

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
Αριθμ. Πρωτοκ. 340  
Ημερομηνία 28-2-2011



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΘΕΜΑ: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ  
ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΠΟΡΟΥ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΣΕ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΟΧΕΙΟΥ.**

**ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΜΠΟΥΛΜΠΟΥΛ ΣΕΛΜΑΝ**

**ΕΞ. ΕΠΙΤΡΟΠΗ :Ι.Α. ΧΑ**

**Ν.ΔΑΛΑΝΑΤΟΣ**

**Α. ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ**

**ΑΝΑ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)**

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΕΠΙ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 9476/1  
Ημερ. Εισ.: 01-04-2011  
Δωρεά: Συγγραφέας  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ  
2011  
ΜΠΟ

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρωτίστως εκφράζω τις ευχαριστίες μου στον αναπληρωτή καθηγητή τον κ. Ι. Αβραάμ Χα για την πλήρη καθοδήγηση που μου παρείχε από την πρώτη στιγμή της σύλληψης του θέματος μέχρι και το πέρας της παρούσας εργασίας, καθώς και τον καθηγητή κ. Ν. Δαναλάτο, όπως και τον επίκουρο καθηγητή τον κ. Α. Μαυρομάτη για την πολύτιμη συμβολή τους.

Επιπλέον, ευχαριστώ ιδιαίτερος τον υπεύθυνο γεωπόνο του αγροκτήματος στο Βελεστίνο κ. Σ. Σουίπα καθώς και το εργατικό προσωπικό για την καθοριστική συμβολή τους στο τεχνικό μέρος του πειράματος.

Τέλος, θερμά ευχαριστώ τους γονείς και τους φίλους μου για την ηθική στήριξη που μου προσέφεραν και μου προσφέρουν σε κάθε βήμα μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	4
1.1. Η καλλιέργεια της Πιπεριάς .....	6
1.1.1. Η καταγωγή του είδους <i>Capsicum annuum</i> .....	6
1.1.2. Εξάπλωση της καλλιέργειας .....	6
1.1.3. Βοτανικά χαρακτηριστικά .....	10
1.1.4. Απαιτήσεις σε κλίμα .....	10
1.1.5. Απαιτήσεις σε έδαφος .....	12
1.1.6. Αρδευτικές ανάγκες .....	12
1.1.6.1. Ρόλος του νερού στα φυτά.....	13
1.1.6.2. Η οικονομική σημασία του νερού.....	14
1.1.6.3. Άρδευση των φυτών.....	15
1.1.7. Σποροπαραγωγή της πιπεριάς.....	16
1.2. Σκοπός της διατριβής.....	17
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	19
2.1. Ηλεκτρική αγωγιμότητα-αλάτωση.....	19
2.2. Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη, παραγωγή & ποιότητα οπωροκηπευτικών καλλι- έργειων.....	22
2.3. Χρήση χαμηλής ποιότητας νερού στην γεωργία.....	23
2.4. Προβλήματα αλατότητας στην καλλιέργεια φυτών .....	24
2.5. Επίδραση αλατότητας στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών.....	25
2.6. Μηχανισμοί αντοχής / επίδραση στην αλατοτητα.....	26
2.7. Επίδραση αλατότητας στην αγωγιμότητα των στοματων.....	27
2.8. Επίδραση αλατότητας στην φωτοσύνθεση και διαπνοή.....	28
2.9. Επίδραση αλατότητας στην μορφολογία και ανατομία των φύλλων.....	29
2.10. Κατανομή των αλάτων στα φυτικά μέρη.....	30
2.11. Χρήση υφάλμυρου νερού για της αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών.....	31
3. ΥΛΙΚΑ και ΜΕΘΟΔΟΙ.....	33
3.1. Εγκατάσταση του πειράματος.....	33
3.2. Καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών του πειράματος.....	34
3.3. Λίπανση του πειράματος.....	34

3.4.Μετρήσης του πειράματος .....	36
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ και ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	37
4.1. Μέτρηση ύψους πιπεριάς.....	37
4.1.1. Διαγράμματα μετρήσεων ύψους ανά φυτό ανά δεκαήμερο.....	40
4.2. Μέτρηση αριθμός ανθέων.....	43
4.2.1. Διαγράμματα ανθέων ανά φυτό.....	44
4.3. Μέτρηση καρποφορίας πιπεριάς.....	45
4.4. Μέτρηση χλωρού και ξηρού βάρους.....	47
4.4.1. 1 <sup>η</sup> μέτρηση.....	47
4.4.2. 2 <sup>η</sup> μέτρηση.....	49
4.5.Μέτρηση σπόρων της πιπεριάς.....	50
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	52
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	53
7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	57

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε η επίδραση της αλατότητας του νερού της άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή σπόρου της πιπεριάς σε συνθήκες δοχείου. Συγκεκριμένα οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ήταν : α) μάρτυρας (νερό της άρδευσης χωρίς αλατότητα) β) άρδευση με χαμηλή συγκέντρωση αλατότητας  $1.5 \text{ dS m}^{-1}$  γ) άρδευση με μέση συγκέντρωση αλατότητας  $3.0 \text{ dS m}^{-1}$  και δ) άρδευση με υψηλή συγκέντρωση αλατότητας  $4.5 \text{ dS m}^{-1}$ .

