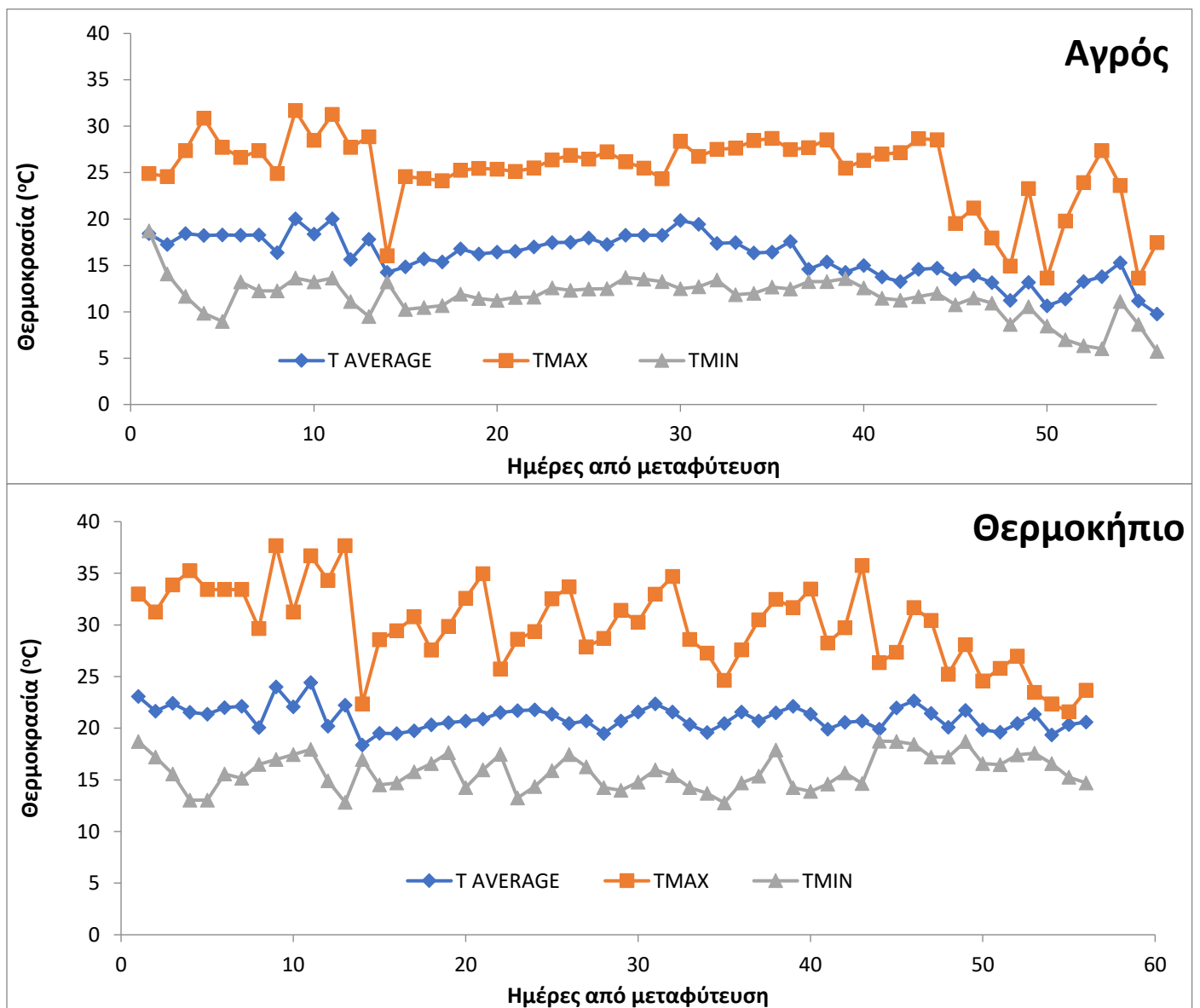
Εικόνα 1. Επίδραση αλατότητας στη συγκέντρωση νιτρικών αλάτων ($\text{mg NO}_3 \text{ kg}^{-1}$ νωπού βάρους (f.w.)) των ειδών που καλλιεργούνται σε διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας (μέσος όρος \pm S.D., $n = 5$). Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις στήλες υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων αλατότητας σε κάθε σύστημα καλλιέργειας σύμφωνα με τη δοκιμή πολλαπλών συγκρίσεων κατά Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

5.5. Αποτελέσματα

5.5.1. Φθινοπωρινή καλλιέργεια

5.5.1.1. Διακύμανση θερμοκρασιών στον αγρό και το θερμοκήπιο κατά την φθινοπωρινή καλλιέργεια

Στα ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζονται οι ελάχιστες, μέσες και μέγιστες θερμοκρασίες που επικράτησαν σε όλη την πειραματική καλλιέργεια, από την μεταφύτευση, έως τη συγκομιδή των φυτών στον αγρό και το θερμοκήπιο.



Διάγραμμα 5.1. Ελάχιστες, μέσες και μέγιστες θερμοκρασίες 24ωρου που επικράτησαν στον αγρό και το θερμοκήπιο καθ' όλη τη διάρκεια της φθινοπωρινής καλλιέργειας.

5.5.1.2. Χρονοδιάγραμμα καλλιέργειας σε κάθε είδος

Στον πίνακα 5.1. παρουσιάζεται το χρονοδιάγραμμα της φθινοπωρινής καλλιέργειας, όσον αφορά τη σπορά, μεταφύτευση και συγκομιδή σε κάθε είδος, καθώς και η διάρκεια της καλλιέργειας από τη μεταφύτευση ως τη συγκομιδή, ως ημέρες μετά τη μεταφύτευση (HMM).

Πίνακας 5.1. Χρονοδιάγραμμα σποράς, μεταφύτευσης και συγκομιδής σε κάθε είδος κατά την φθινοπωρινή καλλιέργεια.

Είδη- Συστήματα	Σπορά	Μεταφύ- τευση	Συγκομιδή	HMM	
<i>Urospermum picroides</i>	Θερμοκήπιο -γλάστρες		11/11/2021	29	
	Θερμοκήπιο - επίπλευση	26/8/2021	12/10/2021	9/11/2021	27
	Αγρός			12/11/2021	30
<i>Reichardia picroides</i>	Θερμοκήπιο -γλάστρες			4/11/2021	36
	Θερμοκήπιο - επίπλευση	23/8/2021	28/9/2021	2/11/2021	35
	Αγρός			25/11/2021	57
<i>Hedypnois cretica</i>	Θερμοκήπιο -γλάστρες			27/10/2021	29
	Θερμοκήπιο - επίπλευση	23/8/2021	28/9/2021	26/10/2021	28
	Αγρός			13/11/2021	46
<i>Plantago coronopus</i>	Θερμοκήπιο -γλάστρες			18/11/2021	43
	Θερμοκήπιο - επίπλευση	17/8/2021	5/10/2021	10/11/2021	35
	Αγρός			7/12/2021	62

5.5.1.3. Βλαστική ανάπτυξη κατά την φθινοπωρινή καλλιέργεια

Σε όλα τα είδη που καλλιεργήθηκαν στο θερμοκήπιο, εκτός από το *Reichardia picroides* όταν καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες (ΘΓ), το υψηλό επίπεδο αλατότητας (10 dS/m) μείωσε σημαντικά τον αριθμό των φύλλων ανά φυτό σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Αντίθετα, στον αγρό (ΑΓ), το υψηλότερο επίπεδο αλατότητας μείωσε τον αριθμό των φύλλων μόνο στο *U. picroides*, ενώ τα *R. picroides* και *H. cretica* έμειναν ανεπηρέαστα από τα διάφορα επίπεδα αλατότητας. Η ενδιάμεση αλατότητα (5 dS/m) επηρέασε αρνητικά τον αριθμό των φύλλων μόνο στο *H. cretica* σε υδροπονία (ΘΥ) και *P. coronopus* ΘΓ και ΘΥ σε σύγκριση με τους μάρτυρες, ενώ ήταν ευεργετική για τα φυτά *R. picroides* ΘΓ και *P. coronopus* ΑΓ. Σε γενικές γραμμές, η επίδραση της αλατότητας στην φυλλική επιφάνεια των φυτών ακολούθησε εκείνη στον αριθμό των φύλλων, με λίγες εξαιρέσεις. Έτσι, τα φυτά *P. coronopus* ΘΥ είχαν μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια στα 5 και 10 dS/m σε σύγκριση με τους μάρτυρες, αν και η

απόκριση του αριθμού των φύλλων ήταν ακριβώς αντίθετη και παρατηρήθηκε μια πιο έντονη επίδραση της αλατότητας στη φυλλική επιφάνεια των φυτών *U. picroides* σε σχέση με τον αριθμό των φύλλων σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας (Πίνακας 5.2).

Η παρουσία σημαντικών αλληλεπιδράσεων σε ορισμένες περιπτώσεις υποδηλώνει μια διαφορετική επίδραση της αλατότητας σε σχέση με το χρησιμοποιούμενο σύστημα καλλιέργειας. Σε όλα τα είδη εκτός από το *U. picroides*, τα φυτά του αγρού (ΑΓ) δεν επηρεάστηκαν αρνητικά από την αλατότητα (ή ευνοήθηκαν ακόμη και από 5 dS/m στο *P. coronopus*), αν και η αλατότητα είχε αρνητική επίδραση στα φυτά θερμοκηπίου. Τα φυτά ΘΥ του *H. cretica* επηρεάστηκαν σοβαρά από 10dS/m, καθώς παρήγαγαν το μισό αριθμό φύλλων και μόνο το ¼ της φυλλικής επιφάνειας των μαρτύρων. Ωστόσο, η αντίστοιχη επίδραση ήταν πολύ λιγότερο έντονη στα φυτά ΘΓ και δεν υπήρξε καμία επίδραση στον αγρό. Αντίθετα, στο *P. coronopus* και τα δύο επίπεδα αλατότητας μείωσαν τον αριθμό των φύλλων των φυτών ΘΓ και ΘΥ και τη φυλλική επιφάνεια των φυτών ΘΓ, ενώ δεν υπήρξε ούτε αρνητική ούτε θετική επίδραση της αλατότητας στη φυλλική επιφάνεια στα φυτά της επίπλευσης, τόσο στον αριθμό των φύλλων όσο και στη φυλλική επιφάνεια στα φυτά του αγρού (Πίνακας 5.2).

Ομοίως, η απόδοση των φυτών (δηλαδή το νωπό βάρος των φύλλων) επηρεάστηκε ποικιλοτρόπως από την αλατότητα ανάλογα με το είδος, το σύστημα καλλιέργειας και το επίπεδο αλατότητας, όπως φαίνεται από τις σημαντικές αλληλεπιδράσεις αλατότητας x σύστημα καλλιέργειας σε όλα τα είδη (Πίνακας 5.3). Όλα τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στο θερμοκήπιο, εκτός από τα φυτά *R. picroides* ΘΓ και *P. coronopus* ΘΥ, επηρεάστηκαν αρνητικά από 10 dS/m, ενώ στον αγρό μόνο τα φυτά *U. picroides* παρουσίασαν τέτοια αντίδραση, σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Αντίθετα, τα 5 dS/m είχαν είτε αρνητική (φυτά *U. picroides* ΘΓ, *H. cretica* ΘΓ και ΘΥ και *P. coronopus* ΘΓ) είτε καμία επίδραση (φυτά *R. picroides* σε ΘΥ και *U. picroides*, *R. picroides* και *H. cretica* ΑΓ), ενώ στα φυτά *R. picroides* ΘΓ, *U. picroides* ΘΥ και *P. coronopus* ΘΥ και ΑΓ ήταν ευνοϊκή για την ανάπτυξη των φυτών, σε σύγκριση με τα φυτά που δεν έλαβαν NaCl (Πίνακας 5.3).

Σε αντίθεση με το νωπό βάρος, το ξηρό βάρος των φύλλων (Πίνακας 5.3) επηρεάστηκε στις περισσότερες περιπτώσεις (*U. picroides* και *H. cretica* σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας, φυτά *P. coronopus* ΘΓ και *R. picroides* ΑΓ) αρνητικά από τα 10 dS/m σε σχέση με τον μάρτυρα. Ωστόσο δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση στα φυτά *R. picroides* ΘΓ και ΑΓ, όπως και στα *P. coronopus* ΑΓ. Τέλος, στα φυτά *P. coronopus* ΘΥ προέκυψε θετική επίδραση καθώς αυξήθηκε το ξηρό βάρος στην υψηλή αλατότητα σε σχέση με τον μάρτυρα. Επιπλέον, η μέτρια μεταχείριση αλατότητας είτε δεν επηρέασε το τελικό ξηρό βάρος των φυτών όπως παρατηρείται σε όλα τα συστήματα του *R. picroides* και στα φυτά που αναπτύχθηκαν στον

αγρό των ειδών *H. cretica* και *P. coronopus*, είτε τα επηρέασε αρνητικά σε σχέση με τον μάρτυρα μειώνοντας το ξηρό βάρος, όπως φαίνεται στα *U. picroides*, *H. cretica* και *P. coronopus* ΘΓ και *U. picroides* ΑΓ (Πίνακας 5.3).

Από την άλλη μεριά το ποσοστό ξηρού βάρους παρέμεινε ανεπηρέαστο από την διαφορετική αλατότητα στις περισσότερες περιπτώσεις ανεξαρτήτως είδους και συστήματος. Ωστόσο η υψηλή αλατότητα μείωσε το ποσοστό ξηρού βάρους στον αγρό του *U. picroides* αλλά το αύξησε στην επίπλευση του ίδιου είδους όπως και του *H. cretica* συγκρινόμενα με τον μάρτυρα. Η μέτρια αγωγιμότητα είτε είχε όμοιες τιμές με τον μάρτυρα όπως η επίπλευση του *U. picroides*, είτε μικρότερες όπως στις γλάστρες θερμοκηπίου του *R. picroides*, είτε ακόμη και υψηλότερες όπως συνέβη στην επίπλευση του *H. cretica* (Πίνακας 5.4).

Η ειδική μάζα φύλλου (LMA) σύμφωνα με τον πίνακα 5.4, επηρεάστηκε είτε θετικά από την χορήγηση υψηλής αλατότητας καθώς αυξήθηκαν οι τιμές του σε σχέση με τους μάρτυρες (*U. picroides* ΘΓ- ΘΥ, *R. picroides* ΘΓ, *H. cretica* ΘΥ και *P. coronopus* ΘΓ), είτε παρέμειναν σταθερές ανεξαρτήτως επιπέδου αλατότητας. Η καταπόνηση με μέτρια αλατότητα επέδρασε διαφορετικά στις τιμές της ειδικής μάζας φύλλου (LMA) καθώς σε σχέση με τους μάρτυρες τα φυτά εντός θερμοκηπίου τόσο του *U. picroides* όσο και του *P. coronopus* είχαν ίδιες τιμές, στα *R. picroides* μειώθηκαν στο ΘΓ, αλλά αυξήθηκαν στα άλλα δύο συστήματα που καλλιεργήθηκε, όπως και στην επίπλευση των *H. cretica*.

Πίνακας 5.2. Επίδραση της αλατότητας στον αριθμό φύλλων και στη φυλλική επιφάνεια ανά φυτό (cm²) τεσσάρων λαχανουόμενων ειδών που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)
<i>Αλατότητα (Α)</i>	***	***	ns	ns	***	***	***	ns
<i>Σύστημα καλλιέργειας (Σ)</i>	***	***	***	***	***	***	**	***
<i>Α x Σ</i>	ns	*	ns	ns	***	***	ns	***
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	13,3 ± 0,6 a*	568,6 ± 51,5 a	18,9 ± 2,2 b	413,6 ± 32,6 ab	38,8 ± 4,3 a	664,1 ± 33,2 a	50,9 ± 6,7 a	330,5 ± 43,9 a
5 dS/m	12,8 ± 0,9 a	483,5 ± 41,1 b	23,9 ± 2,3 a	462,4 ± 41,1 a	35,5 ± 2,1 ab	554,4 ± 42,7 b	38,2 ± 6,1 b	256,9 ± 22,9 b
10 dS/m	11,7 ± 0,5 b	398,5 ± 72,0 c	18,6 ± 2,7 b	400,3 ± 42,3 b	31,4 ± 2,0 b	439,9 ± 33,7 c	38,5 ± 3,7 b	226,5 ± 27,4 b
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	12,7 ± 0,9 a	452,1 ± 36,4 b	19,0 ± 0,7 a	303,4 ± 33,2 a	27,5 ± 2,4 a	415,9 ± 32,7 a	70,5 ± 6,3 a	212,1 ± 25,0 b
5 dS/m	11,9 ± 0,3 ab	520,4 ± 46,5 a	18,6 ± 2,0 a	294,9 ± 31,8 a	18,3 ± 1,3 b	278,8 ± 9,6 b	45,4 ± 5,2 b	281,4 ± 42,2 a
10 dS/m	11,1 ± 1,1 b	358,6 ± 30,4 c	16,2 ± 1,6 b	222,8 ± 20,7 b	13,6 ± 1,3 c	101,0 ± 10,5 c	43,2 ± 5,0 b	258,0 ± 34,1 a
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	10,8 ± 0,9 a	278,0 ± 25,3 a	37,2 ± 4,4 a	377,3 ± 58,9 a	27,9 ± 1,3 a	431,6 ± 21,8 a	60,1 ± 6,9 a	197,9 ± 13,7 a
5 dS/m	9,5 ± 1,2 ab	240,2 ± 19,7 b	36,4 ± 5,9 a	364,3 ± 66,9 a	26,2 ± 1,6 a	399,5 ± 32,4 a	57,7 ± 7,2 a	223,3 ± 28,2 a
10 dS/m	8,8 ± 0,7 b	176,2 ± 13,0 c	39,7 ± 7,0 a	396,8 ± 64,7 a	28,8 ± 2,6 a	423,3 ± 46,4 a	54,8 ± 8,6 a	203,3 ± 23,3 a

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές. Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Πίνακας 5.3. Επίδραση της αλατότητας στο νωπό και ξηρό βάρος ανά φυτό (g) τεσσάρων λαχανουόμενων ειδών που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Νωπό βάρος φύλλων (g)	Ξηρό βάρος φύλλων (g)	Νωπό βάρος φύλλων (g)	Ξηρό βάρος φύλλων (g)	Νωπό βάρος φύλλων (g)	Ξηρό βάρος φύλλων (g)	Νωπό βάρος φύλλων (g)	Ξηρό βάρος φύλλων (g)
<i>Αλατότητα (Α)</i>	***	***	ns	ns	***	***	*	ns
<i>Σύστημα καλλιέργειας (Σ)</i>	***	***	***	***	***	***	ns	***
<i>Α x Σ</i>	*	**	*	*	***	***	*	**
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	25,3 ± 2,2 a*	1,77 ± 0,11 a	25,8 ± 2,0 b	1,55 ± 0,12 a	27,5 ± 1,9 a	2,20 ± 0,15 a	30,3 ± 3,5 a	2,07 ± 0,30 a
5 dS/m	22,4 ± 1,2 b	1,57 ± 0,23 b	30,7 ± 2,3 a	1,53 ± 0,12 a	22,9 ± 2,0 b	1,83 ± 0,16 b	22,7 ± 1,8 b	1,44 ± 0,21 b
10 dS/m	20,0 ± 1,9 b	1,60 ± 0,23 b	26,8 ± 3,1 b	1,61 ± 0,24 a	17,8 ± 1,7 c	1,42 ± 0,14 c	19,8 ± 0,5 b	1,50 ± 0,27 b
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	22,9 ± 1,6 b	1,38 ± 0,10 b	21,0 ± 2,7 a	1,26 ± 0,17 a	19,4 ± 1,2 a	1,36 ± 0,08 a	23,1 ± 2,4 b	1,16 ± 0,12 b
5 dS/m	25,7 ± 1,6 a	1,54 ± 0,09 a	19,3 ± 1,2 a	1,35 ± 0,09 a	14,8 ± 0,5 b	1,33 ± 0,05 b	31,3 ± 5,3 a	1,47 ± 0,23 a
10 dS/m	17,9 ± 2,1 c	1,25 ± 0,11 c	15,5 ± 2,2 b	0,93 ± 0,13 b	4,9 ± 0,6 c	0,53 ± 0,03 c	24,3 ± 1,5 b	1,46 ± 0,09 a
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	14,7 ± 1,1 a	1,32 ± 0,10 a	31,9 ± 4,4 a	2,16 ± 0,31 a	24,6 ± 0,8 a	2,96 ± 0,10 a	22,9 ± 1,3 b	1,83 ± 0,11 a
5 dS/m	13,3 ± 1,2 a	1,06 ± 0,10 b	33,2 ± 6,0 a	2,32 ± 0,42 a	23,5 ± 0,9 a	2,82 ± 0,11 ab	26,7 ± 2,0 a	1,87 ± 0,14 a
10 dS/m	10,1 ± 1,3 b	0,71 ± 0,09 c	35,8 ± 4,9 a	2,57 ± 0,35 a	24,4 ± 2,3 a	2,69 ± 0,25 b	22,4 ± 2,9 b	1,71 ± 0,16 a

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές. Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Πίνακας 5.4. Επίδραση της αλατότητας στο ποσοστό ξηρού βάρους (%) και στην ειδική μάζα φύλλου (LMA) (mg/cm^2) τεσσάρων λαχανευόμενων ειδών που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Ποσοστό ξηρού βάρους (%)	LMA (mg/cm^2)	Ποσοστό ξηρού βάρους (%)	LMA (mg/cm^2)	Ποσοστό ξηρού βάρους (%)	LMA (mg/cm^2)	Ποσοστό ξηρού βάρους (%)	LMA (mg/cm^2)
<i>Αλατότητα (Α)</i>	ns	ns	ns	***	**	***	***	**
<i>Σύστημα καλλιέργειας (Σ)</i>	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>Α x Σ</i>	***	***	ns	***	***	***	ns	ns
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	7,20 ± 0,45 a	3,11 ± 0,22 b	6,20 ± 0,45 a	3,75 ± 0,13 b	7,89 ± 0,76 a	3,31 ± 0,09 a	6,65 ± 0,45 a	5,96 ± 0,14 b
5 dS/m	6,80 ± 0,84 a	3,26 ± 0,22 b	5,00 ± 0,01 b	3,32 ± 0,16 c	8,04 ± 0,82 a	3,30 ± 0,19 a	6,45 ± 0,54 a	5,61 ± 0,64 b
10 dS/m	7,40 ± 0,55 a	3,79 ± 0,38 a	6,25 ± 0,52 a	4,02 ± 0,22 a	8,25 ± 0,70 a	3,24 ± 0,25 a	7,22 ± 0,40 a	6,61 ± 0,41 a
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	6,00 ± 0,01 b	3,05 ± 0,19 b	6,20 ± 0,84 a	4,14 ± 0,17 b	7,35 ± 0,83 b	3,28 ± 0,21 c	5,46 ± 0,23 a	5,94 ± 0,69 a
5 dS/m	6,25 ± 0,50 b	2,98 ± 0,23 b	7,20 ± 1,30 a	4,60 ± 0,27 a	8,57 ± 0,61 b	4,78 ± 0,20 b	5,34 ± 0,27 a	5,47 ± 0,26 a
10 dS/m	7,00 ± 0,01 a	3,49 ± 0,27 a	6,40 ± 0,55 a	4,17 ± 0,24 b	11,93 ± 0,01 a	5,75 ± 0,45 a	5,76 ± 0,45 a	5,96 ± 0,31 a
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	9,00 ± 0,71 a	4,76 ± 0,37 a	7,20 ± 1,13 a	5,75 ± 0,11 b	11,65 ± 0,55 a	6,86 ± 0,44 a	8,06 ± 0,90 a	9,28 ± 0,56 a
5 dS/m	8,20 ± 0,84 a	4,43 ± 0,36 a	6,80 ± 0,45 a	6,38 ± 0,05 a	11,57 ± 1,41 a	7,11 ± 0,68 a	7,34 ± 0,54 a	8,06 ± 0,69 b
10 dS/m	7,00 ± 0,01 b	4,02 ± 0,36 a	7,00 ± 0,71 a	6,52 ± 0,43 a	11,19 ± 0,91 a	6,36 ± 0,38 a	8,21 ± 0,77 a	8,81 ± 0,47 ab

*Διπαραγοντική ανάλυση: *:* σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; ***:* σημαντικές διαφορές σε 1%; ****:* σημαντικές διαφορές σε 0,1%; *ns:* μη σημαντικές διαφορές. Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

5.5.1.4. Οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά φύλλων φθινοπωρινής καλλιέργειας

Σε σύγκριση με τους μάρτυρες, τα φυτά που τους χορηγήθηκε διάλυμα με υψηλή αγωγιμότητα (10 dS/m) αύξησαν στις περισσότερες περιπτώσεις (φυτά *U. picroides*, *H. cretica* και *P. coronopus* ΘΓ, φυτά ΘΥ όλων των ειδών και φυτά *H. cretica* και *P. coronopus* (ΑΓ) την περιεκτικότητά τους σε ΟΔΣ. Από την άλλη μεριά, τα φυτά *R. picroides* ΘΓ και τα *U. picroides* και *R. picroides* ΑΓ δεν επηρεάστηκαν από την διαφορετική αλατότητα και είχαν όμοια περιεκτικότητα ΟΔΣ σε όλα τα επίπεδα. Η μέτρια αγωγιμότητα είχε λιγότερο σημαντική επίδραση στο ΟΔΣ των φύλλων, καθώς αυξήθηκε η περιεκτικότητα σε σύγκριση με τους μάρτυρες σε λιγότερες περιπτώσεις από την υψηλή αγωγιμότητα (*U. picroides* ΘΓ, *R. picroides*, *H. cretica* και *P. coronopus* ΘΥ και *H. cretica* ΑΓ). Συνολικά, δεν παρατηρήθηκε καμία αρνητική επίδραση της αλατότητας στην ΟΔΣ των φύλλων σε κανένα είδος και σε κανένα σύστημα καλλιέργειας που μελετήθηκε (Πίνακας 5.5).

Αντίθετα, η αλατότητα είχε μεταβλητή επίδραση στην τιτλοδοτούμενη οξύτητα (ΤΟ) των φύλλων, ανάλογα με το είδος, το επίπεδο αλατότητας και το σύστημα καλλιέργειας. Αν και τα 10 dS/m δεν είχαν καμία επίδραση στην ΤΟ των φύλλων στα φυτά *U. picroides* και *R. picroides* ΘΓ και στα φυτά *H. cretica* ΘΥ, τα 5 dS/m μείωσαν σημαντικά την τιτλοδοτούμενη οξύτητα σε σχέση με τους μάρτυρες. Στο *P. coronopus* η αλατότητα μείωσε την τιτλοδοτούμενη οξύτητα σε σχέση με τους μάρτυρες τόσο στα 5 όσο και στα 10 dS/m στα φυτά ΘΓ και ΑΓ και μόνο στα 10 dS/m στα φυτά ΘΥ. Ομοίως, οι δύο μεταχειρίσεις με αλατότητα μείωσαν την ΤΟ των φύλλων του *U. picroides* στα φυτά ΑΓ, ενώ τα 5 dS/m στα φυτά ΘΓ μείωσαν και τα 10 dS/m στα φυτά ΘΥ αύξησαν την ΤΟ σε σύγκριση με τα αντίστοιχα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε 2 dS/m. Τέλος, η τιτλοδοτούμενη οξύτητα των φύλλων του *R. picroides* στα φυτά ΘΥ και ΑΓ και του *H. cretica* στα φυτά ΑΓ, δεν επηρεάστηκε από κανένα επίπεδο αλατότητας (Πίνακας 5.5).

Γενικά, η αλατότητα δεν είχε ισχυρή επίδραση στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών και των καροτενοειδών στα φύλλα, σε σύγκριση με την αντίστοιχη επίδρασή της στην ανάπτυξη των φυτών. Ωστόσο, η επίδρασή της ήταν και πάλι μεταβλητή μεταξύ των ειδών και των συστημάτων καλλιέργειας (Πίνακας 5.6). Η αλατότητα δεν είχε καμία επίδραση στη συγκέντρωση των χρωστικών στα φύλλα του *P. coronopus* (εκτός από μια αρνητική επίδραση 5 dS/m στη συγκέντρωση των καροτενοειδών στα φυτά ΘΥ), ανεξάρτητα από το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε. Το *H. cretica*, αντίθετα, παρουσίασε αύξηση της συγκέντρωσης των χρωστικών σε κάθε επίπεδο αλατότητας στα φυτά ΘΓ, ενώ μόνο το 5dS/m ευνόησε τη

συσσώρευση χρωστικών στα φυτά της επίπλευσης (ΘΥ) και το 10dS/m είχε αρνητική επίδραση στη συγκέντρωση τόσο των χλωροφυλλών όσο και των καροτενοειδών στα φυτά του αγρού (ΑΓ) (Πίνακας 5.6). Στο *R. picroides* παρατηρήθηκε θετική επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση των χρωστικών στα φύλλα σε 10dS/m σε φυτά ΘΓ, αλλά δεν υπήρξε καμία επίδραση στην περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη στα φυτά που αναπτύχθηκαν στα άλλα δύο συστήματα. Ωστόσο, τα καροτενοειδή ευνοήθηκαν και από τα δύο επίπεδα αλατότητας στο σύστημα επίπλευσης, αλλά μειώθηκαν από τα 10dS/m στον αγρό. Στο *U. picroides*, η μέτρια αγωγιμότητα μείωσε την συγκέντρωση χλωροφυλλών στα συστήματα ενός θερμοκηπίου (ΘΓ, ΘΥ), ενώ ο αγρός έμεινε ανεπηρέαστος. Ταυτόχρονα, το περιεχόμενο σε καροτενοειδή του ίδιου είδους, έμειναν ίδιο στο ΘΓ, ενώ στην ΘΥ η μέτρια αλατότητα μείωσε την συγκέντρωση αυτή, όπως συνέβη και στον αγρό και στα δύο επίπεδα αλατότητας (Πίνακας 5.6).

