

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**Π.Μ.Σ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**

**Μεταπτυχιακή διατριβή**

**Επίδραση διαφόρων παραγόντων στην ανάπτυξη και  
παραγωγή φράουλας καλλιεργούμενης υπό καταπόνηση  
άλατος**

**ΤΟΥ**

**ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ Κ. ΝΤΑΝΟΥ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΠΕΤΡΟΣ ΡΟΥΣΣΟΣ**



**ΑΘΗΝΑ 2016**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**Π.Μ.Σ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**

**Μεταπτυχιακή διατριβή**

**Επίδραση διαφόρων παραγόντων στην ανάπτυξη και  
παραγωγή φράουλας καλλιεργούμενης υπό καταπόνηση  
άλατος**

**ΤΟΥ**

**ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ Κ. ΝΤΑΝΟΥ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΠΕΤΡΟΣ ΡΟΥΣΣΟΣ**

**ΑΘΗΝΑ 2016**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**Π.Μ.Σ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ**

**Μεταπτυχιακή διατριβή**

**Επίδραση διαφόρων παραγόντων στην ανάπτυξη και  
παραγωγή φράουλας καλλιεργούμενης υπό καταπόνηση  
άλατος**

**ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ Κ.ΝΤΑΝΟΣ**

**Επιβλέπων: Ρούσσος Πέτρος**

**Εξεταστική Επιτροπή:**

**Ρούσσος Πέτρος, Επίκουρος Καθηγητής**

**Βέμμος Σταύρος, Καθηγητής**

**Ασημακοπούλου Άννα, Επίκουρος Καθηγήτρια**

**ΑΘΗΝΑ 2016**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών « Επιστήμες και Συστήματα Φυτικής Παραγωγής» με κατεύθυνση Δενδροκομία και Αμπελουργία του τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής.

Θα ήθελα να απευθύνω θερμές ευχαριστίες στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Πέτρο Ρούσσο, ο οποίος ως επιβλέπων καθηγητής της μεταπτυχιακής διατριβής μου, με τη στήριξη και καθοδήγησή του, βοήθησε στην πραγματοποίηση αυτής. Επίσης, θα ήθελα να του πω ένα μεγάλο ευχαριστώ για τις ευκαιρίες, την εμπιστοσύνη και τη συμπαράστασή του σε κάθε βήμα των σπουδών μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απονείμω στην Επίκουρο Καθηγήτρια κα. Άννα Ασημακοπούλου για τις πολύτιμες υποδείξεις της καθώς και για τη βοήθειά της στην περάτωση του πειραματικού μέρους της εργασίας. Επίσης θα ήθελα να την ευχαριστήσω πάνω από όλα γιατί χωρίς την βοήθεια της και τις χρήσιμες συμβουλές της δεν θα έφτανα ως εδώ.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Σταύρο Βέμμο που με τίμησε με τη συμμετοχή του στην τριμελή επιτροπή αξιολόγησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ αξίζει να εκφράσω στον Υποψήφιο Διδάκτορα Αθανάσιο Τσαφούρο που υπήρξε συνοδοιπόρος στις ερευνητικές μου προσπάθειες.

Τέλος, αισθάνομαι ιδιαίτερη ανάγκη να ευχαριστήσω τους γονείς μου Αγγελική και Κωνσταντίνο καθώς και τα αδέρφια μου Ιωάννη και Ευαγγελία για την ολόψυχη αγάπη και ηθική συμπαράσταση όλα αυτά τα χρόνια και να τους αφιερώσω την παρούσα εργασία.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας χειρισμών, υπό συνθήκες αλατότητας και η επίδρασή τους στα χαρακτηριστικά των καρπών και στη θρεπτική κατάσταση μιας ποικιλίας φράουλας. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν 75 φυτά της ποικιλίας Camarosa. Πραγματοποιήθηκαν πέντε χειρισμοί, οι δύο από τους οποίους αποτέλεσαν τους δύο μάρτυρες. Ο ένας μάρτυρας δεν υφίστατο αλατότητα (NaCl), ενώ ο δεύτερος καλλιεργήθηκε υπό συνθήκες αλατότητας, με τη συγκέντρωση του άλατος να ανέρχεται στα 34mM. Οι υπόλοιποι χειρισμοί εφαρμόστηκαν υπό συνθήκες αλατότητας και αφορούσαν τα εξής σκευάσματα: α) ψεκασμός με Γλυκίνη-βεταΐνη, β) ριζοπότισμα με σκεύασμα μικροοργανισμού (*Bacillus amyloliquefaciens* IT45) και γ) εδαφοβελτιωτικό αποτελούμενο από ζεόλιθο και μπετονίτη. Κατά τη διάρκεια του πειράματος έγιναν τρεις δειγματοληψίες, οι οποίες ολοκληρώθηκαν σε πολλά “χέρια”, ενώ ταυτόχρονα έλαβαν χώρα και οι μετρήσεις των βιομετρικών χαρακτηριστικών των καρπών (βάρος, μήκος, διάμετρος, χρώμα, συνεκτικότητα) και του ύψους της παραγωγής. Μετά το τέλος των δειγματοληψιών πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις των οργανοληπτικών (ολικά διαλυτά στερεά, τιτλοδοτούμενη οξύτητα, pH) και των ποιοτικών χαρακτηριστικών (συγκέντρωση φαινολικών, ανθοκυανών, σακχάρων, οργανικών οξέων) των καρπών. Μετά το τέλος των δειγματοληψιών των καρπών πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία φύλλων και ριζών, ώστε να λάβουν χώρα και οι αναλύσεις των θρεπτικών στοιχείων.

Από τα αποτελέσματα του παρόντος πειράματος φαίνεται ότι η ανάπτυξη της φράουλας, υπό συνθήκες αλατότητας, δεν επηρεάζει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, το χρώμα, τη συγκέντρωση σε φαινολικές ενώσεις, το βάρος, το μήκος, τη συνεκτικότητα, την περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες και τη συγκέντρωση των σακχάρων των καρπών. Αντίθετα, αύξησε την περιεκτικότητα των καρπών σε φουμαρικό, ασκορβικό και κιτρικό οξύ. Επίσης, εξαιτίας της αλατότητας μειώθηκε η μέση παραγωγή καρπών, η διάμετρος των καρπών, η φυλλική επιφάνεια καθώς και το νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου αλλά και του υπόγειου τμήματος. Τέλος η αλατότητα επηρέασε και τη θρεπτική κατάσταση των φυτών μειώνοντας τη συγκέντρωση

του αζώτου στο υπόγειο τμήμα του φυτού και αυξάνοντας το νάτριο και το χλώριο τόσο στο υπέργειο όσο και στο υπόγειο τμήμα των φυτών.

Η επέμβαση του εδαφοβελτιωτικού είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της διαμέτρου των καρπών και τη μείωση της συγκέντρωσης του ασκορβικού, του κιτρικού και του φουμαρικού οξέος, μη διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα. Επίσης, παρατηρήθηκε μια αύξηση του νωπού βάρους του υπέργειου και του υπόγειου τμήματος των φυτών αλλά και του ξηρού βάρους του υπόγειου τμήματος. Όσον αφορά την θρεπτική κατάσταση των φυτών το εδαφοβελτιωτικό, σε σχέση με το μάρτυρα υπό αλατότητα, μείωσε τη συγκέντρωση του χλωρίου μη διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα.

Η εφαρμογή του μικροοργανισμού στο υπόστρωμα ανάπτυξης μείωσε τη συγκέντρωση του κιτρικού και του ασκορβικού οξέος ενώ παράλληλα αύξησε τη διάμετρο του καρπού, μη διαφέροντας στατιστικά από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα. Επίσης, σε σχέση με το μάρτυρα υπό αλατότητα η θρεπτική κατάσταση των φυτών βελτιώθηκε.

Η επέμβαση με γλυκίνη-βεταΐνη αύξησε τη διάμετρο των καρπών και την παραγωγή ανά φυτό, ενώ παράλληλα μείωσε τη συγκέντρωση των καρπών σε κιτρικό οξύ μη διαφέροντας από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα. Επίσης, αύξησε το νωπό και το ξηρό βάρος του υπόγειου τμήματος των φυτών, μη έχοντας στατιστικά σημαντική διαφορά με το μάρτυρα χωρίς αλατότητα. Τέλος, όσον αφορά τη θρεπτική κατάσταση, στο υπόγειο τμήμα του φυτού αυξήθηκε η συγκέντρωση του αζώτου, σε σχέση με το μάρτυρα υπό αλατότητα, μη έχοντας στατιστικά σημαντική διαφορά από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα.

Επομένως με βάση τα παραπάνω φαίνεται ότι όλα τα σκευάσματα βοηθούν αμβλύνοντας τις αρνητικές επιπτώσεις τις αλατότητας. Όμως το σκεύασμα της γλυκίνης-βεταΐνης δείχνει να ξεχωρίζει, καθώς εκτός των άλλων αύξησε την παραγωγή των καρπών φτάνοντας αυτή του μάρτυρα χωρίς αλατότητα.

Λέξεις κλειδιά : Αλατότητα, φράουλα, καταπόνηση, ποιοτικά χαρακτηριστικά, οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

## **SUMMARY**

The purpose of this research was to investigate the handling efficiency under salinity conditions and their effect on the characteristics of fruit and the nutritional status of a strawberry variety. For this reason it was used 75 plants Camarosa variety. Were five operations, two of which were the two witnesses. One control does not exist salinity (NaCl), while the other was cultured under conditions of salinity, the salt concentration is at 34mM. The other operations implemented under conditions of salinity and concerned with the following formulations: a) spray Glycine betaine, b) with root irrigation microorganism formulation (*Bacillus amyloliquefaciens* IT45) and c) a conditioner comprising zeolite and bentonite. During the experiment were three samples which were completed in a lot of "hands", while took place and measurements of the biometric characteristics of the fruit (weight, length, diameter, color, consistency) and the amount of production. After the end of the sampling performed analyzes of organoleptic (total soluble solids, titratable acidity, pH) and qualitative characteristics (concentration of phenolics, anthocyanins, sugars, organic acids) fruit. After the end of the fruit sampling conducted leaf sampling and radicals to take place and the analyzes of nutrients.

The results of this experiment appears that the growth of strawberry under salinity conditions, does not affect the organoleptic characteristics, color, concentration in phenolic compounds, weight, length, consistency, in anthocyanins content and concentration of sugars fruit. Conversely, increased fruit content fumaric, ascorbic and citric acid. Also, because of salinity decreased the average fruit production, the diameter of the fruit, the leaf area and fresh and dry weight of above-ground and underground section. Finally salinity affected the nutritional status of the plants by reducing the concentration of nitrogen in the underground portion of the plant and increasing the sodium and chlorine in both the above-ground and underground parts of the plants.

The results of this experiment appears that the growth of strawberry under salinity conditions, does not affect the organoleptic characteristics, color, concentration in phenolic compounds, weight, length, consistency, in anthocyanins content and concentration of sugars fruit. Conversely, increased

fruit content fumaric, ascorbic and citric acid. Also, because of salinity decreased the average fruit production, the diameter of the fruit, the leaf area and fresh and dry weight of above-ground and underground section. Finally salinity affected the nutritional status of the plants by reducing the concentration of nitrogen in the underground portion of the plant and increasing the sodium and chlorine in both the above-ground and underground parts of the plants.

The operation of the compost had the effect of increasing the diameter of the fruit and reduce the concentration of ascorbic, citric and fumaric acid, not differing significantly from the control with no salinity. Also, an increase in the fresh weight of the above-ground and underground parts of the plants was observed and the dry weight of the underground portion. Regarding nutritional status of plants conditioner, compared with the control under salinity decreased the concentration of chlorine not differing significantly from the control with no salinity.

The application of the microorganism in the growth medium reduced the concentration of citrate and ascorbic acid increased while the diameter of the fruit, not differing statistically from control without salinity. Also, compared with the control under salinity nutrient situation of the plants improved. Tampering with glycine betaine increased the diameter of the fruit and yield per plant, while reducing the concentration of fruit citric acid not differing from control without salinity. Also, increased the fresh and dry weight of the underground portion of the plant, having statistically significant difference with the control without salinity. Finally, as to the nutritional status in the underground part of the plant has increased nitrogen concentration compared to the control in salinity, having statistically significant difference from the control without salinity.

So based on the above that all formulations help mitigating the negative effects of salinity. But the preparation of glycine-betaine shows stand out as among other things increased the production of fruits reaching that of the control without salinity.

Keywords Salinity, strawberry, stress, quality characteristics, organoleptic characteristics



## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	10
1.1 Γενικά .....	10
1.2 Οικονομική σημασία.....	11
1.3 Ταξινόμηση .....	12
1.4 Ποικιλίες Φράουλας.....	13
1.5 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις .....	14
1.5.1 Κλίμα.....	14
1.5.2 Έδαφος .....	14
1.6 Αλατότητα .....	15
1.7 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας .....	16
1.7.1 Χρήση μικροοργανισμών.....	18
1.7.2 Χρήση οσμωρυθμιστών .....	18
1.7.3 Χρήση ζεόλιθου και μπετονίτη.....	19
1.8 Σκοπός εργασίας.....	20
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	21
2.1 Τόπος διεξαγωγής του πειράματος.....	21
2.2 Φυτικό υλικό και φύτευση .....	21
2.3 Πειραματικό σχέδιο .....	22
2.4 Επεμβάσεις .....	22
2.5 Εφαρμογή αλατότητας .....	23
2.6 Δειγματοληψία .....	24
2.6.1 Καρποί.....	24
2.6.2 Φύλλα-Ρίζες.....	25
2.7 Μετρήσεις - Αναλύσεις .....	27
2.7.1 Καρποί.....	27
2.7.2 Φύλλα-Ρίζες.....	29
2.8 Στατιστική ανάλυση .....	30
3. Αποτελέσματα .....	31
3.1 Καρποί.....	31
3.2 Φύλλα-Ρίζα.....	40
4. Συζήτηση.....	61
5. Συμπεράσματα .....	63
6. Βιβλιογραφία .....	65

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Γενικά

Η φράουλα καλλιεργείται εδώ και χιλιάδες χρόνια για τους εύγεστους καρπούς της. Είναι ένα φυτό γνωστό, από αρχαιοτάτων χρόνων, ως χαμαικέρασος, δηλαδή κεράσι του εδάφους (Βασιλακάκης, 1997). Στην Ελλάδα πρώτη φορά αναφέρεται ως φράγουλα περί τον 10ο ή 13ο αιώνα από το γιατρό Νικόλα Μυρίπσκο και αργότερα, άγνωστο πότε, αποσύρθηκε το γράμμα γ και το όνομα της έγινε φράουλα (Βασιλακάκης, 1997).

Στην Ευρώπη η συστηματική καλλιέργεια της φράουλας άρχισε μόλις τον 14ο αιώνα μ.Χ στη Γαλλία, με ποικιλίες φυτών του είδους *Fragaria vesca* (Κανάκης, 2004). Σήμερα όμως, η καλλιεργούμενη φράουλα έχει προέλθει από διασταύρωση τριών άγριων αμερικάνικων ειδών του *F. chiloensis*, του *F. virginiana* και του *F. ovalis* (Νάνος, 2014).

Ο καρπός της είναι πλούσιος σε αντιοξειδωτικά και βιταμίνη C και αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή καλοκαιρινά φρούτα παγκοσμίως, ο οποίος χαρακτηρίζεται από μοναδική και υψηλά επιθυμητή γεύση και άρωμα (Velickova et al., 2013).



## **1.2 Οικονομική σημασία**

Στην Ελλάδα το κύριο κέντρο παραγωγής φράουλας είναι η Πελοπόννησος με τις Περιφερειακές Ενότητες (Π.Ε.) Ηλείας και Αχαΐας να κατέχουν τα πρωτεία. Αν και η παραγωγή επικεντρώνεται στις προαναφερθείσες Π.Ε., μεμονωμένες καλλιέργειες συναντώνται και στις Π.Ε. Πιερίας, Αιτωλοακαρνανίας, Ημαθίας, Καστοριάς και Λάρισας. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι προέλευσης Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, Ιταλίας και Γαλλίας.

Η καλλιέργεια της φράουλας στη χώρα μας, αν και τα τελευταία χρόνια παρουσίαζε μια ανοδική τάση έως και το έτος 2011, το 2012 παρουσίασε πτωτική τάση. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 1, η παραγωγή από το 2008 έως το 2011 τριπλασιάστηκε, ενώ το 2012 είχε μια κατακόρυφη πτώση, περισσότερο από 50%, η οποία οφείλεται στη δυσμενή οικονομική και πολιτική κατάσταση της χώρας μας και τις συνέπειες αυτής στα κόστη εγκατάστασης της καλλιέργειας και συγκομιδής. Αντίθετα όμως, η παγκόσμια παραγωγή φράουλας συνεχίζει την ανοδική της πορεία τα τελευταία χρόνια.

**Πίνακας 1.** Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή φράουλας στην Ελλάδα και στον υπόλοιπο κόσμο για τα έτη 2008, 2009, 2010, 2011 και 2012.

Έτος	Ελληνική Παραγωγή (Τόνοι)	Ελληνική Έκταση (Στρέμματα)	Παγκόσμια Παραγωγή (Τόνοι)	Παγκόσμια Έκταση (Στρέμματα)
<b>2012</b>	10.000	5.300	4.516.810	2.411.090
<b>2011</b>	27.000	12.000	4.328.129	2.434.050
<b>2010</b>	18.000	9.000	4.352.869	2.282.720
<b>2009</b>	13.000	6.000	4.596.586	2.458.710
<b>2008</b>	9.000	4.000	4.130.279	2.478.250

Πηγή: [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)

Κυρίαρχες χώρες παραγωγής φράουλας για το έτος 2012, όπως φαίνεται και στον πίνακα 2, ήταν οι Η.Π.Α, το Μεξικό και το Μαρόκο. Οι Η.Π.Α

κατέχουν τα πρωτεία στην παραγωγή φράουλας με 1.366.850 τόνους, ενώ ακολουθεί το Μεξικό με 360.426 τόνους, σχεδόν τέσσερις φορές μικρότερη από αυτή των Η.Π.Α.

**Πίνακας 2.** Παραγωγή φράουλας σε τόνους στις κυριότερες χώρες παραγωγής της ανά τον κόσμο για το έτος 2012.

Χώρες	Παραγωγή (Τόνοι)	Χώρες	Παραγωγή (Τόνοι)
Η.Π.Α	1.366.850	Ιαπωνία	185.000
Μεξικό	360.426	Ρωσία	174.000
Τουρκία	353.173	Γερμανία	155.828
Ισπανία	289.900	Πολωνία	150.151
Αίγυπτος	242.297	Μαρόκο	139.683
Κορέα	192.140		

Πηγή: [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)

### **1.3 Ταξινόμηση**

Η φράουλα είναι ένα αγγειόσπερμο, δικότυλο φυτό που ανήκει στο γένος *Fragaria* της οικογένειας *Rosaceae*, με επιστημονική ονομασία *Fragaria ananassa*. Απαντάται ως πτόα ή σε έρπουσα μορφή και από ετήσιο έως πολυετές φυτό.

Τα φύλλα της φράουλας είναι σύνθετα, αποτελούνται από τρία έως πέντε φυλλάρια, με διάρκεια ζωής 1-3 μήνες (Νάνος, 2014).

Οι οφθαλμοί της φράουλας διακρίνονται σε κορυφαίους και σε πλάγιους. Οι κορυφαίοι οφθαλμοί εξελίσσονται σε ανθοφόρους το Φθινόπωρο, ενώ οι πλάγιοι μπορούν να σχηματίσουν πλάγιους βλαστούς, στόλωνες ή να παραμείνουν σε λήθαργο (Βασιλακάκης, 1997). Η διαφοροποίηση των πλάγιων οφθαλμών εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη φωτοπερίοδο (Βασιλακάκης, 1997).

Οι πολυπλοειδείς ποικιλίες της φράουλας είναι όλες τρίοικες, δηλαδή απαντώνται θηλυκά, αρσενικά και ερμαφρόδιτα άνθη σε διαφορετικά φυτά

φράουλας (Ahmadi et al., 1991). Αντίθετα οι διπλοειδείς ποικιλίες είναι μόνοικες με ερμαφρόδιτα άνθη, με μοναδική εξαίρεση την ποικιλία *F. Vesca*, η οποία είναι δίοικη με ερμαφρόδιτα και θηλυκά φυτά (Ahmadi et al., 1991). Τα άνθη της φράουλας αποτελούνται από 5 σέπαλα, 5 λευκά πέταλα, 15-30 στήμονες και μέχρι 400 κίτρινους ύπερους (Βασιλακάκης, 1997). Ο αριθμός των υπέρων ποικίλει και εξαρτάται από τη θέση του άνθους στην ταξιανθία. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των γονιμοποιούμενων υπέρων, τόσο μεγαλύτερη είναι και η δυνατότητα μεγέθυνσης του καρπού.

Ο καρπός της φράουλας είναι σύνθετος και συγκεκριμένα συγκάρπιο (Βέμμος, 2008). Το εδώδιμο τμήμα του καρπού είναι μια διογκωμένη ανθοδόχη, εξωτερικά της οποίας φέρονται τα αχάινια, που είναι βυθισμένα ή εξέχουν (Βέμμος, 2008).

Το ριζικό σύστημα είναι θυσσανώδες και εκτείνεται κυρίως στα 15 εκατοστά βάθος εδάφους. Αποτελείται από ένα μόνιμο τμήμα με ξυλώδες και φελλώδες κάμβιο και από ένα ετήσιο έως πολύ βραχύβιο ριζικό σύστημα που στερείται καμβίου και αποτελείται από ριζικά τριχίδια τα οποία προσλαμβάνουν τα θρεπτικά συστατικά.

#### **1.4 Ποικιλίες Φράουλας**

Οι περισσότεροι γονότυποι της καλλιεργούμενης φράουλας είναι πολλαπλά υβρίδια, τα οποία στη βιβλιογραφία αναφέρονται ως ποικιλίες για λόγο του ότι πολλαπλασιάζονται αγενώς και συνεπώς διατηρούν το γονιδίωμα τους σταθερό από γενεά σε γενεά (Κανάκης, 2004). Στην Ελλάδα οι πολύφορες ποικιλίες δεν ευδοκιμούν και προτιμώνται οι μονόφορες. Οι κυρίαρχες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην χώρα μας είναι οι: *Camarosa*, *Ventana*, *Fortuna*, *Sant andreas*, *Candongra*, *Sabrina*, *Benicia* με την πρώτη να είναι η βασική.

Η *Camarosa* είναι μια ποικιλία ιδανική για καλλιέργεια στις εύκρατες περιοχές. Κυριαρχεί στην αγορά πάνω από μια δεκαετία. Είναι μεσοπρώιμη ποικιλία, με καρπό κωνικό έως ελαφρά επιμήκη, με έντονο κόκκινο χρώμα, γλυκιά γεύση, ελαφρά υπόξινη και αρωματική.

## **1.5 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις**

### **1.5.1 Κλίμα**

Το φυτό της φράουλας διαθέτει πολύ μεγάλη γενετική ποικιλομορφία, πράγμα που της επιτρέπει να εγκλιματίζεται σε ποικίλα περιβάλλοντα. Μπορεί να καλλιεργηθεί από τροπικές περιοχές, σε υψόμετρο 1000 μέτρων, έως και περιοχές του αρκτικού κύκλου. Η φράουλα είναι ένα φυτό που αντέχει στις υπερβολικά χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα εφόσον καλυφθεί από χιόνι, το οποίο λειτουργεί ως μονωτικό υλικό. Οι απαιτήσεις της φράουλας σε χειμερινό ψύχος υπολογίζονται στις 500 ώρες, κάτω από τους 5°C (Δεκάζος, 1991). Η καταστροφή του φυλλώματος των περισσότερων καλλιεργούμενων ποικιλιών επέρχεται σε θερμοκρασίες κάτω των -2°C έως -7°C (Μαρίνου, 2011). Όταν όμως το φυτό εισέλθει σε λήθαργο, το ριζικό σύστημα μπορεί να αντέξει παγετούς της τάξης των -40°C έως -51°C (Κανάκης, 2004). Η ελάχιστη θερμοκρασία ατμόσφαιρας, για την ομαλή λειτουργία των φυτών, ανέρχεται στους 5°C -6°C ενώ η μέγιστη στους 30°C. Η ιδανική θερμοκρασία ημέρας για τη φράουλα κυμαίνεται ανάμεσα στους 15°C με 22°C, ενώ για τη νύχτα στους 10°C -13°C.

### **1.5.2 Έδαφος**

Η φράουλα καλλιεργείται σε μια μεγάλη γκάμα εδαφών χωρίς ιδιαίτερο πρόβλημα. Δεν αναπτύσσεται στην υπερβολική εδαφική υγρασία και γι'αυτό πρέπει να αποφεύγονται τα δύσκολα αποστραγγιζόμενα και βαριά αργιλώδη εδάφη. Ιδανικά εδάφη για την καλλιέργεια της φράουλας θεωρούνται τα ελαφρά αμμοπηλώδη εδάφη (Βασιλακάκης, 1997). Οι τιμές του pH του εδάφους πρέπει να κυμαίνονται από 5.0 έως 7.0, ενώ η ηλεκτρική του αγωγιμότητα πρέπει να διαμορφώνεται στα 1-1,2 mS/cm.

## **1.6 Αλατότητα**

Οι περιβαλλοντικές καταπονήσεις είναι ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα ενός φυτού. Μεταξύ αυτών, η αλατότητα είναι ίσως η πιο ζημιογόνος για το φυτό της φράουλας (Garriga et al., 2015).

Με τον όρο καταπόνηση άλατος ή αλατότητα νοείται η ύπαρξη υψηλών συγκεντρώσεων ιόντων  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$ , στο εδαφικό διάλυμα. Στα αλατούχα εδάφη συγκαταλέγονται αυτά τα οποία η ηλεκτρική τους αγωγιμότητα ξεπερνά τα  $2 \text{ dS m}^{-1}$ . Η αλατότητα προκαλεί αλλοίωση των χαρακτηριστικών των εδαφών, όπως το πορώδες και πτώση του δυναμικού του νερού του εδάφους, με αποτέλεσμα την έλλειψη νερού και τις ιοντικές διαταραχές στα φυτικά κύτταρα.

Η αλατότητα αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα της γεωργίας τόσο για τις πολυετείς όσο και για τις μονοετείς καλλιέργειες, προκαλώντας μειωμένη ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών. Τα τελευταία χρόνια, το πρόβλημα αυτό γίνεται όλο και πιο έντονο εξαιτίας ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στο αγρό που αυξάνουν την εδαφική αλατότητα. Τέτοιες δραστηριότητες μπορεί να είναι η άρδευση γεωργικών εκτάσεων με κακής ποιότητας νερό και η αυξημένη εισροή ανόργανων λιπασμάτων σε γεωργικές εκτάσεις που ο ρυθμός βροχόπτωσης παρουσιάζεται κατά πολύ χαμηλότερος από το ρυθμό της εξατμισοδιαπνοής (Καραμπουρνιώτης και Λιακόπουλος, 2011).

Αξίζει όμως να σημειωθεί, πως συχνά χρησιμοποιείται καταπόνηση με άλας ή υδατική καταπόνηση, κατά τη διάρκεια ορισμένων καλλιεργειών, για την μεγιστοποίηση της ανάπτυξης των φυτών και την βελτίωση της ποιότητας των φρούτων και ειδικότερα την αύξηση της γλυκύτητας (Keutgen and Pawelzik, 2008).

## **1.7 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας**

Η καλλιέργεια της φράουλας εντοπίζεται κυρίως σε παράκτιες περιοχές, οι οποίες υποφέρουν από την εισχώρηση του θαλασσινού νερού στον υδροφόρο ορίζοντα και κατ' επέκταση στο νερό άρδευσης των καλλιεργειών. Λόγο αυτού, η καταπόνηση των φυτών από την επίδραση του άλατος είναι αναπόφευκτη, επηρεάζοντας αρνητικά την ανάπτυξη των φυτών και κατ' επέκταση την παραγωγή. Η άμβλυνση των αρνητικών επιπτώσεων του φαινομένου αυτού, είναι ένα θέμα που μας απασχολεί ολοένα και περισσότερο.

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τους Saied et al. (2005), οι οποίοι καλλιεργήσαν δυο ποικιλίες φράουλας, την *Korona* και την *Elsanta* σε δύο επίπεδα αλατότητας, προσπάθησαν να μελετήσουν τις επιδράσεις της αλατότητας στο φυτό. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, όσο αυξανόταν η συγκέντρωση της αλατότητας τόσο μειωνόταν η φυλλική επιφάνεια των φυτών, η παραγωγή ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας, το βάρος των φύλλων, των ριζών αλλά και συνολικά των φυτών. Επίσης η αλατότητα μείωσε το βάρος των παραγόμενων καρπών αλλά και τον αριθμό των καρπών που παρήχθησαν ανά φυτό καθώς και τα ολικά διαλυτά στερεά των καρπών, ενώ αύξησε την τιτλοδοτούμενη οξύτητα και το pH των καρπών.