Πίνακας 5.5. Επίδραση της αλατότητας στο περιεχόμενο των φύλλων σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (TSSC) και σε τιτλοδοτούμενη οξύτητα (TA) τεσσάρων λαχανοφύτων ειδών που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο σε τρία συστήματα καλλιέργειας (M.O.±T.A., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	TSSC	TA (g malic acid/100g v.β.)	TSSC	TA (g malic acid/100g v.β.)	TSSC	TA (g malic acid/100g v.β.)	TSSC	TA (g malic acid/100g v.β.)
	(°Brix)		(°Brix)		(°Brix)		(°Brix)	
<i>Αλατότητα (Α)</i>	***	**	ns	ns	***	ns	***	***
<i>Σύστημα καλλιέργειας (Σ)</i>	**	ns	**	ns	***	***	**	***
<i>Α x Σ</i>	ns	*	*	ns	*	*	ns	ns
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	2,34 ± 0,17 b	0,074 ± 0,015 a	2,40 ± 0,27 a	0,057 ± 0,005 a	3,28 ± 0,21 b	0,058 ± 0,010 b	2,45 ± 0,26 b	0,086 ± 0,007 a
5 dS/m	2,74 ± 0,27 a	0,050 ± 0,005 b	2,14 ± 0,27 a	0,046 ± 0,010 b	3,04 ± 0,48 b	0,080 ± 0,001 b	2,32 ± 0,18 b	0,053 ± 0,011 b
10 dS/m	2,98 ± 0,24 a	0,070 ± 0,009 a	2,46 ± 0,26 a	0,058 ± 0,009 a	3,83 ± 0,43 a	0,081 ± 0,005 a	3,00 ± 0,29 a	0,053 ± 0,005 b
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	2,26 ± 0,23 b	0,053 ± 0,006 b	2,34 ± 0,22 b	0,054 ± 0,009 a	3,04 ± 0,36 c	0,051 ± 0,008 a	1,98 ± 0,11 c	0,051 ± 0,007 a
5 dS/m	2,44 ± 0,29 b	0,059 ± 0,011 ab	3,06 ± 0,15 a	0,059 ± 0,007 a	3,53 ± 0,26 b	0,061 ± 0,007 a	2,28 ± 0,16 b	0,058 ± 0,007 a
10 dS/m	3,23 ± 0,33 a	0,068 ± 0,007 a	2,88 ± 0,28 a	0,058 ± 0,014 a	4,95 ± 0,21 a	0,049 ± 0,001 a	2,68 ± 0,29 a	0,039 ± 0,006 b
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	3,18 ± 0,54 a	0,078 ± 0,015 a	2,70 ± 0,31 a	0,057 ± 0,006 a	4,33 ± 0,34 b	0,064 ± 0,010 a	2,50 ± 0,27 a	0,061 ± 0,007 a
5 dS/m	2,98 ± 0,55 a	0,055 ± 0,012 b	2,30 ± 0,38 a	0,059 ± 0,012 a	5,26 ± 0,31 a	0,057 ± 0,006 a	2,36 ± 0,32 a	0,044 ± 0,007 b
10 dS/m	3,54 ± 0,59 a	0,056 ± 0,007 b	2,48 ± 0,29 a	0,061 ± 0,013 a	4,94 ± 0,26 a	0,063 ± 0,005 a	2,76 ± 0,23 a	0,039 ± 0,005 b

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές.

Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Πίνακας 5.6. Επίδραση της αλατότητας στο περιεχόμενο των φύλλων σε ολική χλωροφύλλη και καροτενοειδή τεσσάρων λαχανουόμενων ειδών που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)
<i>Αλατότητα (Α)</i>	***	***	ns	ns	**	*	ns	ns
<i>Σύστημα καλλιέργειας (Σ)</i>	***	*	*	***	***	***	***	***
<i>Α x Σ</i>	ns	ns	ns	ns	***	***	ns	*
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	111,1 ± 13,9 a	10,0 ± 2,14 a	62,6 ± 4,0 b	5,37 ± 0,53 b	80,8 ± 2,3 c	7,75 ± 0,27 c	86,6 ± 6,7 a	6,55 ± 0,59 a
5 dS/m	89,8 ± 16,7 b	8,14 ± 1,61 a	55,7 ± 8,5 b	5,21 ± 0,86 b	94,2 ± 9,1 b	8,72 ± 0,72 b	89,6 ± 10,7 a	7,02 ± 0,49 a
10 dS/m	113,2 ± 3,9 a	8,99 ± 0,88 a	75,0 ± 10,9 a	6,22 ± 0,79 a	105,2 ± 10,2 a	10,82 ± 0,57 a	73,6 ± 12,1 b	7,32 ± 1,20 a
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	89,0 ± 14,8 a	9,05 ± 0,55 a	73,9 ± 11,1 a	5,68 ± 0,92 b	61,4 ± 5,0 b	5,83 ± 0,46 b	60,1 ± 5,2 a	3,62 ± 0,33 a
5 dS/m	70,8 ± 3,24 b	6,36 ± 0,81 b	74,8 ± 6,9 a	7,59 ± 1,03 a	87,8 ± 9,3 a	8,58 ± 1,18 a	62,1 ± 4,8 a	2,18 ± 0,51 b
10 dS/m	102,9 ± 9,0 a	9,49 ± 1,39 a	74,7 ± 9,6 a	6,87 ± 1,15 a	53,0 ± 1,7 b	5,55 ± 0,82 b	59,0 ± 6,2 a	4,47 ± 0,98 a
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	84,1 ± 8,8 a	10,50 ± 0,60 a	71,2 ± 5,5 a	8,32 ± 0,92 a	105,0 ± 10,4 a	10,49 ± 0,85 a	84,7 ± 5,4 a	6,87 ± 0,93 a
5 dS/m	78,9 ± 5,8 a	8,85 ± 0,61 b	74,3 ± 10,0 a	8,71 ± 0,79 a	99,3 ± 8,0 b	10,21 ± 0,87 a	86,3 ± 8,9 a	7,48 ± 1,06 a
10 dS/m	82,2 ± 16,4 a	9,35 ± 0,91 b	72,4 ± 2,7 a	7,39 ± 0,90 b	90,5 ± 7,6 b	8,83 ± 0,95 b	79,5 ± 5,5 a	7,07 ± 1,14 a

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές.

Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Στα *U. picroides*, *R. picroides* και *H. cretica* υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση της αλατότητας και του συστήματος καλλιέργειας στη συγκέντρωση των φύλλων σε ολικές φαινολικές ουσίες (TPC), καθώς και μεταβλητή επίδραση της αλατότητας σε κάθε είδος και σύστημα καλλιέργειας (θετική, αρνητική ή καμία επίδραση). Αντίθετα, στο *P. coronopus* η αλατότητα δεν επηρέασε την TPC των φύλλων ανεξάρτητα από το σύστημα καλλιέργειας, εκτός από μια μείωση στα 10dS/m στον αγρό. Επιπλέον, σε όλα τα είδη και ανεξάρτητα από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στον αγρό είχαν σημαντικά υψηλότερη TPC φύλλων από εκείνα που καλλιεργήθηκαν στο θερμοκήπιο (Πίνακας 5.7).

Στις περισσότερες περιπτώσεις, εκτός του *P. coronopus* σε όλα τα συστήματα και του *R. picroides* στις γλάστρες θερμοκηπίου, η μεταχείριση των 10 dS/m αύξησε την συγκέντρωση της προλίνης σε σχέση με τον μάρτυρα, ανεξαρτήτως συστήματος, και μάλιστα από 6 έως 43 φορές υψηλότερο. Όμοια λογική ακολούθησε η μέτρια αγωγιμότητα όπου αύξησε επίσης την συγκέντρωση της προλίνης αλλά σε μικρότερο βαθμό από την υψηλή αλατότητα. Αντίθετα, στο *P. coronopus*, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είτε δεν επηρεάστηκε η συγκέντρωση της προλίνης (γλάστρες θερμοκηπίου), είτε η υψηλή αλατότητα την μείωσε σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Μάλιστα, στον αγρό ακόμη και η μέτρια αγωγιμότητα σχεδόν υποδιπλασίασε την προλίνη σε σχέση με τα φυτά – μάρτυρες.

Γενικά, η επίδραση των πειραματικών παραγόντων (αλατότητα και σύστημα καλλιέργειας) στην ολική αντιοξειδωτική δραστηριότητα (TAA) των φύλλων που εκτιμήθηκε με τις δοκιμασίες TEAC και FRAP, δεν ακολούθησε την αντίστοιχη επίδραση στη συγκέντρωσή τους σε φαινόλες (Πίνακας 5.8). Στο *U. picroides* σε όλα τα συστήματα, στο *H. cretica* σε γλάστρες στο θερμοκήπιο και στο υδροπονικό σύστημα επίπλευσης και στο *P. coronopus* στις γλάστρες η αλατότητα στα 10 dS/m είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της TAA των φύλλων σε σύγκριση με τους μάρτυρες, όπως εκτιμήθηκε με τη μέθοδο TEAC, ενώ τα 5 dS/m αλλά όχι τα 10 dS/m ήταν ευεργετικά για το *R. picroides* στην επίπλευση και στον αγρό και για το *H. cretica* στον αγρό. Ωστόσο, όταν η TAA προσδιορίστηκε με τη μέθοδο FRAP, υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ αλατότητας και συστήματος καλλιέργειας σε όλα τα είδη εκτός από το *P. coronopus*, γεγονός που δείχνει μια διαφορετική επίδραση της αλατότητας σε σχέση με το σύστημα καλλιέργειας σε κάθε είδος. Ομοίως με τη θετική επίδραση της καλλιέργειας στον αγρό στη συγκέντρωση φαινολικών, οι τιμές των αντιοξειδωτικών σε όλα τα φυτά που καλλιεργήθηκαν επίσης στον αγρό ήταν σταθερά υψηλότερες από ό,τι σε εκείνα που καλλιεργήθηκαν στο θερμοκήπιο (Πίνακας 5.8).

Πίνακας 5.7. Επίδραση της αλατότητας στο περιεχόμενο των φύλλων σε ολικές φαινολικές ενώσεις και σε προλίνη τεσσάρων λαχανευόμενων ειδών που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Προλίνη (μmole/g v.β.)	Φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Προλίνη (μmole/g v.β.)	Φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Προλίνη (μmole/g v.β.)	Φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Προλίνη (μmole/g v.β.)
	<i>Αλατότητα (Α)</i>	<i>ns</i>	***	*	***	**	***	<i>ns</i>
<i>Σύστημα καλλιέργειας (Σ)</i>	***	**	***	***	***	***	***	***
<i>Α x Σ</i>	**	<i>ns</i>	***	***	**	***	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	47,0 ± 5,0 b	0,158 ± 0,046 c	50,1 ± 5,4 a	0,448 ± 0,009 a	56,0 ± 7,0 b	0,138 ± 0,017 b	37,1 ± 6,1 a	0,042 ± 0,006 b
5 dS/m	49,2 ± 8,2 b	0,482 ± 0,112 b	45,5 ± 9,0 a	0,394 ± 0,110 a	43,4 ± 5,9 c	0,705 ± 0,102 a	44,6 ± 6,0 a	0,058 ± 0,010 a
10 dS/m	59,8 ± 8,3 a	1,053 ± 0,129 a	51,8 ± 3,5 a	0,578 ± 0,144 a	65,1 ± 1,7 a	0,827 ± 0,124 a	43,1 ± 9,9 a	0,032 ± 0,005 b
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	40,4 ± 3,1 a	0,137 ± 0,034 c	62,8 ± 5,7 b	0,028 ± 0,006 c	37,3 ± 2,7 c	0,080 ± 0,008 c	27,8 ± 2,3 a	0,113 ± 0,002 a
5 dS/m	28,9 ± 4,5 b	0,248 ± 0,019 b	91,0 ± 8,7 a	1,010 ± 0,120 b	55,1 ± 6,1 b	0,770 ± 0,121 b	24,8 ± 3,1 a	0,103 ± 0,013 a
10 dS/m	36,9 ± 0,7 a	0,720 ± 0,083 a	65,3 ± 10,6 b	1,217 ± 0,081 a	71,0 ± 5,0 a	2,885 ± 0,236 a	26,1 ± 3,2 a	0,066 ± 0,013 b
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	139,8 ± 9,3 a	0,195 ± 0,045 c	165,5 ± 10,8 a	0,118 ± 0,018 b	128,5 ± 12,1 a	0,265 ± 0,045 c	83,7 ± 8,1 a	0,101 ± 0,016 a
5 dS/m	127,8 ± 11,6 b	0,301 ± 0,025 b	148,8 ± 8,3 b	0,142 ± 0,014 b	130,2 ± 13,9 a	0,767 ± 0,120 b	84,4 ± 9,9 a	0,075 ± 0,010 b
10 dS/m	112,6 ± 11,5 c	0,949 ± 0,110 a	136,8 ± 12,7 c	0,383 ± 0,049 a	124,3 ± 9,1 a	1,261 ± 0,100 a	66,5 ± 3,4 b	0,075 ± 0,010 b

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές. Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Πίνακας 5.8. Επίδραση της αλατότητας στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, σύμφωνα με τις μεθόδους TEAC και FRAP, τεσσάρων λαχανοφύτων ειδών που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

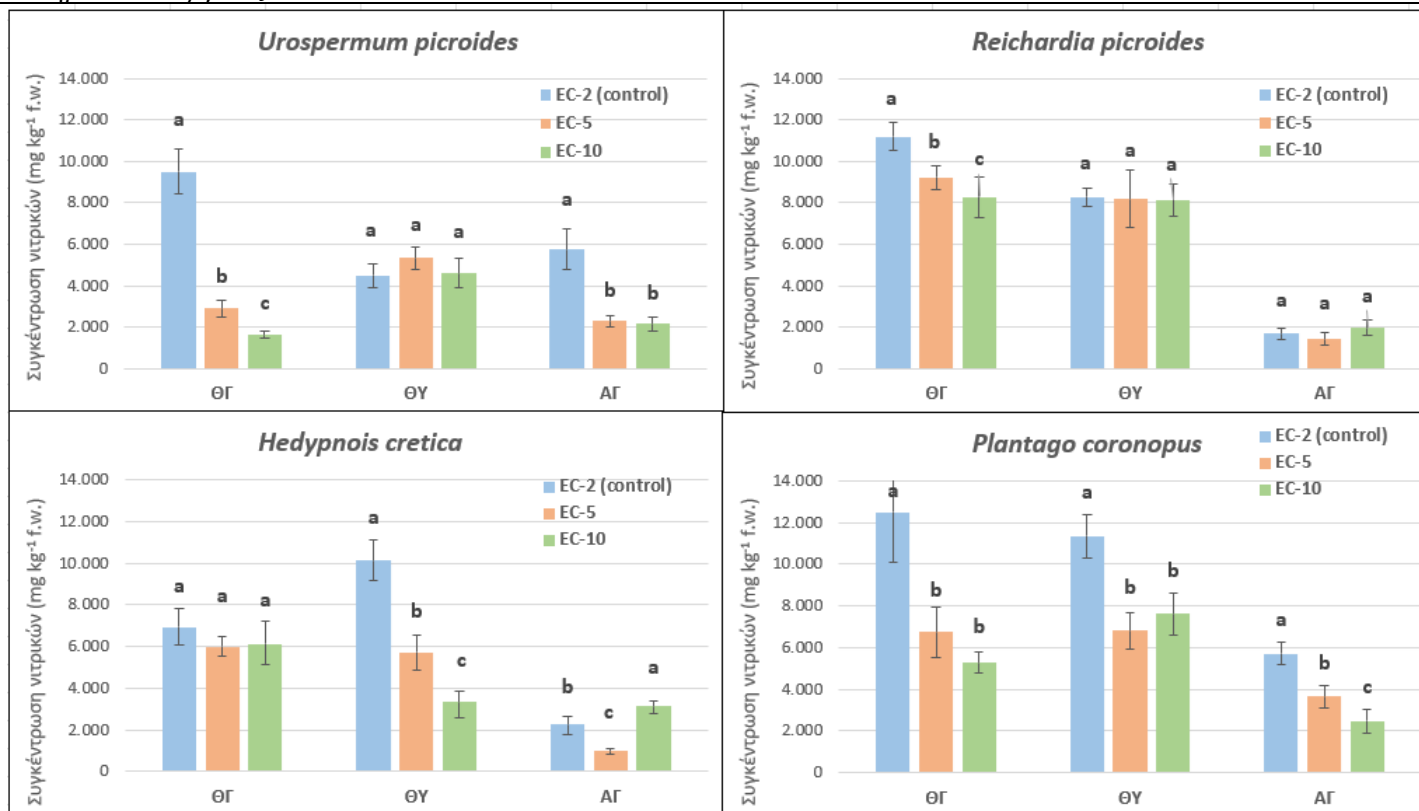
	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	<i>TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)</i>	<i>FRAP (mg ascorbate /100g v.β.)</i>	<i>TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)</i>	<i>FRAP (mg ascorbate /100g v.β.)</i>	<i>TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)</i>	<i>FRAP (mg ascorbate /100g v.β.)</i>	<i>TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)</i>	<i>FRAP (mg ascorbate /100g v.β.)</i>
	<i>Αλατότητα (Α)</i>	<i>ns</i>	<i>***</i>	<i>***</i>	<i>*</i>	<i>***</i>	<i>**</i>	<i>ns</i>
<i>Σύστημα καλλιέργειας (Σ)</i>	<i>***</i>	<i>***</i>	<i>***</i>	<i>***</i>	<i>***</i>	<i>***</i>	<i>***</i>	<i>***</i>
<i>Α x Σ</i>	<i>ns</i>	<i>***</i>	<i>**</i>	<i>***</i>	<i>ns</i>	<i>**</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	7,35 ± 1,68 b	58,12 ± 9,20 a	12,50 ± 1,23 a	32,39 ± 4,37 b	4,91 ± 0,51 b	32,64 ± 3,49 a	8,25 ± 0,99 b	57,59 ± 12,92 a
5 dS/m	8,81 ± 1,90 b	48,70 ± 5,55 a	12,96 ± 0,88 a	33,80 ± 1,18 b	5,82 ± 0,42 b	41,38 ± 4,96 a	10,30 ± 1,89 a	42,45 ± 9,46 ab
10 dS/m	12,68 ± 2,46 a	60,27 ± 2,95 a	12,67 ± 0,94 a	39,49 ± 4,43 a	10,96 ± 1,72 a	32,84 ± 6,46 a	12,82 ± 1,44 a	31,82 ± 6,08 b
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	6,01 ± 0,70 b	41,18 ± 4,64 a	13,80 ± 1,04 b	44,14 ± 5,95 b	4,99 ± 0,35 c	37,61 ± 4,53 b	6,47 ± 1,09 a	27,97 ± 2,82 a
5 dS/m	5,98 ± 0,70 b	32,14 ± 5,87 b	15,58 ± 1,41 a	73,97 ± 6,59 a	8,62 ± 1,27 b	37,70 ± 7,01 b	4,84 ± 0,85 a	29,82 ± 7,75 a
10 dS/m	8,19 ± 0,77 a	30,43 ± 0,51 b	14,30 ± 1,15 ab	39,04 ± 7,61 b	16,35 ± 1,02 a	64,99 ± 3,41 a	5,62 ± 0,88 a	26,53 ± 2,47 a
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	28,75 ± 4,40 b	124,3 ± 21,9 b	37,19 ± 3,88 b	157,7 ± 13,9 a	14,61 ± 1,37 b	102,2 ± 15,5 b	13,73 ± 1,10 a	90,18 ± 16,58 a
5 dS/m	24,86 ± 7,58 b	121,4 ± 28,7 b	45,00 ± 1,84 a	123,9 ± 19,4 b	17,92 ± 2,52 a	86,4 ± 10,6 c	14,44 ± 1,03 a	70,42 ± 8,82 ab
10 dS/m	44,34 ± 2,29 a	222,3 ± 3,9 a	40,93 ± 2,95 ab	110,3 ± 15,0 b	14,13 ± 0,24 b	123,0 ± 11,8 a	15,01 ± 1,03 a	56,16 ± 8,26 b

*Διπαραγοντική ανάλυση: *:* σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; ***:* σημαντικές διαφορές σε 1%; ****:* σημαντικές διαφορές σε 0,1%; *ns:* μη σημαντικές διαφορές. Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Γενικά, η αλατότητα ακόμη και σε 5 dS/m μείωσε στις περισσότερες περιπτώσεις τη συγκέντρωση νιτρικών στα φύλλα σε σύγκριση με τα φυτά μάρτυρες. Ωστόσο, στο *U. picroides* στο σύστημα επίπλευσης, στο *R. picroides* τόσο στην επίπλευση όσο και στον αγρό και στο *H. cretica* στις γλάστρες θερμοκηπίου δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση της αλατότητας, ενώ στο *H. cretica* στον αγρό 10 dS/m αύξησαν τη συγκέντρωση νιτρικών στα φύλλα σε σχέση με 2 dS/m (Σχήμα 1). Επιπλέον, εκτός από το *P. coronopus* όπου παρατηρήθηκε σταθερή μείωση της συσσώρευσης νιτρικών στα φύλλα από την αλατότητα σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας, σε όλα τα άλλα είδη η επίδραση της αλατότητας ήταν μεταβλητή μεταξύ των διαφόρων συστημάτων καλλιέργειας. Τα φυτά *U. picroides* που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες θερμοκηπίου παρουσίασαν 4 και 5 φορές μείωση της συγκέντρωσης νιτρικών στα φύλλα σε 5 και 10 dS/m αντίστοιχα, και εκείνα στον αγρό 3 φορές μείωση και από τα δύο επίπεδα αλατότητας, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση της αλατότητας στο σύστημα επίπλευσης (Πίνακας 5.9 και Σχήμα 5.1). Και πάλι, σε όλα τα είδη, η συγκέντρωση νιτρικών στα φύλλα ήταν σημαντικά χαμηλότερη στα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό, σε αντίθεση με τα φυτά θερμοκηπίου που συσσώρευαν νιτρικά ακόμη και πέραν των 10.000 mg/kg, ειδικά όταν τροφοδοτούνταν με θρεπτικό διάλυμα χωρίς NaCl (Σχήμα 5.1).

Πίνακας 5.9 και Σχήμα 5.1. Επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση νιτρικών στα φύλλα τεσσάρων λαχανοφόμων ειδών που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>	<i>Reichardia picroides</i>	<i>Hedypnois cretica</i>	<i>Plantago coronopus</i>
Αλατότητα (Α)	***	*	***	***
Σύστημα καλλιέργειας	***	***	***	***
Αλατότητα x Σύστημα καλλιέργειας	***	ns	***	**



Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%, ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές. Στήλες στα σχήματα για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

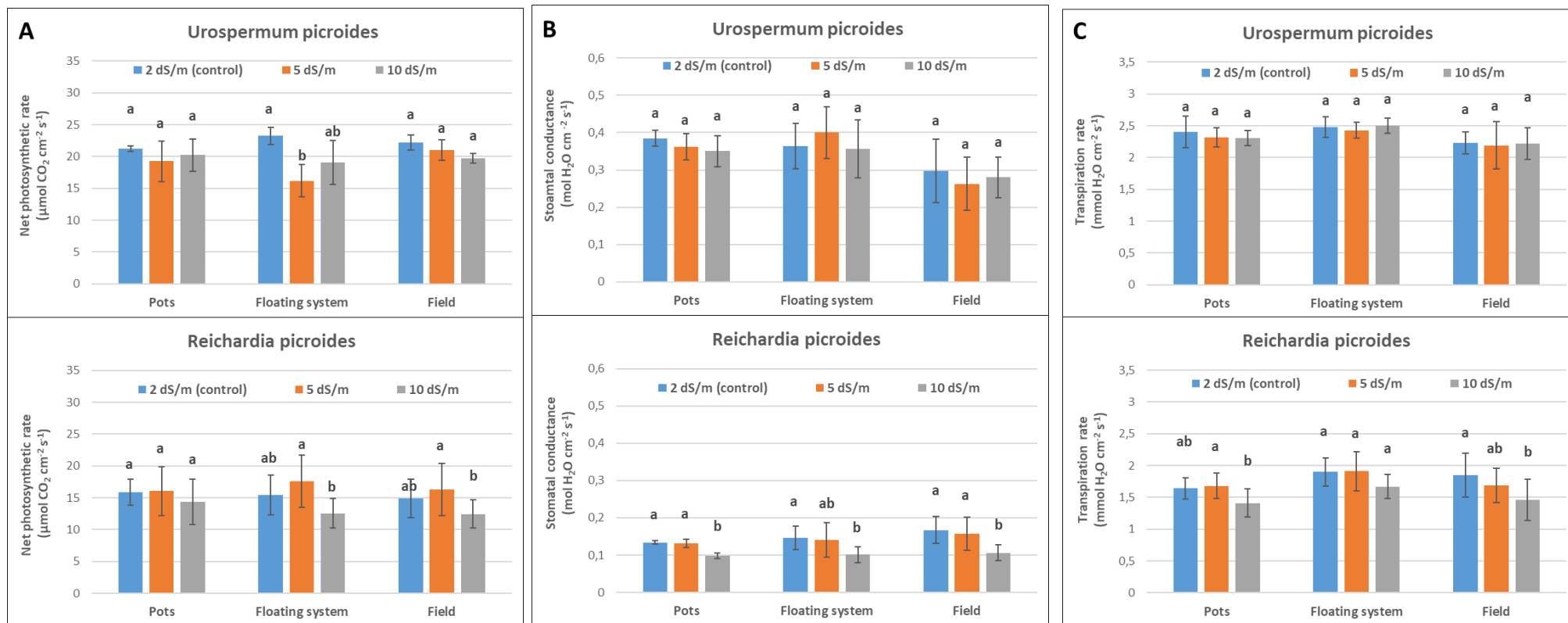
5.5.1.5. Φωτοσύνθεση, στοματική αγωγιμότητα και διαπνοή των *U. picroides* και *R. picroides* σε συνθήκες αλατότητας

Όσον αφορά στη στοματική αγωγιμότητα, η αλατότητα δεν είχε καμία επίδραση στα φυτά *U. picroides* ανεξάρτητα από το σύστημα καλλιέργειας, ενώ στα φυτά *R. picroides*, η μεταχείριση EC-10 μείωσε σημαντικά τις τιμές στοματικής αγωγιμότητας σε σύγκριση με τον μάρτυρα και τη μεταχείριση EC-5 σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας (Εικόνα 2B). Ομοίως, ο ρυθμός διαπνοής των φυτών *U. picroides* δεν επηρεάστηκε από την αλατότητα σε κανένα από τα συστήματα καλλιέργειας που μελετήθηκαν, ενώ καταγράφηκε απουσία επίδρασης της αλατότητας για τα φυτά *R. picroides* που αναπτύχθηκαν στην υδροπονία. Αντίθετα, η μεταχείριση EC-10 μείωσε τον ρυθμό διαπνοής σε σχέση με τον μάρτυρα και τη μεταχείριση EC-5 (σύστημα GP) ή μόνο τον μάρτυρα (σύστημα FP, Εικόνα 2C).

Παράλληλα στην Εικόνα 2 απεικονίζεται η επίδραση αλατότητας στον ρυθμό φωτοσύνθεσης ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$; A,B), στη στοματική αγωγιμότητα ($\text{mol H}_2\text{O cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$; C,D) και στον ρυθμό διαπνοής ($\text{mmol H}_2\text{O cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Τα διαφορετικά γράμματα πάνω από τις στήλες υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιπέδων αλατότητας σε κάθε σύστημα καλλιέργειας σύμφωνα με τη δοκιμή πολλαπλών συγκρίσεων κατά Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Όσον αφορά στη μέγιστη κβαντική απόδοση της πρωτογενούς φωτοχημείας του PSII, δεν καταγράφηκαν σημαντικές επιπτώσεις της αλατότητας και για τα δύο είδη φυτών, ανεξάρτητα από το σύστημα καλλιέργειας, εκτός από την περίπτωση των φυτών *R. Picroides* που καλλιεργούνταν στο υδροπονικό σύστημα (FH) όπου σημειώθηκε σημαντική μείωση στο υψηλότερο επίπεδο αλατότητας.

Σχήμα 5.2 (Α,Β,Γ). Επίδραση της αλατότητας στον ρυθμό φωτοσύνθεσης, τη στοματική αγωγιμότητα και το ρυθμό διαπνοής φύλλων των φυτών *Urospermum picroides* και *Reichardia picroides* που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).