Οι Turhan and Eris (2005), καλλιεργήσαν την ποικιλία *Camarosa* υπό συνθήκες αλατότητας διαφορετικών επιπέδων. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι το ξηρό βάρος των φύλλων αυξήθηκε στα χαμηλά επίπεδα αλατότητας αντίθετα με το υψηλότερο επίπεδο, όπου το ξηρό βάρος των φύλλων μειώθηκε σε σχέση με το μάρτυρα χωρίς αλατότητα. Επίσης το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και με το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος. Όσον αφορά τη θρεπτική κατάσταση του υπέργειου μέρους του φυτού ενώ στα χαμηλά επίπεδα της αλατότητας η συγκέντρωση του σιδήρου, του χαλκού και του ψευδαργύρου αυξήθηκε, στα υψηλά επίπεδα η συγκέντρωση αυτών παρουσίασε πτωτική τάση. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι όσο αυξανόταν η αλατότητα τόσο αυξανόταν και η συγκέντρωση του μαγγανίου στους υπέργειους ιστούς σε αντίθεση με όλα τα παραπάνω θρεπτικά στοιχεία.



Σε έρευνα των Keutgen and Pawelzik (2008), χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές ποικιλίες φράουλας, η *Korona* και η *Elsanta*, σε δύο διαφορετικά επίπεδα αλατότητας των 40 και των 80 mmol/l NaCl. Παρατηρήθηκε ότι και στις δύο ποικιλίες το μέσο βάρος καρπού καθώς και η συγκέντρωση της γλυκόζης μειώθηκαν, ενώ στην ποικιλία *Korona* μειώθηκε η συγκέντρωση της σακχαρόζης αλλά και της φρουκτόζης. Επίσης, και στα δύο επίπεδα αλατότητας, αμφοτέρων των ποικιλιών, αυξήθηκε η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος, του κιτρικού οξέος, του γαλλικού οξέος, των ανθοκυανών, των φαινολικών, η αντιοξειδωτική τους ικανότητα καθώς και η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων όπως του νατρίου, του χλωρίου, του καλίου, του φωσφόρου, του αζώτου και του ψευδαργύρου.

Οι Keutgen and Pawelzik (2009), καλλιέργησαν δυο διαφορετικές ποικιλίες φράουλας, την *Korona* και την *Elsanta*, εφαρμόζοντας δυο επίπεδα αλατότητας με 40 και των 80 mmol/l NaCl. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι και στις δύο ποικιλίες όσο αυξανόταν η συγκέντρωση της αλατότητας τόσο μειωνόταν η φυλλική επιφάνεια, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό, η περιεκτικότητα των φύλλων σε νερό καθώς και η περιεκτικότητα αυτών σε σίδηρο, μαγγάνιο, ασβέστιο και μαγνήσιο.

Σε μια άλλη έρευνα, των Shorafa et al. (2014), πραγματοποιήθηκε πείραμα αλατότητας με δύο ποικιλίες φράουλας, την *Camarosa* και την *Albino*, χρησιμοποιήθηκαν έξι επίπεδα αλατότητας, των 0, 25, 50, 75, 100 και 150 mM και έγινε προσπάθεια μελέτης των επιπτώσεων της αλατότητας στο φυτό και όχι στους καρπούς τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, όσο μεγαλύτερο επίπεδο αλατότητας εφαρμόζόταν τόσο μειωνόταν ο αριθμός φύλλων του φυτού, ο αριθμός των στολώνων, αλλά και το ξηρό βάρος των βλαστών και της ρίζας. Αντιθέτως, αυξήθηκε η χλωροφύλλη, η προλίνη και η περιεκτικότητα των βλαστών και της ρίζας σε νάτριο και χλώριο.

Τέλος σε έρευνα των Garriga et al. (2015) μελετήθηκαν οι επιπτώσεις της αλατότητας σε τρεις διαφορετικές ποικιλίες φράουλας, την *Camarosa* και σε δύο γενότυπους της *F. chiloensis*, σε δυο διαφορετικές συγκεντρώσεις άλατος, στα 30 και στα 60 mM. Στην έρευνα αυτή βρέθηκε ότι ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό μειωνόταν όσο αυξανόταν η συγκέντρωση άλατος, πράγμα που συνέβαινε τόσο με τη φυλλική επιφάνεια όσο και με το νωπό και ξηρό βάρος των φύλλων. Επίσης το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και με το νωπό

και το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος των φυτών. Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των καρπών, αξίζει να σημειωθεί ότι όσο αυξανόταν η συγκέντρωση άλατος, τόσο μειωνόταν το μέγεθος και το βάρος του καρπού, αντίθετα με τη συνεκτικότητα, τα ολικά διαλυτά στερεά και την τιτλοδοτούμενη οξύτητα όπου δεν υπήρξε καμιά διακύμανση.

Στη γεωργική πράξη για την άμβλυση των αρνητικών επιπτώσεων της καταπόνησης άλατος, χρησιμοποιούνται διάφορες καλλιεργητικές τεχνικές. Η έκπλυση των αλάτων του υποστρώματος της καλλιέργειας με νερό χωρίς άλατα αποτελεί μια τεχνική που χρησιμοποιείται κατά κόρον, εφόσον υπάρχει διαθέσιμο νερό καλής ποιότητας. Άλλη μια τεχνική που χρησιμοποιείται είναι η εφαρμογή διαφόρων χημικών ή φυσικών σκευασμάτων που μπορεί να περιέχουν από μικροοργανισμούς και θρεπτικά στοιχεία μέχρι οσμωρυθμιστές.

### **1.7.1 Χρήση μικροοργανισμών**

Σε έρευνα του ο Κοc (2015), προσπάθησε να μελετήσει την επίδραση των βακτηρίων στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών ενώσεων στα φύλλα της φράουλας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή βακτηρίων μείωσε σημαντικά την περιεκτικότητα των φύλλων σε ολικές φαινολικές ενώσεις σε σχέση με το μάρτυρα.

Οι Karlidag et al. (2011), χρησιμοποιώντας βακτήρια για την άμβλυση των επιπτώσεων της αλατότητας διαπίστωσαν ότι ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού υπήρχε μια παραλλακτικότητα στα αποτελέσματα. Ειδικότερα ο *Bacillus* EY2 αύξησε τη συγκέντρωση του φωσφόρου τόσο στο υπέργειο τμήμα των φυτών όσο και στο υπόγειο, σε σχέση με το μάρτυρα με αλατότητα, ενώ ο *Bacillus* EY30 μείωσε τη συγκέντρωση αυτού και στις δύο περιπτώσεις.

### **1.7.2 Χρήση οσμωρυθμιστών**

Η χρήση οσμωρυθμιστών στην αντιμετώπιση περιβαλλοντικών καταπονήσεων είναι ένα σύνηθες φαινόμενο. Ένας τέτοιος οσμωρυθμιστής

είναι η γλυκίνη-βεταΐνη, γνωστός για τη χρήση του σε μια ευρεία γκάμα περιβαλλοντικών καταπονήσεων (Rajashekar et al., 1999).

Σε έρευνα των Yildirim et al. (2015), οι οποίοι χρησιμοποίησαν γλυκίνη-βεταΐνη σε φυτά μαρουλιού κάτω από την επίδραση υψηλής αλατότητας, διαπιστώθηκε ότι τα φυτά που δέχθηκαν τους χειρισμούς είχαν αυξημένη συγκέντρωση όλων των θρεπτικών στοιχείων πλην του νατρίου. Ενώ τα φυτά του μάρτυρα με αλατότητα είχαν υψηλή συγκέντρωση νατρίου και μειωμένη των υπολοίπων θρεπτικών στοιχείων, σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα χωρίς αλατότητα. Επίσης σε πείραμα των Habib et al. (2012) διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή γλυκίνης-βεταΐνης σε φυτά μπάμινας αύξησε την παραγωγή και το βάρος των καρπών, σε σχέση με τον μάρτυρα με αλατότητα, πλησιάζοντας αυτή του μάρτυρα χωρίς αλατότητα.

### **1.7.3 Χρήση ζεόλιθου και μπετονίτη**

Η χρήση ζεόλιθου, για τη μείωση της επίδρασης της αλατότητας, έχει δοκιμαστεί αρκετά έχοντας ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Σε πείραμα των Noori et al. (2007), οι οποίοι χρησιμοποίησαν φυσικό και συνθετικό ζεόλιθο στο υπόστρωμα καλλιέργειας ρεπανιού υπό την επίδραση υψηλής αλατότητας, διαπιστώθηκε η ευεργετική του δράση. Ειδικότερα, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε υπόστρωμα με ζεόλιθο, ανεξαρτήτου προέλευσης, είχαν μεγαλύτερο αριθμό φύλλων και αυξημένο το νωπό τους αλλά και το ξηρό τους βάρος συγκριτικά με το μάρτυρα που καλλιεργήθηκε υπό την επίδραση αλατότητας.

### **1.8 Σκοπός εργασίας**

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η μελέτη διαφόρων επεμβάσεων, που μπορούν να συμβάλλουν στην άμβλυση των αρνητικών επιπτώσεων που επιφέρει η αλατότητα στην καλλιέργεια της φράουλας, τόσο στην ανάπτυξη και θρέψη των φυτών όσο και στο ύψος και την ποιότητα της παραγωγής. Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν σκευάσματα που ανήκουν στις κατηγορίες των εδαφοβελτιωτικών, μικροοργανισμών και οσμωρυθμιστών.

## **2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

### **2.1 Τόπος διεξαγωγής του πειράματος**

Η πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο θερμοκήπιο του εργαστήριου Δενδροκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΓΠΑ), τη χρονική περίοδο από τις 8 Νοεμβρίου 2014 έως τις 11 Μαΐου 2015.

### **2.2 Φυτικό υλικό και φύτευση**

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 75 φυτά φράουλας, της ποικιλίας *Camarosa*. Κατά τη διάρκεια του πειράματος γινόταν λεπτομερής καταγραφή των εργασιών, καθώς και των καλλιεργητικών φροντίδων.

Η φύτευση των νεαρών φυτών έλαβε χώρα στις 8 Νοεμβρίου 2014 (Εικόνα 1). Τα φυτά φυτεύτηκαν σε μαύρες γλάστρες των 5 λίτρων που περιείχαν υπόστρωμα, το οποίο αποτελούταν από τύρφη, περλίτη και χώμα, χωρίς να δεχτεί καθόλου βασική λίπανση. Κατά τη φύτευση πραγματοποιήθηκε σε μια επέμβαση προσθήκη στο υπόστρωμα του σκευάσματος που περιείχε μπετονίτη και ζεόλιθο (βλ. παρακάτω).



**Εικόνα 2.** Φύτευση φυτών φράουλας.

### 2.3 Πειραματικό σχέδιο

Στο παρόν πείραμα, το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν οι τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες, για το λόγο αυτό τα φυτά χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες των δεκαπέντε φυτών. Η κάθε ομάδα φυτών αποτελούταν από 3 επαναλήψεις με πέντε φυτά σε κάθε επανάληψη.



Εικόνα 3. Τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες.

### 2.4 Επεμβάσεις

Από τις πέντε επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν συνολικά, οι δύο αποτελούσαν τους μάρτυρες, ο ένας χωρίς εφαρμογή καταπόνησης αλατότητας (ΜΧΑ) και ο άλλος υπό αλατότητα (ΜΑ). Οι υπόλοιπες επεμβάσεις αφορούσαν τα εξής σκευάσματα:

- Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη «Bluestim»,
- Σκεύασμα μικροοργανισμών «Rhizocell GC» (*Bacillus amyloliquefaciens* IT45),
- Σκεύασμα εδαφοβελτιωτικού (σε ποσοστό 20% επί του υποστρώματος ανάπτυξης) αποτελούμενο από ζέολιθο και μπετονίτη (σε αναλογία 5:95).

Η πρώτη εφαρμογή των επεμβάσεων, πλην του μίγματος ζεόλιθου και μπετονίτη που εφαρμόστηκε κατά τη φύτευση, πραγματοποιήθηκε στις 4 Φεβρουαρίου 2015. Οι υπόλοιπες εφαρμογές των σκευασμάτων ακολουθήθηκαν με βάση τις οδηγίες του κάθε σκευάσματος ξεχωριστά. Η συχνότητα και ο τρόπος εφαρμογής των σκευασμάτων είχαν ως εξής:

- Διαφυλλική εφαρμογή του σκευάσματος με γλυκίνη-βεταΐνη σε δόση 5g/L και προσκολλητικό, κάθε 7 εβδομάδες, συνολικά 3 φορές κατά τη διάρκεια του πειράματος.
- Ριζοποτίσματα με ετοιμόχρηστο σκεύασμα μικροοργανισμού σε δόση 10,8g/4L και πότισμα με 250ml ανά φυτό, κάθε 3 εβδομάδες, συνολικά 6 φορές κατά τη διάρκεια του πειράματος.

## **2.5 Εφαρμογή αλατότητας**

Η έναρξη της καταπόνησης ξεκίνησε 86 ημέρες μετά τη φύτευση, στις 4 Φεβρουαρίου 2015, αφού τα φυτά είχαν αναπτύξει αρκετή φυλλική επιφάνεια. Για αποφυγή τυχόν άμεσης ωσμωτικής καταπόνησης, πραγματοποιήθηκε σταδιακή εφαρμογή άλατος χλωριούχου νατρίου (NaCl) στο νερό άρδευσης. Αρχικά η συγκέντρωση NaCl στο νερό άρδευσης, ήταν 12mM, ενώ μια εβδομάδα μετά έγινε διπλασιασμός της συγκέντρωσης στα 24mM, για να φτάσει στην τελική συγκέντρωση των 34mM μια εβδομάδα αργότερα.

Η συχνότητα των ποτισμάτων και η ποσότητα του νερού άρδευσης δεν ήταν σταθερές. Τα φυτά ποτίζονταν τακτικά ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες των φυτών και να διατηρείται επαρκής υγρασία στο υπόστρωμα.

Σε αυτό το σημείο όμως πρέπει να επισημανθεί ότι, δυο μήνες μετά την έναρξη της καταπόνησης, επειδή τα φυτά έδειχναν αρκετά ζημιωμένα και ήταν υπαρκτός ο κίνδυνος απώλειας τους πραγματοποιήθηκε έκπλυση του υποστρώματος με καθαρό νερό.

## **2.6 Δειγματοληψία**

### **2.6.1 Καρποί**

Συνολικά έγιναν τρεις δειγματοληψίες καρπών, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν τμηματικά σε πολλές συγκομιδές. Η πρώτη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 25 Φεβρουαρίου 2015 ενώ η τελευταία στις 11 Μαΐου 2015. Σε κάθε δειγματοληψία συλλέχτηκαν ώριμοι καρποί, με κριτήριο συγκομιδής το χρώμα αυτών.