* Στήλες στα σχήματα για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Πίνακας 5.10. Επίδραση της αλατότητας στη maximum quantum efficiency of PSII primary photochemistry φύλλων των φυτών *Urospermum picroides* και *Reichardia picroides* που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

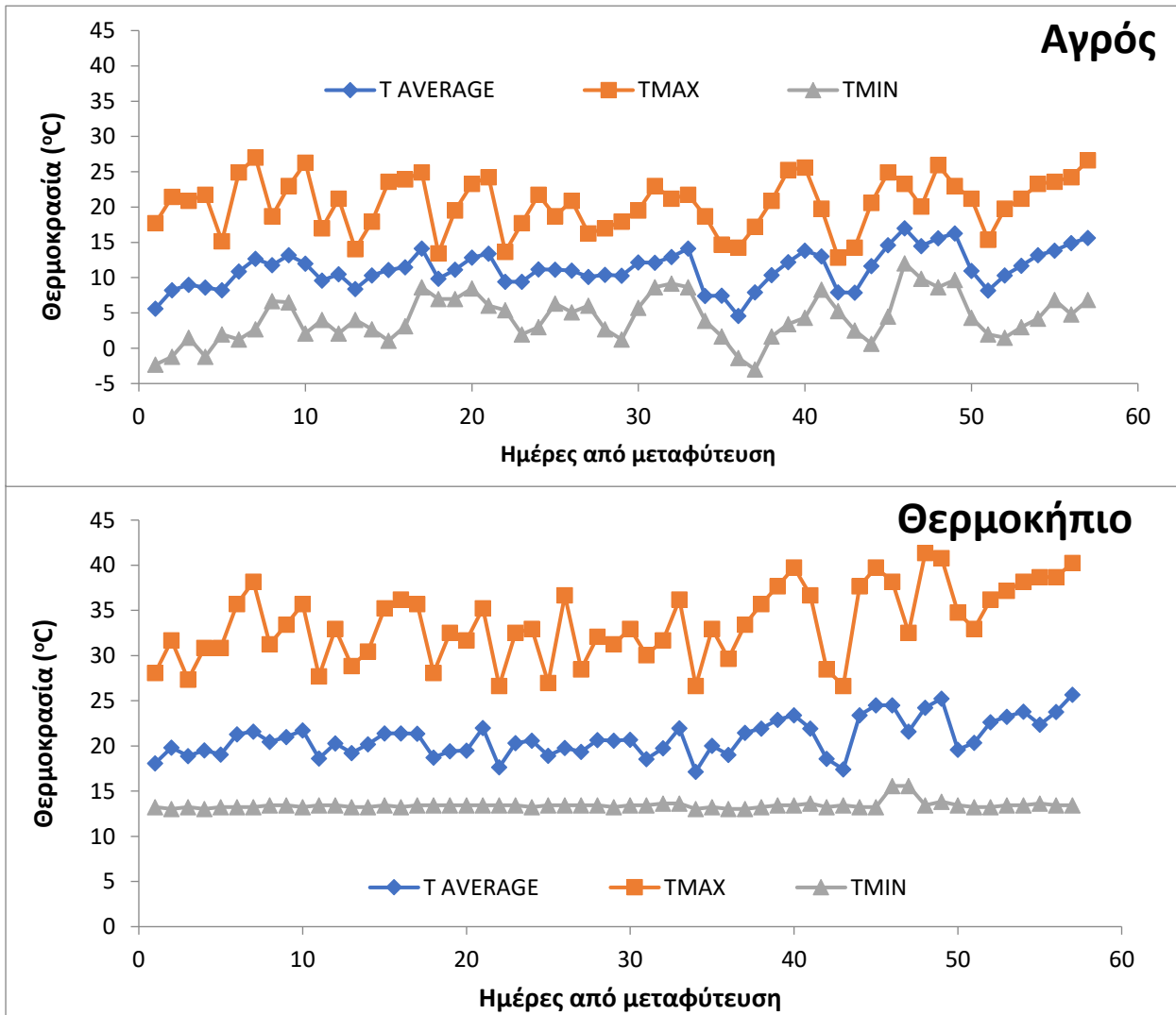
Επίπεδο αλατότητας	<i>Urospermum picroides</i>	<i>Reichardia picroides</i>
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>		
2 dS/m (μάρτυρας)	0,839 ± 0,002 a*	0,833 ± 0,006 a
5 dS/m	0,832 ± 0,007 a	0,833 ± 0,006 a
10 dS/m	0,829 ± 0,008 a	0,832 ± 0,013 a
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>		
2 dS/m (μάρτυρας)	0,844 ± 0,005 a	0,828 ± 0,006 a
5 dS/m	0,833 ± 0,004 a	0,831 ± 0,012 a
10 dS/m	0,831 ± 0,010 a	0,816 ± 0,009 a
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>		
2 dS/m (μάρτυρας)	0,825 ± 0,014 a	0,817 ± 0,035 a
5 dS/m	0,830 ± 0,012 a	0,826 ± 0,010 a
10 dS/m	0,823 ± 0,005 a	0,814 ± 0,022 a

*Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

3.1.1. Ανοιξιάτικη καλλιέργεια

3.1.1.1. Διακύμανση θερμοκρασιών στον αγρό και το θερμοκήπιο κατά την ανοιξιάτικη καλλιέργεια

Στα ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζονται οι ελάχιστες, μέσες και μέγιστες θερμοκρασίες που επικράτησαν κατά τη διάρκεια της ανοιξιάτικης καλλιέργειας, από την μεταφύτευση, έως τη συγκομιδή των φυτών στον αγρό και το θερμοκήπιο.



Διάγραμμα 5.2. Ελάχιστες, μέσες και μέγιστες θερμοκρασίες 24ωρου που επικράτησαν στον αγρό και το θερμοκήπιο καθ' όλη τη διάρκεια της ανοιξιάτικης καλλιέργειας.

3.1.1.2. Χρονοδιάγραμμα καλλιέργειας σε κάθε είδος

Στον πίνακα 5.11 παρουσιάζεται το χρονοδιάγραμμα της ανοιξιάτικης καλλιέργειας, όσον αφορά τη σπορά, μεταφύτευση και συγκομιδή σε κάθε είδος, καθώς και η διάρκεια της καλλιέργειας από τη μεταφύτευση ως τη συγκομιδή, ως ημέρες μετά τη μεταφύτευση (HMM).

Πίνακας 5.11. Χρονοδιάγραμμα σποράς, μεταφύτευσης και συγκομιδής σε κάθε είδος κατά την ανοιξιάτικη καλλιέργεια.

Είδη- Συστήματα	Σπορά	Μεταφύ- τευση	Συγκομιδή	HMM	
<i>Urospermum picroides</i>	Θερμοκήπιο -γλάστρες		23/3/2021	33	
	Θερμοκήπιο - επίπλευση	15/1/2021	19/2/2021	22/3/2021	32
	Αγρός			12/4/2021	52
<i>Reichardia picroides</i>	Θερμοκήπιο -γλάστρες			31/3/2021	27
	Θερμοκήπιο - επίπλευση	18/1/2021	4/3/2021	1/4/2021	28
	Αγρός			16/4/2021	43
<i>Hedypnois cretica</i>	Θερμοκήπιο -γλάστρες			20/3/2021	29
	Θερμοκήπιο - επίπλευση	19/1/2021	19/2/2021	20/3/2021	28
	Αγρός			30/3/2021	46
<i>Plantago coronopus</i>	Θερμοκήπιο -γλάστρες			7/4/2022	40
	Θερμοκήπιο - επίπλευση	16/12/21	28/2/2022	30/3/2022	32
	Αγρός			13/4/2022	46

3.1.1.3. Βλαστητική ανάπτυξη κατά την ανοιξιάτικη καλλιέργεια

Η υψηλή αγωγιμότητα επηρέασε αρνητικά τα φυτά *U. picroides* και *P. coronopus* στην παραγωγή φύλλων και φυλλικής επιφάνειας, καθώς η υψηλή αλατότητα μείωσε τον αριθμό των φύλλων και συνεπώς την φυλλική επιφάνεια στα φυτά που αναπτύχθηκαν εντός θερμοκηπίου σε σχέση με τους μάρτυρες (Πίνακας 5.12). Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και στα άλλα δύο είδη (*R. picroides* και *H. cretica*) αλλά στα φυτά της επίπλευσης και στην φυλλική επιφάνεια του *H. cretica* στο ΘΓ, καθώς στις υπόλοιπες περιπτώσεις των φυτών που αναπτύχθηκαν στις γλάστρες θερμοκηπίου, είτε αυξήθηκαν οι τιμές στην υψηλή αλατότητα (*R. picroides*- αριθμός φύλλων), είτε παρέμειναν ανεπηρέαστα (*H. cretica*- αριθμός φύλλων, *R. picroides*- ΦΕ). Η μέτρια μεταχείριση αλατότητας είτε ακολούθησε όμοια λογική με την υψηλή, είτε δεν έφερε διαφορετικές τιμές από τους μάρτυρες. Από την άλλη μεριά, στον αγρό, υπήρξε αρκετά διαφορετική επίδραση της αλατότητας στον αριθμό των φύλλων και την φυλλική επιφάνεια, ανάλογα το είδος και το επίπεδο αλατότητας. Για παράδειγμα στο *U. picroides* ο αριθμός των φύλλων ήταν όμοιος σε όλα τα επίπεδα αλατότητας και η μέτρια αγωγιμότητα αύξησε την φυλλική επιφάνεια σε σχέση με τα άλλα επίπεδα αγωγιμότητας, ενώ στο *R. picroides* η υψηλή αλατότητα επηρέασε αρνητικά και τις δύο αυτές παραμέτρους. Από

την άλλη μεριά, στο *H. cretica* αυξήθηκαν οι τιμές αυτών στην μέτρια αλατότητα, ενώ στο *P. coronopus* αυξήθηκαν και στα δύο επίπεδα αλατότητας σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις των φυτών που αναπτύχθηκαν εντός θερμοκηπίου (γλάστρες και επίπλευση), η υψηλή αλατότητα (10 dS/m) επέδρασε αρνητικά στην απόδοση των φυτών, δηλαδή στο παραγόμενο νωπό βάρος των φύλλων, μειώνοντάς το σε σύγκριση με τον μάρτυρα (Πίνακας 5.13). Εξαίρεση αποτελούν τα *R. picroides* και *H. cretica* του ΘΓ που κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα. Από την άλλη μεριά, η μέτρια αγωγιμότητα είτε μείωσε επίσης το νωπό βάρος αλλά σε μικρότερο βαθμό, είτε κινήθηκε στο ίδιο στατιστικό και αριθμητικό εύρος με τον μάρτυρα, με εξαίρεση το *P. coronopus* όπου στην επίπλευση η μέτρια αλατότητα φέρει την υψηλότερη απόδοση μεταξύ των υπόλοιπων αγωγιμοτήτων. Όσον αφορά τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στον αγρό, σε γενικές γραμμές ευνοήθηκαν από την αλατότητα, είτε την μέτρια είτε την υψηλή, καθώς έφεραν υψηλότερο νωπό βάρος από τον μάρτυρα σε όλα τα υπό εξέταση είδη.

Αντίστοιχα, η απόδοση των φυτών σε ξηρό βάρος επηρεάστηκε με πολύ διαφορετικό τρόπο ανάλογα το είδος, το σύστημα και το επίπεδο της αλατότητας που αναπτύχθηκε (Πίνακας 5.12). Για παράδειγμα στο *U. picroides* στα φυτά που αναπτύχθηκαν εντός θερμοκηπίου (γλάστρες και επίπλευση) υψηλότερο ξηρό βάρος εμφανίστηκε στην μέτρια αλατότητα και σε εκείνα που αναπτύχθηκαν στον αγρό δεν προέκυψε καμία επίδραση, ενώ στα *R. picroides* στα ΘΓ μεγαλύτερο ξηρό είχαν ο μάρτυρας και η μέτρια αλατότητα, στα ΘΥ μόνο ο μάρτυρας, ενώ στον αγρό η υψηλή αλατότητα. Ακόμη, στα *H. cretica* η μέτρια αλατότητα απέδωσε το υψηλότερο ξηρό βάρος σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας ενώ η υψηλή μείωσε τις τιμές αυτές στο θερμοκήπιο, ενώ στα φυτά του αγρού ο μάρτυρας είχε μεγαλύτερο ξηρό βάρος. Τέλος, στο *P. coronopus* κάθε σύστημα καλλιέργειας επηρεάστηκε διαφορετικά από την αλατότητα, αφού στα ΘΓ η μέτρια και η υψηλή αλατότητα μείωσαν το ξηρό βάρος αντίστοιχα σε σύγκριση με τον μάρτυρα, στα ΘΥ η μέτρια αλατότητα έφερε υψηλότερο ξηρό βάρος από τις άλλες δύο μεταχειρίσεις και στα φυτά του αγρού ο μάρτυρας παρουσίασε υποδιπλάσιο βάρος από τις επεμβάσεις με αλατότητα.

Πίνακας 5.12. Επίδραση της αλατότητας στον αριθμό των φύλλων και στη φυλλική επιφάνεια ανά φυτό, τεσσάρων λαχανουόμενων ειδών που αναπτύχθηκαν την άνοιξη σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)	Αριθμός φύλλων	Φυλλική επιφάνεια (cm ²)
Αλατότητα (Α)	***	***	***	ns	**	***	***	***
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	***	***	***	***	***	***
Α x Σ	*	***	***	***	**	***	***	***
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	12,6 ± 1,0 a	712,1 ± 64,3 a	19,5 ± 0,8 b	241,5 ± 24,9 a	40,7 ± 3,8 a	665,1 ± 18,3 a	117,1 ± 9,1 a	398,0 ± 27,8 a
5 dS/m	12,7 ± 0,5 a	704,0 ± 68,9 a	26,7 ± 3,2 a	265,6 ± 30,1 a	39,6 ± 2,7 a	684,7 ± 44,8 a	60,9 ± 4,6 b	297,4 ± 12,6 b
10 dS/m	10,9 ± 0,9 b	549,4 ± 26,2 b	25,5 ± 3,2 a	263,4 ± 24,4 a	37,2 ± 2,7 a	596,3 ± 40,5 b	40,3 ± 3,6 c	226,1 ± 15,2 c
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	13,2 ± 1,0 a	698,0 ± 75,2 a	32,5 ± 2,8 a	223,3 ± 24,1 a	24,4 ± 2,8 a	383,0 ± 35,6 a	66,6 ± 3,6 a	184,9 ± 2,8 b
5 dS/m	12,8 ± 1,0 a	598,1 ± 38,1 b	22,1 ± 2,4 b	151,3 ± 26,1 b	22,9 ± 1,3 ab	322,6 ± 18,8 b	50,3 ± 4,8 b	210,7 ± 6,2 a
10 dS/m	10,0 ± 0,9 b	316,1 ± 34,6 c	17,9 ± 1,5 c	106,9 ± 6,6 c	20,0 ± 1,7 b	220,4 ± 17,5 c	37,6 ± 3,0 c	171,6 ± 5,5 c
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	15,7 ± 1,9 a	430,7 ± 28,7 b	26,3 ± 3,3 b	204,7 ± 24,9 b	31,7 ± 5,0 b	446,6 ± 38,8 b	58,9 ± 5,3 b	254,6 ± 25,6 b
5 dS/m	15,8 ± 1,2 a	502,7 ± 25,6 a	30,5 ± 2,5 b	222,8 ± 18,4 b	44,7 ± 5,3 a	591,3 ± 14,0 a	92,0 ± 11,4 a	393,5 ± 22,0 a
10 dS/m	15,8 ± 1,1 a	425,2 ± 21,3 b	47,4 ± 2,4 a	275,3 ± 31,5 a	32,4 ± 4,0 b	487,1 ± 61,9 b	84,1 ± 5,2 a	362,5 ± 27,7 a

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Πίνακας 5.13. Επίδραση της αλατότητας στο νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου μέρους του φυτού, τεσσάρων λαχανουμένων ειδών που αναπτύχθηκαν την άνοιξη σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Νωπό βάρος φύλλων (g)	Ξηρό βάρος φύλλων (g)	Νωπό βάρος φύλλων (g)	Ξηρό βάρος φύλλων (g)	Νωπό βάρος φύλλων (g)	Ξηρό βάρος φύλλων (g)	Νωπό βάρος φύλλων (g)	Ξηρό βάρος φύλλων (g)
Αλατότητα (Α)	***	***	ns	**	***	***	***	***
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	***	***	***	***	***	***
A x Σ	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	35,5 ± 2,3 a	2,80 ± 0,18 b	18,2 ± 1,6 b	1,87 ± 0,16 a	33,3 ± 1,5 a	3,10 ± 0,14 b	52,0 ± 0,5 a	4,11 ± 0,04 a
5 dS/m	37,1 ± 2,0 a	3,20 ± 0,17 a	21,6 ± 1,5 a	1,94 ± 0,14 a	35,9 ± 2,6 a	3,50 ± 0,26 a	40,0 ± 0,5 b	3,05 ± 0,04 b
10 dS/m	27,7 ± 1,3 b	2,64 ± 0,12 b	18,9 ± 1,2 b	1,47 ± 0,10 b	34,9 ± 1,8 a	2,57 ± 0,13 c	28,3 ± 0,1 c	2,50 ± 0,01 c
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	32,0 ± 2,5 a	2,59 ± 0,20 b	18,4 ± 1,5 a	1,73 ± 0,14 a	20,8 ± 1,6 a	1,70 ± 0,13 a	21,0 ± 0,4 c	1,69 ± 0,03 b
5 dS/m	33,3 ± 2,2 a	2,89 ± 0,19 a	12,8 ± 1,9 b	0,87 ± 0,13 b	18,6 ± 1,3 b	1,76 ± 0,13 a	25,8 ± 0,5 a	2,68 ± 0,05 a
10 dS/m	19,0 ± 1,3 b	1,66 ± 0,12 c	8,06 ± 0,6 c	0,56 ± 0,04 c	13,0 ± 1,2 c	1,18 ± 0,11 b	23,5 ± 0,5 b	1,73 ± 0,04 b
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	28,4 ± 2,2 b	3,91 ± 0,30 a	19,3 ± 1,6 c	1,85 ± 0,15 c	31,6 ± 1,5 c	3,55 ± 0,17 c	30,8 ± 0,9 c	2,56 ± 0,07 c
5 dS/m	35,9 ± 0,9 a	4,19 ± 0,11 a	21,9 ± 2,0 b	2,20 ± 0,20 b	39,3 ± 0,5 a	4,20 ± 0,05 a	58,5 ± 1,1 a	5,55 ± 0,10 a
10 dS/m	37,0 ± 2,2 a	4,13 ± 0,24 a	26,4 ± 0,7 a	2,96 ± 0,08 a	34,8 ± 1,8 b	3,85 ± 0,20 b	50,9 ± 0,6 b	5,07 ± 0,05 b

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%, ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές. Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Το ποσοστό ξηρού βάρους επηρεάστηκε πολύ διαφορετικά από το είδος, την αλατότητα και το σύστημα καλλιέργειας και εμφανίστηκε σε όλα τα είδη σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ συστήματος και καλλιέργειας (Πίνακας 5.14). Στο *U. picroides* τα φυτά της επίπλευσης έφεραν όμοιο ποσοστό ξηρού βάρους, στις γλάστρες θερμοκηπίου η υψηλή αλατότητα εμφάνισε υψηλότερο ποσοστό από τον μάρτυρα ενώ στον αγρό ο μάρτυρας εμφάνισε υψηλότερες τιμές από τις επεμβάσεις με αλατότητα. Στο *R. picroides* το ποσοστό ξηρού βάρους είτε δεν επηρεάστηκε από την διαφορετική αγωγιμότητα (αγρός) είτε μειώθηκε στις μεταχειρίσεις με αλατότητα (μέτρια και υψηλή) σε σύγκριση με τα φυτά μάρτυρες. Στα φυτά του αγρού του *H. cretica* δεν προέκυψε διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων, ενώ στο θερμοκήπιο είτε η υψηλή αλατότητα μείωσε το ποσοστό αυτό σε σχέση με τον μάρτυρα (γλάστρες ΘΓ) είτε το αύξησε όπως συνέβη στην επίπλευση. Τέλος, στο *P. coronopus* στα φυτά θερμοκηπίου είτε δεν εμφανίστηκε διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων (ΘΓ) είτε η υψηλή αλατότητα μείωσε το ποσοστό αυτό, ενώ την ίδια στιγμή η μέτρια αλατότητα έφερε την υψηλότερη τιμή (ΘΥ). Τέλος, η εφαρμογή αλατότητας επηρέασε τα φυτά του είδους αυτού που αναπτύχθηκαν στο αγρό καθώς αύξησαν το ποσοστό ξηρού βάρους σε σύγκριση με τους μάρτυρες.

Η τιμή του LMA διαφοροποιήθηκε αρκετά ανάλογα το είδος, καθώς στο *U. picroides* η εφαρμογή υψηλής αλατότητας οδήγησε σε αύξηση των τιμών αυτής της παραμέτρου σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ στο *R. picroides* αυτό εμφανίστηκε μόνο στον αγρό καθώς στο θερμοκήπιο η υψηλή αλατότητα επηρέασε αρνητικά την τιμή αυτή (Πίνακας 5.13). Ακόμη, στο *H. cretica* στα ΘΓ δεν εμφανίστηκε διαφορά, στα ΘΥ ο μάρτυρας φέρει μικρότερες τιμές LMA από τις άλλες επεμβάσεις, ενώ στα ΑΓ η μέτρια αλατότητα είναι εκείνη η μεταχείριση που έχει τις χαμηλότερες τιμές. Τέλος, στο *P. coronopus*, επίσης δεν προέκυψε διαφορά στις γλάστρες θερμοκηπίου μεταξύ των επιπέδων αγωγιμότητας, ενώ στην επίπλευση υψηλότερες τιμές φέρει η μέτρια αλατότητα ακολουθούμενη από την υψηλή και τέλος οι μάρτυρες, και στον αγρό οι μάρτυρες είναι εκείνοι με το μικρότερο LMA.

Πίνακας 5.14. Επίδραση της αλατότητας στο ποσοστό ξηρού βάρους (%) και στην ειδική μάζα φύλλου (LMA) (mg/cm^2) τεσσάρων λαχανοφύτων ειδών που αναπτύχθηκαν την άνοιξη σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Ποσοστό ξηρού βάρους (%)	LMA (mg/cm^2)	Ποσοστό ξηρού βάρους (%)	LMA (mg/cm^2)	Ποσοστό ξηρού βάρους (%)	LMA (mg/cm^2)	Ποσοστό ξηρού βάρους (%)	LMA (mg/cm^2)
Αλατότητα (Α)	ns	***	*	ns	*	ns	*	***
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	***	***	***	***	*	***
Αχ Σ	**	***	***	***	**	***	**	***
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	7,88 ± 0,79 b	3,94 ± 0,16 b	10,3 ± 0,73 a	7,49 ± 0,37 a	9,31 ± 0,79 a	4,66 ± 0,18 ab	7,90 ± 0,29 ab	10,4 ± 0,81 a
5 dS/m	8,63 ± 0,91 ab	4,78 ± 0,45 a	8,98 ± 0,48 b	7,41 ± 1,41 a	9,75 ± 0,85 a	5,13 ± 0,49 a	7,63 ± 0,07 b	10,3 ± 0,53 a
10 dS/m	10,1 ± 1,53 a	4,81 ± 0,28 a	7,81 ± 0,36 c	5,61 ± 0,20 b	7,35 ± 0,77 b	4,32 ± 0,33 b	8,84 ± 0,42 a	11,1 ± 0,83 a
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	8,08 ± 0,39 a	3,82 ± 0,26 b	9,40 ± 0,06 a	7,79 ± 0,47 a	8,18 ± 0,74 b	4,46 ± 0,35 b	8,03 ± 0,50 b	9,13 ± 0,18 c
5 dS/m	8,66 ± 0,83 a	5,93 ± 2,50 a	6,81 ± 0,23 b	5,41 ± 0,42 b	9,49 ± 0,84 a	5,47 ± 0,28 a	10,4 ± 1,22 a	12,7 ± 0,20 a
10 dS/m	9,03 ± 1,28 a	5,26 ± 0,32 ab	6,84 ± 0,12 b	5,23 ± 0,45 b	9,08 ± 0,42 ab	5,34 ± 0,39 a	7,36 ± 0,14 b	10,1 ± 0,17 b
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	14,4 ± 1,2 a	9,07 ± 0,37 b	10,3 ± 0,7 a	9,09 ± 0,81 b	11,0 ± 1,1 a	7,95 ± 0,26 a	8,31 ± 0,43 b	10,1 ± 0,87 b
5 dS/m	11,7 ± 0,8 b	8,36 ± 0,34 c	10,0 ± 0,8 a	9,87 ± 0,80 b	10,9 ± 1,1 a	7,11 ± 0,17 b	9,50 ± 0,27 a	14,2 ± 0,90 a
10 dS/m	11,2 ± 1,0 b	9,72 ± 0,09 a	11,2 ± 1,0 a	11,4 ± 1,07 a	10,7 ± 0,6 a	8,14 ± 0,52 a	9,95 ± 0,32 a	14,0 ± 1,04 a

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

3.1.1.1. Οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά φύλλων ανοιζιάτικης καλλιέργειας

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ειδών υπό εξέταση, δηλαδή τα ΟΔΣ και η ΤΟ επηρεάστηκαν με πολύ διαφορετικό τρόπο ανάλογα το είδος, το σύστημα και το επίπεδο αλατότητας, και προέκυψε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων (σύστημα καλλιέργειας x αλατότητα) σε όλες τις περιπτώσεις αυτών των δύο παραμέτρων, εκτός της τιτλοδοτούμενης οξύτητας του *P. coronopus* (Πίνακας 5.15). Στις περισσότερες περιπτώσεις των φυτών που αναπτύχθηκαν εντός θερμοκηπίου, η εφαρμογή υψηλής αλατότητας είτε δεν επηρέασε την περιεκτικότητα των φυτών σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, είτε επέδρασε θετικά αυξάνοντάς την. Από την άλλη μεριά, στον αγρό, κάθε είδος επηρεάστηκε διαφορετικά, καθώς στο *U. picroides* η αλατότητα μείωσε την περιεκτικότητα σε σύγκριση με τον μάρτυρα, στο *R. picroides* την αύξησε, στο *H. cretica* δεν εμφανίστηκε διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων, και τέλος στο *P. coronopus* η αλατότητα αύξησε την συγκέντρωση αναλογικά του επιπέδου αγωγιμότητας σε σύγκριση με τα φυτά μάρτυρες.

Όσον αφορά την τιτλοδοτούμενη οξύτητα, σε κάποιες περιπτώσεις παρέμεινε ανεπηρέαστη από το διαφορετικό επίπεδο αλατότητας (*U. picroides* ΘΥ, *R. picroides* ΘΓ και ΘΥ, *H. cretica* ΓΑ), σε άλλες αυξήθηκε στην υψηλή αγωγιμότητα σε σύγκριση με τον μάρτυρα (*R. picroides* ΓΑ, *H. cretica* ΘΥ), ενώ σχεδόν σε όλες τις υπόλοιπες μειώθηκε. Εξαίρεση αποτελεί η μέτρια αγωγιμότητα του *U. picroides* στα ΘΓ όπου έφερε μικρότερες τιμές από τις άλλες μεταχειρίσεις, και επίσης η μέτρια αλατότητα του *H. cretica* στο ίδιο σύστημα (ΘΓ) όπου έφερε την υψηλότερη τιτλοδοτούμενη οξύτητα σε σχέση με τον μάρτυρα και την υψηλή αλατότητα αυτού του συστήματος καλλιέργειας.

Σε αρκετές περιπτώσεις οι μεταχειρίσεις με αλατότητα (μέτρια ή υψηλή) δεν επηρέασαν την συγκέντρωση των φυτών σε ολική χλωροφύλλη. Πιο συγκεκριμένα ανεπηρέαστα έμειναν όλα τα συστήματα καλλιέργειας του *R. picroides* και του *H. cretica* εκτός του ΘΓ όπου η μέτρια αλατότητα εμφάνισε υψηλότερη συγκέντρωση ολικής χλωροφύλλης σε σύγκριση με τον μάρτυρα και την υψηλή (Πίνακας 5.16). Στα εναπομείναντα υπό εξέταση είδη το επίπεδο της αλατότητας επηρέασε με πολύ διαφορετικό τρόπο τα φυτά ανάλογα το σύστημα καλλιέργειας που αναπτύχθηκαν. Αναλυτικότερα, στο *U. picroides* στο ΘΓ δεν εμφανίστηκε στατιστική διαφορά, στην επίπλευση η μέτρια αλατότητα ευνόησε την συγκέντρωση χλωροφύλλης σε σύγκριση με τον μάρτυρα και την υψηλή αγωγιμότητα, ενώ στον αγρό η υψηλή αλατότητα μείωσε την συγκέντρωση αυτή σε σχέση με τον μάρτυρα και την μέτρια αλατότητα. Από την άλλη μεριά, στο *P. coronopus*, η υψηλή αλατότητα ευνόησε την συγκέντρωση χλωροφύλλης

στα φυτά που αναπτύχθηκαν εντός θερμοκηπίου (ΘΓ, ΘΥ) σε σύγκριση με τον μάρτυρα και την μέτρια αγωγιμότητα, ενώ στον αγρό τόσο η μέτρια όσο και η υψηλή αλατότητα έφεραν επίσης υψηλότερες τιμές ολικής χλωροφύλλης από τον μάρτυρα αυτού του συστήματος καλλιέργειας.

Η περιεκτικότητα των φυτών σε καροτενοειδή, είτε παρέμειναν ανεπηρέαστα από το διαφορετικό επίπεδο αλατότητας ανά σύστημα καλλιέργειας (*U. picroides* ΘΓ, *R. picroides* ΘΓ- ΘΥ, *H. cretica* ΘΥ- ΑΓ), είτε η υψηλή αλατότητα αύξησε την συγκέντρωση αυτή σε σύγκριση με τα αντίστοιχα φυτά μάρτυρες. Εξαιρέση αποτελούν τα φυτά του *U. picroides* όπου στην επίπλευση η μέτρια αγωγιμότητα αύξησε την συγκέντρωση καροτενοειδών σε σχέση με τον μάρτυρα και την υψηλή αλατότητα, ενώ στον αγρό η υψηλή αλατότητα φέρει μικρότερη τιμή από τις άλλες δύο επεμβάσεις.

Πίνακας 5.15. Επίδραση της αλατότητας στο περιεχόμενο των φύλλων σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (TSSC) και σε τιτλοδοτούμενη οξύτητα (TA) τεσσάρων λαχανευόμενων ειδών που αναπτύχθηκαν την άνοιξη σε τρία συστήματα καλλιέργειας (M.O.±T.A., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	TSSC (^o Brix)	TA (g malic acid/100g v.β.)	TSSC (^o Brix)	TA (g malic acid/100g v.β.)	TSSC (^o Brix)	TA (g malic acid/100g v.β.)	TSSC (^o Brix)	TA (g malic acid/100g v.β.)
Αλατότητα (Α)	**	ns	***	*	*	***	***	***
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	***	*	***	***	***	***
A x Σ	***	***	***	*	***	**	***	ns
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	4,16 ± 0,21 b	0,140 ± 0,004 a	3,18 ± 0,16 b	0,154 ± 0,020 a	3,68 ± 0,30 b	0,138 ± 0,011 b	3,15 ± 0,13 b	0,102 ± 0,001 a
5 dS/m	3,98 ± 0,30 b	0,118 ± 0,012 b	4,15 ± 0,32 a	0,163 ± 0,030 a	4,22 ± 0,23 a	0,178 ± 0,006 a	4,03 ± 0,13 a	0,090 ± 0,009 b
10 dS/m	4,81 ± 0,23 a	0,154 ± 0,016 a	3,30 ± 0,24 b	0,144 ± 0,027 a	3,54 ± 0,39 b	0,144 ± 0,013 b	3,93 ± 0,10 a	0,083 ± 0,007 b
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	3,69 ± 0,48 b	0,094 ± 0,013 a	4,28 ± 0,49 a	0,142 ± 0,009 a	3,47 ± 0,44 b	0,100 ± 0,014 b	3,56 ± 0,11 b	0,090 ± 0,002 a
5 dS/m	4,15 ± 0,12 b	0,108 ± 0,014 a	4,25 ± 0,45 a	0,159 ± 0,010 a	5,18 ± 0,61 a	0,144 ± 0,004 a	3,92 ± 0,08 a	0,068 ± 0,004 b
10 dS/m	5,30 ± 0,41 a	0,111 ± 0,017 a	4,90 ± 0,72 a	0,142 ± 0,015 a	4,85 ± 0,37 a	0,151 ± 0,018 a	3,46 ± 0,22 b	0,073 ± 0,006 b
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	7,53 ± 0,49 a	0,190 ± 0,007 a	4,03 ± 0,64 b	0,143 ± 0,024 b	5,73 ± 0,33 a	0,153 ± 0,015 a	3,48 ± 0,21 c	0,080 ± 0,009 a
5 dS/m	6,25 ± 0,34 b	0,171 ± 0,007 b	5,28 ± 0,71 a	0,213 ± 0,041 a	4,87 ± 0,44 b	0,147 ± 0,024 a	4,03 ± 0,21 b	0,059 ± 0,006 b
10 dS/m	5,74 ± 0,43 b	0,165 ± 0,017 b	6,03 ± 0,47 a	0,192 ± 0,024 a	5,78 ± 0,58 a	0,194 ± 0,047 a	4,50 ± 0,38 a	0,067 ± 0,003 b

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%, ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές. Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Πίνακας 5.16. Επίδραση της αλατότητας στο περιεχόμενο των φύλλων σε ολική χλωροφύλλη και καροτενοειδή τεσσάρων λαχανουόμενων ειδών που αναπτύχθηκαν την άνοιξη σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)	Ολική χλωροφύλλη (mg/100g v.β.)	Καροτενοειδή (mg/100g v.β.)
Αλατότητα (Α)	*	**	ns	ns	ns	**	***	***
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	ns	**	ns	***	***	ns	***
Α x Σ	***	***	ns	*	*	*	***	***
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	94,2 ± 10,7 a	9,70 ± 0,74 a	86,7 ± 12,4 a	7,27 ± 1,13 a	77,1 ± 2,9 b	7,07 ± 0,25 b	55,6 ± 4,7 b	4,07 ± 0,36 b
5 dS/m	85,3 ± 5,8 a	8,44 ± 0,74 b	83,3 ± 2,9 a	5,76 ± 0,84 a	90,2 ± 3,6 a	8,02 ± 0,61 a	60,5 ± 2,5 b	4,14 ± 0,38 b
10 dS/m	95,4 ± 5,5 a	8,82 ± 0,29 ab	74,7 ± 10,0 a	7,46 ± 1,08 a	79,8 ± 6,9 b	8,02 ± 0,09 a	102,6 ± 11,2 a	7,09 ± 0,70 a
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	82,3 ± 6,8 b	8,77 ± 0,27 b	69,1 ± 10,8 a	6,26 ± 1,19 a	67,4 ± 3,4 a	7,14 ± 0,72 ab	59,9 ± 4,4 b	5,02 ± 0,59 b
5 dS/m	128,1 ± 14,5 a	10,5 ± 0,80 a	64,4 ± 5,6 a	5,81 ± 0,19 a	64,3 ± 3,9 a	6,13 ± 0,43 b	57,7 ± 2,6 b	3,91 ± 0,54 b
10 dS/m	97,1 ± 10,1 b	9,32 ± 0,81 b	67,0 ± 9,1 a	5,97 ± 0,73 a	73,0 ± 9,0 a	8,17 ± 1,14 a	102,8 ± 13,5 a	11,3 ± 1,05 a
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	87,0 ± 9,9 a	10,4 ± 0,6 a	67,2 ± 10,5 a	6,06 ± 0,39 b	81,4 ± 5,5 a	9,92 ± 0,88 a	60,2 ± 4,9 b	5,30 ± 0,40 b
5 dS/m	76,7 ± 3,6 a	9,78 ± 0,56 a	69,7 ± 7,8 a	7,35 ± 0,90 a	80,0 ± 6,9 a	8,86 ± 0,39 a	84,8 ± 6,1 a	6,97 ± 0,92 a
10 dS/m	65,0 ± 5,2 b	8,18 ± 0,82 b	67,6 ± 6,7 a	7,16 ± 0,35 a	82,8 ± 6,6 a	9,64 ± 0,96 a	94,1 ± 9,6 a	7,00 ± 0,99 a

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές.

Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Η περιεκτικότητα των φυτών σε φαινολικές ενώσεις διαφοροποιήθηκε αρκετά ανάλογα το είδος, το σύστημα καλλιέργειας και το επίπεδο αλατότητας με τις τελευταίες δύο παραμέτρους να εμφανίζουν σημαντική αλληλεπίδραση σε όλα τα είδη (Πίνακας 5.17). Σε όλα τα είδη, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στις γλάστρες θερμοκηπίου (ΘΓ) δεν εμφάνισαν διαφορετική συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων μεταξύ των τριών επιπέδων αγωγιμότητας, με εξαίρεση τον μάρτυρα των φυτών *R. picroides* που στατιστικώς φέρει υψηλότερες τιμές από την μέτρια αλατότητα. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν στο σύστημα επίπλευσης (ΘΥ), αντέδρασαν διαφορετικά στην αλατότητα ανά είδος, καθώς το *P. coronopus* φέρει ίδια συγκέντρωση σε όλες τις μεταχειρίσεις, το *U. picroides* ευνοήθηκε από την μέτρια αλατότητα καθώς έφερε την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σύγκριση με τον μάρτυρα και την υψηλή αλατότητα, το *R. picroides* ευνοήθηκε αντίστοιχα από την υψηλή αλατότητα και μόνο, και τέλος το *H. cretica* ευνοήθηκε και από τις δύο μεταχειρίσεις με αλατότητα σε σχέση με τον μάρτυρα αλλά με αναλογική ένταση καθώς η υψηλή αλατότητα εμφάνισε υψηλότερες τιμές φαινολικών από την μέτρια και αντίστοιχα η μέτρια από τον μάρτυρα. Τέλος, στα φυτά του αγρού (ΑΓ) παρουσιάστηκε αύξηση των φαινολικών στην υψηλή αλατότητα σε σύγκριση με τον μάρτυρα, σε όλα τα είδη εκτός του *U. picroides* που συνέβη το αντίθετο μειώνοντας την συγκέντρωση αυτή. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις, ανεξαρτήτως είδους και αλατότητας, τα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό έφεραν πολλαπλάσια συγκέντρωση φαινολικών (διπλάσια-τριπλάσια) σε σύγκριση με τα συστήματα εντός θερμοκηπίου (Πίνακας 5.17).

Όσον αφορά την συγκέντρωση των φυτών σε προλίνη, σχεδόν σε όλα τα είδη και συστήματα καλλιέργειας, η υψηλή αλατότητα αύξησε τις τιμές της σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Εξαίρεση αποτελούν τα ΘΓ του *R. picroides* που δεν εμφάνισαν καμία διαφορά μεταξύ των επιπέδων αγωγιμότητας, καθώς και τα θερμοκηπιακά φυτά του *P. coronopus* (ΘΓ, ΘΥ) όπου ο μάρτυρας έχει την υψηλότερη συγκέντρωση προλίνης σε σύγκριση με τις μεταχειρίσεις αλατότητας. Η μέτρια αλατότητα επίσης αύξησε την συγκέντρωση της προλίνης σε σύγκριση με τον μάρτυρα αλλά σε χαμηλότερη ένταση από την υψηλή αλατότητα, σε κάποιες περιπτώσεις όπως είναι τα: *U. picroides* σε ΘΓ και ΘΥ, *H. cretica* σε ΘΥ και ΑΓ, καθώς και στα ΑΓ του *P. coronopus*. Ωστόσο, στα φυτά της επίπλευσης (ΘΥ) του *R. picroides* και στις γλάστρες θερμοκηπίου (ΘΓ) του *H. cretica* η μέτρια αλατότητα (5 dS/m) φέρει χαμηλότερη συγκέντρωση προλίνης ακόμη και από τα φυτά μάρτυρες (Πίνακας 5.17).

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.18, στα είδη *U. picroides* και *R. picroides* φάνηκε ότι δεν επηρεάστηκε η συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών από την αλλαγή της αγωγιμότητας στα περισσότερα συστήματα, καθώς δεν υπάρχει στατιστική διαφορά ανάμεσα στις μεταχειρίσεις σε καμία από τις δύο μετρήσεις των αντιοξειδωτικών (TEAC, FRAP). Εξαίρεση αποτελούν τα

φυτά ΘΥ του *U. picroides* όπου ο μάρτυρας φέρει μικρότερη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών κατά την TEAC, και τα φυτά ΑΓ του *R. picroides* όπου η υψηλή αλατότητα έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση από τις άλλες δύο μεταχειρίσεις σύμφωνα με την μέθοδο FRAP. Από την άλλη μεριά, στο *H. cretica* στα ΘΓ και ΑΓ επίσης δεν παρατηρείται διαφορά στις μεταχειρίσεις σύμφωνα με την TEAC, ενώ στην FRAP η υψηλή αλατότητα έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών από τον μάρτυρα. Στην επίπλευση του ίδιου είδους παρατηρείται αύξηση των αντιοξειδωτικών με την χορήγηση διαλύματος μέτριας ή υψηλής αλατότητας σε σχέση με τον μάρτυρα, με την μέτρια αλατότητα να φέρει υψηλότερες τιμές στην TEAC, και την υψηλή αλατότητα να κάνει το ίδιο στην FRAP.

Η συγκέντρωση των νιτρικών ευνοήθηκε από την ύπαρξη μέτριας ή υψηλής αλατότητας σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας και σε όλα τα είδη εκτός του *R. picroides*, μειώνοντας τις τιμές αυτών σε σύγκριση με τα φυτά μάρτυρες. Στο *R. picroides* σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας η συγκέντρωση των νιτρικών παρέμεινε σταθερή μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων αγωγιμότητας, όπως φαίνεται στο πίνακα 5.19 και στο σχήμα 5.3. Σε γενικές γραμμές, η υψηλή αλατότητα μείωσε σε μεγαλύτερο ποσοστό την συγκέντρωση των νιτρικών στην εκάστοτε επέμβαση, σε σύγκριση με την μέτρια εκτός από την επίπλευση του *R. picroides* όπου συνέβη το αντίθετο, και την επίπλευση του *H. cretica* που η μέτρια αλατότητα και ο μάρτυρας είναι στο ίδιο στατιστικό εύρος. Αξιοσημείωτο αποτέλεσμα προέκυψε στο *P. coronopus* όπου παρόλο που τα φυτά μάρτυρες φέρουν συγκέντρωση κατά πολύ υψηλότερη από τα όρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αφού κινούνται στα 11.000-15.000 ppm NO₃ ανάλογα το σύστημα καλλιέργειας, η εφαρμογή της υψηλής αλατότητας μετριάζει σε πολύ μεγάλο ποσοστό την συγκέντρωση αυτή, μειώνοντας τη σε έως και μεγαλύτερο ποσοστό από την υποδιπλάσια τιμή, όπως για παράδειγμα στο ΘΓ με συγκέντρωση ίση με 6.000ppm.

Πίνακας 5.17. Επίδραση της αλατότητας στο περιεχόμενο των φύλλων σε ολικές φαινολικές ενώσεις και σε προλίνη τεσσάρων λαχανευόμενων ειδών που αναπτύχθηκαν την άνοιξη σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	Φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Προλίνη (μmole/g v.β.)	Φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Προλίνη (μmole/g v.β.)	Φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Προλίνη (μmole/g v.β.)	Φαινολικά (mg GAE/100g v.β.)	Προλίνη (μmole/g v.β.)
Αλατότητα (Α)	*	***	**	***	***	***	**	***
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	***	***	***	***	***	***
Α x Σ	***	ns	**	***	***	***	**	**
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	63,0 ± 9,1 a	0,031 ± 0,009 c	111,4 ± 15,3 a	0,445 ± 0,090 a	53,8 ± 7,6 a	0,325 ± 0,029 b	98,2 ± 12,9 a	0,061 ± 0,009 a
5 dS/m	59,2 ± 1,8 a	0,570 ± 0,074 b	87,3 ± 9,6 b	0,466 ± 0,077 a	54,5 ± 5,8 a	0,103 ± 0,024 c	100,1 ± 5,5 a	0,028 ± 0,003 b
10 dS/m	70,6 ± 11,2 a	0,814 ± 0,227 a	93,4 ± 12,2 ab	0,531 ± 0,090 a	52,3 ± 4,7 a	0,726 ± 0,102 a	103,4 ± 7,6 a	0,037 ± 0,006 b
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	60,7 ± 3,7 b	0,080 ± 0,012 c	115,4 ± 12,8 b	0,479 ± 0,032 b	48,0 ± 4,7 c	0,206 ± 0,056 c	116,4 ± 7,4 a	0,223 ± 0,027 a
5 dS/m	80,8 ± 7,2 a	0,636 ± 0,101 b	127,4 ± 5,5 b	0,138 ± 0,018 c	68,6 ± 5,2 b	0,990 ± 0,164 b	116,2 ± 10,9 a	0,181 ± 0,037 a
10 dS/m	57,6 ± 5,1 b	1,106 ± 0,144 a	154,3 ± 14,2 a	0,988 ± 0,243 a	91,0 ± 6,9 a	1,289 ± 0,157 a	115,8 ± 8,7 a	0,134 ± 0,012 b
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	161,4 ± 14,2 a	0,921 ± 0,137 b	143,1 ± 15,7 b	0,161 ± 0,025 b	99,1 ± 11,7 b	0,769 ± 0,181 b	171,6 ± 12,2 b	0,009 ± 0,002 b
5 dS/m	152,1 ± 0,2 a	1,553 ± 0,182 a	158,3 ± 23,0 b	0,121 ± 0,034 b	99,4 ± 8,7 b	1,313 ± 0,366 a	201,4 ± 11,2 a	0,032 ± 0,006 a
10 dS/m	131,6 ± 6,8 b	1,697 ± 0,251 a	190,8 ± 19,8 a	0,444 ± 0,086 a	153,9 ± 20,7 a	1,411 ± 0,384 a	213,5 ± 17,7 a	0,031 ± 0,006 a

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές.

Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

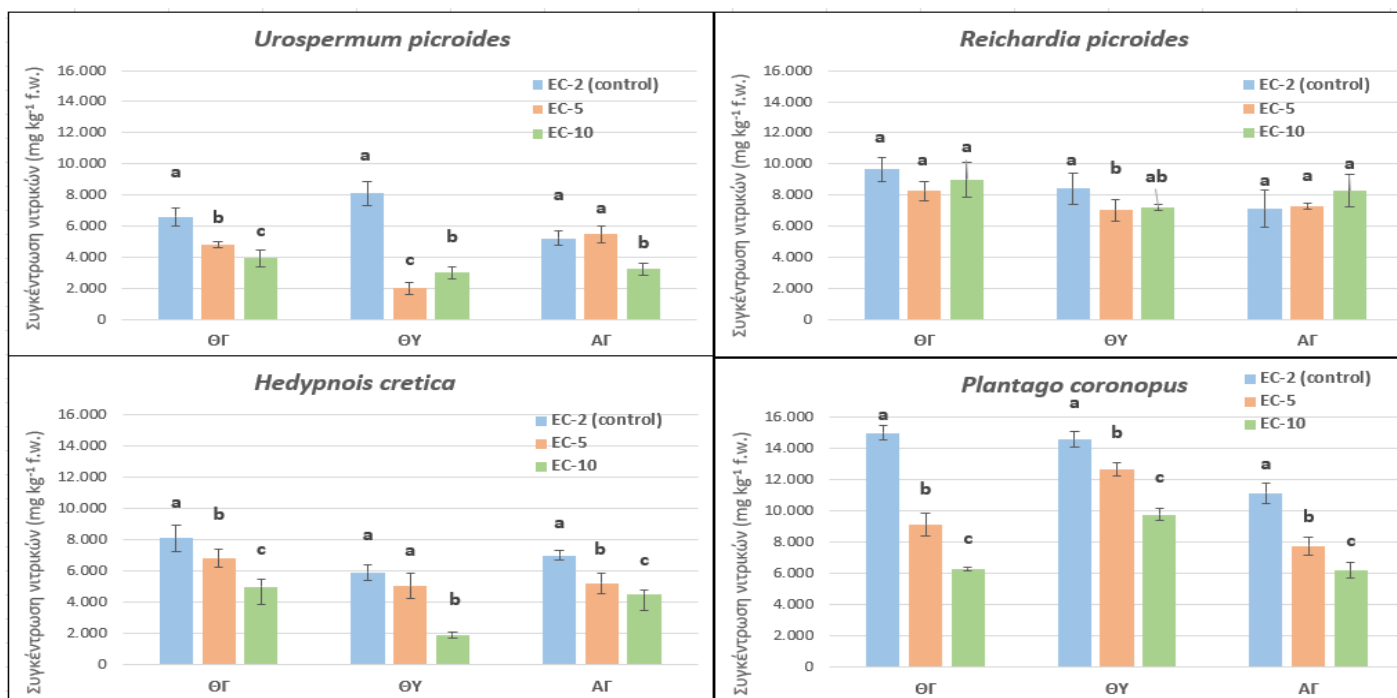
Πίνακας 5.18. Επίδραση της αλατότητας στην αντιοξειδωτική ικανότητα των φύλλων, σύμφωνα με τις μεθόδους TEAC και FRAP, τεσσάρων λαχανοφύτων ειδών που αναπτύχθηκαν την άνοιξη σε τρία συστήματα καλλιέργειας (M.O.±T.A., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>		<i>Reichardia picroides</i>		<i>Hedypnois cretica</i>		<i>Plantago coronopus</i>	
	<i>TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)</i>	<i>FRAP (mg ascorbate /100g v.β.)</i>	<i>TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)</i>	<i>FRAP (mg ascorbate /100g v.β.)</i>	<i>TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)</i>	<i>FRAP (mg ascorbate /100g v.β.)</i>	<i>TEAC (mmol Trolox/100g v.β.)</i>	<i>FRAP (mg ascorbate /100g v.β.)</i>
	Αλατότητα (Α)	**	ns	ns	***	***	***	***
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	***	***	ns	***	***	***	***	***
Α x Σ	ns	**	ns	***	***	***	***	ns
<i>Θερμοκήπιο – Γλάστρες (ΘΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	6,41 ± 1,00 a	68,2 ± 8,1 a	14,8 ± 1,0 a	74,4 ± 2,7 a	8,14 ± 1,04 ab	37,5 ± 6,8 b	12,0 ± 0,9 c	37,5 ± 4,2 b
5 dS/m	8,33 ± 1,90 a	47,9 ± 3,9 b	15,2 ± 1,5 a	86,8 ± 15,2 a	7,07 ± 0,38 b	67,3 ± 8,0 a	14,2 ± 1,2 b	48,3 ± 2,2 a
10 dS/m	7,86 ± 0,92 a	65,6 ± 8,6 a	14,7 ± 1,4 a	70,1 ± 8,6 a	8,51 ± 0,99 a	61,1 ± 7,8 a	19,6 ± 0,7 a	50,1 ± 4,4 a
<i>Θερμοκήπιο – Επίπλευση (ΘΥ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	7,13 ± 0,97 b	51,3 ± 3,3 a	14,3 ± 0,1 a	134,2 ± 18,0 a	8,00 ± 0,84 c	57,2 ± 9,0 b	7,75 ± 1,10 c	45,5 ± 5,3 b
5 dS/m	10,3 ± 0,72 a	55,0 ± 6,6 a	15,0 ± 1,2 a	117,8 ± 12,4 a	13,5 ± 1,08 a	56,7 ± 4,8 b	19,9 ± 0,76 a	49,8 ± 3,2 b
10 dS/m	9,20 ± 1,18 a	51,8 ± 6,9 a	15,1 ± 1,5 a	134,0 ± 14,7 a	11,3 ± 1,62 b	95,0 ± 17,8 a	16,5 ± 2,52 b	57,6 ± 3,8 a
<i>Αγρός – Γλάστρες (ΑΓ)</i>								
2 dS/m (μάρτυρας)	14,4 ± 1,02 a	158,8 ± 14,5 a	14,8 ± 1,1 ab	95,8 ± 16,6 b	11,3 ± 2,25 a	145,8 ± 11,5 b	15,6 ± 1,2 b	80,2 ± 6,7 b
5 dS/m	14,5 ± 1,82 a	158,8 ± 19,5 a	16,1 ± 1,2 a	122,1 ± 6,5 b	12,7 ± 1,55 a	85,2 ± 10,8 c	17,0 ± 1,6 b	102,6 ± 10,7 a
10 dS/m	14,1 ± 1,81 a	133,4 ± 15,8 a	14,4 ± 0,4 b	200,9 ± 28,2 a	12,8 ± 1,43 a	173,5 ± 20,9 a	45,2 ± 3,1 a	98,8 ± 12,2 a

Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%; ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές. Μέσοι σε στήλες για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Πίνακας 5.19 και Σχήμα 5.3. Επίδραση της αλατότητας στη συγκέντρωση νιτρικών στα φύλλα τεσσάρων λαχανοφύτων ειδών που αναπτύχθηκαν το φθινόπωρο σε τρία συστήματα καλλιέργειας (Μ.Ο.±Τ.Α., n=5).

	<i>Urospermum picroides</i>	<i>Reichardia picroides</i>	<i>Hedypnois cretica</i>	<i>Plantago coronopus</i>
Αλατότητα (Α)	***	ns	***	***
Σύστημα καλλιέργειας (Σ)	**	***	***	***
Α x Σ	***	ns	**	***



Διπαραγοντική ανάλυση: *: σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 5%; **: σημαντικές διαφορές σε 1%, ***: σημαντικές διαφορές σε 0,1%; ns: μη σημαντικές διαφορές. Στήλες στα σχήματα για το ίδιο σύστημα καλλιέργειας που ακολουθούνται από ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

3.1.2. Συμπεράσματα και συζήτηση

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, υπάρχει ένας αυξανόμενος αριθμός δεδομένων σχετικά με τις την ανταπόκριση των άγριων βρώσιμων ειδών στις περιβαλλοντικές συνθήκες και στις καλλιεργητικές πρακτικές, ιδίως όσον αφορά την ανθεκτικότητά τους σε δυσμενείς/στρεσογόνους εδαφικούς και κλιματικούς παράγοντες (Petrooulos et al., 2017, 2020). Ωστόσο, παρά την πλούσια επιστημονική έρευνα εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη πληροφοριών που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην καλλιέργεια και την εμπορική εκμετάλλευση των ειδών αυτών ως συμπληρωματικών/εναλλακτικών καλλιεργειών στα υφιστάμενα γεωργικά συστήματα. Υπό αυτή την έννοια, η παρούσα μελέτη είχε ως στόχο την παροχή περισσότερων πληροφοριών σχετικά με την απόκριση σε τρία επίπεδα αλατότητας, σε δύο εποχές καλλιέργειας (φθινόπωρο και άνοιξη), σε σχέση με το περιβάλλον ανάπτυξης (θερμοκήπιο vs. αγρός) και το σύστημα καλλιέργειας (έδαφος vs. υδροπονία) για τέσσερα άγρια βρώσιμα είδη, τα *Urospermum picroides*, *Reichardia picroides*, *Hedypnois cretica* και *Plantago coronopus* που έχουν λάβει, μαζί με άλλα λαχανευόμενα είδη, ιδιαίτερη σημασία πρόσφατα κυρίως λόγω της υψηλής διατροφικής τους αξίας και των ευεργετικών τους ιδιοτήτων στην ανθρώπινη υγεία.

Όσον αφορά την ανάπτυξη των φυτών και την απόδοση, και στα τέσσερα είδη και στις δύο εποχές, η υψηλή αλατότητα (EC-10) μείωσε σημαντικά τον αριθμό των φύλλων, την φυλλική επιφάνεια, το νωπό και ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών που καλλιεργήθηκαν στα συστήματα εντός θερμοκηπίου (ΘΓ και ΘΥ) σε σύγκριση με τα φυτά μάρτυρες. Ελάχιστες εξαιρέσεις εμφανίστηκαν στη φθινοπωρινή περίοδο, όπου το ξηρό βάρος των φύλλων του *R. picroides* στο σύστημα ΘΓ δεν επηρεάστηκε, και του *P. coronopus* στην επίπλευση όλες οι παραπάνω παράμετροι δεν επηρεάστηκαν, πλην του αριθμού των φύλλων, όπου η υψηλή αλατότητα είχε σαν συνέπεια υψηλότερες τιμές από τους μάρτυρες ή έστω ίδιες όπως συνέβη και στο νωπό βάρος των φύλλων. Αντίστοιχα, την άνοιξη, στα ΘΓ του *R. picroides* όλες οι παράμετροι ανάπτυξης (πλην του ξηρού βάρους) δεν επηρεάστηκαν από την αλατότητα, όπως συνέβη και στο νωπό βάρος του *H. cretica* στο ΘΓ αλλά και στο ξηρό βάρος του *P. coronopus* στην επίπλευση.

Επιπλέον, κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια, τα φυτά που αναπτύχθηκαν υπό τις ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες (συστήματα καλλιέργειας ΘΓ και ΘΥ) καταγράφηκε διαφορετική απόκριση σε μέτρια αλατότητα (EC-5) ανάλογα με το είδος, καθώς παρουσίασαν υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τους μάρτυρες για τις περισσότερες από τις υπό μελέτη παραμέτρους (π.χ. επιφάνεια φύλλων, νωπό και ξηρό βάρος φύλλων του *U. picroides* σε σύστημα ΘΥ- αριθμός

φύλλων και νωπό βάρος φύλλων του *R. picroides* και φυλλική επιφάνεια, νωπό και ξηρό βάρος φύλλων του *P. coronopus* στο σύστημα ΘΓ). Αντίθετα, στα αντίστοιχα συστήματα των φυτών *H. cretica* αλλά και στο ΘΓ του *P. coronopus* η μέτρια αλατότητα επηρέασε αρνητικά την ανάπτυξη και απόδοση των φυτών μειώνοντας τις τιμές των παραμέτρων αυτών σε σχέση με τον μάρτυρα, όπως συνέβη και στις περισσότερες περιπτώσεις όλων των ειδών στην ανοιξιάτικη καλλιέργεια αλλά με μικρότερη ένταση σε σύγκριση με την υψηλή αλατότητα. Αυτά τα ευρήματα υποδεικνύουν τους ποικίλους μηχανισμούς προσαρμογής των υπό μελέτη ειδών στην καταπόνηση αλατότητας ανάλογα όχι μόνο με τις περιβαλλοντικές συνθήκες αλλά και με το σύστημα καλλιέργειας.