Οι φράουλες που συγκομίζονταν σε κάθε συγκομιδή τοποθετούνταν σε πλαστικές σακούλες ξεχωριστά ανά επέμβαση και ανά επανάληψη και οδηγούνταν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του ΓΠΑ, όπου και πραγματοποιήθηκαν οι αναμενόμενες μετρήσεις. Στη συνέχεια αφού αφαιρέθηκε ο κάλυκας των καρπών τοποθετήθηκαν στον καταψύκτη, ξεχωριστά ανά επέμβαση και ανά επανάληψη. Όταν ολοκληρώθηκε και η τελευταία συγκομιδή της τρίτης δειγματοληψίας αλλά και η περάτωση όλων των μετρήσεων ακολούθησε η πολτοποίηση των καρπών ώστε να πραγματοποιηθούν οι αναλύσεις.

Οι μετρήσεις που έλαβαν χώρα αμέσως μετά την συγκομιδή και πριν την αποθήκευση των καρπών στον καταψύκτη αφορούσαν φυσιολογικά χαρακτηριστικά και ήταν οι εξής:

- Το βάρος του καρπού
- Η διάμετρος του καρπού
- Το μήκος του καρπού
- Η συνεκτικότητα του καρπού
- Το χρώμα του καρπού
- Το νωπό και ξηρό βάρος των καρπών

Ενώ οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν μετά την ολοκλήρωση των δειγματοληψιών ήταν οι εξής:

- Τα ολικά διαλυτά στερεά
- Η ολική ογκομετρούμενη οξύτητα
- Το pH
- Η περιεκτικότητα σε ολικές φαινολικές ενώσεις
- Η περιεκτικότητα σε ολικές φλαβανόλες



- Η περιεκτικότητα σε ολικά φλαβονοειδή
- Η περιεκτικότητα σε ολικές ο-διφαινόλες
- Η περιεκτικότητα σε ολικές ανθοκυάνες
- Η ανάλυση των σακχάρων (HPLC)
- Η ανάλυση των οργανικών οξέων (HPLC)
- Η μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας

### **2.6.2 Φύλλα-Ρίζες**

Κατά τη διάρκεια των τριών δειγματοληψιών των καρπών πραγματοποιήθηκαν και τρεις καταγραφές, μια ανά δειγματοληψία, των εγκαυμάτων που προκλήθηκαν στα φύλλα του φυτού από την επίδραση του άλατος.

Μετά το πέρας και της τελευταίας δειγματοληψίας των καρπών, πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία των ριζών και των φύλλων. Τα φυτά ξεριζώθηκαν από τις γλάστρες και πλύθηκαν έτσι ώστε να απομακρυνθούν από αυτά τυχόν υπολείμματα από το υπόστρωμα ή από ξένες ύλες. Για το λόγο αυτό έγινε ξέπλυμα των φυτών με νερό βρύσης και στη συνέχεια εμφάνισή τους σε απιονισμένο νερό. Από τα δεκαπέντε φυτά της κάθε επέμβασης ελήφθησαν τυχαία εννέα, αφαιρέθηκε με προσοχή το υπόστρωμα από το ριζικό τους σύστημα, τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες ξεχωριστά για κάθε επέμβαση και οδηγήθηκαν στο εργαστήριο όπου και πραγματοποιήθηκαν οι αναμενόμενες μετρήσεις. Οι μετρήσεις που έλαβαν χώρα αμέσως μετά τη δειγματοληψία ήταν οι εξής:

- Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος και ρίζας
- Φυλλική επιφάνεια
- Καταγραφή της έντασης των συμπτωμάτων στο υπέργειο τμήμα με τη βοήθεια της παρακάτω κλίμακας
- Κλίμακα συμπτωμάτων: 0: κανένα σύμπτωμα στο φυτό, 1: συμπτώματα σε λιγότερο από το 25% των φύλλων του φυτού, 2: συμπτώματα σε περισσότερο του 25 και λιγότερο του 50% των φύλλων του φυτού, 3: συμπτώματα σε πάνω από το 50% των φύλλων του φυτού, 4: κατεστραμμένα φυτά

Όταν ολοκληρώθηκαν οι παραπάνω μετρήσεις, τα φυτά χωρίστηκαν σε ομάδες των τριών φυτών, ξεχωριστά για κάθε επέμβαση, τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρθηκαν στο φούρνο. Μετά την παραμονή τους για δέκα περίπου μέρες στο φούρνο στους 70°C, απομακρύνοντας έτσι όλο το νερό από τους ιστούς, ακολούθησε μέτρηση και καταγραφή του ξηρού τους βάρους.

Τέλος, αφού ολοκληρώθηκε η μέτρηση και η καταγραφή όλων των παραπάνω μετρήσεων, ακολούθησε η λειοτρίβηση των δειγμάτων σε κατάλληλο μύλο και η αποθήκευση των δειγμάτων, ώστε να πραγματοποιηθούν οι αναλύσεις των θρεπτικών στοιχείων.



**Εικόνα 4.** Δειγματοληψία ριζών και φύλλων.

## **2.7 Μετρήσεις - Αναλύσεις**

### **2.7.1 Καρποί**

Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων που έλαβαν χώρα πριν την πολτοποίηση και αποθήκευση των καρπών στον καταψύκτη χρησιμοποιήθηκαν τα εξής όργανα:

- Ζυγός
- Πενετόμετρο
- Παχύμετρο
- Minolta

Ενώ για την πραγματοποίηση των αναλύσεων που ακολούθησαν, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής όργανα και οι εξής μέθοδοι:

- **Ολικά διαλυτά στερεά**

Η διαδικασία ανάλυσης των διαλυτών στερεών πραγματοποιήθηκε με το διαθλασίμετρο HI 96801 Refractometer. Από κάθε πολτοποιημένο δείγμα ελήφθη με μεταλλική σπάτουλα 1 γραμμάριο πολτού, το οποίο και μεταφέρθηκε σε σωληνάριο Eppendorf των 1,5 ml. Αμέσως μετά τα Eppendorf τοποθετήθηκαν σε φυγόκεντρο για 5 λεπτά στις 14.000 στροφές, ώστε να παρθεί το υπερκείμενο, για την ανάλυση των ολικών διαλυτών στερεών.

Στην συνέχεια από το υπερκείμενο υλικό, μεταφέρθηκαν με μια πιπέτα 100 μl στην ειδική υποδοχή του διαθλασίμετρου και ακολούθησε η ανάγνωση του αποτελέσματος. Από κάθε δείγμα έγινε μια μέτρηση η οποία και καταγράφηκε σε ειδική φόρμα.

- **pH**

Για τη μέτρηση του pH μεταφέρθηκαν 0,5 ml πολτοποιημένου δείγματος σε κωνική φιάλη των 100 ml μαζί με 20 ml απεσταγμένου νερού. Αμέσως μετά μεταφέρθηκαν σε ένα ποτήρι ζέσεως όπου και πραγματοποιήθηκε η μέτρηση του pH με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού πεχάμετρου Consort C5010.

- **Τιτλοδοτούμενη οξύτητα**

Για τον προσδιορισμό της πραγματοποιήθηκε τιτλοδότηση με διάλυμα 0.1N NaOH. Η τιτλοδότηση έγινε στο δείγμα, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση του pH. Στο διάλυμα αυτό έγινε ογκομέτρηση έως ότου το pH να γίνει 8,2 και καταγράφηκε ο απαιτούμενος όγκος διαλύματος NaOH.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα εκφράστηκε σε γραμμάρια (g) κιτρικού οξέος ανά 100g νωπού καρπού (Velickova et al., 2013).

- **Σάκχαρα και οργανικά οξέα**

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των σακχάρων και των οργανικών οξέων χρησιμοποιήθηκε η υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (HPLC) με βάση την μέθοδο των Roussos et al. (2009). Συγκεκριμένα τα σάκχαρα των οποίων προσδιορίστηκε η συγκέντρωσή τους είναι τα εξής: 1) η σακχαρόζη, 2) η γλυκόζη και 3) η φρουκτόζη. Ενώ τα οργανικά οξέα των οποίων προσδιορίστηκε η συγκέντρωσή τους είναι τα εξής: 1) το μηλικό, 2) το ασκορβικό, 3) το κιτρικό και 4) το φουμαρικό οξύ.

- **Δείκτης γλυκύτητας**

Για τον προσδιορισμό του δείκτη γλυκύτητας χρησιμοποιήθηκε ο εξής τύπος:  $1 \cdot (\text{συγκέντρωση γλυκόζης}) + 1,35 \cdot (\text{συγκέντρωση σακχαρόζης}) + 2,3 \cdot (\text{συγκέντρωση φρουκτόζης})$ .

- **Ολικά φαινολικά, φλαβανόλες, φλαβονοειδή, ο-διφαινόλες, ολικές ανθοκυάνες και αντιοξειδωτική ικανότητα**

Η μέτρησή τους πραγματοποιήθηκε με το φωτόμετρο Unicam Helios γ, με βάση τη μέθοδο των Roussos et al. (2009).

### **2.7.2 Φύλλα-Ρίζες**

Για την πραγματοποίηση των αναλύσεων στα φύλλα και στις ρίζες πριν την λειοτρίβηση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα εξής όργανα:

- Ζυγός
- Φωτοτυπικό και σκάνερ

Ενώ για την περάτωση των αναλύσεων που αφορούσαν τα θρεπτικά στοιχεία, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής όργανα και μέθοδοι:

- **Άζωτο, Φώσφορος και Βόριο**

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του αζώτου έγινε με τη μέθοδο του μπλε της ινδοφαινόλης μετά από καταστροφή της οργανικής ουσίας των φυτικών ιστών με υγρή καύση με τη μέθοδο Kjeldahl (Allen, 1989; Kalra, 1998). Ο προσδιορισμός του φωσφόρου πραγματοποιήθηκε με τη χρωματομετρική μέθοδο του φωσφοβαναδομολυβδαινικού συμπλόκου (Boltz 1958) και του Βορίου με τη μέθοδο της αζωμεθίνης (Bingham 1982).

- **Σίδηρος, Μαγνήσιο, Ψευδάργυρος, Μαγγάνιο, Νάτριο, Κάλιο, Ασβέστιο και Χαλκός**

Η καταστροφή της οργανικής ουσίας των φυτικών ιστών γινόταν με τη διαδικασία της ξηρής καύσης, σε χωνευτήρια πορσελάνης 20 ml, στους 500°C μέσα σε φούρνο για πέντε ώρες. Η διαλυτοποίηση της τέφρας γινόταν με 5 ml HCl και το διάλυμα αυτό αφού διηθούνταν (Whatman No 41 ashless), μεταφερόταν σε ογκομετρικές φιάλες των 100 ml όπου και συμπληρωνόταν με απιονισμένο νερό μέχρι τον τελικό όγκο. Στο διάλυμα αυτό προσδιορίζονταν με φασματόμετρο ατομικής απορρόφησης (Varian SpectrAA, 240 FS) τα στοιχεία K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn και Cu.

- **Χλώριο**

Τέλος ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του χλωρίου στους ιστούς πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο τιτλοδότησης με 0,0141N AgNO<sub>3</sub> σε συσκευή μέτρησης χλωρίου (SM Titrimo 702 Metrohm).

## **2.8 Στατιστική ανάλυση**

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς (ANOVA) ως μονοπαραγοντικό πείραμα. Οι σημαντικές διαφορές, όσον αφορά τις μετρούμενες μεταβλητές μεταξύ των επεμβάσεων, προσδιορίστηκαν σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του TUKEY HSD σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$ . Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα StatGraphics Centurion XVI.I.

### **3. Αποτελέσματα**

#### **3.1 Καρποί**

Το pH, η ογκομετρούμενη οξύτητα, η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών αλλά και ο λόγος των ολικών διαλυτών στερεών προς την ογκομετρούμενη οξύτητα αποτελούν το σύνολο των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν στην παρούσα έρευνα.

Στον πίνακα 1 παρατηρείται ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά, ανάμεσα στις επεμβάσεις για κανένα από τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καρπών της φράουλας.

**Πίνακας 1.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της φράουλας (pH, ολικά διαλυτά στερεά, ογκομετρούμενη οξύτητα και λόγος διαλυτών στερεών/ογκομετρούμενη οξύτητα).

<b>Επέμβαση</b>	<b>pH</b>	<b>TA</b>	<b>TSS</b>	<b>TSS/TA</b>
Μάρτυρας υπό αλατότητα	3,35a	2,9a	7,41a	2,55a
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	3,47a	2,9a	8,31a	2,86a
Μπετονίτης-Ζεόλιθος	3,49a	2,77a	7,84a	2,83a
Σκεύασμα μικροοργανισμού	3,69a	2,77a	8,43a	3,09a
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	3,4a	3,13a	8,01a	2,62a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Τα TSS (διαλυτά στερεά) εκφράζονται σε brix.

Η TA (ογκομετρούμενη οξύτητα) εκφράζεται σε g κιτρικού οξέος ανά 100 g νωπού δείγματος.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 2 δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά, όσον αφορά τόσο τα ολικά φαινολικά, τις ολικές φλαβανόλες, τις ολικές ο-διφαινόλες και τα ολικά φλαβονοειδή των καρπών.

**Πίνακας 2.** Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, φλαβανολών, ο-διφαινολών και φλαβονοειδών σε καρπούς φράουλας.

Επέμβαση	Ολικά	Ολικές	Ολικές	Ολικά
	Φαινολικά	ο-διφαινόλες	Φλαβ/όλες	Φλαβ/οειδή
$\text{mg g}^{-1}$ N.B.				
Μάρτυρας υπό αλατότητα	3,18a	1,46a	0,61a	1,13a
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	2,69a	1,34a	0,54a	0,82a
Μπετονίτης-Ζεόλιθος	2,88a	1,52a	0,56a	1,07a
Σκεύασμα μικροοργανισμού	3,13a	1,28a	0,67a	1,14a
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	2,87a	1,35a	0,67a	1,17a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Οι ολικές φαινολικές ενώσεις εκφράζονται σε  $\text{mg}$  ισοδύναμα γαλλικού οξέος  $\text{g}^{-1}$  N.B. καρπού, οι ο-διφαινόλες σε  $\text{mg}$  ισοδύναμα καφεϊκού οξέος  $\text{g}^{-1}$  N.B. καρπού, ενώ τα φλαβονοειδή και οι φλαβανόλες σε  $\text{mg}$  ισοδύναμα κατεχίνης  $\text{g}^{-1}$  N.B. καρπού.



Στον πίνακα 3 όπου παρουσιάζεται η συγκέντρωση των ολικών ανθοκυανών και η αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών, φαίνεται να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

Όσον αφορά τη συγκέντρωση των ολικών ανθοκυανών, η επέμβαση με το σκεύασμα μπετονίτη-ζεόλιθου παρουσιάζει την υψηλότερη συγκέντρωση, έχοντας στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο με το μάρτυρα χωρίς αλατότητα όσο και με το μάρτυρα που βρίσκεται υπό την επίδραση της αλατότητας. Η αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH δε φαίνεται να έχει διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Όμως, με τη μέθοδο FRAP ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα έχει τη μικρότερη αντιοξειδωτική ικανότητα, διαφέροντας σημαντικά με την επέμβαση του σκευάσματος του μπετονίτη-ζεόλιθου.