Από την άλλη πλευρά, κατά το φθινόπωρο, το υψηλότερο επίπεδο EC είχε λιγότερο έντονη αρνητική επίδραση στα καλλιεργούμενα φυτά του αγρού, καθώς σε όλα τα είδη πλην του *U. picroides* δεν καταγράφηκε καμία επίδραση της υψηλής αλατότητας, σε όλες τις παραμέτρους ανάπτυξης και απόδοσης σε σύγκριση με τους μάρτυρες. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός ότι τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες στον αγρό δέχθηκαν 30% λιγότερο συχνή άρδευση και επομένως λιγότερο NaCl από ό,τι τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες εντός θερμοκηπίου, λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών που επικρατούσαν στην ύπαιθρο και κατά συνέπεια της μικρότερης εξαμισοδιαπνοής της καλλιέργειας, καθώς και λόγω των βροχοπτώσεων που οδήγησαν στη μερική έκπλυση του NaCl από τις γλάστρες στον αγρό, αποφεύγοντας έτσι τη συσσώρευση αλάτων στο έδαφος της καλλιέργειας. Αντίθετα, στις ανοιξιάτικες συνθήκες, εμφανίστηκε θετική επίδραση της υψηλής αλατότητας στις παραμέτρους ανάπτυξης και απόδοσης, σε όλα τα υπό μελέτη είδη εκτός από το *U. picroides* όπου αυξήθηκε μόνο το παραγόμενο νωπό βάρος και όλες οι άλλοι παράμετροι έμειναν σταθεροί.

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι τα άγρια βρώσιμα χόρτα είναι σχετικά ανεκτικά σε NaCl, ωστόσο, η αντίδρασή τους στην αλατότητα εξαρτάται από το είδος, το επίπεδο αλατότητας, την διάρκεια και την περίοδο της καλλιέργειας (Petropoulos et al., 2017, 2020, Sergio et al., 2012). Για παράδειγμα, το νωπό και το ξηρό βάρος των φυτών *R. picroides* που αναπτύχθηκαν σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης δεν επηρεάστηκαν από την χορήγηση διαλύματος αγωγιμότητας ίσης με $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ 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). Ομοίως, η προσθήκη NaCl σε στο θρεπτικό διάλυμα μέχρι $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ δεν είχε καμία επίδραση στο *R. picroides* που καλλιεργήθηκε σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης, αλλά μείωσε τις παραμέτρους ανάπτυξης του *Taraxacum officinale* (Alexopoulos et al., 2021). Επιπλέον, η ανάπτυξη των άγριων φυτών ραδικιού (*Cichorium intybus*), δεν μειώθηκε σοβαρά

σε $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ NaCl (Sergio et al., 2012), ενώ τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του *U. picroides* μειώθηκαν σοβαρά σε $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ και $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ σε σύγκριση με τα φυτά μάρτυρες (2 dS m^{-1} χωρίς προσθήκη NaCl) (Alexopoulos et al., 2023).

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης υποδηλώνουν ότι το σύστημα καλλιέργειας και οι περιβαλλοντικές συνθήκες παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των εξεταζόμενων ειδών σε συνθήκες αλατότητας. Ειδικότερα, η επίδραση του NaCl στα φυτά ποικίλλει όχι μόνο μεταξύ των συνθηκών αγρού και θερμοκηπίου, συνεπώς υποδεικνύοντας περιβαλλοντικές, κλιματικές επιδράσεις (Arzani et al., 2008), αλλά και μεταξύ του είδους καλλιέργειας σε γλάστρες και σε σύστημα επίπλευσης στο θερμοκήπιο, υποδεικνύοντας μια πρόσθετη συνέπεια της μεθόδου καλλιέργειας στην επίδραση του NaCl. Οι θετικές επιδράσεις της μέτριας αλατότητας στις παραμέτρους ανάπτυξης σε κάποια από τα είδη (π.χ. *U. picroides* το φθινόπωρο και *P. coronopus* και στις δύο εποχές) που καλλιεργούνται σε επιπέδου υδροπονία θα μπορούσε να σχετίζεται με την καλύτερη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών σε σύγκριση με τα φυτά που καλλιεργούνται σε γλάστρες, γεγονός που διευκόλυνε την προσαρμογή στις αλατούχες συνθήκες και την άμβλυση τυχόν επιπτώσεων του στρες (Chatzigianni et al., 2019). Ομοίως, οι Papadimitriou et al. (2022) ανέφεραν επίσης την ανθεκτικότητα των φυτών ασκόλυμπρου (*Scolymus hispanicus*) που καλλιεργήθηκαν σε σύστημα υδροπονίας σε μέτρια καταπόνηση αλατότητας. Μια άλλη πιθανή εξήγηση για τις διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ φυτών γλάστρας και φυτών που καλλιεργούνται υδροπονικά θα μπορούσε να είναι η σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης του NaCl στις γλάστρες σε σύγκριση με το υδροπονικό σύστημα όπου τα θρεπτικά συστατικά του διαλύματος αναπληρώνονταν τακτικά, αποτρέποντας έτσι τη συσσώρευση αλάτων. Όπως αναφέρθηκε επίσης από τους Papadimitriou et al. (2022), η καλλιέργεια των φυτών σε υποστρώματα (π.χ. περλίτη) έχει ως αποτέλεσμα τις αυξημένες τιμές EC της αποστράγγισης, γεγονός που επηρεάζει σημαντικά τα θρεπτικά στοιχεία και το νερό που απορροφάται και τελικά την ανάπτυξη των φυτών.

Με βάση τα παρόντα αποτελέσματα, θα μπορούσε να προταθεί ότι το φθινόπωρο, το *R. picroides* είναι πιο ανθεκτικό σε στρες αλατότητας από τα άλλα είδη όταν καλλιεργείται σε γλάστρες, ειδικά στο υψηλότερο επίπεδο NaCl (δηλ. 10 dS m^{-1}), δεδομένου ότι το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων των υπόλοιπων ειδών μειώθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό. Από την άλλη πλευρά, καταγράφηκε μια αντίθετη τάση για το σύστημα επίπλευσης την ίδια εποχή, όπου το νωπό και το ξηρό βάρος των φύλλων του *U. picroides* και του *P. coronopus* μειώθηκε σε μικρότερο βαθμό σε σύγκριση με το *R. picroides* και το *H. cretica*, ενώ το ποσοστό του ξηρού βάρους και η μάζα των φύλλων ανά επιφάνεια (LMA) αυξήθηκε υπό συνθήκες υψηλής

αλατότητας στα *U. picroides* και *H. cretica*. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τις αναφορές των Alexopoulos et al. (2021 & 2023), οι οποίοι τόνισαν την ευαισθησία του *U. picroides* και τη σχετική ανοχή του *R. picroides* σε υψηλά επίπεδα αλατότητας (10 dS m^{-1}) σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης παρόμοιο με τη μελέτη μας. Οι εν λόγω συγγραφείς ανέφεραν ακόμη ότι η μεταβλητή απόκριση των υπό μελέτη ειδών στην καταπόνηση αλατότητας θα μπορούσε να αποδοθεί σε διαφορές στην ικανότητά τους να ξεπεράσουν αποτελεσματικά την περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού στη ζώνη ριζών λόγω των ωσμωτικών επιδράσεων, ένας μηχανισμός που παρατηρείται συνήθως σε μελέτες αλατότητας ευαίσθητων και μετρίως ανεκτικών ειδών (Munns et al., 2008). Επιπλέον, μια μελέτη υπέδειξε μια θετική συσχέτιση μεταξύ του βάρους των φύλλων και της αυξανόμενης αλατότητας (Poorter et al., 2009), κάτι που δεν συνέβαινε πάντα στη μελέτη μας (π.χ. για τα φυτά *R. picroides* και *U. picroides* που καλλιεργήθηκαν στα συστήματα ΘΥ και ΓΑ, αντίστοιχα), υποδεικνύοντας ότι οι αλλαγές στη μορφολογία των φύλλων (παραγωγή μικρότερων και παχύτερων φύλλων) δεν είναι πάντα ο προτιμώμενος μηχανισμός των φυτών για την αποφυγή της καταπόνησης από αλατότητα (Negrao et al., 2017). Αυτό θα μπορούσε να δικαιολογηθεί από τα ευρήματα της μελέτης μας σχετικά με τα φυτά *R. picroides* και *H. cretica* που καλλιεργήθηκαν στον αγρό το φθινόπωρο, όπου η υψηλή αλατότητα δεν επηρέασε ούτε την απόδοση νωπής βιομάζας, ούτε τον αριθμό των φύλλων, την επιφάνεια των φύλλων ή την μάζα φύλλων ανά επιφάνεια. Επομένως, θα μπορούσαν να υποβληθούν και άλλοι μηχανισμοί ανοχής που περιλαμβάνουν φυσιολογικές και μοριακές διεργασίες, ομοιόσταση ιόντων, μορφολογία της ρίζας κ.λπ. (Munns et al., 2008). Ωστόσο, την άνοιξη, το *P. coronopus* φαίνεται πιο ευαίσθητο στην υψηλή αλατότητα όταν καλλιεργείται σε γλάστρες θερμοκηπίου, καθώς εμφάνισε την εντονότερη μείωση σε νωπό και ξηρό βάρος αλλά και σε αριθμό φύλλων και φυλλική επιφάνεια σε σχέση με τα υπόλοιπα υπό μελέτη είδη. Αντίθετα, στην ανοιξιάτικη επίπλευση αυτού του είδους, είτε το νωπό και ξηρό βάρος ευνοήθηκαν από την ύπαρξη αλατότητας (κυρίως μέτριας), είτε παρέμεινε ανεπηρέαστο, αποτέλεσμα που θα μπορούσε επίσης να δικαιολογηθεί από την καλύτερη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών και να συμφωνήσει επίσης με τους Chatzigianni et al. (2019).

Από την άλλη πλευρά, την άνοιξη, το νωπό και το ξηρό βάρος των ειδών *H. cretica* και *P. coronopus* που καλλιεργήθηκαν σε υδροπονία επηρεάστηκαν αρνητικά σε πολύ μικρότερο βαθμό (ή και καθόλου) από την υψηλή αλατότητα σε σχέση με τα άλλα δύο είδη, ενώ οι τιμές του ποσοστού του ξηρού βάρους και της μάζας των φύλλων ανά επιφάνεια (LMA) αυξήθηκαν υπό αυτές τις συνθήκες εν συγκρίσει με τα φυτά μάρτυρες. Αντίστοιχα, στην επίπλευση για το φυτό *U. picroides* οι τιμές αυτές δεν επηρεάστηκαν από την χορήγηση NaCl , ενώ στο *R. picroides* καταγράφηκε μείωση και στα δύο επίπεδα αλατότητας. Τα ευρήματα αυτά

διαφωνούν με τις αναφορές των Alexopoulos et al. (2021, 2023), οι οποίοι τόνισαν την ευαισθησία του *U. picroides* και τη σχετική ανοχή του *R. picroides* σε υψηλά επίπεδα αλατότητας ($10,0 \text{ dS m}^{-1}$) σε επιπλέον υδροπονία, καθώς τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν σχεδόν το αντίθετο.

Σε γενικές γραμμές, και στις δύο εποχές, το ποσοστό του ξηρού βάρους και το LMA σε όλα τα είδη που αναπτύχθηκαν εντός θερμοκηπίου (ΘΓ και ΘΥ) επηρεάστηκε με πολύ διαφορετικό τρόπο ανάλογα το είδος, καθώς είτε αυξήθηκαν, είτε μειώθηκαν είτε παρέμειναν ακόμη και σταθερά. Παρόμοια λογική ακολούθησε το ποσοστό ξηρού βάρους και στον αγρό της άνοιξης, ενώ το φθινόπωρο σε όλα τα είδη έμεινε σταθερό εκτός του *U. picroides* στο οποίο προέκυψε μείωση υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας. Το LMA σε όλα τα είδη που καλλιεργήθηκαν την άνοιξη αυξήθηκε υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας σε σχέση με τον μάρτυρα, εκτός από το *H. cretica* που έμεινε ίδιο, ενώ το φθινόπωρο έμεινε σε όλα τα είδη ανεπηρέαστο, εκτός του *R. picroides* στο οποίο αυξήθηκε υπό συνθήκες αλατότητας.

Γενικά, η περιεκτικότητα των φύλλων σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (TSSC) σε φυτά που υποβλήθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα με NaCl μέτριας ή υψηλής έντασης, είτε αυξήθηκε, είτε παρέμεινε ανεπηρέαστο, όπως συνέβη το φθινόπωρο στο σύστημα ΑΓ του *U. picroides*, τα ΘΓ και ΑΓ του *R. picroides*. Εξαίρεση αποτελεί το *U. picroides*, στο οποίο κατά τις ανοιξιάτικες συνθήκες εμφανίστηκε μείωση της συγκέντρωσης αυτών υπό συνθήκες αλατότητας σε σχέση με τον μάρτυρα. Ωστόσο, παρά την αυξημένη συγκέντρωση ΟΔΣ, δεν παρατηρήθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ΟΔΣ και του % ξηρού βάρους σε όλα τα είδη, γεγονός που υποδηλώνει ότι η τυχόν αύξηση του ΟΔΣ λόγω αλατότητας δεν ήταν αποτέλεσμα της αύξησης του περιεχομένου του ιστού σε ξηρά ουσία. Πιο συγκεκριμένα, υπήρξε σημαντική συσχέτιση μόνο στα *R. picroides* ($r=0,76$) και *H. cretica* ($r=0,93$) το φθινόπωρο, και στο *U. picroides* ($r=0,91$) την άνοιξη. Από την άλλη πλευρά, καταγράφηκε μια μεταβλητή επίδραση όσον αφορά την τιτλοδοτούμενη οξύτητα των φυτών που καλλιεργήθηκαν υπό διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας, επίπεδα αλατότητας και διαφορετική εποχή. Παρόλο που η ήπια αλατότητα αναγνωρίζεται ως θετικός παράγοντας καταπόνησης στα οπωροκηπευτικά (Rouphael et al., 2018), η επίδρασή της στα γευστικά χαρακτηριστικά όπως το ΟΔΣ και την ΤΟ στα φυλλώδη λαχανικά και ιδίως στα άγρια χόρτα, είναι ιδιαίτερα μεταβλητή και δεν παρουσιάζει καμία συσχέτιση με την ανοχή ή την ευαισθησία των ειδών στην αλατότητα. Σύμφωνα με τις μελέτες των Alexopoulos et al. (2021, 2023), η καταπόνηση αλατότητας που προκαλείται από NaCl σε τιμές αγωγιμότητας έως και 10 dS m^{-1} δεν είχε καμία επίδραση στο ΟΔΣ των φύλλων των *Taraxacum officinale* και *R. picroides*, αλλά είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του ΟΔΣ στα φυτά *U. picroides* και *H. cretica* που καλλιεργήθηκαν σε υδροπονικό

σύστημα. Επιπλέον, στις ίδιες μελέτες αναφέρθηκε ότι η αύξηση της αλατότητας έως 10 dS m^{-1} είχε θετική επίδραση στην ΤΟ στο *Taraxacum officinale*, *R. picroides* και *H. cretica*, αλλά όχι στο *U. picroides*. Αντίθετα, οι Petropoulos et al. (2017) υπέδειξαν μείωση της περιεκτικότητας σε ελεύθερα σάκχαρα στα φύλλα του ραδικιού (*Cichorium spinosum* L.), ενώ οι Klados και Tzortzakis (2014) παρατήρησαν αυξημένη πικρή και ξινή γεύση στα φύλλα του ίδιου είδους με την αύξηση της αλατότητας (έως $12,0 \text{ dS m}^{-1}$ NaCl). Επιπλέον, σε μαρούλι (*Lactuca sativa*), το οποίο θεωρείται μετρίως ευαίσθητο στην επαγόμενη από NaCl αλατότητα (Shannon et al., 1999), το ΟΔΣ των φύλλων διπλασιάστηκε σε $12,6 \text{ dS m}^{-1}$ στο κόκκινο μαρούλι (Sakamoto et al., 2014), αυξήθηκε σε $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ στο μαρούλι iceberg (Okasha et al., 2022) ή παρέμεινε ανεπηρέαστο από αγωγιμότητα ίση με $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ NaCl σε κόκκινο και πράσινο μαρούλι που καλλιεργείται σε επιπλέον υδροπονία (Carillo et al., 2021). Ανεξάρτητα από αυτά τα ευρήματα, σε αντίθεση με τους καρπούς, η συγκέντρωση των οργανικών οξέων στα υπό μελέτη φυλλώδη είδη είναι πολύ χαμηλή και συγκρίσιμα με τα επίπεδα που βρέθηκαν σε συγγενικά είδη που συλλέγονται στη φύση, όπως το *Cichorium intybus* και *Taraxacum obovatum* (Sanchez- Mata et al., 2012). Συνεπώς, τα οργανικά οξέα δεν συμβάλλουν σημαντικά στη γεύση των φυλλωδών λαχανοφύτων που μελετήθηκαν και η αλατότητα δεν αναμένεται να προκαλέσει σοβαρές αλλαγές στις οργανοληπτικές ιδιότητες των καλλιεργούμενων φυτών, εφόσον τα επίπεδα αλατότητας δεν υπερβαίνουν τα κρίσιμα για τα είδη κατώτατα όρια.

Η συγκέντρωση των χρωστικών επηρεάστηκε τόσο από την αλατότητα όσο και από το σύστημα καλλιέργειας. Κατά το φθινόπωρο, σχεδόν σε όλα τα είδη και συστήματα καλλιέργειας που μελετήθηκαν, αξίζει να σημειωθεί ότι η υψηλή αλατότητα δεν επηρέασε τη συγκέντρωση των χλωροφυλλών, ενώ αρνητική επίδραση στην περιεκτικότητα σε καροτενοειδή παρατηρήθηκε κυρίως στην περίπτωση των φυτών που καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες υπό συνθήκες αγρού, σε όλα τα είδη εκτός του *P. coronopus*. Επίσης, αρνητική επίδραση της αλατότητας στις χλωροφύλλες παρατηρήθηκε σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας του *H. cretica* αλλά και στο ΘΓ του *R. picroides*. Παρόμοια επίδραση παρατηρήθηκε την άνοιξη, καθώς σε όλα τα είδη που μελετήθηκαν, πλην του *P. coronopus*, η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλες αλλά και σε καροτενοειδή παρέμεινε ανεπηρέαστη από την αλατότητα σε σχέση με τους μάρτυρες. Αντίθετα, στην εποχή αυτή, σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας του *P. coronopus* παρατηρήθηκε αύξηση των χρωστικών αυτών σε συνθήκες υψηλής αλατότητας. Σε κάθε περίπτωση, οι μεταβολές στην περιεκτικότητα των χρωστικών που προκλήθηκαν από το NaCl δεν είχαν πρακτικά κάποια επίδραση στην οπτική εμφάνιση και το πράσινο χρώμα των φύλλων. Σε μελέτες αναφέρεται ότι η ήπια καταπόνηση αλατότητας ($5,0 \text{ dS m}^{-1}$) αύξησε τη συγκέντρωση των χλωροφυλλών ή/και της έντασης του πράσινου χρώματος σε διάφορα

πράσινα λαχανικά (π.χ. σπανάκι σε $2,0 \text{ dS m}^{-1} \text{ NaCl}$ (Xu et al., 2016), άγρια ρόκα σε $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ (Bonasia et al., 2017)), όπως συνέβη και στα συστήματα καλλιέργειας εντός θερμοκηπίου (ΘΓ- ΘΥ) του *H. cretica* το φθινόπωρο αλλά και σε όλα τα συστήματα του *P. coronopus* την άνοιξη. Από την άλλη πλευρά, η αγωγιμότητα των $6,0 \text{ dS m}^{-1} \text{ NaCl}$ μείωσε τη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη σε καλλιέργεια σπανακιού (Kaya et al., 2002), ενώ στο μαρούλι ένα πολύ χαμηλότερο επίπεδο NaCl ($2,5 \text{ dS m}^{-1}$) προκάλεσε μείωση των τιμών του δείκτη SPAD και του φθορισμού της χλωροφύλλης (Lucini et al., 2015). Όπως συνέβη και στις περισσότερες περιπτώσεις της παρούσας εργασίας, δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση της αλατότητας μέχρι και $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ στη συγκέντρωση χρωστικών ουσιών σε άγρια χόρτα, όπως είναι τα *R. picroides*, *U. picroides* και *H. cretica* που αναπτύχθηκαν σε επιπλέον υδροπονία στις μελέτες των Maggini et al. (2021), Alexopoulos et al. (2021, 2023), ή στο *Cichorium spinosum* υπό συνθήκες αλατότητας $2,0$ και $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Petropoulos et al., 2017). Αντίθετα στο *Amaranthus lividus* παρατηρήθηκε μείωση της συνολικής συγκέντρωσης χλωροφυλλών και της έντασης του πράσινου χρώματος σε διάλυμα ηλεκτρικής αγωγιμότητας $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Hossain et al., 2022). Ωστόσο, η σοβαρότητα της καταπόνησης από αλατότητα καθορίζεται από την ανοχή του είδους στην καταπόνηση αυτή, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, την περίοδο και τη μέθοδο εφαρμογής της καταπόνησης- και ως εκ τούτου, τα αντίθετα αποτελέσματα θα πρέπει να είναι μεταξύ των αναφορών στη βιβλιογραφία. Άλλες μελέτες αναφέρουν επίσης ότι η αύξηση της αλατότητας είτε δεν επηρέασε την περιεκτικότητα των φυτών σε καροτενοειδή σε καλλιέργεια μαρουλιού (Borghesi et al., 2013) είτε την αύξησε όπως συνέβη σε καλλιέργεια σπανακιού (Xu et al, 2016, Yavuz et al., 2022).

Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει τις ευεργετικές επιδράσεις της ήπιας, μέτριας ή ακόμη και σοβαρής καταπόνησης αλατότητας που προκαλείται από NaCl στη βιοσύνθεση φαινολικών ενώσεων σε μια σειρά από άγρια ή/και καλλιεργούμενα φυλλώδη λαχανικά που αναπτύσσονται σε υδροπονική καλλιέργεια (π.χ. *Lactuca sativa* - Conversa et al., 2021, Neocleous et al., 2014, *Cichorium spinosum* - Klados et al., 2014, Petropoulos et al., 2017, *Eruca sativa* και *Diplotaxis tenuifolia* - Bonasia et al., 2017). Ωστόσο, στη παρούσα μελέτη, εμφανίστηκε αύξηση της συγκέντρωσης των φαινολικών υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας σε σύγκριση με τους μάρτυρες, στα φυτά *U. picroides* που καλλιεργήθηκαν στο ΘΓ φθινοπώρου, σε όλα τα είδη που αναπτύχθηκαν στον αγρό την άνοιξη εκτός του *U. picroides*, αλλά και στα *R. picroides* και *H. cretica* στο σύστημα υδροπονίας και των δύο εποχών, ενώ στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις είτε δεν υπήρχε καμία επίδραση είτε παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης αυτής στις συνθήκες αυτές. Παρόλο που η καταπόνηση αλατότητας συνδέεται με την επαγωγή του δευτερογενούς μεταβολισμού και τη βιοσύνθεση *de novo* των φαινολικών ενώσεων στα φυτά (Chele et al.,

2021, Naikoo et al., 2019), διάφοροι περιβαλλοντικοί και καλλιεργητικοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων της σοβαρότητας και της διάρκειας της καταπόνησης, του σταδίου ανάπτυξης στο οποίο τα φυτά υποβλήθηκαν στην καταπόνηση και του γονοτύπου, μπορούν να διαφοροποιήσουν την απόκριση των φυτών όσον αφορά την παραγωγή φαινολικών ενώσεων. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται από τους Alexopoulos et al. (2021 & 2023), οι οποίοι ανέφεραν την ποικίλη ανταπόκριση τεσσάρων άγριων βρώσιμων ειδών που καλλιεργούνται σε επιπλέον υδροπονία υπό συνθήκες αλατότητας (2,0, 6,0 και 10,0 dS m⁻¹), ενώ οι Maggini et al. (2021) διαπίστωσαν σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των εξεταζόμενων παραγόντων, δηλαδή του σταδίου συγκομιδής (4 και 6 εβδομάδες μετά την μεταφύτευση) και του επιπέδου αλατότητας (0-10,0 dS m⁻¹ NaCl) στην περιεκτικότητα των φυτών σε ολικές φαινολικές ενώσεις (TPC) του *R. picroides* που καλλιεργήθηκαν σε επιπλέον υδροπονία.

Παρόλα αυτά, ανεξαρτήτως εποχής, όλα τα φυτά που καλλιεργήθηκαν στον αγρό παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερες τιμές φαινολικών, ανεξάρτητα από το επίπεδο αγωγιμότητας (EC), υποδεικνύοντας με αυτόν τον τρόπο ότι οι συνθήκες καλλιέργειας στον αγρό (π.χ. χαμηλότερες θερμοκρασίες, υπερϊώδης ακτινοβολία και βροχοπτώσεις) μπορούν να προκαλέσουν τον δευτερογενή μεταβολισμό και τη συσσώρευση φαινολικών σε μεγαλύτερο βαθμό από την ίδια την αλατότητα. Ομοίως, οι Hamilton και Fonseca (2010) ανέφεραν την ποικίλη απόκριση της περιεκτικότητας σε φαινολικές ενώσεις σε τρία φυλλώδη λαχανικά (*Diplotaxis tenuifolia*, *Eruca sativa* και *Lepidium sativum*) ανάλογα με το επίπεδο αλατότητας (EC: 1,5 έως 9,5 dS m⁻¹) και την περίοδο καλλιέργειας (Μάρτιος έως Ιούνιος), γεγονός που υποδηλώνει ότι μπορεί να απαιτούνται επίπεδα υψηλότερα από τα εξεταζόμενα (9,5 dS m⁻¹) για τον καθορισμό του ορίου ανοχής των υπό μελέτη ειδών. Από την άλλη πλευρά, οι Bonasia et al. (2017) τόνισαν τη σημασία του συστήματος καλλιέργειας, του επιπέδου αλατότητας (2,5, 3,5 και 4,5 dS m⁻¹) και του γονοτύπου της άγριας ρόκας, ενώ θεώρησαν ότι το επίπεδο της μέτριας αλατότητας (3,5 dS m⁻¹) είναι το πλέον προτιμώμενο για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων και υψηλής ποιότητας τελικών προϊόντων.

Ομοίως, οι Ceccanti et al. (2020) ανέφεραν υψηλότερες τιμές φαινολικών (TPC) στα *Cichorium intybus*, *Picris hieracioides* και *Sansquisorba minor*, αλλά όχι στα φυτά *Plantago coronopus* και *Rumex acetosa* που καλλιεργήθηκαν στον αγρό σε σύγκριση με την καλλιέργεια υδροπονίας και την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο σε γλάστρες. Σε συμφωνία με τη μελέτη μας, οι Oh et al. (2011) ανέφεραν υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών καθώς και περιεκτικότητα των επιμέρους φαινολικών ενώσεων (δηλαδή του κιχωρικού οξέος και του χλωρογενικού οξέος), καθώς και μια μεγαλύτερη ενεργοποίηση των βασικών γονιδίων που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση των φαινολικών ουσιών, του ασκορβικού οξέος και της α-τοκοφερόλης σε φυτά

μαρουλιού που καλλιεργήθηκαν στον αγρό σε σχέση με εκείνα που καλλιεργήθηκαν υπό κάλυψη, υποδεικνύοντας έτσι τη σημασία του συστήματος καλλιέργειας στη βιοσύνθεση των βιοδραστικών συστατικών στα φυλλώδη λαχανικά.

Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε μια διαφορετική απόκριση της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAA) στην αλατότητα και στο σύστημα καλλιέργειας, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη ανάλυση (TEAC ή FRAP), κυρίως το φθινόπωρο. Την άνοιξη, στις περισσότερες περιπτώσεις τα αντιοξειδωτικά δεν επηρεάστηκαν σημαντικά, ενώ στις υπόλοιπες εμφανίστηκε αύξηση αυτών. Παρόλα αυτά, οι συντελεστές συσχέτισης κατά Pearson μεταξύ TEAC-FRAP, TEAC-TPC και FRAP-TPC ήταν σημαντικοί και μεγαλύτεροι από 0,8 σε όλες τις περιπτώσεις στη φθινοπωρινή καλλιέργεια, φθάνοντας το 0,99 μεταξύ TEAC-TPC στο *R. picroides* και μεταξύ TEAC-FRAP στο *U. picroides*, ενώ την άνοιξη, υψηλές συσχετίσεις εμφανίστηκαν μόνο στο *U. picroides* (όλες οι συσχετίσεις) και μεταξύ FRAP-TPC σε όλα τα είδη. Παρόλο που υψηλές θετικές συσχετίσεις των TEAC (ABTS), DPPH, FRAP και TPC έχουν αναφερθεί σε διάφορα φυτά (Parejo et al., 2002, Clarke et al., 2013, Dudonne et al., 2009, Chaves et al., 2020), έχουν επανειλημμένα βρεθεί και μεγάλες διαφορές στις τιμές αντιοξειδωτικής δραστηριότητας μεταξύ διαφορετικών δοκιμών σε διάφορα φυτά, συμπεριλαμβανομένων των λαχανικών και άγριων βρώσιμων ειδών, και γι' αυτόν τον λόγο επιβάλλεται η εφαρμογή τουλάχιστον δύο διαφορετικών μεθόδων για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας (Ciz et al., 2010, Huang et al., 2005, Ozgen et al., 2006). Επιπλέον, σε όλα τα είδη και εποχές καλλιέργειας, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υποδεικνύουν ότι τα φυτά που αναπτύχθηκαν στον αγρό, παρουσίασαν υψηλότερες τιμές αντιοξειδωτικών από εκείνα που καλλιεργήθηκαν στο θερμοκήπιο, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το περιβάλλον ανάπτυξης μπορεί να έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο από το επίπεδο αλατότητας στα υπό μελέτη είδη και σε αυτήν την παράμετρο. Παρομοίως, τα φυτά rak choi που καλλιεργήθηκαν στον αγρό σε συμβατικά ή βιολογικά συστήματα καλλιέργειας κατέγραψαν υψηλότερες τιμές ORAC από τα φυτά που καλλιεργήθηκαν υπό κάλυψη (Zhao et al., 2007).

Η συνολική απόκριση των υπό μελέτη ειδών στην αλατότητα δείχνει ότι η περιεκτικότητα σε ολικά αντιοξειδωτικά, καθώς και τα συστατικά της γεύσης και των χρωστικών, ποικίλλουν ανάλογα με το σύστημα και εποχή καλλιέργειας και το είδος. Ειδικότερα, το φθινόπωρο, τα *U. picroides* και *H. cretica* κατέγραψαν αυξημένη περιεκτικότητα ΟΔΣ, ΤΟ, χλωροφυλλών, καροτενοειδών, ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας (δοκιμασία TEAC) όταν καλλιεργήθηκαν σε συνθήκες θερμοκηπίου υπό καταπόνηση αλατότητας, υποδεικνύοντας έτσι μια θετική επίδραση της αλατότητας σε αυτό το συγκεκριμένο είδος βελτιώνοντας τη

λειτουργική του ποιότητα. Ενώ την άνοιξη, στις γλάστρες θερμοκηπίου, τα φυτά *U. picroides* και *R. picroides* δεν επηρεάστηκαν σχεδόν σε καμία ποιοτική παράμετρο από την εφαρμογή αλατότητας, μέτριας ή υψηλής. Παρατηρήθηκε όμως μια αύξηση των ΟΔΣ στην υψηλή αλατότητα και μείωση της τιτλοδοτούμενης οξύτητας κατά την εφαρμογή μέτριας αγωγιμότητας στο *U. picroides*, και αύξηση επίσης των ΟΔΣ στη μέτρια αλατότητα του *R. picroides*. Αντίστοιχα, το *R. picroides* όταν καλλιεργήθηκε σε επίπλευση, επίσης δεν επηρεάστηκε από την αλατότητα, καθώς όλες οι παράμετροι παρέμειναν ίδιες με τον μάρτυρα, εκτός μίας αύξησης φαινολικών στην υψηλή αλατότητα. Αντίθετα, και στις δύο εποχές, το *U. picroides* στην επίπλευση δείχνει μια βελτίωση των χαρακτηριστικών αυτών με την χορήγηση μέτριας αλατότητας, βελτιώνοντας έτσι την λειτουργική του ποιότητα. Όσον αφορά το *H. cretica* δείχνει μία γενικότερη βελτίωση των ποιοτικών του χαρακτηριστικών υπό συνθήκες αλατότητας εντός θερμοκηπίου, καθώς αυξήθηκαν στις περισσότερες περιπτώσεις οι τιμές των ΟΔΣ, ΤΟ, ολικής χλωροφύλλης καροτενοειδών, ολικών φαινολικών και αντιοξειδωτικής ικανότητας, περισσότερο με εφαρμογή μέτριας αλατότητας στο ΘΓ, ενώ στην επίπλευση και τα δύο επίπεδα αλατότητας. Από την άλλη πλευρά, τα αποτελέσματα του φθινοπώρου για το *R. picroides* δεν δικαιολογούν την ευεργετική επίδραση της αλατότητας στις αντιοξειδωτικές και γευστικές ενώσεις, γεγονός που θα μπορούσε να οφείλεται στην υψηλότερη ανθεκτικότητα αυτού του είδους λόγω μηχανισμών που επιτρέπουν στα φυτά να ξεπερνούν την επαγόμενη από NaCl καταπόνηση αλατότητας χωρίς να προκαλούν το αντιοξειδωτικό αμυντικό τους σύστημα. Όσον αφορά το *P. coronopus*, κατά την άνοιξη, έδειξε βελτίωση των ποιοτικών του χαρακτηριστικών σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας, αυξάνοντας τις τιμές των παραπάνω παραμέτρων στις περισσότερες περιπτώσεις, ή έστω διατηρώντας αυτές σταθερές σε σύγκριση με τον μάρτυρα, υπό συνθήκες υψηλής ή ακόμη και μέτριας αλατότητας. Αντίθετα, κατά την φθινοπωρινή καλλιέργεια έμεινε ανεπηρέαστο στις περισσότερες παραμέτρους και περιπτώσεις, ανεξαρτήτως συστήματος και επιπέδου αγωγιμότητας. Είναι καλά αποδεδειγμένο ότι αρκετά άγρια βρώσιμα είδη είναι ανθεκτικά σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η καταπόνηση αλατότητας, ιδίως εκείνα που συνήθως απαντώνται σε παράκτιες περιοχές (Petrooulos et al., 2017, Maggini et al., 2021, Chatzigianni et al., 2021).

Από την άλλη πλευρά, οι συνθήκες του αγρού ενεργοποίησαν αποτελεσματικά τον δευτερογενή μεταβολισμό το φθινόπωρο και σε κάποιες περιπτώσεις την άνοιξη, οδηγώντας σε συσσώρευση φαινολικών και σε σημαντικά υψηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με το φυτά που καλλιεργήθηκαν στο θερμοκήπιο. Για παράδειγμα, την άνοιξη, το *U. picroides* επηρεάστηκε αρνητικά από την αλατότητα στον αγρό, κυρίως την υψηλή, καθώς μειώθηκαν οι συγκεντρώσεις των ΟΔΣ, ΤΟ, χρωστικών και φαινολικών. Αντίθετα, το *R. picroides* αλλά

κυρίως το *P. coronopus* ευνοήθηκαν από τις συνθήκες αλατότητας (κυρίως της υψηλής), αυξάνοντας τις συγκεντρώσεις σχεδόν σε όλες τις παραμέτρους ποιότητας. Τέλος, το *H. cretica* παρέμεινε σχεδόν ανεπηρέαστο από την καταπόνηση με αλατότητα στον αγρό, καθώς στην μέτρια αγωγιμότητα προέκυψε μόνο μία μείωση ΟΔΣ και αντιοξειδωτικών (FRAP), ενώ στην υψηλή αύξηση φαινολικών και αντιοξειδωτικών (FRAP), διατηρώντας τις υπόλοιπες τιμές όμοιες με τον μάρτυρα. Επιπλέον, σε συμφωνία με πολλά αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, οι Maggini et al. (2018) διαπίστωσαν ότι στους οικότυπους που απαντώνται σε παράκτιες περιοχές και είναι ανθεκτικοί στην αλατότητα, η καταπόνηση αλατότητας δεν αποκατέστησε τις θρεπτικές ιδιότητες των καλλιεργούμενων φυτών στα επίπεδα εκείνων που συλλέγονται από τη φύση, γεγονός που καθιστά αμφισβητήσιμη αυτή την καλλιεργητική πρακτική ως μέσο για τη βελτίωση της λειτουργικής ποιότητας των άγριων βρώσιμων ειδών υπό συνθήκες καλλιέργειας για εμπορική εκμετάλλευση.

Σε γενικές γραμμές, και στις δύο εποχές, παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας σε προλίνη σε συνθήκες υψηλής αλατότητας, για όλα τα συστήματα καλλιέργειας, γεγονός που υποδεικνύει ότι τα φυτά που υποβλήθηκαν σε αυτού του είδους καταπόνηση, προκάλεσαν το αμυντικό τους σύστημα μέσω της παραγωγής προλίνης. Σημαντική εξαίρεση αποτελεί το *P. coronopus*, όπου το φθινόπωρο η επίπλευση και ο αγρός, αλλά και την άνοιξη τα συστήματα θερμοκηπίου (ΘΓ και ΘΥ) εμφάνισαν μείωση της προλίνης σε συνθήκες αλατότητας σε σχέση με τους αντίστοιχους μάρτυρες. Παρόμοιο εύρημα αναφέρθηκε από τους Alexopoulos et al. (2021, 2023), οι οποίοι ανέφεραν ότι η αύξηση της αλατότητας μέχρι έως και $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ προκάλεσε συσσώρευση προλίνης στα φυτά *U. picroides* και *R. picroides* που καλλιεργήθηκαν σε υδροπονικό σύστημα. Ομοίως, οι Sergio et al. (2012) κατέγραψαν μια σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας σε προλίνη σε φυτά άγριου ραδικιού με την αύξηση των ποσοτήτων NaCl στο νερό άρδευσης (0 έως $20,0 \text{ dS m}^{-1}$). Η συσσώρευση προλίνης θεωρείται έγκυρος δείκτης συνθηκών καταπόνησης, δεδομένου ότι η υπερβολική περιεκτικότητα σε προλίνη εντοπίζεται συνήθως σε φυτά που καταπονούνται και διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην ανακούφιση από την καταπόνηση μέσω της δραστηριότητάς της ως ωσμωλύτη και ως αμυντικό και σηματοδοτικό μέσο (Hayat et al., 2012). Τα δεδομένα μας δείχνουν ότι η αυξημένη περιεκτικότητα σε προλίνη δεν μετρίασε πάντα τις αρνητικές επιπτώσεις της καταπόνησης από αλάτι, ιδίως στην περίπτωση των φυτών *U. picroides* και *H. cretica* όπου καταγράφηκε σημαντική μείωση της νωπής απόδοσης στις περισσότερες περιπτώσεις που μελετήθηκαν και στις δύο εποχές. Από την άλλη πλευρά, στα φυτά *R. picroides* η υψηλότερη αύξηση της περιεκτικότητας σε προλίνη σε σύγκριση με τα φυτά μάρτυρες καταγράφηκε σε συνθήκες υψηλής αλατότητας στο σύστημα επίπλευσης, όπου

καταγράφηκε μια σημαντική μείωση του νωπού βάρους και στις δύο εποχές, ενώ στα υπόλοιπα συστήματα καλλιέργειας (ΘΓ και ΑΓ) όπου η υψηλή αλατότητα δεν ανέστειλε την ανάπτυξη των φυτών, παρατηρήθηκε μια μικρή μόνο αύξηση της προλίνης. Επομένως, θα μπορούσε να προταθεί ότι σε είδη ανθεκτικά στο στρες, όπως το *R. picroides*, η συσσώρευση προλίνης μπορεί να χρησιμεύσει ως προστατευτική ένωση έναντι της καταπόνησης από αλατότητα, ενώ στα ευαίσθητα είδη, όπως το *U. picroides*, αυτός ο αμυντικός μηχανισμός δεν επαρκεί για να μετριάσει τις επιπτώσεις της καταπόνησης και θα μπορούσαν να εμπλέκονται και άλλες στρατηγικές άμυνας (Ben Amor et al., 2005, Amor et al., 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 προϊόν, αλλά εξαρτάται από το είδος και άλλους πιθανούς μηχανισμούς άμυνας των φυτών έναντι της καταπόνησης. Από την άλλη μεριά, στο *P. coronopus* είτε δεν επηρεάστηκαν οι συγκεντρώσεις της προλίνης σε όλα τα επίπεδα αγωγιμότητας (ΘΓ φθινοπώρου), είτε η υψηλή αλατότητα μείωσε τις ποσότητες αυτές σε σχέση με τον μάρτυρα. Εκτός αυτού του αποτελέσματος, οι συγκεντρώσεις της προλίνης στο συγκεκριμένο είδος βρίσκονται σε πολύ μικρότερα αριθμητικά επίπεδα σε όλα τα συστήματα και επίπεδα αλατότητας σε σχέση με τα υπόλοιπα τρία υπό εξέταση είδη. Ωστόσο, μια σχετική μείωση της απόδοσης αυτού του είδους υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας βρέθηκε σε όλα τα συστήματα του φθινοπώρου αλλά και του ΘΓ της άνοιξης σε σύγκριση με τον μάρτυρα, χωρίς όμως να ακολουθεί αυτή τη λογική και η μέτρια αλατότητα, καθώς ευνόησε την ανάπτυξη των φυτών στο ΘΥ και ΑΓ φέροντας υψηλότερο νωπό βάρος ακόμη και από τον μάρτυρα. Αυτό το αποτέλεσμα οδηγεί ίσως στο συμπέρασμα ότι το *P. coronopus* καταπονείται ελαφρώς από την αλατότητα, και βρίσκεται στην κατηγορία των αλόφυτων, όπως το συγγενές του είδος *Plantago maritima* (Munns et al., 2008). Αρκετές μελέτες αναφέρουν ότι πολλά αλόφυτα αναπτύσσονται καλύτερα σε μέτρια επίπεδα αλατότητας σε σχέση με τα φυτά που δεν λαμβάνουν NaCl (Flowers et al., 1977, Pardo-Domènech et al., 2016), γεγονός που υποδηλώνει την ταξινόμησή τους ως προαιρετικά και υποχρεωτικά αλόφυτα (García-Cararrós et al, 2021).

Η διαφορετική αντίδραση των εξεταζόμενων ειδών στην καταπόνηση αλατότητας θα μπορούσε επίσης να δικαιολογηθεί από τις ποικίλες περιεκτικότητες σε ολικά διαλυτά στερεά και τιτλοδοτούμενη οξύτητα, φαινολικές ενώσεις και καρροτενοειδή, καθώς και αντιοξειδωτική δραστηριότητα που υποδεικνύει ότι εμπλέκονται διαφορετικοί μηχανισμοί σε διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας. Για παράδειγμα, και στις δύο εποχές, στα φυτά *U. picroides* που καλλιεργήθηκαν σε υδροπονία, η υψηλή περιεκτικότητα σε

ολικά διαλυτά στερεά και η υψηλή τιτλοδοτούμενη οξύτητα δεν συνοδεύτηκαν από αυξημένα φαινολικά και καρροτενοειδή σε σύγκριση με τους μάρτυρες, αλλά από αυξημένη περιεκτικότητα σε προλίνη και αντιοξειδωτική δραστηριότητα κατά TEAC. Από την άλλη πλευρά, επίσης και στις δύο εποχές, η αυξημένη περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά στο *H. cretica* όταν καλλιεργήθηκαν επίσης σε επίπλευση, υπό συνθήκες μέτριας και υψηλής αλατότητας, ακολουθήθηκε από αυξημένη περιεκτικότητα σε καρροτενοειδή, φαινολικά (ειδικά στη μέτρια αγωγιμότητα), προλίνη (EC-10), και υψηλή αντιοξειδωτική δραστηριότητα στις δοκιμασίες TEAC και FRAP. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το *P. coronopus* αποτελεί ιδιαίτερη περίπτωση, καθώς στο σύστημα επίπλευσης αυξήθηκαν τα ολικά διαλυτά στερεά στην υψηλή αλατότητα, αλλά η προλίνη μειώθηκε και τα φαινολικά παρέμειναν ανεπηρέαστα, όπως και τα αντιοξειδωτικά το φθινόπωρο ενώ την άνοιξη αυξήθηκαν.

Όσον αφορά την περιεκτικότητα των φύλλων σε νιτρικά, η επίδραση της αλατότητας επηρεάστηκε σε μεγάλο βαθμό από το είδος, το σύστημα καλλιέργειας και το επίπεδο αλατότητας. Τα αποτελέσματα της μελέτης, έδειξαν επίσης μια δραστική μείωση στις συγκεντρώσεις νιτρικών των φυτών *U. picroides* που αναπτύχθηκαν σε γλάστρες είτε στο θερμοκήπιο είτε στον αγρό, ενώ δεν καταγράφηκε καμία επίδραση της αλατότητας στην επιπλεύουσα υδροπονία (ΘΥ) όταν καλλιεργήθηκε το φθινόπωρο, ενώ την άνοιξη αντίστοιχα παρατηρήθηκε έντονη μείωση των νιτρικών στα συστήματα εντός θερμοκηπίου υπό συνθήκες αλατότητας και με μικρότερη ένταση στον αγρό μόνο στην υψηλή αλατότητα. Αντίθετα, η περιεκτικότητα σε νιτρικά στο *R. picroides* κατά το φθινόπωρο μειώθηκε με την αύξηση των ποσοτήτων NaCl στο θρεπτικό διάλυμα μόνο στην περίπτωση του συστήματος ΘΓ, ενώ για τα συστήματα καλλιέργειας ΘΥ και ΑΓ αυτής της εποχής αλλά και για όλα τα συστήματα της άνοιξης δεν καταγράφηκαν σημαντικές επιδράσεις. Παρόμοια με τη μελέτη μας, οι Maggini et al. (2021) δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα σε νιτρικά σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (10,0 dS m⁻¹ NaCl) σε φυτά *R. picroides* που καλλιεργήθηκαν σε επιπλεύουσα υδροπονία, όταν συγκομίστηκαν 4 εβδομάδες μετά την μεταφύτευση, ενώ καταγράφηκε σημαντική μείωση όταν η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 6 εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση. Από την άλλη μεριά, στο *P. coronopus* η προσθήκη NaCl στο θρεπτικό διάλυμα μείωσε την συγκέντρωση των νιτρικών σε όλα τα συστήματα που καλλιεργήθηκε, τόσο στη μέτρια όσο και στην υψηλή αλατότητα, με την υψηλή να ευνοεί ακόμη περισσότερο τα φυτά του αγρού. Ακόμη, κατά το φθινόπωρο, τα φυτά του *H. cretica* του ΘΥ, ευνοήθηκαν από την ύπαρξη αλατότητας, ενώ στο ΘΓ παρέμειναν ανεπηρέαστα. Αξιοσημείωτο αποτέλεσμα παρατηρήθηκε στον αγρό αυτού του είδους, καθώς η υψηλή αλατότητα φέρει μεγαλύτερη συγκέντρωση νιτρικών από τον μάρτυρα ενώ η μέτρια αγωγιμότητα κινείται στα

χαμηλότερα επίπεδα. Αντίθετα, την άνοιξη σε αυτό το είδος, όλα τα συστήματα ευνοήθηκαν από την ύπαρξη αλατότητας μειώνοντας την συγκέντρωση νιτρικών αναλογικά με το επίπεδο αλατότητας. Επιπλέον, σε αντίθεση με τη μελέτη μας, οι Alexopoulos et al. (2021, 2023) κατέγραψαν σημαντική μείωση της περιεκτικότητας σε νιτρικά των φυτών *R. picroides* και *U. picroides* που καλλιεργήθηκαν σε επιπέδουσα υδροπονία υπό συνθήκες υψηλής αλατότητας, αν και η μείωση αυτή ήταν μικρότερη στην περίπτωση του *R. picroides* (17% και 61% για το *R. picroides* και το *U. picroides*, αντίστοιχα). Οι ίδιοι συγγραφείς πρότειναν ότι αυτή η χαμηλότερη ικανότητα των φυτών *R. picroides* να ελέγχουν τη συσσώρευση νιτρικών σε συνθήκες αλατότητας σε σύγκριση με το *U. picroides*, θα μπορούσε να οφείλεται σε ανταγωνισμό στην απορρόφηση μεταξύ των NO_3^- και ιόντων Cl^- από τα φυτά. Σύμφωνα με τους El-Nakhel et al. (2022) και Di Mola et al. (2023), η συσσώρευση Cl^- στο θρεπτικό διάλυμα μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη απορρόφηση νιτρικών και ανεπάρκεια αζώτου. Αυτή η αντίδραση καταδεικνύεται επανειλημμένα σε πολλά καλλιεργούμενα και άγρια είδη και αξιοποιείται στις εμπορικές καλλιέργειες με σκοπό 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).

Η ρύθμιση της συσσώρευσης νιτρικών σε άγρια εδώδιμα είδη μέσω της ρυθμιζόμενης αγωγιμότητας στο θρεπτικό διάλυμα θα μπορούσε να έχει μεγάλη αξία, καθώς σε συμφωνία με προηγούμενες αναφορές (Lenzi et al., 2019), η μελέτη μας δείχνει ότι υπάρχει υπερβολική συσσώρευση νιτρικών στα είδη αυτά απουσία NaCl , ιδίως όταν καλλιεργούνται στο θερμοκήπιο και τροφοδοτούνται με επαρκές N (Chatzigianni et al., 2018). Παρ' όλα αυτά, τα αποτελέσματά μας παρουσίασαν σημαντικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις νιτρικών στα φυτά που καλλιεργήθηκαν στον αγρό και για τα τέσσερα είδη και στις δύο εποχές καλλιέργειας, σε επίπεδα συγκρίσιμα ή σημαντικά χαμηλότερα από τα κατώτερα όρια νιτρικών που επιβάλλονται από τους κανονισμούς της Ε.Ε. για τα καλλιεργούμενα φυλλώδη λαχανικά όπως το μαρούλι και το σπανάκι (European Union, 2010). Εξαιρέση ίσως αποτελεί το *P. coronopus* όταν του χορηγήθηκε θρεπτικό διάλυμα αγωγιμότητας ίσης με 2dS/m σε ανοιξιάτικες συνθήκες του αγρού, αγγίζοντας τα 10.000 ppm. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα φυτά στον αγρό έλαβαν 30% λιγότερη λίπανση και, επομένως, λιγότερο N από ό,τι στο θερμοκήπιο, όπου οι βροχοπτώσεις οδήγησαν σε έκπλυση NO_3^- από το καλλιεργούμενο υπόστρωμα, επομένως, η διαθεσιμότητα νιτρικών στα φυτά που καλλιεργούνται στον αγρό ήταν περιορισμένη, με αποτέλεσμα τη μειωμένη πρόσληψη και συνεπώς μειωμένη συσσώρευση αυτών.

Η πλειονότητα των καλλιεργούμενων φυτών παρουσιάζει μείωση της απόδοσης κατά 50-80% εάν καλλιεργούνται υπό μέτρια επίπεδα αλατότητας που αντιστοιχούν σε $\text{EC } 4\text{-}8 \text{ dS m}^{-1}$

(Zorb et al., 2019), με την εξασθένηση της φωτοσύνθεσης να είναι η κύρια αιτία αυτής της απώλειας (Vineeth et al., 2023). Και τα δύο είδη που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια (*U. picroides* και *R. picroides*) και ιδίως το *U. picroides*, έδειξαν σχετικά υψηλή ανοχή σε μέτρια έως υψηλά επίπεδα αλατότητας (EC-5 και EC-10) όσον αφορά τον ρυθμό φωτοσύνθεσης και διαπνοής, καθώς και της στοματικής αγωγιμότητας. Από την άλλη πλευρά, οι παράμετροι της φωτοσύνθεσης ήταν ήπια μειωμένες στα φυτά *R. picroides* λόγω της υψηλής αλατότητας, ενώ η φωτοχημική απόδοση του PSII δεν επηρεάστηκε σε κανένα από αυτά τα είδη και τα συστήματα καλλιέργειας που μελετήθηκαν, με μόνη εξαίρεση του *R. picroides* σε υδροπονία υπό υψηλή αλατότητα (10 dS m^{-1}). Στα άλλα δύο είδη δεν ήταν δυνατόν να προσδιοριστούν οι τιμές αυτές καθώς δυσχέραινε τις μετρήσεις η μορφολογία των φύλλων (πολύ μικρό πλάτος και ακανόνιστο σχήμα). Το παραπάνω εύρημα υποδεικνύει ότι οι υδραυλικοί ή/και στοματικοί περιορισμοί πρέπει να συνδέονται με τη μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης. Πράγματι, τόσο η στοματική αγωγιμότητα όσο και ο ρυθμός διαπνοής στο *R. picroides* επηρεάστηκαν σημαντικά από τη μεταχείριση υψηλής αλατότητας EC-10 στο σύστημα ΘΓ και ΑΓ, αντίστοιχα, σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα.

6. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1. Επίδραση της εποχής και του συστήματος καλλιέργειας στην ανάπτυξη, σε οργανοληπτικά, διατροφικά και αντι-διατροφικά χαρακτηριστικά των υπό μελέτη λαχανευόμενων ειδών

Συμπερασματικά, από την 1^η πειραματική ενότητα προέκυψε ότι όλα τα είδη μπορούν να καλλιεργηθούν με επιτυχία και στα τρία υπό μελέτη συστήματα καλλιέργειας, σε όλες τις εποχές που εξετάστηκαν. Ως προς τα συστήματα καλλιέργειας, ταχύτερη και καλύτερη ανάπτυξη παρατηρήθηκε όπως αναμενόταν στο θερμοκήπιο, με την καλλιέργεια στις γλάστρες να υπερτερεί σε σχέση με την επιπέδουσα υδροπονία στην οποία όλα τα είδη και κυρίως στα *R. picroides* και *H. cretica* τα οποία εμφάνισαν καθυστέρηση και δυσχέρεια στην ανάπτυξη ριζών σε όλες τις εποχές καθώς και στην ανάπτυξη του υπέργειου μέρους κυρίως σε συνθήκες υψηλότερων θερμοκρασιών (ανοιξιάτικη καλλιέργεια). Σε αντίθεση, η καλλιέργεια στον αγρό καθυστέρησε την ανάπτυξη των φυτών κυρίως κατά το χειμώνα, με το φθινόπωρο να ακολουθεί και την άνοιξη να δίνει την καλύτερη ανάπτυξη, ενώ, τα φύλλα των υπαίθριων φυτών είχαν διαφορετική μορφολογία (μικρότερα σε μέγεθος και με ψηλότερη ειδική μάζα), υψηλότερο περιεχόμενο σε ΟΔΣ και ΤΟ, πολλαπλάσια συγκέντρωση σε ολικές φαινολικές ενώσεις και αντιοξειδωτική ικανότητα και σημαντικά χαμηλότερη συγκέντρωση νιτρικών σε σχέση με τα αντίστοιχα θερμοκηπιακά φυτά. Κατά συνέπεια, η καλλιέργεια στο θερμοκήπιο ευνόησε την ανάπτυξη, ενώ αυτή στον αγρό αύξησε το περιεχόμενο των φυτών σε διαιτητικά χαρακτηριστικά και μείωσε τη συγκέντρωση των νιτρικών που αποτελεί ένα σημαντικό αντι-διατροφικό παράγοντα στα φυλλώδη λαχανικά.

Σχεδόν σε όλα τα χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν, σε όλα τα είδη, παρατηρήθηκε σημαντική αλληλεπίδραση του συστήματος και της εποχής καλλιέργειας. Αναμενόμενα, η χειμερινή καλλιέργεια, ιδιαίτερα στον αγρό, επέδρασε σε χαμηλότερη ανάπτυξη, ενώ η ανοιξιάτικη σε όλα τα συστήματα ευνόησε τα περισσότερα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης. Παράλληλα, η ανοιξιάτικη καλλιέργεια αποδείχθηκε περισσότερο ευνοϊκή σε σχέση με τις άλλες εποχές και για τα οργανοληπτικά, διαιτητικά και αντι-διατροφικά χαρακτηριστικά, σε όλα τα είδη. Παρά ταύτα, τα συγκεκριμένα είδη μπορούν να καλλιεργηθούν σε όλες τις εποχές που μελετήθηκαν, με την επιφύλαξη της χειμερινής καλλιέργειας στην ύπαιθρο, λόγω της πιθανότητας παγετού.

6.2. Διερεύνηση της εποχής και του περιβάλλοντος καλλιέργειας στην άνθηση, σποροπαραγωγή και στα χαρακτηριστικά του σπόρου των υπό μελέτη λαχανευόμενων ειδών

Από τη 2η πειραματική ενότητα που αφορούσε την παραγωγή και τα χαρακτηριστικά του πολλαπλασιαστικού υλικού των υπό μελέτη λαχανευόμενων ειδών σε τρεις εποχές καλλιέργειας στο θερμοκήπιο και τον αγρό, προέκυψε ότι όλα τα είδη άνθησαν σε όλες τις εποχές και περιβάλλοντα που καλλιεργήθηκαν, χωρίς να απαιτούν ειδικές συνθήκες φωτοπεριόδου, έκθεσης σε χαμηλές θερμοκρασίες (εαρινοποίηση) ή συνδυασμό των δύο αυτών συνθηκών για να εισέλθουν σε αναπαραγωγική φάση.