**Πίνακας 3.** Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων στη συγκέντρωση των ολικών ανθοκυανών και την αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών φράουλας.

Επέμβαση	Ολικές Ανθοκυάνες	DPPH	FRAP
	mg100 g <sup>-1</sup> N.B.	μmol Trolox g <sup>-1</sup> N.B.	
Μάρτυρας υπό αλατότητα	25,55a	8,73a	5,08ab
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	25,43a	7,33a	4,49a
Μπετονίτης-Ζεόλιθος	33,35b	8,96a	5,76b
Σκεύασμα μικροοργανισμού	25,93ab	8,67a	4,95ab
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	31,85ab	9,31a	5,1ab

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Το χρώμα των καρπών δε φαίνεται να μεταβάλλεται σημαντικά σε καμία από τις επεμβάσεις που έλαβαν χώρα για την υλοποίηση του παρόντος πειράματος, όπως και παρουσιάζεται στον πίνακα 4. Αυτό φαίνεται από τις τιμές των δεικτών χρώματος Chroma, L και Hue.

**Πίνακας 4.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στο χρώμα καρπών φράουλας.

<b>Επέμβαση</b>	<b>Chroma</b>	<b>L</b>	<b>Hue</b>
Μάρτυρας υπό αλατότητα	43,19a	36,85a	33,58a
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	43,24a	37,02a	33,78a
Μπετονίτης-Ζεόλιθος	43,19a	36,56a	33,58a
Σκεύασμα μικροοργανισμού	41,32a	36,89a	32,54a
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	40,94a	35,85a	32,64a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Στον πίνακα 5, δε διακρίνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές για το μέσο βάρος του καρπού, το μήκος καρπού και το λόγο της διαμέτρου του καρπού προς το μήκος αυτού. Το ίδιο όμως, δε συμβαίνει στην περίπτωση της διαμέτρου το καρπών. Οι καρποί του μάρτυρα υπό αλατότητα έχουν τη μικρότερη διάμετρο σε αντίθεση με τους καρπούς του μάρτυρα χωρίς αλατότητα, με τις υπόλοιπες επεμβάσεις να μην διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με αυτούς.

**Πίνακας 5.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στο μέσο βάρος καρπού, στη διάμετρο καρπού, στο μήκος καρπού και στο λόγο της διαμέτρου προς το μήκος των καρπών.

<b>Επέμβαση</b>	<b>Μέσο βάρος καρπού (g)</b>	<b>Διάμετρος καρπού (mm)</b>	<b>Μήκος καρπού (mm)</b>	<b>Διάμετρος /Μήκος</b>
Μάρτυρας υπό αλατότητα	9,48a	26,12a	29,5a	0,89a
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	12,15a	29,07b	33,54a	0,87a
Μπετονίτης-Ζεόλιθος	10,07a	27,53ab	28,77a	0,82a
Σκεύασμα μικροοργανισμού	10,73a	27,92ab	32,1a	0,86a
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	10,27a	27,54ab	31,43a	0,87a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 6 η μέση παραγωγή ανά πειραματικό τεμάχιο παρουσιάζει τη μέγιστη τιμή στο μάρτυρα χωρίς αλατότητα μη διαφέροντας στατιστικά με την επέμβαση της γλυκίνης-βεταΐνης. Επίσης ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή για το λόγο ξηρό προς νωπό βάρος διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από την επέμβαση με τους μικροοργανισμούς, η οποία εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή. Τέλος, όσον αφορά τη συνεκτικότητα των καρπών δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

**Πίνακας 6.** Επίδραση διαφόρων επεμβάσεων στη μέση παραγωγή ανά πειραματικό τεμάχιο, στη συνεκτικότητα των καρπών και στο λόγο του ξηρού προς το νωπό βάρος αυτών.

<b>Επέμβαση</b>	<b>Μέση παραγωγή ανά πειραματικό τεμάχιο (g)</b>	<b>Συνεκτικότητα (N)</b>	<b>Ξ.Β./Ν.Β.</b>
Μάρτυρας υπό αλατότητα	239a	2,87a	0,1ab
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	426b	2,86a	0,06a
Μπετονίτης- Ζεόλιθος	244a	2,79a	0,09ab
Σκεύασμα μικροοργανισμού	261a	2,7a	0,11b
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	314ab	2,92a	0,09ab

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Όπως φαίνεται στο πίνακα 7, ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα και η επέμβαση του μικροοργανισμού παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ποσοστό καρπών που ανήκουν στην κατηγορία extra διαφέροντας στατιστικά σημαντικά με το μάρτυρα με αλατότητα. Επίσης ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό καρπών που ανήκουν στην κατηγορία I και II με το μάρτυρα με αλατότητα, οποίος παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό. Τέλος όσον αφορά την παραγωγή των καρπών που ανήκουν σε κάθε κατηγορία ισχύουν οι ακριβώς ίδιες διαφορές με τα παραπάνω ποσοστά.

**Πίνακας 7.** Επίδραση διαφόρων χειρισμών στην κατηγοριοποίηση των καρπών σε κατηγορίες ποιότητας καθώς και την παραγωγή που ανήκουν στην κάθε κατηγορία.

<b>Επέμβαση</b>	<b>Κατηγορία extra&gt;25mm (%)</b>	<b>Κατηγορία I και II&gt;18mm (%)</b>	<b>Μέση παραγωγή κατηγορίας extra (g)</b>	<b>Μέση παραγωγή κατηγορίας I και II (g)</b>
Μάρτυρας υπό αλατότητα	58a	42c	162,5a	76,5c
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	86b	14a	392b	34,9a
Μπετονίτης-Ζεόλιθος	73ab	27b	199a	45,9ab
Σκεύασμα μικροοργανισμού	81b	19ab	224a	34,47a
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	72ab	28b	249a	58,5b

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 8 το σύνολο των σακχάρων δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές. Όμως υπάρχει μια σημαντική διακύμανση των σακχάρων, με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, όσον αφορά το κάθε σάκχαρο ξεχωριστά. Η επέμβαση του μπετονίτη-ζεόλιθου έχει τη μικρότερη συγκέντρωση σακχαρόζης αντίθετα με την επέμβαση της γλυκίνης-βεταΐνης που είχε τη μεγαλύτερη. Όσον αφορά τη γλυκόζη και τη φρουκτόζη, ο μάρτυρας με αλατότητα και η επέμβαση με το μπετονίτη-ζεόλιθο παρουσιάζουν τη μικρότερη συγκέντρωση, διαφέροντας σημαντικά από την επέμβαση με το σκεύασμα του μικροοργανισμού το οποίο είχε και τη μεγαλύτερη συγκέντρωση. Τέλος, ο δείκτης γλυκύτητας παρουσιάζει τη μέγιστη τιμή στην επέμβαση με το σκεύασμα του μικροοργανισμού διαφέροντας σημαντικά και με τους δυο μάρτυρες.

**Πίνακας 8.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στη συγκέντρωση των σακχάρων σακχαρόζης, γλυκόζης και φρουκτόζης.

Επέμβαση	Σακχαρόζη	Γλυκόζη	Φρουκτόζη	Σύνολο σακχάρων	Δείκτης γλυκύτητας
	mg g <sup>-1</sup> N.B				
Μάρτυρας υπό αλατότητα	4,56ab	7,19a	7,83a	19,72a	31,37ab
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	4,25ab	8,09ab	8,7ab	21,28a	33,86ab
Μπετονίτης-Ζεόλιθος	3,38a	7,24a	8,05a	18,43a	30,32a
Σκεύασμα μικροοργανισμού	5,34ab	9,19b	9,9b	24,96a	39,17c
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	5,45b	8,15ab	8,85ab	21,83a	35,89bc

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Όπως φαίνεται στο πίνακα 9 η συγκέντρωση του μηλικού οξέος έχει στατιστικά σημαντικές διαφορές με την επέμβαση του μπετονίτη-ζεόλιθου να εμφανίζει τις χαμηλότερες τιμές σε αντίθεση με τον μάρτυρα υπό αλατότητα και την επέμβαση με γλυκίνη-βεταΐνη. Επίσης οι χαμηλότερες τιμές του ασκορβικού οξέος εντοπίζονται στον μάρτυρα χωρίς αλατότητα, διαφέροντας στατιστικά από τον μάρτυρα υπό αλατότητα και τη γλυκίνη-βεταΐνη. Η επέμβαση του μικροοργανισμού και ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα παρουσιάζουν τη μικρότερη συγκέντρωση κιτρικού οξέος σε αντίθεση με τον μάρτυρα υπό αλατότητα. Το φουμαρικό οξύ παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές στον μάρτυρα χωρίς αλατότητα, ενώ ο μάρτυρας υπό αλατότητα παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές. Τέλος, όσον αφορά τα συνολικά οξέα, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων.

**Πίνακας 9.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στη συγκέντρωση του μηλικού, ασκορβικού, κιτρικού και φουμαρικού οξέος σε καρπούς φράουλας.

Επέμβαση	Μηλικό	Ασκορβικό	Κιτρικό	Φουμαρικό	Σύνολο
	οξύ	οξύ	οξύ	οξύ	Οξέων
$\text{mg g}^{-1} \text{ N.B}$					
Μάρτυρας υπό αλατότητα	0,95b	0,47b	6,58b	0,033c	8,04a
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	0,61ab	0,3a	5,07a	0,009a	5,9a
Μπετονίτης-Ζεόλιθος	0,38a	0,34ab	5,32a	0,013ab	5,99a
Σκεύασμα μικροοργανισμού	0,58ab	0,33ab	5,13a	0,024bc	6,11a
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	0,87b	0,46b	5,94ab	0,027bc	7,31a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

### **3.2 Φύλλα-Ρίζα**

Όπως φαίνεται στον πίνακα 10, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την επιφάνεια των φυλλαρίων και το λόγο της φυλλικής επιφάνειας προς την παραγωγή. Όσον αφορά όμως τη συνολική φυλλική επιφάνεια των φυτών και των αριθμό των φύλλων εντοπίζονται κάποιες σημαντικές διαφορές. Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν χωρίς την επίδραση της αλατότητας παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια διαφέροντας στατιστικά από όλες τις άλλες επεμβάσεις. Επίσης, τα φυτά του μάρτυρα χωρίς αλατότητα έχουν και το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων μη διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από το μάρτυρα με αλατότητα και την επέμβαση με γλυκίνη-βεταΐνη.

**Πίνακας 10.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στην επιφάνεια των φυλλαρίων, στη συνολική φυλλική επιφάνεια, στον αριθμό των φύλλων και στο δείκτη παραγωγικότητας.

<b>Επέμβαση</b>	<b>Επιφάνεια φυλλαρίων (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Φυλλική επιφάνεια φυτού (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Αριθμός φύλλων φυτού</b>	<b>Δείκτης παραγωγικότητας φυτού (g/cm<sup>2</sup>)</b>
Μάρτυρας υπό αλατότητα	18,57a	439,9a	24ab	0,1a
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	23,02a	711b	30b	0,12a
Μπετονίτης-Ζεόλιθος	22,20a	418,2a	19a	0,11a
Σκεύασμα μικροοργανισμού	16,68a	339,6a	19a	0,15ab
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	16,24a	335,2a	20ab	0,18b

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .



Το νωπό και το ξηρό βάρος του υπέργειου και του υπόγειου τμήματος των φυτών παρουσιάζουν αρκετές διαφορές, όπως φαίνεται και στον πίνακα 11. Η υψηλότερη τιμή για το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος παρουσιάζεται στο μάρτυρα χωρίς αλατότητα μη διαφέροντας σημαντικά με την επέμβαση του μπετονίτη-ζεόλιθου, ενώ για το ξηρό βάρος πάλι ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα έχει τη μεγαλύτερη τιμή διαφέροντας από όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Όσον αφορά το νωπό βάρος του υπόγειου τμήματος ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα και η επέμβαση του μπετονίτη-ζεόλιθου έχουν το μεγαλύτερο βάρος μη διαφέροντας από την επέμβαση της γλυκίνης-βεταΐνης, ενώ παράλληλα ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα έχει το μεγαλύτερο ξηρό βάρος μη διαφέροντας από τις επεμβάσεις του μπετονίτη-ζεόλιθου και της γλυκίνης-βεταΐνης.

**Πίνακας 11.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στο νωπό και το ξηρό βάρος του υπέργειου και του υπόγειου τμήματος των φυτών.

<b>Επέμβαση</b>	<b>Νωπό βάρος υπέργειου τμήματος (g)</b>	<b>Ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος (g)</b>	<b>Νωπό βάρος υπόγειου τμήματος (g)</b>	<b>Ξηρό βάρος υπόγειου τμήματος (g)</b>
Μάρτυρας υπό αλατότητα	32,09a	7,55a	25,89a	4,51a
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	82b	18,62b	38,03b	7,63c
Μπετονίτης-Ζεόλιθος	50,84ab	10,83a	41,5b	7,05bc
Σκεύασμα μικροοργανισμού	29,87a	7,78a	24,12a	4,69ab
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	41,62a	10,67a	34,33ab	6,1abc

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων, των φυτών της φράουλας παρουσιάζει μια διακύμανση, ανάλογα την επέμβαση που πραγματοποιήθηκε όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 12.

Η ποσότητα του αζώτου και του ασβεστίου μειώθηκε από την επίδραση της αλατότητας, σε σχέση με το μάρτυρα χωρίς αλατότητα, χωρίς καμία επέμβαση να αμβλύνει το φαινόμενο αυτό.

Αντίθετα, όσον αφορά το χλώριο και το νάτριο, τόσο τα φυτά του μάρτυρα υπό αλατότητα όσο και των επεμβάσεων παρουσίαζαν αυξημένη ποσότητα των συγκεκριμένων θρεπτικών στοιχείων στους ιστούς τους.

Ο φώσφορος, το μαγγάνιο και το βόριο δεν επηρεάστηκαν αρνητικά από την αλατότητα, όμως δεν συνέβη και το ίδιο με κάποιες από τις επεμβάσεις, οι οποίες μείωσαν την ποσότητα αυτών στο φυτό. Ειδικότερα, το σκεύασμα με το μικροοργανισμό μείωσε την ποσότητα και των τριών, σε αντίθεση με το μπετονίτη-ζεόλιθο και το σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη τα οποία μείωσαν την ποσότητα μόνο του βορίου. Από την άλλη το σκεύασμα του μπετονίτη-ζεόλιθου αύξησε την ποσότητα του καλίου στους ιστούς των φυτών έχοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο με το μάρτυρα με αλατότητα όσο και με τις υπόλοιπες επεμβάσεις, μη διαφέροντας από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα.