Παρατηρήθηκε ότι και στα τρία είδη της οικογένειας *Asteraceae* (*U. picroides*, *R. picroides* και *H. cretica*) τα άνθη παράγονται πάνω σε ένα κεντρικό ανθικό στέλεχος με διακλαδώσεις και ο σπόρος απομακρύνεται εύκολα με τον άνεμο από τις ταξικαρπίες οδηγώντας σε σημαντική σπορόπτωση και απώλειες, επομένως σε αυτά τα είδη ο προσδιορισμός του κατάλληλου σταδίου συγκομιδής είναι βασικής σημασίας για την ποσότητα και την ποιότητα του παραγόμενου σπόρου. Αντίθετα, το *Plantago coronopus* φέρει μεμονωμένες ταξιανθίες/ταξικαρπίες σε αντίστοιχα ανθικά στελέχη που αναπτύσσονται από το μέσο του φυτού και ο σπόρος του συγκρατείται ισχυρά στην ταξικαρπία, για το λόγο αυτό η συγκομιδή μπορεί να πραγματοποιηθεί κατά το τέλος της καλλιέργειας με συλλογή των ταξικαρπιών χωρίς να υπάρξει τίναγμα σπόρου στο περιβάλλον.

Σε όλα τα είδη και εποχές, τα φυτά στο θερμοκήπιο παρήγαγαν μεγαλύτερο αριθμό ανθοταξιών, ταξικαρπιών και εν τέλει αριθμό και βάρος σπόρων, αν και μεταξύ θερμοκηπίου-αγρού τα φυτά άνθησαν είτε ταυτόχρονα, είτε με μικρή (7-10 ημέρες) καθυστέρηση στον αγρό ανάλογα με την εποχή. Παρά την υψηλότερη άνθηση και σποροπαραγωγή στο θερμοκήπιο, το βάρος των 1000 σπόρων σε όλες τις περιπτώσεις είτε δεν διέφερε μεταξύ των φυτών θερμοκηπίου-αγρού, είτε ήταν υψηλότερο στα φυτά του αγρού.

Μεταξύ των εποχών καλλιέργειας, την άνοιξη τα φυτά άνθησαν νωρίτερα και έδωσαν στις περισσότερες περιπτώσεις μεγαλύτερη παραγωγή σπόρων εκτός από το *P. coronopus* στο θερμοκήπιο, ενώ κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια η άνθηση και καρπόδεση πραγματοποιήθηκαν στον αγρό κατά την περίοδο του χειμώνα οδηγώντας σε καθυστέρηση, σημαντική μείωση ή και πλήρη αποτυχία της σποροπαραγωγής, όπως συνέβη στο *U. picroides*. Κατά συνέπεια, η φθινοπωρινή καλλιέργεια των υπό μελέτη ειδών δεν ενδείκνυται για σποροπαραγωγή σε εύκρατες περιοχές. Η βλαστικότητα των φρεσκοσυγκομισμένων σπόρων σε όλα τα είδη και εποχές είτε ήταν υψηλότερη στα θερμοκηπιακά φυτά, είτε δεν

παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ θερμοκηπίου και αγρού. Αντίθετα, η εποχή καλλιέργειας δεν είχε ιδιαίτερη επίδραση στη βλαστική ικανότητα των σπόρων. Ωστόσο, το είδος και η εποχή καλλιέργειας επέδρασαν σημαντικά στην βλαστική ικανότητα και δύναμη των σπόρων μετά την συντήρησή τους για 2 έτη σε χαμηλές θερμοκρασίες και Σ.Υ., με τους σπόρους των *U. picroides* και *R. picroides* που παρήχθησαν κατά την ανοιξιάτικη καλλιέργεια να διατηρούν περισσότερο τη βλαστικότητα και τη βλαστική τους δύναμη σε σχέση με αυτούς από χειμερινή καλλιέργεια, το αντίστροφο να συμβαίνει στο *P. coronopus*, ενώ στο *H. cretica* δεν παρουσιάστηκε επίδραση της εποχής στη διατηρησιμότητα του σπόρου. Η επίδραση της εποχής στη διατηρησιμότητα των σπόρων πιθανά σχετίζεται με την αντίστοιχη επίδραση της εποχής καλλιέργειας στο βάρος των 1000 σπόρων. Τέλος, παρατηρήθηκε η ύπαρξη πρωτογενούς ενδογενούς ληθάργου του φρεσκοσυγκομισμένου σπόρου στο *R. picroides* σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια και στο *P. coronopus* σε ανοιξιάτικη και χειμερινή καλλιέργεια.

6.3. Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη, σε οργανοληπτικά, διατροφικά και αντι-διατροφικά χαρακτηριστικά των υπό μελέτη λαχανευόμενων ειδών, σε σχέση με την εποχή και το σύστημα καλλιέργειας

Από τα αποτελέσματα της 3^{ης} πειραματικής ενότητας συμπεραίνεται ότι τα υπό μελέτη είδη επηρεάστηκαν από την αλατότητα ανάλογα με το είδος, το επίπεδο της αλατότητας, το σύστημα καλλιέργειας και την εποχή ανάπτυξης των φυτών.

Πιο συγκεκριμένα, η επίδραση της αλατότητας καθώς και η αλληλεπίδρασή της με το σύστημα και περιβάλλον καλλιέργειας ήταν εντονότερη κατά την φθινοπωρινή καλλιέργεια, γιατί την άνοιξη η σύντομη διάρκεια της καλλιέργειας λόγω της ταχείας ανάπτυξης των φυτών και της έναρξης της άνθησης σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά τη μεταφύτευση, καθώς και η καταπόνηση των υψηλών θερμοκρασιών ιδιαίτερα στα φυτά που αναπτύχθηκαν στο θερμοκήπιο δεν επέτρεψαν την μελέτη της αλατότητας ως μοναδικού παράγοντα καταπόνησης.

Και στις δύο όμως εποχές καλλιέργειας και κυρίως κατά την φθινοπωρινή, τα τέσσερα είδη εμφάνισαν διαφορές ως προς την αντοχή/ανοχή τους στην αλατότητα, τουλάχιστον ως το επίπεδο των 10 dS/m (με προσθήκη 80 mM NaCl στο θρεπτικό διάλυμα με EC 2 dS/m) το οποίο θεωρείται απαγορευτικό για τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά. Με φθίνουσα σειρά ανθεκτικότητας, προέκυψε ότι το αλόφυτο *P. coronopus* είναι το πλέον ανθεκτικό, ακολουθούμενο από το *R. picroides*, το *U. picroides*, ενώ το *H. cretica* αποδείχθηκε το περισσότερο ευαίσθητο.

Αν και η σχετική ανεκτικότητα/ανθεκτικότητα των υπό μελέτη ειδών έχει προγενέστερα μελετηθεί, για πρώτη φορά στην παρούσα διατριβή αποδείχθηκε πως η επίδραση της αλατότητας στα είδη αυτά εξαρτάται από το σύστημα (γλάστρες με υπόστρωμα σε σχέση με επιπλέουσα υδροπονία) και το περιβάλλον καλλιέργειας (αγρός σε σχέση με θερμοκήπιο) και στις δύο εποχές καλλιέργειας που μελετήθηκαν (άνοιξη και φθινόπωρο). Πιο συγκεκριμένα, η επίδραση της αλατότητας ήταν μικρότερη τόσο στην ανάπτυξη των φυτών όσο και στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων κατά την καλλιέργεια στον αγρό, λόγω των κατά 30% λιγότερων αρδεύσεων με αλατούχο θρεπτικό διάλυμα, καθώς και της έκπλυσης του NaCl από τις βροχοπτώσεις. Μεταξύ των συστημάτων εντός του θερμοκηπίου, όλα τα είδη εκτός του αλόφυτου *P. coronopus* επηρεάστηκαν περισσότερο αρνητικά από την αλατότητα στην επιπλέουσα υδροπονία σε σχέση με τις γλάστρες. Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι η φωτοσυνθετική δραστηριότητα επηρεάστηκε αρνητικά από την αλατότητα στο *R. picroides* αλλά όχι στο *U. picroides*, αν και το *R. picroides* ήταν πιο ανθεκτικό στην αλατότητα ως τα 10 dS/m σε σχέση με το *U. picroides*.

Τα οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά επηρεάστηκαν από την αλατότητα διαφορετικά ανάλογα με το είδος. Για παράδειγμα, το περιεχόμενο των φύλλων των φυτών σε αντιοξειδωτικές ουσίες αυξήθηκε στα *U. picroides* και *R. picroides* με αύξηση της αλατότητας, ενώ δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στη χημική σύσταση του *P. coronopus* σε συνθήκες αλατότητας, υποδηλώνοντας την ενεργοποίηση του δευτερογενούς μεταβολισμού για την αντιμετώπιση της αλατότητας στα περισσότερα ευαίσθητα στην αλατότητα φυτά, αλλά όχι στο αλόφυτο *P. coronopus*, τουλάχιστον έως το επίπεδο των 10 dS/m που θεωρείται κάτω από το όριο ευαισθησίας στο είδος αυτό.

Αντίθετα, η καλλιέργεια στον αγρό αύξησε σε όλες τις περιπτώσεις το περιεχόμενο των φύλλων σε διατροφικά χαρακτηριστικά σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με την αλατότητα. Επομένως, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι το περιβάλλον καλλιέργειας και όχι η αλατότητα αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα που επηρεάζει τη διατροφική αξία των ειδών αυτών, τουλάχιστον ως προς τα προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού. Επομένως, τα υπό μελέτη είδη θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν υποβαθμισμένα, αλατούχα εδάφη τα οποία είναι ακατάλληλα για τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά, χωρίς σημαντικές απώλειες στην απόδοση, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους και την διατροφική τους αξία.

7. ΠΡΩΤΟΤΥΠΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Τα αποτελέσματα και συμπεράσματα της παρούσας διδακτορικής διατριβής παρέχουν πρωτότυπες πληροφορίες τόσο σε θεωρητικό, όσο και σε πρακτικό επίπεδο που μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο για την περαιτέρω έρευνα στα υπό μελέτη είδη, όσο και για την εμπορική εκμετάλλευσή τους ως νέα είδη λαχανικών. Τα πρωτότυπα αυτά δεδομένα έχουν ήδη παρουσιαστεί σε επιστημονικά συνέδρια ή δημοσιευτεί σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και τα κυριότερα είναι τα εξής:

- Για πρώτη φορά προσδιορίστηκε ο βιολογικός κύκλος (σπόρος σε σπόρο) των υπό μελέτη ειδών ανάλογα με την εποχή καλλιέργειας
- Μελετήθηκε η επίδραση των περιβαλλοντικών συνθηκών κατά την καλλιέργεια των ειδών το φθινόπωρο, το χειμώνα και την άνοιξη στην ύπαιθρο και υπό κάλυψη και προσδιορίστηκαν τα θερμοκρασιακά όρια ανάπτυξης και η ανθεκτικότητα σε ενδιάμεσες και ακραίες (υψηλές ή χαμηλές) θερμοκρασίες σε κάθε είδος.
- Συγκρίθηκαν χαρακτηριστικά ανάπτυξης, οργανοληπτικής ποιότητας και διατροφικής αξίας των ειδών αυτών κατά την ανάπτυξή τους σε σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας σε σχέση με την καλλιέργειά τους σε οργανικό υπόστρωμα στο θερμοκήπιο και τον αγρό, σε τρεις εποχές (φθινόπωρο, χειμώνα και άνοιξη), με σκοπό τη διερεύνηση της αποδοτικότητας καλλιέργειας των ειδών αυτών σε υδροπονικά συστήματα καθώς και την μελέτη της αλληλεπίδρασης περιβάλλοντος, συστήματος και εποχής καλλιέργειας.
- Για πρώτη φορά, προσδιορίστηκαν τυχόν απαιτήσεις σε φωτοπερίοδο, εαρινοποίηση ή συνδυασμό των παραγόντων αυτών για την εισαγωγή των υπό μελέτη ειδών σε αναπαραγωγική φάση και μελετήθηκε η επίδραση της εποχής καλλιέργειας (φθινόπωρο, χειμώνα και άνοιξη) και του περιβάλλοντος (θερμοκήπιο ή αγρός) στην άνθηση, την παραγωγή, την ποιότητα και την συντηρησιμότητα του σπόρου.
- Επιπλέον, μελετήθηκαν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη συγκομιδή και ποιότητα των σπόρων σε σχέση με το είδος (π.χ. εφάπαξ ή σταδιακή συγκομιδή ανάλογα με τη συγκράτηση του σπόρου στις ταξικαρπίες), την βλαστικότητα, βλαστική δύναμη και ύπαρξη ληθάργου ανάλογα με την εποχή καλλιέργειας. Με βάση τα δεδομένα αυτά προσδιορίστηκε η πιο κατάλληλη εποχή σε κάθε είδος για την σποροπαραγωγή σε υπαίθρια καλλιέργεια.
- Για πρώτη φορά διερευνήθηκε η αλληλεπίδραση της αλατότητας με το σύστημα και το περιβάλλον καλλιέργειας (γλάστρες με οργανικό υπόστρωμα σε ύπαιθρο και θερμοκήπιο και επιπλέουσα υδροπονία στο θερμοκήπιο, σε ανοιξιάτικη και φθινοπωρινή

καλλιέργεια) στα υπό μελέτη είδη, ενώ παράλληλα προσδιορίστηκε και η συγκριτική ανθεκτικότητα/ανεκτικότητα των ειδών στην αλατότητα. Παράλληλα, για πρώτη φορά προσδιορίστηκε η σχετική επίδραση της αλατότητας και του περιβάλλοντος καλλιέργειας στην διατροφική αξία των ειδών αυτών και ιδιαίτερα στο περιεχόμενό τους σε αντιοξειδωτικές ουσίες.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

7.1. 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., σελ.
- Γεννάδιος Π., 1914. Λεξικόν φυτολογικόν : Περιλαμβάνον τα ονόματα, την ιθαγένειαν και τον βίον υπερδεκασχιλίων φυτών, εν οίς και τα λόγω χρησιμότητος ή κόσμου καλλιεργούμενα, των οποίων περιγράφονται και η ιστορία, η καλλιέργεια, τα προϊόντα και αι νόσοι / υπό Π. Γενναδίου.
- Καββάδας Δ. (1956). Εικονογραφημένον βοτανικόν φυτολογικόν 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.
- Μπαζαίος Κ., 1982.:100 Βότανα 1.000 θεραπείες. Έκδοση 3^η, Εκδόσεις Nutri care.
- Ξυνιάς, Ι.Ν. και Τοκατλίδης, Ι.Σ. (2013). Σποροπαραγωγή. Θεωρία και Ασκήσεις. Εκδόσεις Έμβρυο, σελ. 292.
- Παπούλιας, Θ., 1999. Τα άγρια φαγώσιμα χόρτα του βουνού και του κάμπου. Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα.
- 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.
- Πάσσαμ Χ.Κ., (2014). Σποροπαραγωγή κηπευτικών. Β' έκδοση. Εκδόσεις Έμβρυο, 592 σελ.
- Στεφανάκη-Νικηφοράκη Μ. (1999). Συστηματική Βοτανική-Αγγειόσπερμα, Εκδόσεις Σταμούλης, Τόμος Α., Αθήνα.
- Τουρναβίτη Ν., 2021. Πτυχιακή εργασία με θέμα: Σποροπαραγωγή – Νέες Τεχνολογίες. Πανεπιστήμιο Πατρών.
- 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.

7.2. 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.
- Al - Mustafa A.H., Al Thunibat O.Y., 2008. Antioxidant activity of some Jordanian Medicinal plants used traditionally for treatment of Diabetes. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(3), 351-358.

- Al Hassan M., Pacurar A., López-Gresa M. P., Donat-Torres M. P., Llinares J. V., Boscaiu M., Vicente O., 2016. Effects of Salt Stress on Three Ecologically Distinct *Plantago* Species. PLOS ONE, 11(8), e0160236.
- Alam S.M., 1999. Nutrient Uptake by Plants Under Stress Conditions. Handbook of plant and crop stress, p. 285- 304.
- 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.
- Araújo, M. E. S., de Negreiros, M. L., & Shibata, M., 2022. Biometria, qualidade fisiológica em diferentes temperaturas, substratos e tempos de armazenamento de sementes de pau preto (*Cenostigma tocaninum*). Nativa, 10(2), 219-224.
- Arnon D, 1949. Copper enzymes isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol., 24: 1-15.
- Ashraf M. and Foolad M.R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental Experimental Botany, 59, 206–216.
- Ashraf M., 1994. Organic substances responsible for salt tolerance in *Eruca sativa*. Biol. Plantarum, 36, 255-259.
- Ayra, P.S.; Saini, S.S. 1984. 'Kalpa Se 1' chicory. Ideal flavouring agent for coffee. Indian Horticulture 18: 55-56.
- Azab, Abdullatif (2023). Top Edible Wild Plants of Eastern Mediterranean Region Part II: Anti-inflammatory Activity. European Journal of Medicinal Plants, 34 (9). pp. 1-24.
- Baker, N.R. Chlorophyll Fluorescence: A Probe of Photosynthesis In Vivo. Annu. Rev. Plant Biol. 2008, 59, 89–113.
- Baldi A., Truschi S., Bruschi P., Lenzi A., 2023. Preliminary Assessment of Four Wild Leafy Species to Be Used as Baby Salads. Horticulturae 9, 650.
- Barcaccia G., Ghedina A., Lucchin M., 2016. Current advances in Genomics and Breeding of Leaf Chicory (*Chicorium intybus* L.). Agriculture, 6 (4),
- Baskin J.M. & Baskin C.C., 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research 14, 1–16.
- Benzie and Strain, 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Anal. Biochem., 239 (1), 70-76.
- Bian Z, Wang Y, Zhang X, Li T, Grundy S, Yang Q, Cheng R. (2020). A Review of environment effects on nitrate accumulation in leafy vegetables grown in controlled environments. Foods, 9(6):732.
- 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.
- Brewer M.S., (2011). Natural Antioxidants: Sources, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Applications. Food science and Food Safety, Vol 10, issue 4 p. 221-247.

- Carillo P., Giordano M., Raimondi G., Napolitano F., Di Stasio E., Kyriacou, M.C., Sifola, M.I., Roupael, Y., 2020. Physiological and nutraceutical quality of green and red pigmented lettuce in response to NaCl concentration in two successive harvests. *Agronomy*, 10, 1358.
- Carillo, P.; Soteriou, G.A.; Kyriacou, M.C.; Giordano, M.; Raimondi, G.; Napolitano, F.; Di Stasio, E.; Di Mola, I.; Mori, M.; Roupael, Y. Regulated salinity eustress in a floating hydroponic module of sequentially harvested lettuce modulates phytochemical constitution, plant resilience, and post-harvest nutraceutical quality. *Agronomy* 2021, 11, 1040.
- Carvalho A. M., Barata A.M. (2016). *Wild Plants, Mushrooms and Nuts: Functional Food Properties and Applications*, John Wiley & Sons, Ltd., Ch.6:159–198.
- Carvalho, A. M., & Barata, A. M. (2016). The Consumption of Wild Edible Plants. *Wild Plants, Mushrooms and Nuts*, 159–198.
- 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.
- Ceccanti C., Brizzi A., Landi M., Incrocci L., Pardossi A., Guidi L., 2020a. Evaluation of Major Minerals and Trace Elements in Wild and Domesticated Edible Herbs Traditionally Used in the Mediterranean Area. *Biological Trace Element Research*, 199:3553–3561.
- Ceccanti C., Finimundy T.C., Barros L., 2023. Nutritional Value of Wild and Domesticated *Sanguisorba* minor Scop. *Plant. Horticulturae* 9, 560.
- Ceccanti, C., Landi, M., Incrocci, L., Pardossi, A., Venturi, F., Taglieri, I., Guidi L., 2020b. Comparison of Three Domestications and Wild-Harvested Plants for Nutraceutical Properties and Sensory Profiles in Five Wild Edible Herbs: Is Domestication Possible? *Foods*, 9, 1065.
- Chatzigianni M., Alkhaled B., Livieratos I., Stamatakis A., Ntatsi G., Savvas D. (2017). Impact of nitrogen source and supply level on growth, yield and nutritional value of two contrasting ecotypes of *Cichorium spinosum* L. grown hydroponically. *Journal of the science of food and agriculture*, 98(4), 1615–1624.
- Chatzigianni M., Ntatsi G., Theodorou M., Stamatakis A., Livieratos I., Roupael Y., Savvas D. (2019). Functional quality, mineral composition and biomass production in hydroponic spiny chicory (*Cichorium spinosum* L.) are modulated interactively by ecotype, salinity and nitrogen supply. *Frontiers in plant science*, 10.
- Chauhan B. S., Gill G., Preston C., 2006. Factors affecting seed germination of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. *Weed Science*, 54:854–860.
- Chrysargyris A., Baldi A., Lenzi A., Bulgari R., 2023. Wild Plant Species as Potential Horticultural Crops: An Opportunity for Farmers and Consumers. *Horticulturae*, 9, 1193.
- Colla G., Roupael 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.
- Corbineau F, Come D., 1990. Germinability and quality of *Chicorium intybus* L. seeds. *Acta Horticulturae*, 267, 183-190.
- Cramer G.R., 2010. Abiotic stress and plant responses from the whole vine to the genes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16, 86–93.

- De Pascale, S., Orsini, F., Vallone, S., Barbieri, G., 2009. Crop season effects on yield and quality of hydroponically grown *Brassica rapa* var. *sylvestris*. *Acta Hort.* 807, 427–432.
- Dinneny J. R., Long T. A., Wang J. Y., Jung J., Mace D., Pointer S., Barron C., Brady S. M., Schiefelbein J., Benfey P.N. Cell Identity Mediates the Response of *Arabidopsis* Roots to Abiotic Stress. *Science*, Vol. 320, No. 5878.
- Donohue K., Dorn L., Griffith C., Kim E., Aguilera A., Polisetty C.R. & Schmitt J., 2005. Environmental and genetic influences on the germination of *Arabidopsis thaliana* in the field. *Evolution* 59, 740–757.
- Donohue K., Rubio de Casas R., Burghardt L., Kovach K. & Willis C.G., 2010. Germination, postgermination adaptation, and species ecological ranges. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 41, 293–319.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO, 2021. The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. In *Transforming Food Systems for Food Security, Improved Nutrition and Affordable Healthy Diets for All*; FAO: Rome, Italy, 2021; p. 240.
- Felix, F. C., Medeiros, J. A. D. d., Ferrari, C. d. S., Pacheco, M. V., & Torres, S. B., 2020. Molecular aspects during seed germination of *Erythrina velutina* Willd. under different temperatures (Part 1): reserve mobilization. *Journal of Seed Science*, 42.
- Fenner M., 1991. The effects of the parent environment on seed germinability. *Seed Science Research* ,Vol. 1 , Issue 2, pp. 75 – 84.
- Ferreira de Andrade L. I., Pereira dos Santos J., Duarte G. N., Garcia de Freitas C., de Sales Guillarducci J., Martins da Silva Lino S., Costa P. A., Avelar Mendes M. H., Gonçalves W. M., Resende L. V., 2022. The cultivation environment influences the physiological quality of stored *Sonchus oleraceus* L. Seeds. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 15.
- Finch-Savage W.E. & Leubner-Metzger G., 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist* 171, 501–523.
- Fita A., Rodríguez-Burruezo A., Boscaiu M., Prohens J., Vicente O., 2015. Breeding and domesticating crops adapted to drought and salinity: A new paradigm for increasing food production. *Frontiers in Plant Science*, 6, 978.
- Flowers, T.J.; Troke, P.F.; Yeo, A.R. The Mechanism of Salt Tolerance in Halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 1977, 28, 89–121.
- García-Caparrós, P.; Llanderal, A.; Lao, M.T. Halophytes as an option for the restoration of degraded areas and landscaping. *Handb. Halophytes From Mol. to Ecosyst. Towar. Biosaline Agric.* 2021, 2795–2810.
- Gatto M. A., Ippolito A., Linsalata V., Cascarano N.A., Nigro F., Vanadia S., Venere D.D. Activity of extracts from wild edible herbs against postharvest fungal diseases of fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 61, Issue 1, P. 72-82.
- Genty, B.; Briantais, J.M.; Baker, N.R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochim. Biophys. Acta Gen. Subj.* 1989, 990, 87–92.
- Gilgun-Sherki Y., Melamed E., Offen D., 2004. The role of oxidative stress in the pathogenesis of multiple sclerosis: The need for effective antioxidant therapy. *Journal of Neurology*, Vol. 251, p. 261-268.
- Giordano M., Petropoulos, S.A., Roupael, Y., 2021. Response and defense mechanisms of vegetable crops against drought, heat and salinity stress. *Agriculture*, 11(5), 463.

- Gordin, C. R. B., Marques, R. F., Masetto, T. E., Scalon, S. d. P. Q., & Souza, L. C. F. D., 2014. Temperaturas e disponibilidades hídricas do substrato na germinação de sementes de niger. *Bioscience Journal*, 30.
- Gorenjak A. H., Koležnik U. R., Cencič A., (2012). Nitrate content in dandelion (*Taraxacum officinale*) and lettuce (*Lactuca sativa*) from organic and conventional origin: intake assessment. *Food Additives & Contaminants: Part B*, Vol. 5, 2012, Issue 2, P. 93-99.
- Graeber K., Nakabayashi K., Miatton E., Gerhard L., Metzgeri G., Soppe W.J.J., (2012). Molecular mechanisms of seed dormancy. *Plant, Cell and Environment*, 35, 1769–1786.
- Gu L., Post W. M., Baldocchi D. D., Black T. A., Suyker A. E., Verma S. B., Vesala T., Wofsy S., (2009). Characterizing the Seasonal Dynamics of Plant Community Photosynthesis Across a Range of Vegetation Types. *Phenology of Ecosystem Processes*, pp 35–58.
- Guadagnin, S. G., Rath, S., & Reyes, F. G. R. (2005). Evaluation of the nitrate content in leaf vegetables produced through different agricultural systems. *Food Additives and Contaminants*, 22(12), 1203–1208.
- Guarrera P.M., 2005. Traditional phytotherapy in Central Italy (Marche, Abruzzo, and Latium). *Fitoterapia*, 76(1), 1-25.
- Guarrera, P.M., 2003. Food medicine and minor nourishment in the folk traditions of Central Italy (Marche, Abruzzo and Latium), *Fitoterapia* 74, 515-544.
- Gull A., Lone A.A., Wani N.U.I., 2019. Book: Biotic and abiotic stresses in plants.
- Gupta B. and Huang B., 2014. Mechanism of Salinity Tolerance in Plants: Physiological, Biochemical, and Molecular Characterization. *International Journal of Genomics*, Vol. 2014, Article ID 701596, p. 18.
- Hadi, Z., Sajad, M., Samieh Eskandari, N., Mohhamad, G.-A., Surur, K., & Reyhaneh, A., 2014. Temperature effects on the seed germination of some perennial and annual species of Asteraceae family. *Plant Breeding and Seed Science*, 69(0).
- Hadjichambis ACH, 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, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(5),383-414.
- Han F., Ullrich S.E., Clancy J.A., Romagosa I., 1999. Inheritance and fine mapping of a major barley seed dormancy QTL. *Plant Science*, 143(1), 113-118.
- Hare M.D., 1986. Development of ‘Grasslands Puna’ chicory (*Chicorium intybus* L.) seed and the determination of time of harvest for maximum seed yields. *Journal of applied seed production*, 4: 30-33.
- Hare M.D., Rowarth J.S., Archie W.J., Rolston M.P., Guy B.R., 1990. Chicory seed production: research and practice. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 5.2:91-94.
- Hedrick U.P., 1972. *Sturtevant's edible plants of the world*. Dover publications; Later Printing edition.
- Heinrich M., Muller W.E., Galli C., 2005. Local Mediterranean Food Plants and Nutraceuticals. *Forum of Nutrition*, Vol. 59.
- Heinrich M., Nebel S., 2010. The use of wild edible plants in the Graecanic Area in Calabria, Southern Italy., *Book: Ethnobotany of the new Europe*, Chapter 8.
- Hilhorst H.W.M., 2011. Standardizing seed dormancy research. *Methods in Molecular Biology* 773, 43–52.

- Holdsworth M.J., Bentsink L. & Soppe W.J.J., 2008. Molecular networks regulating Arabidopsis seed maturation, after-ripening, dormancy and germination. *New Phytologist* 179, 33–54.
- 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.
- Huang X., Schmitt J., Dorn L., Griffiths C., Effgen S., Takao S., Koornneef M. & Donohue K., 2010. The earliest stages of adaptation in an experimental plant population: strong selection on QTLs for seed dormancy. *Molecular Ecology* 19, 1335– 1351.
- Islam A. K. M. S., Edwards D. G., Asher C. J., 1980. pH optima for crop growth results of a flowing solution culture experiment with six species. *Plant and Soil* 54, 339-357.
- Islam S., Reza Md N., Chowdhury M., Chung Sun-Ok, Choi Il-Su, 2021. A review on effect of ambient environment factors and monitoring technology for plant factory. *Precision Agriculture Science and Technology* 3(3).
- Janssen E. D., Zaya David N., Molano-Flores B., Yao Lu Xia, 2020. Assessment of Seed Germinability after Prolonged Seed Storage for *Synthyris bullii* (Plantaginaceae), a Rare Endemic of the Midwestern U.S.A. *The American Midland Naturalist*, 183(1):116-129.
- Janssen E., N. Zaya D., Molano-Flores B., 2018. The Impacts of Habit Quality and Seed Age on Seed Vitality of the Rare Plant, *Synthyris bullii*, *Illinois Natural History Survey*.
- Javanmardi J., Kubota C. 2006. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* 41: 151-155.
- Johns T., Chapman L., 1995. Phytochemicals Ingested in Traditional Diets and Medicines as Modulators of Energy Metabolism. *Phytochemistry of Medicinal Plants* pp 161–188.
- Karlsson L.M., Tamado T., Milberg P., 2008. Inter-species comparison of seed dormancy and germination of six annual Asteraceae weeds in an ecological context. *Seed Science Research*, vol. 18, p. 35 – 45.
- 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.
- 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.
- Klados E., Tzortzakis N., 2014. Effects of substrate and salinity in hydroponically grown *Cichorium spinosum*. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, vol.14, No 1.
- Knickel K., Ashkenazy A., Chebach T.C., Parrot, N., 2017. Agricultural modernization and sustainable agriculture: contradictions and complementarities. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15(5), 575–592.
- Koene, R. J., Prizment, A. E., Blaes, A., & Konety, S. H., 2016. Shared Risk Factors in Cardiovascular Disease and Cancer. *Circulation*, 133(11), 1104–1114.
- Koornneef M., Bentsink L., Hilhorst H., 2002. Seed dormancy and germination. *Current Opinion in Plant Biology*, Vol. 5, Issue 1, P. 33-36.
- Koyro H.-W., 2006. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.). *Environmental and Experimental Botany* 56, p. 136–146.