Στην περίπτωση του μαγνησίου, αξίζει να σημειωθεί ότι, όλες οι επεμβάσεις αλλά και ο μάρτυρας με αλατότητα είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τον μάρτυρα με αλατότητα, ενώ δε διέφεραν μεταξύ τους.

Τέλος η ποσότητα του σιδήρου, του ψευδαργύρου και του χαλκού δεν είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων και των μαρτύρων.

**Πίνακας 12.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στην ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων αζώτου, φωσφόρου, καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου, χλωρίου, σιδήρου, μαγγανίου, ψευδαργύρου, χαλκού και βορίου σε φυτά φράουλας (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, B).

Επέμβαση	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	g						Mg					
<b>Μάρτυρας υπό αλατότητα</b>	0,1a	0,008ab	0,06a	0,12a	0,029b	0,047b	0,89b	5,7a	0,43ab	0,27a	0,11a	0,15a
<b>Μάρτυρας χωρίς αλατότητα</b>	0,18b	0,011b	0,13b	0,16b	0,02a	0,013a	0,3a	5,4a	0,69b	0,48a	0,13a	0,5b
<b>Μπετονίτης-Ζεόλιθος</b>	0,1a	0,008ab	0,08ab	0,11a	0,018a	0,044b	0,8b	4,7a	0,42ab	0,25a	0,1a	0,33a
<b>Σκεύασμα μικρ/μού</b>	0,07a	0,006a	0,06a	0,09a	0,018a	0,045b	0,71ab	4,3a	0,35a	0,27a	0,09a	0,26a
<b>Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη</b>	0,1a	0,006a	0,05a	0,1a	0,016a	0,045b	0,84b	4,6a	0,48ab	0,4a	0,15a	0,31a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 13, τα θρεπτικά στοιχεία στο υπέργειο τμήμα μεταβάλλονται τόσο από την επίδραση της αλατότητας όσο και από τις διάφορες επεμβάσεις.

Ο φώσφορος και το ασβέστιο δείχνουν μέγιστη τιμή στο μάρτυρα χωρίς αλατότητα διαφέροντας σημαντικά τόσο με το μάρτυρα με την αλατότητα όσο και με τις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Οι επεμβάσεις που έλαβαν χώρα μείωσαν την τιμή του αζώτου και του μαγνησίου, αν και δεν φαίνεται αυτή να επηρεάζεται από την αλατότητα, αφού οι μάρτυρες με και χωρίς αλατότητα δεν έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Η ποσότητα του καλίου στα φύλλα είχε τη μικρότερη τιμή στην επέμβαση της γλυκίνης-βεταΐνης διαφέροντας σημαντικά από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες επεμβάσεις που δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Στην περίπτωση του νατρίου και του χλωρίου αξίζει να σημειωθεί ότι οι επεμβάσεις δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με το μάρτυρα χωρίς αλατότητα μειώνοντας την ποσότητα αυτών, πλην του μπετονίτη-ζεόλιθου ο οποίος, για το χλώριο, είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα αλλά όχι από το μάρτυρα με αλατότητα.

Τέλος τόσο οι επεμβάσεις όσο και οι μάρτυρες δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους για τα υπόλοιπα στοιχεία, πλην του βορίου όπου οι επεμβάσεις είχαν σημαντικές διαφορές με το μάρτυρα χωρίς αλατότητα.

**Πίνακας 13.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στην ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων αζώτου, φωσφόρου, καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου, χλωρίου, σιδήρου, μαγγανίου, ψευδαργύρου, χαλκού και βορίου στο υπέργειο τμήμα φυτών φράουλας (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, B).

Επέμβαση	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	g						mg					
Μάρτυρας υπό αλατότητα	0,08a	0,003a	0,062ab	0,07a	0,015b	0,034b	0,71b	0,77a	0,22a	0,14a	0,03a	0,23ab
Μάρτυρας χωρίς αλατότητα	0,14b	0,006b	0,122b	0,115b	0,023b	0,01a	0,24a	1,49a	0,44a	0,29a	0,04a	0,36b
Μπετονίτης-Ζεόλιθος	0,07a	0,003a	0,068ab	0,063a	0,014a	0,029ab	0,73b	0,7a	0,19a	0,1a	0,02a	0,21a
Σκεύασμα μικρ/μού	0,05a	0,003a	0,059ab	0,053a	0,012a	0,033ab	0,52ab	0,52a	0,18a	0,11a	0,02a	0,16a
Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη	0,07a	0,003a	0,046a	0,063a	0,013a	0,03ab	0,69ab	1,2a	0,22a	0,15a	0,03a	0,2a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Στο υπόγειο τμήμα των φυτών, όπως φαίνεται και στον πίνακα 11, οι διακυμάνσεις των θρεπτικών στοιχείων από την επίδραση της αλατότητας αλλά και των επεμβάσεων είναι μικρές.

Το άζωτο παρουσιάζει την ελάχιστη τιμή στο μάρτυρα υπό αλατότητα και στην επέμβαση του μικροοργανισμού, με τις υπόλοιπες επεμβάσεις να μη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τον μάρτυρα χωρίς αλατότητα που έχει τη μέγιστη.

Όσον αφορά το νάτριο ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα παρουσιάζει τη μέγιστη τιμή διαφέροντας από τις υπόλοιπες επεμβάσεις, πλην του μικροοργανισμού.

Το χλώριο παρουσιάζει μέγιστη τιμή στην επέμβαση του μικροοργανισμού έχοντας σημαντικές διαφορές με το μάρτυρα χωρίς αλατότητα αλλά όχι από τις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Τέλος δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τα υπόλοιπα στοιχεία.

**Πίνακας 13.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στην ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων αζώτου, φωσφόρου, καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου, χλωρίου, σιδήρου, μαγγανίου, ψευδαργύρου, χαλκού και βορίου **στο υπόγειο τμήμα φυτών φράουλας** (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, B).

Επέμβαση	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	g						mg					
<b>Μάρτυρας υπό αλατότητα</b>	0,026a	0,004a	0,006a	0,056a	0,004a	0,013b	0,17b	5a	0,21a	0,12a	0,08a	0,11a
<b>Μάρτυρας χωρίς αλατότητα</b>	0,04b	0,004a	0,009a	0,049a	0,005a	0,002a	0,06a	3,91a	0,25a	0,18a	0,09a	0,14a
<b>Μπετονίτης-Ζεόλιθος</b>	0,028ab	0,004a	0,014a	0,047a	0,004a	0,015b	0,13ab	4,02a	0,22a	0,14a	0,07a	0,11a
<b>Σκεύασμα μικρ/μού</b>	0,02a	0,003a	0,007a	0,038a	0,003a	0,011ab	0,19b	3,79a	0,17a	0,16a	0,07a	0,09a
<b>Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη</b>	0,028ab	0,003a	0,01a	0,043a	0,004a	0,014b	0,14ab	3,41a	0,25a	0,24a	0,11a	0,11a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

## **Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στους ιστούς του φυτού**

Η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στο φυτό, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 14, δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές για τα περισσότερα στοιχεία μεταξύ των επεμβάσεων.

Η επέμβαση του μπετονίτη-ζεόλιθου και του μάρτυρα χωρίς αλατότητα έχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε άζωτο έχοντας σημαντικές στατιστικά διαφορές με την επέμβαση του μικροοργανισμού.

Η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων των φυτών σε νάτριο φαίνεται να είναι αυξημένη τόσο στον μάρτυρα με αλατότητα όσο και σε όλες τις επεμβάσεις διαφέροντας σημαντικά από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα.

Η μικρότερη τιμή του χλωρίου εμφανίζεται στο μάρτυρα χωρίς αλατότητα, έχοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές με το μάρτυρα που βρίσκεται υπό αλατότητα αλλά και με την επέμβαση με το σκεύασμα του μικροοργανισμού. Αντίθετα οι επεμβάσεις του μπετονίτη-ζεόλιθου και του σκευάσματος με γλυκίνη-βεταΐνη δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το μάρτυρα χωρίς αλατότητα αλλά ούτε και με τις άλλες δυο επεμβάσεις.

Τέλος όσον αφορά τον φώσφορο, το κάλιο, το ασβέστιο, το μαγνήσιο, τον σίδηρο, το μαγγάνιο, τον ψευδάργυρο, τον χαλκό και το βόριο δεν διακρίνεται καμία στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο μεταξύ των επεμβάσεων όσο και μεταξύ των δυο μαρτύρων.



**Πίνακας 14.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στην συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων αζώτου, φωσφόρου, καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου, χλωρίου, σιδήρου, μαγγανίου, ψευδαργύρου, χαλκού και βορίου **φυτών φράουλας** (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, B).

Επέμβαση	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	g kg <sup>-1</sup> Ξ.Β.						mg kg <sup>-1</sup> Ξ.Β.					
<b>Μάρτυρας υπό αλατότητα</b>	27,25ab	5,28a	19,8a	43,43a	6,29a	14,8b	267b	2399a	153a	96a	47,8ab	114a
<b>Μάρτυρας χωρίς αλατότητα</b>	30,88b	5,68a	23,1a	37,93a	5,83a	2,7a	64a	1777a	165a	116ab	43,7a	115a
<b>Μπετονίτης-Ζεόλιθος</b>	30,39b	5,45a	25,36a	38a	5,93a	14,9b	266b	1916a	149a	94a	41,4a	110a
<b>Σκεύασμα μικρ/μού</b>	21,06a	4,83a	24,4a	39,49a	6,26a	18,36b	285b	2302a	158a	129ab	49ab	109a
<b>Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη</b>	24,34ab	4,67a	18a	38,6a	5,9a	15,7b	262b	1983a	186a	165b	66,7b	113a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Στον πίνακα 15 όπου παρουσιάζεται η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στο υπέργειο τμήμα των φυτών, διακρίνονται μικρές διαφοροποιήσεις όσον αφορά την επίδραση των επεμβάσεων και της αλατότητας σε αυτά.

Το άζωτο λαμβάνει τη μικρότερη τιμή στην περίπτωση της επέμβασης με το μικροοργανισμό διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα και από την επέμβαση με το σκεύασμα του μπετονίτη-ζεόλιθου.

Αντίθετο όμως αποτέλεσμα φαίνεται να έχει η επέμβαση του μικροοργανισμού στην περίπτωση του μαγνησίου, στην οποία τα φυτά αυτού έχουν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση διαφέροντας σημαντικά με το μαρτυρά χωρίς αλατότητα αλλά και με την επέμβαση της γλυκίνης-βεταΐνης, οι οποίες αμφότερες παρουσιάζουν την ελάχιστη τιμή.

Άλλη μια σημαντική διαφορά εντοπίζεται στην συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων των φύλλων σε χλώριο και νάτριο όπου ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μάρτυρα με την αλατότητα και από όλες τις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Όσον αφορά τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ όλων των επεμβάσεων.

**Πίνακας 15.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στην συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων αζώτου, φωσφόρου, καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου, χλωρίου, σιδήρου, μαγγανίου, ψευδαργύρου, χαλκού και βορίου στο υπέργειο τμήμα φυτών φράουλας (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, B).

Επέμβαση	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	g kg <sup>-1</sup> Ξ.Β.						mg kg <sup>-1</sup> Ξ.Β.					
<b>Μάρτυρας υπό αλατότητα</b>	17,1ab	3,19a	16,8a	18,5a	4ab	8,9b	189b	206a	59,4a	37,8a	8a	60,7a
<b>Μάρτυρας χωρίς αλατότητα</b>	20,26b	3,73a	19,4a	18,6a	3,8a	1,6a	39,9a	257a	67,6a	44,9a	7,2a	58,7a
<b>Μπετονίτης-Ζεόλιθος</b>	20,2b	3,61a	19,3a	17,7a	3,9ab	8,1b	207b	194a	54,8a	30,5a	7,3a	60,5a
<b>Σκεύασμα μικρ/μού</b>	10,8a	3,14a	20,1a	17,9a	4,3b	11,5b	176b	175a	61,2a	39,1a	7,2a	56,5a
<b>Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη</b>	13,9ab	3,15a	13a	17,6a	3,8a	8,6b	190b	330a	64a	44,3a	8,6a	58,5a

Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Στο υπόγειο τμήμα των φυτών διακρίνονται κάποιες μικρές διαφορές στα θρεπτικά στοιχεία, όπως φαίνεται και στον πίνακα 16.

Η συγκέντρωση του αζώτου είναι χαμηλότερη στο μάρτυρα υπό αλατότητα και στην επέμβαση του μπετονίτη-ζεόλιθου διαφέροντας σημαντικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Στην περίπτωση του νατρίου ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα έχει τη μικρότερη τιμή διαφέροντας στατιστικά από τις άλλες επεμβάσεις.

Ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα παρουσιάζει επίσης τη μικρότερη συγκέντρωση χλωρίου έχοντας στατιστικά σημαντική διαφορά από το μάρτυρα υπό αλατότητα, το σκεύασμα του μικροοργανισμού και την επέμβαση με τη γλυκίνη-βεταΐνη.

Επίσης, ο μάρτυρας χωρίς αλατότητα έχει τη μικρότερη συγκέντρωση ψευδαργύρου και χαλκού διαφέροντας σημαντικά από την επέμβαση με τη γλυκίνη-βεταΐνη.

Τέλος η συγκέντρωση των υπόλοιπων θρεπτικών στοιχείων δεν παρουσιάζει κάποια αξιολογη διαφορά.