- 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.
- Li M., Cao X., Liu D., Fu Q., Li T., Shang R., 2022. Sustainable management of agricultural water and land resources under changing climate and socio-economic conditions: A multi-dimensional optimization approach. *Agricultural Water Management*, 259, 107235. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107235>.
- Lichtenthaler H. K. and Buschmann C., 2001. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, F4.3.1-F4.3.8.
- Lichtenthaler, H.K.; Buschmann, C. Chlorophyll Fluorescence Spectra of Green Bean Leaves. *J. Plant Physiol.* 1987, 129, 137–147.
- Ltaeif, H. B., Sakhraoui, A., González-Orenga, S., Landa Faz, A., Boscaiu, M., Vicente, O., & Rouz, S., 2021. Responses to Salinity in Four *Plantago* Species from Tunisia. *Plants*, 10 (7), 1392.
- Łuczaj Ł., Pieroni A., 2016. Nutritional ethnobotany in Europe: from emergency foods to healthy folk cuisines and contemporary foraging trends. In: *Mediterranean Wild Edible Plants*, (M. de C. Sánchez-Mata, J. Tardío, eds.), Springer Science+Business Media New York, 33-56.
- Ma Y., Dias M.C., Freitas H., 2020. Drought and salinity stress responses and microbe-induced tolerance in plants. *Front. Plant Sci.*, 11, 1750.
- 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.
- Majid, M., Khan, J. N., Ahmad Shah, Q. M., Masoodi, K. Z., Afroza, B., & Parvaze, S., 2020. Evaluation of hydroponic systems for the cultivation of Lettuce (*Lactuca sativa* L., var. *Longifolia*) and comparison with protected soil-based cultivation. *Agricultural Water Management*, 106572.
- Manalil S., Haider A. H., Singh Chauhan B., 2018. Germination ecology of *Sonchus oleraceus* L. in the northern region of Australia. *Crop & Pasture Science*
- Marrelli, M., Conforti, F., Araniti, F., Casacchia, T., & Statti, G., 2017. Seasonal and environmental variability of non-cultivated edible Cichorioideae (Asteraceae). *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 152(4), 759–766.
- Marschner, H., 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.). Academic Press.
- Mattiolo, O., 1918. *Phytoalimurgia Pedemontana (ossia Censimento delle specie vegetali alimentari della flora spontanea del Piemonte)*. Torino, V. Bona (Estr. d. *Annali dell'Accademia d'Agricoltura di Torino*, 61.
- Miller N.J., Sampson J., Candeias L.P., Bramley P.M., Rice-Evans C.A. 1996. Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *FEBS Lett* 384(3): 240-242.
- Mittler R., 2006. Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends in Plant science*, Vol. 11, issue 1, p. 15-19.
- Molina-Montenegro, M. A., Oses, R., Torres-Díaz, C., Atala, C., Zurita-Silva, A., & Ruiz-Lara, S. (2016). Root-endophytes improve the ecophysiological performance and production of an agricultural species under drought condition. *AoB Plants*, 8, plw062.
- Monemizadeh Z., Ghaderi-Far F., Sadeghipour H.R., Siahmarguee A., Soltani E., Torabi B., Baskin C. C., 2021. Variation in seed dormancy and germination among populations of *Silybum marianum* (Asteraceae). *Plant Species Biology*, Vol. 36, Iss. 3, P. 412-424.

- Munns, R.; James, R.A.; Läuchli, A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. Exp. Bot.* 2006, 57, 1025–1043.
- Naeem M., Nasir Khan M., Masroor M., Khan A., Shaikh M. A., (2013). Adverse effects of abiotic stresses on medicinal and aromatic plants and their alleviation by calcium. *Plant Acclimation to Environmental Stress* (pp.101-146).
- Nguyen, T. P. D., Tran, T. T. H., Nguyen, Q. T., 2019. Effects of light intensity on the growth, photosynthesis and leaf microstructure of hydroponic cultivated spinach (*Spinacia oleracea* L.) under a combination of red and blue LEDs in house. *International Journal of Agricultural Technology*, 15(1): 75-90.
- Ntatsi G., Aliferis K.A., Roupheal Y., Napolitano F., Makris K., Kalala G., Katopodis G., Savvas D., 2017. Salinity source alters mineral composition and metabolism of *Cichorium spinosum*. *Environmental and Experimental Botany*, 141, 113-123.
- Nur M., Baskin C.C., Lu J.J., Tan D.Y. and Baskin J.M., 2014. A new type of non-deep physiological dormancy: evidence from three annual Asteraceae species in the cold deserts of Central Asia. *Seed Science Research*, Vol. 24, Issue 04, pp 301 – 314.
- Oh, M.M.; Carey, E.E.; Rajashekar, C.B. Antioxidant phytochemicals in lettuce grown in high tunnels and open field. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 2011, 52, 133.
- Oxborough, K.; Baker, N.R. Resolving chlorophyll a fluorescence images of photosynthetic efficiency into photochemical and non-photochemical components—Calculation of qP and Fv’/Fm’ without measuring Fo’. *Photosynth. Res.* 1997, 54, 135–142.
- Panitsa M., Bazos I., Dimopoulos P., Zervou S., Yannitsaros A., Tzanoudakis D., 2004. Contribution to the study of the flora and vegetation of the Kithira island group: Offshore islets of Kithira (S Aegean, Greece). *Willdenowia*, 34(1):101-115.
- Pardo-Domènech, L.L.; Tifrea, A.; Grigore, M.N.; Boscaiu, M.; Vicente, O. Proline and glycine betaine accumulation in two succulent halophytes under natural and experimental conditions. *Plant Biosyst.* 2016, 150, 904–915.
- 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.
- Penfield S. and MacGregor D.R., 2017. Effects of environmental variation during seed production on seed dormancy and germination. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 68, No. 4, pp. 819–825.
- Petretto G.L., Urgeghe 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., Fernandes Â., Calhella R.C., Di Gioia F., Kolovou P., Barros L., Ferreira I. C. F. R., 2019. Chemical composition and bioactive properties of *Cichorium spinosum* L. in relation to nitrate/ammonium nitrogen ratio. *Journal of the science of food and agriculture*, 99:6741-50.
- Petropoulos S., Fernandes, Â., Karkanis, A., Antoniadis, V., Barros, L., Ferreira, I.C.F.R., 2018. Nutrient solution composition and growing season affect yield and chemical composition of *Cichorium spinosum* plants. *Scientia horticultrae*, 231, 97-107.

- 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.
- Petropoulos, S. A., Fernandes, Â., Tzortzakis, N., Sokovic, M., Ciric, A., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R., 2019. Bioactive compounds content and antimicrobial activities of wild edible Asteraceae species of the Mediterranean flora under commercial cultivation conditions. *Food research international*, 119, 859-868.
- Petropoulos, S. A., Fernandes, Â., Vasileios, A., Ntatsi, G., Barros, L., Ferreira, I. C.F. R., 2018. Chemical composition and antioxidant activity of *Cichorium spinosum* L. leaves in relation to developmental stage. *Food chemistry*, 239, 946–952.
- Petropoulos, S., Fernandes, Â., Karkanis, A., Ntatsi, G., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R., 2017. Successive harvesting affects yield, chemical composition and antioxidant activity of *Cichorium spinosum* L. *Food Chemistry*, 237, 83–90.
- Pinheiro C., Chaves M. M., 2011. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? *Journal of Experimental Botany*, Vol. 62, Issue 3, P. 869–882.
- Polunin O., 1980. *Flowers of Greece and the Balkans: a field guide*. Oxford University Press.
- Rao N., Xiao, M., Li, W.-J., 2017. *Fungal and Bacterial Pigments: Secondary Metabolites with Wide Applications*. *Frontiers in Microbiology*, 8.
- 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.
- Rezazadeh, K., Aliashrafi, S., Asghari-Jafarabadi, M., & Ebrahimi-Mameghani, M. (2018). Antioxidant response to artichoke leaf extract supplementation in metabolic syndrome: A double-blind placebo-controlled randomized clinical trial. *Clinical Nutrition*, 37(3), 790–796.
- Rivera D., Obo'n 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, 269–289.
- Romani A., Pinelli P., Galardi C., Sani G., Cimato A., Heimler D., 2002. Polyphenols in greenhouse and open-air-grown lettuce. *Food Chemistry*, Vol. 79, Issue 3, p.337-342.
- Rosales, M. A., Cervilla, L. M., Sánchez-Rodríguez, E., Rubio-Wilhelmi, M. del M., Blasco, B., Ríos, J. J., Ruiz, J. M., 2010. The effect of environmental conditions on nutritional quality of cherry tomato fruits: evaluation of two experimental Mediterranean greenhouses. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(1), 152–162.
- Rouphael Y., Petropoulos S.A, Cardarelli M., Colla G., 2018. Salinity as eustressor for enhancing quality of vegetables. *Sci. Hort.*, 234, 361-369.
- 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. Effects of Salinity and Nutrients in Seawater on Hydroponic Culture of Red Leaf Lettuce. *Environ. Control Biol.* 2014, 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.

- Salvatore S., Pellegrini N., Brenna O. V., 2005. Antioxidant characterization of some Sicilian edible wild greens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(24), 9465–9471.
- Sánchez-Mata M.C., Loera R., Morales P., Fernández-Ruiz V., Cámara M., Marqués C., Pardo de Santayana M., Tardío, J., 2012. Wild vegetables of the Mediterranean area as valuable sources of bioactive compounds. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 59. 431-443.
- Santangeli, M.; Capo, C.; Beninati, S.; Pietrini, F.; Forni, C. Gradual exposure to salinity improves tolerance to salt stress in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Water* 2019, 11, 1667.
- Sarker U. and Oba S., 2018. Salinity stress enhances color parameters, bioactive leaf pigments, vitamins, polyphenols, flavonoids and antioxidant activity in selected Amaranthus leafy vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99: 2275–2284.
- Schulz, H.; Dunst, G.; Glaser, B. Positive effects of composted biochar on plant growth and soil fertility. *Agron. Sustain. Dev.* 2013, 33, 817–827.
- 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.
- Shaar-Moshe L., Blumwald E., Peleg Z., 2017. Unique Physiological and Transcriptional Shifts under Combinations of Salinity, Drought, and Heat. *Plant Physiology*, Vol. 174, Issue 1, P. 421–434.
- Shahid S.A., Zaman M., Heng L., 2018. Soil Salinity: Historical Perspectives and a World Overview of the Problem. *Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques* pp 43–53.
- rguez M., Canales E., Borrás-Hidalgo O., 2005. Molecular aspects of abiotic stress in plants. *Bioteconología Aplicada*, 22:1-10.
- Shannon M.C., Grieve C.M. (1998). Tolerance of vegetable crops to salinity. *Sci. Hortic.*, 78(1-4), 5–38.
- Sheikh A.Q., Pandit A. K., Ganai B.A., 2017. Seasonal Variation in Chlorophyll Content of Some Selected Plant Species of Yousmarg Grassland Ecosystem. *Asian J. Plant Sci. Res.*, 2017, 7(2):33-36.
- Silvertown J., 1999. Review: Seed Ecology, Dormancy, and Germination: A Modern Synthesis from Baskin and Baskin. *American Journal of Botany*, 86 (6), 903-905.
- Simopoulos A.P., 2004. The traditional diet of Greece and cancer. *European Journal of Cancer Prevention*, Vol. 13, No. 3, pp. 219-230.
- Singleton V.L., Rossi J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.*, 16, 144-158.
- Skirycz A., Inzé D., 2010. More from less: plant growth under limited water. *Current Opinion in Biotechnology*, Vol. 21, Issue 2, P. 197-203.
- Sousa, A. D. E. d., Botezelli, L., & Mendes, P. N., 2021. Study of storage on seed germination of *Chresta sphaerocephala* DC. – Asteraceae. *Research, Society and Development*, 10(9).
- Springthorpe V. and Penfield S., 2015. Flowering time and seed dormancy control use external coincidence to generate life history strategy. *eLife* 4.
- Stephenson J., Newman K., Mayhew S., 2010. Population dynamics and climate change: What are the links? *J. Public Health*, 32, 150–156.

- Strzelecka M., Bzowska M., Koziel J., Szuba B., Dubiel O., Rivera Nunez D., Heinrich M., Bereta J., 2005. Anti-inflammatory effects of extracts from some traditional Mediterranean diet plants. *Journal of Physiology and Pharmacology. Supplement*, 56, 1.
- Stuckler, D., & Nestle, M., 2012. Big Food, Food Systems, and Global Health. *PLoS Medicine*, 9(6), e1001242.
- Sulaiman N., Aziz M.A., Stryamets N., Mattalia G., Zocchi D.M., Ahmed H.M., Manduzai A.K., Shah A.A., Faiz A., Söukand R., 2023. The Importance of Becoming Tamed: Wild Food Plants as Possible Novel Crops in Selected Food-Insecure Regions. *Horticulturae*, 9, 171.
- Tanaka T., Nakao S., 1976. *Tanaka's Cyclopaedia of Edible Plants of The World*, Distributed by Keigaku Pub. Co. Tokyo.
- Targioni-Tozzetti, G., 1767. *Alimurgia ossia modo di render meno gravi le carestie proposto per sollievo dei poveri*. Tom. I, Tip. Moucke, Firenze.
- Tattersall E. A. R., Grimplet J., DeLuc L., Wheatley M. D., Vincent D., Osborne C., Ergül A., Lomen E., Blank R. R., Schlauch K. A., Cushman J.C., Cramer G., 2007. Transcript abundance profiles reveal larger and more complex responses of grapevine to chilling compared to osmotic and salinity stress. *Funct Integr Genomics* 7, 317–333.
- Thomas, T., Biradar, M.S., Chimmad, V.P. *et al.* (2021). Growth and physiology of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars under different growing systems. *Plant Physiol. Rep.* 26, 526–534.
- Travieso, L. L., Leon, A. P., Logegaray, V. R., Frezza, D., & Chiesa, A., 2016. Loose Leaf Lettuce Quality Grown in Two Production Systems. *European Scientific Journal*, ESJ, 12(30), 55.
- Trichopoulou A., Lagiou P. Kuper H. Trichopoulos D., (2000). Cancer and Mediterranean Dietary Traditions. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 9, 869–873.
- 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.
- van Kooten, O.; Snel, J.F.H. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. *Photosynth. Res.* 1990, 25, 147–150.
- Vanzani, P., Rossetto, M., De Marco, V., Sacchetti, L. E., Paoletti, M. G., Rigo, A., 2011. Wild Mediterranean Plants as Traditional Food: A Valuable Source of Antioxidants. *Journal of Food Science*, 76(1), C46–C51.
- Veiga-Barbosa L and Pérez-García F., 2014. Germination of mucilaginous seeds of *Plantago albicans* (Plantaginaceae): Effects of temperature, light, pre-sowing treatments, osmotic stress and salinity- *Australian Journal of Botany* Volume 62, Issue 2, Pages 141 – 149.
- 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.
- Wang, S.Y.; Zheng, W. Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 4977–4982.
- 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.
- Yu, Z., Duan, X., Luo, L., Dai, S., Ding, Z., & Xia, G., 2020. How Plant Hormones Mediate Salt Stress Responses. *Trends in Plant Science*.
- Zhu, J.K., 2001. Plant salt tolerance. *Trends Plant Sci.*, 6, 66–71.

Νικολίνα Βιδάλη



Στοιχεία επικοινωνίας

Τηλ.: +30 6943932101

Email: nikolina.vidalis11@gmail.com

Τόπος διαμονής: Ωρωπός/ Σεπόλια, με δυνατότητα μετεγκατάστασης

Βιογραφικό Σημείωμα

Εργασιακή Εμπειρία

Απρίλιος 2020- Σήμερα

Υπομ. Διδάκτορας- Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών- Φυτική Παραγωγή
“Μελέτη της επίδρασης εδαφοκλιματικών συνθηκών, καλλιεργητικών τεχνικών στην ανάπτυξη, παραγωγή, ποιότητα, διατροφική αξία και σποροπαραγωγής τεσσάρων φυλλωδών λαχανευόμενων ειδών”.

Πραγματοποιήθηκαν πειράματα καλλιέργειας στα 4 λαχανευόμενα είδη (Κορκολεκανίδα- *Urospermum picroides*, Γαλατσίδα- *Reichardia picroides*, Πετειναράκι- *Plantago coronopus*, Σιταρήθρα- *Hedysarum creticum*), σε 3 διαφορετικές εποχές (Φθινόπωρο, Χειμώνας, Άνοιξη) και δύο συστήματα καλλιέργειας (εντός και εκτός εδάφους), καθώς και δύο πειραματικοί χώροι (θερμοκήπιο, αγρός). Είχαν σκοπό την μελέτη ανάπτυξης τους στις διαφορετικές συνθήκες, την σποροπαραγωγή τους αλλά και την επίδραση στα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά (ολικά διαλυτά σάκχαρα, νιτρικά, φαινολικά, χλωροφύλλες και καροτενοειδή, ρυθμός φωτοσύνθεσης, προλίνη, αντιοξειδωτικά, βιταμίνες, φυτικές ίνες κλπ. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε μελέτη της αβιοτικής καταπόνησης αλατότητας ($2, 5 \text{ \& } 10 \text{ ds} \cdot \text{m}^{-1}$) αλλά και διαφορετικής ποσότητας λίπανσης αζώτου σε αυτά τα είδη, στην επίδραση όλων των παραπάνω παραμέτρων. Τέλος, έγινε σύγκριση των τριών διαφορετικών εποχών αλλά και των πειραματικών συνθηκών (αγρός, θερμοκήπιο), ως προς την άνθιση - σποροπαραγωγή, καθώς και της τελικής απόδοσης και ποιότητας του σπόρου αυτών.

Ιούνιος- Σεπτέμβριος 2023

Πρακτική άσκηση- Πειραματικός σταθμός Berge του Ινστιτούτου IASP, Γερμανία. Ινστιτούτο Αγροτικών και Αστικών Οικολογικών Έργων στο Πανεπιστήμιο Humboldt του Βερολίνου (IASP).

Ο πειραματικός σταθμός αποτελεί παράρτημα του Ινστιτούτου όπου πραγματοποιούνται πειράματα με είδη φυτών μεγάλης καλλιέργειας, όπως είναι τα: κριθάρι, σιτάρι, σίκαλη, βρώμη, καλαμπόκι, σόργο, πατάτα.

Κύριες δραστηριότητες και αρμοδιότητες:

- Εβδομαδιαία παρακολούθηση σταδίων ανάπτυξης των φυτών
- Δειγματοληπτικοί έλεγχοι εδάφους, φυτών και σπόρων
- Λίπανση και άρδευση σύμφωνα με πρωτόκολλα
- Τοποθέτηση εντομοπαγίδων, παρακολούθηση πληθυσμών και αναγνώριση εντόμων
- Τοποθέτηση και χρήση μετεωρολογικού σταθμού και GPS για χαρτογράφηση και καθοδήγηση των οχημάτων συγκομιδής
- Συγκομιδή παραγόμενου σπόρου με χρήση κατάλληλων οχημάτων και δειγματοληψίες
- Σχεδιασμός πειραμάτων βάσει αναγκών και απαιτήσεων
- Τήρηση ορθής χρήσης μηχανημάτων και κανόνων του πειραματικού σταθμού

- 2022-2023: **Part time γραμματεία σε σχολή χορού**
Κύριες αρμοδιότητες και δραστηριότητες:
- Οργάνωση προγράμματος μαθημάτων,
 - Ενημέρωση και επικοινωνία με πελάτες
 - Ενημέρωση διαδικτυακών σελίδων
 - Παρακολούθηση email
 - Πληρωμές και καταχώρηση αυτών
 - Τακτοποίηση εγγράφων λογιστή και εφορίας
- Ιαν- Ιουν 2020: **Εκπαιδευτής προγράμματος- Νέα Γεωργία για τη Νέα Γενιά (Αθήνα)**
Εκπαιδύτρια σε θέματα πολλαπλασιαστικού υλικού κηπευτικών στα σεμινάρια κατάρτισης νέων με τίτλο: «New Agriculture for a New Generation: Recharging Youth to Revitalize the Agriculture & Food Sector of the Greek Economy» που πραγματοποιήθηκαν από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και χρηματοδοτήθηκαν από το Rutgers, The State University of New Jersey.
- Μαρτ- Ιουν 2019: **Πρακτική άσκηση- Neurath Gartner - Γερμανία**
Η εταιρεία Neurath Gartner είναι ένα υδροπονικό θερμοκήπιο βιολογικής τομάτας έκτασης 160 στρεμμάτων, με υπεύθυνο τον Dr. Ludwig Zeithem.
Κύριες δραστηριότητες και αρμοδιότητες:
- Παρακολούθηση όλων των σταδίων φυτικής ανάπτυξης και παραγωγικής διαδικασίας.
 - Συμμετοχή στον σχεδιασμό συνταγής και στην παρασκευή θρεπτικού διαλύματος
 - Ποιοτική κατάταξη καρπών βάσει βάρους και ποιοτικών χαρακτηριστικών όπως μέτρηση ολικών διαλυτών στερεών με χρήση διαθλασίμετρου.
 - Τήρηση και επίβλεψη εργασιών βιολογικής φυτοπροστασίας όπως: χρήση φερομονικών και κολλητικών παγίδων, εγκατάσταση και παρακολούθηση βιολογικών κύκλων εντόμων.
 - Καθημερινός έλεγχος της καλλιέργειας για τυχόν προσβολές (εντομολογικές και φυτοπαθολογικές) καθώς και προγραμματισμό αποτελεσματικής αντιμετώπισης αυτών.
- Ιούλ-Σεπτ 2018: **Πρακτική άσκηση- Αγγελάκης Α.Ε. (Χαλκίδα)**
ΑΓΓΕΛΑΚΗΣ- ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ ΑΕ.,
Έδρα-θέση: Κρύα Βρύση, Πούρνος, Εύβοια
Κύριες δραστηριότητες και αρμοδιότητες:
- Εφαρμογή διαδικασιών HACCP κατά την παραγωγική διαδικασία της σύνθετης ζωοτροφής πουλερικών πάχυνσης
 - Τήρηση διαδικασιών ιχνηλασιμότητας
 - Δειγματοληπτικοί έλεγχοι πρώτων υλών, πρόσθετων και ζωοτροφής
 - Εκτίμηση των εργαστηριακών αποτελεσμάτων βάσει προδιαγραφών εκτρεφόμενου υβριδίου (ορνίθια κρεοπαραγωγής ROSS 308).
- 2014-2018: **Καθηγήτρια- Ιδιαίτερα μαθήματα**
Διδασκαλία μαθημάτων θετικής κατεύθυνσης σε μαθητές γυμνασίου-λυκείου.
- Ιούλ- Αύγ 2017: **Πρακτική άσκηση- NCSR Δημόκριτος**
ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ- ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΒΙΟΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

Κύριες δραστηριότητες και αρμοδιότητες:

- ο Μελέτη βιολογικού κύκλου κυανοβακτηρίων
- ο Εκμάθηση και χρήση εργαστηριακών τεχνικών ενόργανης χημικής ανάλυσης

Ιουν- Αυγ 2015 & 2016:

Βοηθός φυτορίου, Χαλκίδα (Εύβοια).

Εργαστηριακή Εμπειρία

Μάιος 2020- Σήμερα:

Βοηθός εργαστηρίου- Διδακτικό επικουρικό έργο

Διδακτικό επικουρικό έργο (11/2020 έως σήμερα) στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στις εργαστηριακές ασκήσεις των μαθημάτων: «Φυσιολογία και Τεχνολογία Πολλαπλασιαστικού Υλικού Κηπευτικών» και «Μετασυλλεκτική Μεταχείριση Καρπών και Λαχανικών».

Ποιοτικές αναλύσεις καρπών- φυτών: ολικά διαλυτά στερεά, περιεχόμενο σε ολικά φαινολικά, χλωροφύλλες- ξανθοφύλλες και καροτενοειδή, νιτρικά, αντιοξειδωτική ικανότητα (FRAP, TEAC), HPLC, προλίνη, ποιότητα σπόρων (δοκιμές βλαστικότητας και βλαστικής δύναμης).

Παράμετροι ανάπτυξης: μετρήσεις ανάπτυξης φυτών, φυλλική επιφάνεια, νωπό και ξηρό βάρος.

Εκπαίδευση

Σεπτ 2014- Οκτ 2019:

Γεωπόνος

- ο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών με κατεύθυνση: Κηπευτικών καλλιιεργειών και υδροπονικών συστημάτων (Msc.).
- ο Πιστοποίηση τυπικών και ουσιαστικών προσόντων οινολόγου.

Σεμινάρια *Eurocert*:

- ο ISO 22000:2018, Εσωτερικοί επιθεωρητές συστημάτων διαχείρισης της ασφάλειας τροφίμων
- ο Βασικές αρχές HACCP

Ξένες γλώσσες:

- ο *Αγγλικά*, Επίπεδο C2

Υπολογιστές:

- ο Δίπλωμα **Microsoft Office**:
- ο General use of PC, Word processing, Spreadsheets, Internet Services, Databases, Presentations

Δίπλωμα οδήγησης:

- ο Κατηγορία Β

Παρουσιάσεις σε συνέδρια και Δημοσιεύσεις

- **Vidalis N.**, Pentotis E., Thanos N., Alexopoulos A., Tsouvaltzis P., Petropoulos S.A., Karapanos I., 2024. Effect of Salinity on the Growth and Biochemical Profile of *Hedypnois cretica* and *Plantago coronopus* Plants in Relation to the Cropping System and Growth Environment. *Horticulturae*, 10, 1148.
- **Vidalis N.**, Kourkouvela M., Argyris D.C., Liakopoulos G., Alexopoulos A., Petropoulos S.A., Karapanos I., 2023. The impact of Salinity on Growth, Physio-biochemical Characteristics, and Quality of *Urospermum picroides* and *Reichardia picroides* Plants in Varied Cultivation Regimes. *Agriculture*, 13(9), 1852.
- 05 Ιουν 2023: Alexopoulos A.A., Assimakopoulou A., Panagopoulos P., Bakea M., **Vidalis N.**, Karapanos I., Rouhael Y., Petropoulos S.A., 2023. *Hedypnois cretica* L. and *Urospermum picroides* L. Plant Growth, Nutrient Status and Quality Characteristics under Salinity Stress. *Horticulturae* 2023, 9(1), 65.
- 09-13 Σεπ 2022: Xorianopoulou F., **Vidalis N.**, Savvas D., Karapanos I. Comparative study of tomato fruit ripening from local variety and hybrid of long shelf life. Abstracts, 30o Congress (EEEE), Athens 09-13/05/22.
- 09-13 Σεπ 2022: **Vidalis N.**, Papageorgiou F., Papageorgiou K., Alexopoulos A., Karapanos I. Effect of growing system on the growth, yield and quality of two underutilized wild edible greens: *Reichardia picroides* and *Urospermum picroides*. Abstracts, 30o Congress (EEEE), Athens 09-13/05/22.
- 09-13 Σεπ 2022: **Vidalis N.**, Kourkouvela M., Pentotis E., Kyriakopoulos K., Savvas D., Karapanos I. Effect of growing season on the growth, yield and quality of two underutilized wild edible greens: *Reichardia picroides* and *Plantago coronopus* on floating system in a greenhouse. Abstracts, 30o Congress (EEEE), Athens 09-13/05/22.
- 05 Ιουλ 2021: Impact of Salinity on the Growth and Chemical Composition of Two Underutilized Wild Edible Greens: *Taraxacum officinale* and *Reichardia picroides*. Alexopoulos A.A., Assimakopoulou A., Panagopoulos P., Bakea M., **Vidalis N.**, Karapanos I.C., Petropoulos S.A. *Horticulturae*.
- 06 Μάιος 2021: Effect of nutrient solution pH on the growth, yield and quality of *Taraxacum officinale* and *Reichardia picroides* in floating hydroponic system. Alexopoulos A.A., Assimakopoulou A., Marandos G.A., **Vidalis N.I.**, Petropoulos S.A., Karapanos I.C. *Agronomy*.
- 15-18 Οκτ 2019: Karapanos I. **Vidalis N.**, Katsas E., Mpempi S. Drolas D., Paulakos E. (2019). Application of biostimulants for the treatment of salinity in autumn-winter cultivation of greenhouse tomatoes. Abstracts, 29o Congress (EEEE), Patra 15-18/10/2019.