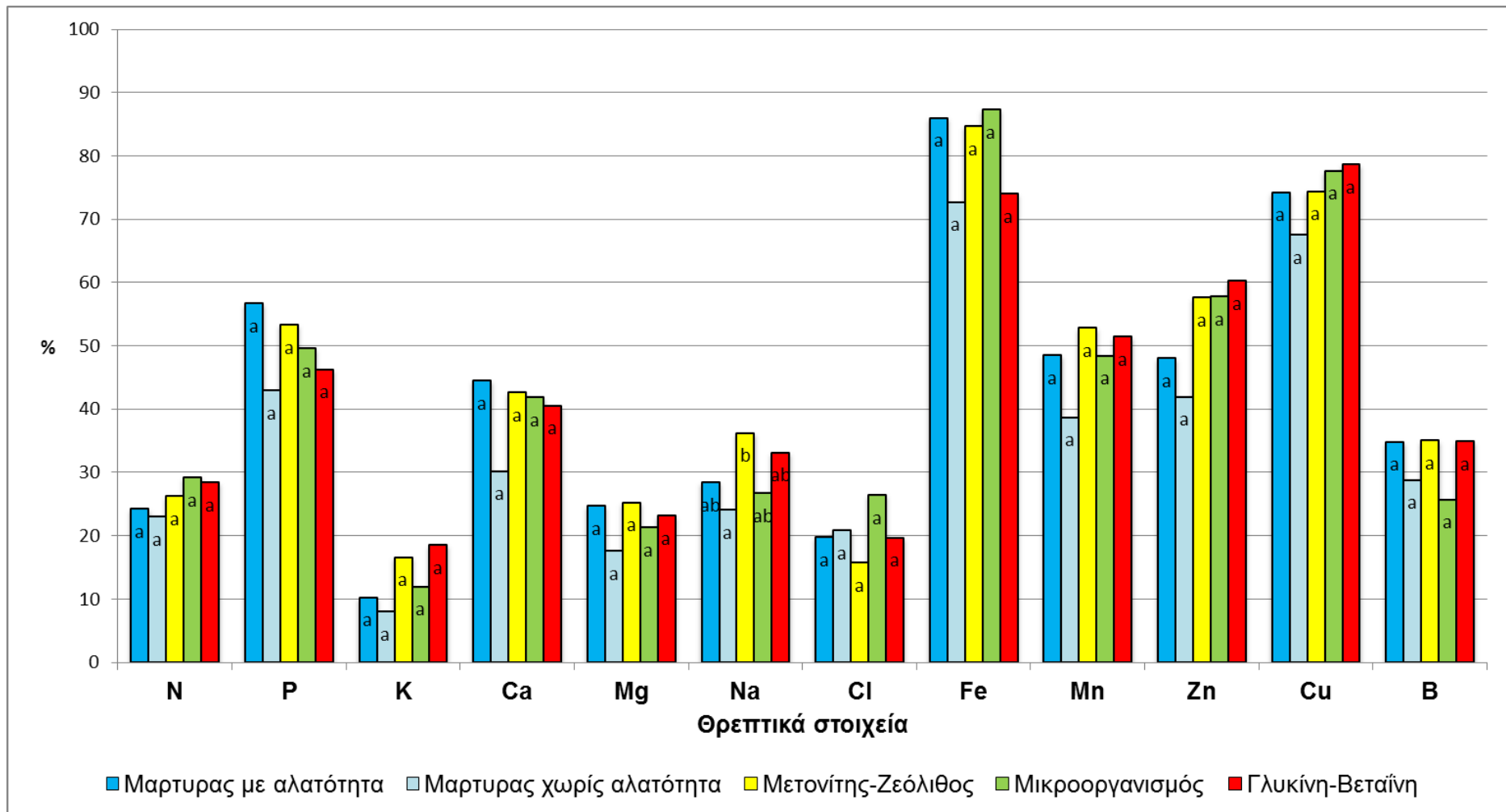
**Πίνακας 16.** Επίδραση των διαφόρων επεμβάσεων στην συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων αζώτου, φωσφόρου, καλίου, ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου, χλωρίου, σιδήρου, μαγγανίου, ψευδαργύρου, χαλκού και βορίου **στο υπόγειο τμήμα φυτών φράουλας** (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, B).

Επέμβαση	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	g kg <sup>-1</sup> Ξ.Β.						mg kg <sup>-1</sup> Ξ.Β.					
<b>Μάρτυρας υπό αλατότητα</b>	10,14a	2,09a	3a	24,9a	2,2a	5,8b	77,7bc	2192a	93,7a	58,3a	39,8ab	53,6a
<b>Μάρτυρας χωρίς αλατότητα</b>	10,62b	1,94a	3,7a	19,3a	2a	1a	24a	1519a	98,1a	71,3a	36,4a	56,3a
<b>Μπετονίτης-Ζεόλιθος</b>	10,19a	1,83a	6a	20,2a	2,03a	6,7b	58,7ab	1722a	94,7a	63,8a	34,1a	49,6a
<b>Σκεύασμα μικρ/μού</b>	10,24b	1,68a	4a	21,5a	1,96a	6,8b	108c	2127a	97,1a	89,9ab	41,7ab	52,8a
<b>Σκεύασμα με γλυκίνη-βεταΐνη</b>	10,38ab	1,52a	5a	20,9a	2,03a	7,1b	71,9bc	1652a	122a	120b	58b	55a

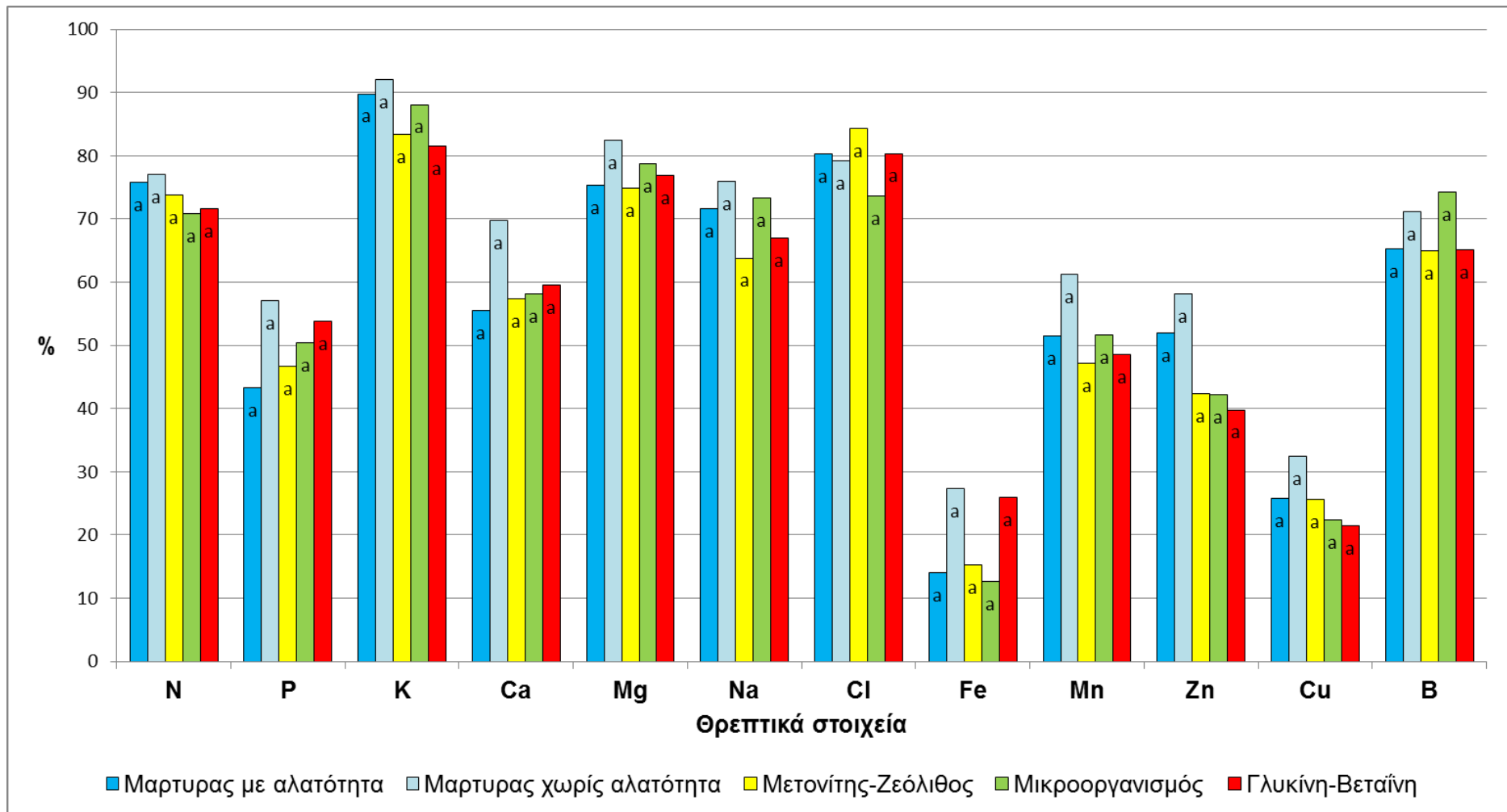
Μέσοι όροι εντός της ίδιας στήλης ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Όπως φαίνεται στο σχεδιάγραμμα 1, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά την ποσοστιαία κατανομή των θρεπτικών στοιχείων στο υπόγειο τμήμα των φυτών σε σχέση με την ποσότητα αυτών στο φυτό, πλην της περίπτωσης του νατρίου. Στην περίπτωση του νατρίου, η επέμβαση του μπετονίτη-ζεόλιθου δείχνει να συγκρατεί το μεγαλύτερο ποσοστό, διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα.

Από την άλλη πλευρά η ποσοστιαία κατανομή των θρεπτικών στοιχείων στο υπέργειο τμήμα του φυτού σε σχέση με την ποσότητα αυτών σε ολόκληρο το φυτό, όπως φαίνεται στο σχεδιάγραμμα 2, δεν έχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά για κανένα από τα θρεπτικά στοιχεία.



**Σχεδιάγραμμα 1.** Ποσοστιαία κατανομή των θρεπτικών στοιχείων στο υπόγειο τμήμα του φυτού σε σχέση με την ποσότητα αυτών σε ολόκληρο το φυτό. Οι μπάρες που αντιπροσωπεύουν τις μετρήσεις των επεμβάσεων και περιέχουν το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$

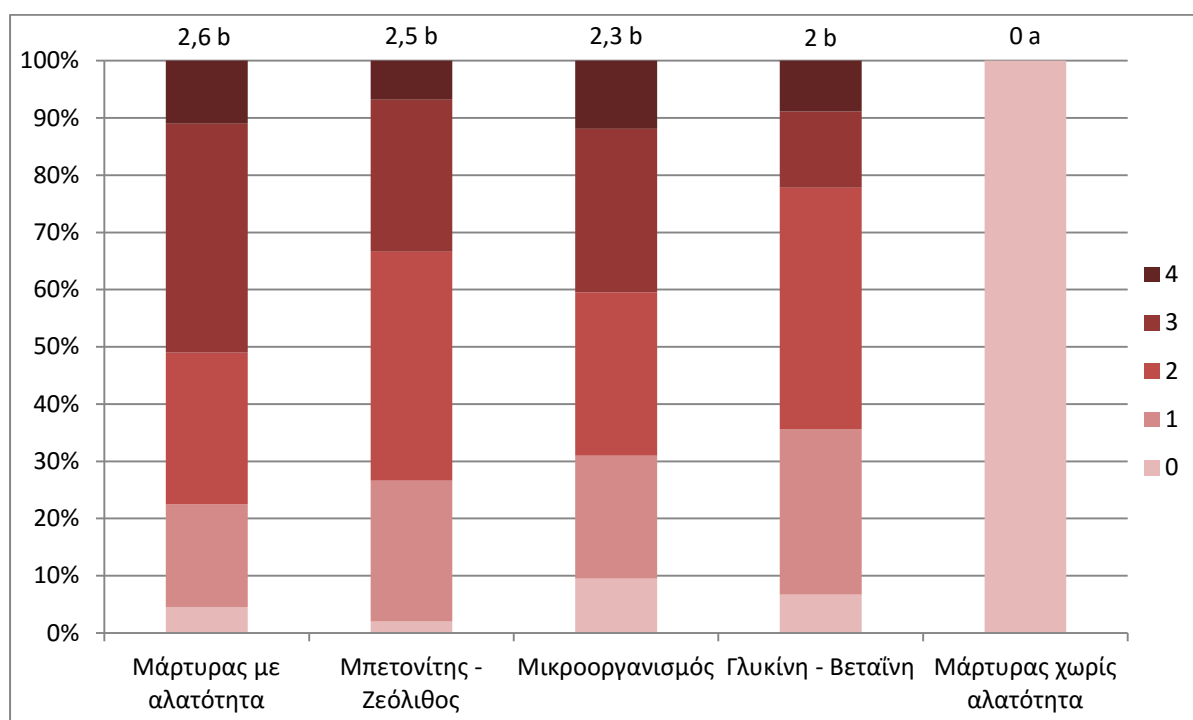


**Σχεδιάγραμμα 2.** Ποσοστιαία κατανομή των θρεπτικών στοιχείων στο υπέργειο τμήμα του φυτού σε σχέση με την ποσότητα αυτών σε ολόκληρο το φυτό. Οι μπάρες που αντιπροσωπεύουν τις μετρήσεις των επεμβάσεων και περιέχουν το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$



Στο σχεδιάγραμμα 3, παρουσιάζονται τα συμπτώματα τοξικότητας που προκάλεσε η αλατότητα στα φυτά καθώς και η επίδραση των επεμβάσεων στο φαινόμενο αυτό.

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων όσον αφορά την κατανομή των συμπτωμάτων της αλατότητας ( $\chi^2$  test  $p < 0,000$ ) (Σχεδιάγραμμα 3). Ο μέσος όρος των συμπτωμάτων ανά επέμβαση δε διέφερε στατιστικά σημαντικά, καθώς κυμάνθηκε από 2 (επέμβαση με γλυκίνη βεταΐνη) έως 2,6 (μάρτυρας υπό αλατότητα).



**Σχεδιάγραμμα 3.** Συμπτώματα τοξικότητας στα φυτά λόγω της αλατότητας. Οι μπάρες που περιέχουν το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με τη δοκιμασία πολλαπλών μέσων του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0.05$ .

Κλίμακα συμπτωμάτων: 0: κανένα σύμπτωμα στο φυτό, 1: συμπτώματα σε λιγότερα από το 25% των φύλλων του φυτού, 2: συμπτώματα σε περισσότερο του 25 και λιγότερο του 50% των φύλλων του φυτού, 3: συμπτώματα σε πάνω από το 50% των φύλλων του φυτού, 4: κατεστραμμένα φυτά



**Εικόνα 5.** Μάρτυρας υπό την καταπόνηση αλατότητας.



**Εικόνα 6.** Φυτά μάρτυρα χωρίς αλατότητα.



**Εικόνα 7.** Επέμβαση με σκεύασμα μπετονίτη-ζεόλιθο υπό συνθήκες αλατότητας.



**Εικόνα 8.** Επέμβαση με σκεύασμα μικροοργανισμού υπό συνθήκες αλατότητας.



**Εικόνα 9.** Επέμβαση με σκεύασμα γλυκίνης-βεταΐνης υπό συνθήκες αλατότητας.

#### **4. Συζήτηση**

Η αλατότητα επηρέασε τόσο τα χαρακτηριστικά των καρπών όσο και τη θρεπτική κατάσταση των φυτών. Από τα αποτελέσματα του παρόντος πειράματος γίνεται κατανοητό ότι η αρνητική επίδραση της αλατότητας μπορεί να αμβλυνθεί με τη χρήση διαφόρων σκευασμάτων. Η ευεργετική επίδραση των σκευασμάτων εντοπίζεται σε διαφορετικά χαρακτηριστικά τόσο των φυτών όσο και των καρπών που παρήχθησαν.

Η εφαρμογή της αλατότητας, με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος, αύξησε την αντιοξειδωτική ικανότητα των καρπών καθώς και τη συγκέντρωση αυτών σε ασκορβικό, κιτρικό και φουμαρικό οξύ, πιθανόν λόγω συσσώρευσης αυτών των ενώσεων σε μικρότερη μάζα καρπού. Η παραπάνω διαπίστωση έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα του πειράματος των Keutgen et al. (2008), οι οποίοι παρατήρησαν ότι όσο αυξανόταν το επίπεδο της αλατότητας στο νερό άρδευσης τόσο μεταβάλλονταν και τα ανωτέρω χαρακτηριστικά. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω της αλατότητας μειώθηκε η διάμετρος των καρπών και η παραγωγή ανά φυτό, φαινόμενο που παρουσιάστηκε και σε παρόμοιο πείραμα των Garriga et al. (2015).

Η επίδραση της αλατότητας στο ίδιο το φυτό ήταν πολυδιάστατη και εντοπίζεται στα διάφορα χαρακτηριστικά αυτών. Ειδικότερα από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι μειώθηκε το νωπό βάρος του υπέργειου και του υπόγειου τμήματος του φυτού καθώς και του ξηρού τους βάρους. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά των Turhan et al. (2005), των Saied et al. (2005), των Keutgen et al. (2009) και των Shorafa et al. (2014). Όσον αφορά τη θρεπτική κατάσταση των φυτών η αλατότητα, συνολικά στο φυτό, αύξησε τη συγκέντρωση του νατρίου και του χλωρίου χωρίς να επηρεάσει σημαντικά τη συγκέντρωση των υπολοίπων θρεπτικών στοιχείων. Επίσης η αλατότητα επηρέασε την συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων τόσο στο υπέργειο όσο και στο υπόγειο τμήμα του φυτού. Πιο συγκεκριμένα στο υπέργειο τμήμα του φυτού με την εφαρμογή της αλατότητας αυξήθηκε η συγκέντρωση του χλωρίου και του νατρίου, ενώ στο υπόγειο τμήμα του φυτού μειώθηκε το άζωτο και αυξήθηκε το νάτριο και το χλώριο. Φαίνεται λοιπόν ότι η φράουλα μεταφέρει στο υπέργειο τμήμα νάτριο και χλώριο ενώ ταυτόχρονα συγκερατεί αυτά τα ιόντα σε μεγάλες ποσότητες και στη ρίζα. Τα παραπάνω

αποτελέσματα είναι σύμφωνα με αυτά των Keutgen et al. (2009), πράγμα που δείχνει ότι οι ανωτέρω μεταβολές οφείλονται στην αλατότητα.

Πολλές από τις αρνητικές επιπτώσεις που προκάλεσε η αλατότητα είτε αμβλύθηκαν είτε εξαλείφθηκαν από την εφαρμογή των σκευασμάτων. Από τη χρήση όλων των σκευασμάτων αυξήθηκε η διάμετρος των καρπών, ενώ μειώθηκε και η συγκέντρωση του ασκορβικού, του κιτρικού αλλά και του φουμαρικού οξέος που είχε προκαλέσει η αλατότητα φτάνοντας τα επίπεδα του μάρτυρα χωρίς αλατότητα. Τα αποτελέσματα αυτά ίσως οφείλονται στην αποδεδειγμένη ευεργετική δράση των σκευασμάτων στην μείωση των αρνητικών επιπτώσεων τόσο στα ποιοτικά όσο και στα βιομετρικά χαρακτηριστικά των καρπών διαφόρων ειδών (Yildirim et al., 2015, Karlidag et al., 2011, Noori et al., 2007) καθώς και στην αύξηση του βάρους των καρπών, η οποία μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για την «αραίωση» των οργανικών αυτών οξέων.

Το σκεύασμα με μπετονίτη-ζεόλιθο αύξησε το νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών, το νωπό βάρος του υπόγειου τμήματος καθώς και το ξηρό βάρος του υπόγειου τμήματος φτάνοντας το μάρτυρα χωρίς αλατότητα πράγμα που έρχεται σε συμφωνία με την έρευνα των Noori et al. (2007). Από την άλλη το σκεύασμα με τη γλυκίνη-βεταΐνη προκάλεσε την αύξηση του νωπού και του ξηρού βάρους του υπόγειου τμήματος των φυτών αγγίζοντας τις τιμές των φυτών του μάρτυρα χωρίς την επίδραση της αλατότητας. Για το σκεύασμα του μικροοργανισμού δεν παρατηρήθηκαν κάποιες στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά τα ανωτέρω χαρακτηριστικά.

Η εφαρμογή των σκευασμάτων στη θρεπτική κατάσταση των φυτών φαίνεται να λειτούργησε ευεργετικά, όσον αφορά τα προβλήματα που δημιούργησε η αλατότητα. Ειδικότερα το σκεύασμα του μπετονίτη-ζεόλιθου μείωσε τη συγκέντρωση του χλωρίου στο υπόγειο τμήμα του φυτού μη έχοντας στατιστικά σημαντική διαφορά με το μάρτυρα χωρίς αλατότητα, αποτέλεσμα που εξηγείται λόγω της ιδιότητας του ζεόλιθου να κατακρατεί τα ιόντα του νατρίου και του χλωρίου μειώνοντας έτσι τη διαθέσιμη ποσότητα αυτών που μπορεί να απορροφήσει το φυτό (Noori et al., 2007). Επίσης το σκεύασμα του μικροοργανισμού αύξησε τη συγκέντρωση του αζώτου στο

υπόγειο τμήμα του φυτού. Το παραπάνω αποτέλεσμα συμπίπτει με τα αποτελέσματα των Karlidag et al. (2013), οι οποίοι παρατήρησαν ότι ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού το νάτριο, το χλώριο και το άζωτο μεταβάλλονταν είτε θετικά είτε αρνητικά, εδώ όμως αξίζει να σημειωθεί ότι υπήρχαν διαφορές ακόμα και στους μικροοργανισμούς του ίδιου είδους.

## **5. Συμπεράσματα**

Από τα αποτελέσματα του παρόντος πειράματος φαίνεται ότι η αλατότητα επηρεάζει τη θρεπτική κατάσταση των φυτών, το νωπό και το ξηρό βάρος αυτών, την φυλλική τους επιφάνεια αλλά και την ποιότητα και την ποσότητα των παραγόμενων καρπών.

Η εφαρμογή των διαφόρων σκευασμάτων είχε ως στόχο την άμβλυση των φαινομένων που προκαλεί η αλατότητα. Από τα αποτελέσματα των παραπάνω συνάγεται ότι :

- ❖ Το σκεύασμα με το μπετονίτη-ζεόλιθο, σε σχέση με το μάρτυρα υπό αλατότητα, αύξησε τη διάμετρο των καρπών. Επίσης, αύξησε το νωπό βάρος του υπέργειου και του υπόγειου τμήματος των φυτών και το ξηρό βάρος του υπόγειου τμήματος των φυτών. Η θρεπτική κατάσταση βελτιώθηκε, με τη συγκέντρωση του χλωρίου να μειώνεται στο υπόγειο τμήμα, μη έχοντας στατιστικά σημαντική διαφορά από το μάρτυρα χωρίς αλατότητα.
- ❖ Το σκεύασμα του μικροοργανισμού αύξησε τη διάμετρο του καρπού. Τέλος, σε ό,τι αφορά τη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης του αζώτου στο υπόγειο τμήμα του φυτού.
- ❖ Το σκεύασμα της γλυκίνης-βεταΐνης αύξησε τη διάμετρο του καρπού, το νωπό και το ξηρό βάρος του υπόγειου τμήματος. Επίσης, η εφαρμογή του σκευάσματος της γλυκίνης-βεταΐνης αύξησε τη μέση παραγωγή ανά πειραματικό τεμάχιο. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η μόνη αξιόλογη διαφορά στη θρεπτική κατάσταση των φυτών εντοπίστηκε στη συγκέντρωση του αζώτου την οποία και αύξησε.

Τέλος, με βάση όλα τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι τα σκευάσματα λειτουργούν με διαφορετικό τρόπο, επιδρώντας σε διαφορετικούς μηχανισμούς του φυτού, αμβλύνοντας κάποιες από τις αρνητικές επιπτώσεις που προκαλεί η εφαρμογή της αλατότητας.

Το σκεύασμα που ξεχώρισε από τα αποτελέσματα ήταν αυτό της γλυκίνης-βεταΐνης, κυρίως λόγω του ότι ήταν το μόνο που επέδρασε θετικά στην παραγωγή των καρπών, αυξάνοντάς την στα επίπεδα του μάρτυρα χωρίς αλατότητα. Η συνδυασμένη εφαρμογή όλων των σκευασμάτων ή κάποιων από αυτά, πιθανόν να οδηγούσε σε αποτελέσματα παρόμοια με αυτά του μάρτυρα χωρίς αλατότητα, κάτι το οποίο ήταν καλό να ερευνηθεί περαιτέρω.



## **6. Βιβλιογραφία**

### **Ξένη βιβλιογραφία**

1. Ahmadi H. and Bringhurst R.S., 1991. Genetics of Sex Expression in *Fragaria* Species. *American Journal of Botany* Vol. 78, No. 4 (pp. 504-514).
2. Allen S.E., 1989. Chemical analysis of ecological materials. Blackwell scientific publications. Oxford. London. Edinburgh. Boston. Melbourne.
3. Bingham F.T., 1982. Boron. pp 431-447. In: A. L. Page (ed). Methods of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy Inc., Soil Science Society of America Inc. (Publishers). Madison. Wisconsin. USA.
4. Boltz D.F., 1958. Colorimetric determination of nonmetals. p 36. Interscience Publishers Inc. New York. London.
5. Garriga M., Munoz C., Caligari P. and Retamales J., 2015. Effect of salt stress on genotypes of commercial (*Fragaria x ananassa*) and Chilean strawberry (*F. chiloensis*). *Scientia Horticulturae* 195 : 37–47.
6. Habib N., Ashraf M., Ali Q. and Perveen R., 2012. Response of salt stressed okra (*Abelmoschus esculentus* Moench) plants to foliar-applied glycine betaine and glycine betaine containing sugarbeet extract. *South African Journal of Botany* 83 : 151-158.
7. Karla Y., 1998. Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press. N.Y.
8. Karlidag H., Esitken A., Yildirim E., Donmez M. F. and Turan M., 2011. Effect of plant growth promoting bacteria on yield, growth, leaf water content, membrane permeability and ionic composition of strawberry under saline conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 34:34–45.
9. Karlidag H., Esitken A., Yildirim E., Donmez M.F. and Turan M., 2011. Effects of plant growth promoting bacteria on yield, growth, leaf water content, membrane permeability and ionic composition of strawberry under saline conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 34:34–45.
10. Karlidag H., Yildirim E., Turan M., Pehlivan M. and Donmez F., 2013. Plant Growth-promoting Rhizobacteria Mitigate Deleterious Effects of

- Salt Stress on Strawberry Plants (*Fragaria X ananassa*). Hortscience 48(5):563–567.
11. Keutgen A. and Pawelzik E., 2008. Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. Food Chemistry 107 : 1413–1420.
  12. Keutgen A.J. and Pawelzik E., 2009. Impacts of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. Environmental and Experimental Botany 65 170–176.
  13. Koc A., 2015. Effect of plant growth-promoting bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on lipid peroxidation and total phenolics of strawberry (*Fragaria × ananassa* ‘San Andreas’) under salt stress. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 39: 992-998.
  14. Noori M., Ahmadi A. and Zendejdel M., 2007. Comparative study between using natural and synthetic zeolites for the improvement of soil salinity and crop yield. Toxicological and Environmental Chemistry, 89(2): 233–241.
  15. Rajashekar C.B., Zhou H., Marcum K.B. and Prakash O., 1999. Glycine betaine accumulation and induction of cold tolerance in strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.) plants. Plant Science 148: 175–183.
  16. Roussos P.A., Denaxa N-K. and Damvakaris T., 2009. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. Scientia Horticulturae 119. 138–146.
  17. Saied A.S., Keutgen A.J. and Noga G., 2005. The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs. ‘Elsanta’ and ‘Korona’. Scientia Horticulturae 103 289–303.
  18. Shorafa A., Mahadeen A. and Al-Absi K., 2014. Evaluation for salt stress tolerance in two strawberry cultivars. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 9 (3): 334-341.
  19. Tuna L., Kaya C., Higgs D., Murillo-Amador B., Aydemir S. and Girgin A.R., 2008. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. Environmental and Experimental Botany 62: 10–16.

20. Turhan E. and Eris A., 2005. Change of micro nutrients, dry weight and chlorophyll contents in strawberry plants under salt stress conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36: 1021–1028.
21. Velickova E., Winkelhausen E., Kuzmanova S., Alves V.D. and Moldão-Martins M., 2013. Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv Camarosa) under commercial storage conditions. *LWT - Food Science and Technology* 52 : 80-92.
22. Yildirim E., Ekinci M., Turan M., Dursun A., Kul R. and Parlakova F., 2015. Roles of glycine betaine in mitigating deleterious effect of salt stress on lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Archives of Agronomy and Soil Science* 61:1673-1689.

### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

1. Βασιλακάκης Μ., 1997. Μικρά σπυροφόρα. Εκδόσεις Δεδούση, Θεσσαλονίκη
2. Βέμμος Σ., 2008. Μικροί καρποί. Μέρος Α. Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Αθήνα.
3. Δεκάζος Η., 1991. Μικροί καρποί. Τόμος Β'. Κ. Πλέτσας-Ζ. Καρδαρή Ο.Ε, Αθήνα.
4. Κανάκης Α., 2004. Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο. Τόμος Β'. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
5. Καραμπουρνιώτης Γ. και Λιακόπουλος Γ., 2011. Φυσιολογία Καταπονήσεων. Αθήνα.
6. Πανταλέων Κ., 2012. Μεταπτυχιακή μελέτη «Επίδραση του συστήματος καλλιέργειας (Συμβατική και Βιολογική) και της αλατότητας στην ανάπτυξη, τα χαρακτηριστικά και στις αποδόσεις του φασολιού». Γεωπονικό πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
7. Σαρίκα - Χατζηνικολάου Μ., 1998. Μορφολογικά γνωρίσματα χρησιμοποιούμενα στην ταξινόμηση των φυτών. Ταξινομική αξία των διαφόρων μορφολογικών χαρακτήρων: ρίζα, βλαστός, φύλλα, άνθος, ταξιανθίες, καρποί. Πρακτικά εκπαιδευτικού σεμιναρίου: Συστηματική βοτανική από τη θεωρία στην πράξη, Αθήνα.

## Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

1. [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)
2. [www.scopus.com](http://www.scopus.com)