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο συνολικός αριθμός και ο βάρος των καρπών ήταν μεγαλύτερο στα φυτά πιπεριάς που δέχτηκαν τον μάρτυρα και τη μεταχείριση  $1.5 \text{ dS m}^{-1}$  με στατιστικές σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές που προέκυψαν από την εφαρμογή των μεταχειρίσεων  $3.0 \text{ dS m}^{-1}$  και  $4.5 \text{ dS m}^{-1}$ . Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η πιπεριά είναι πολύ ευαίσθητη στην αλατότητα του νερού και πάνω από  $1.5 \text{ dS m}^{-1}$  θα έχει πολύ σημαντική μείωση στη ανάπτυξη και απόδοση καρπών και σπόρων. Αυτή η μελέτη έδειξε ότι στις μεταχειρίσεις που ήταν με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αλατότητας νερού μέχρι  $3.0 \text{ dS m}^{-1}$  και  $4.5 \text{ dS m}^{-1}$  η απόδοση των αυτών ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη από τον μάρτυρα.

## **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η πιπεριά (*Capsicum spp.*) ανήκει στην οικογένεια *Solanaceae* και καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις στις εύκρατες και τροπικές ζώνες, κυρίως για τον καρπό της, που χρησιμοποιείται ως λαχανικό ή μπαχαρικό-καρύκευμα. Στην Ελλάδα η καλλιεργούμενη πιπεριά ανήκει στο είδος (*Capsicum annuum var. annuum L.*)

Η καλλιέργεια της πιπεριάς στην υπαίθρια αρχίζει περίπου από τα μέσα της άνοιξης και διαρκεί όλο το καλοκαίρι μέχρι τα μέσα του φθινοπώρου, καθώς οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν εκείνη την περίοδο θεωρούνται ευνοϊκές για την υψηλή παραγωγικότητα των φυτών πιπεριάς. Όμως, οι θερινές καλλιέργειες στην περιοχή της Μεσογείου κατά την περίοδο του καλοκαιριού, υποβάλλονται σε συνεχή επεισόδια υδατικής καταπόνησης κατά τη διάρκεια του βλαστικού και αναπαραγωγικού κύκλου τους. Η πιπεριά θεωρείται ευαίσθητο φυτό στην έλλειψη υγρασίας, η οποία συντελεί σε μεγάλο βαθμό τόσο στην χαμηλή απόδοση των φυτών όσο και στην υποβάθμιση της ποιότητας των παραγόμενων καρπών. Γι' αυτό το λόγο απαιτείται η εφαρμογή επαρκούς ποσότητας αρδευτικού νερού σε κάθε καλλιεργητική περίοδο.

Ωστόσο, η ορθολογική χρήση του νερού είναι ένα παγκόσμιο ζητούμενο, αφού το νερό αποτελεί τον κύριο περιοριστικό παράγοντα ιδιαίτερα για τους γεωργούς των ερημικών και ημιερημικών περιοχών. Σε πολλές περιοχές του πλανήτη οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις μειώνονται λόγω μικρής διαθεσιμότητας νερού και οι γεωργοί στρέφονται στην καλλιέργεια ειδών που μπορούν να προσαρμοστούν σε ξηρικές συνθήκες. Επειδή ακριβώς το νερό είναι ένα τόσο πολύτιμο αγαθό, ενθαρρύνονται πρακτικές άρδευσης που είναι πιο αποδοτικές και στοχεύουν πρωτίστως στην εξοικονόμηση νερού και κατά δεύτερο λόγο στην μείωση του κόστους άρδευσης.

Η καλλιέργεια της πιπεριάς παρουσιάζει σημαντική εξάπλωση τα τελευταία χρόνια και αυξανόμενη ζήτηση από τον παγκόσμιο πληθυσμό, λόγω των ιδιαίτερων διατροφικών και όχι μόνο χαρακτηριστικών της. Εξάλλου, ο σπόρος αποτελεί την πρωταρχική και σημαντικότερη εισροή για κάθε καλλιέργεια, αφού η ποιότητα του

συντελεί στην ανάπτυξη και παραγωγικότητα των φυτών. Συνεπώς, η σποροπαραγωγή της πιπεριάς είναι μια δύσκολη καλλιεργητική τεχνική, που στοχεύει στην παραγωγή καλής ποιότητας σπόρου και άρα επηρεάζει άμεσα την παραγωγική διαδικασία της πιπεριάς.

Σήμερα, την σποροπαραγωγή της πιπεριάς την αναλαμβάνουν μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες. Στην Ελλάδα, αν και υπάρχουν οι κατάλληλες κλιματικές συνθήκες για την παραγωγή σπόρων άριστης ποιότητας και με υψηλές αποδόσεις, εντούτοις με τα σημερινά γνωστά στοιχεία υπάρχουν ελάχιστα κρατικός φορέας ή ιδιωτική εταιρεία που προβαίνει στην σποροπαραγωγή της πιπεριάς,. Έτσι, οι καλλιεργητές πιπεριάς είναι αναγκασμένοι να προμηθεύονται βελτιωμένο σπόρο ξένης προέλευσης, που συνήθως είναι ακριβότερος.

Η εκμετάλλευση των υπογείων νερών παρουσιάζει τεχνικά και οικονομικά πλεονεκτήματα σε σχέση με αυτή των επιφανειακών. Τα υπόγεια νερά αξιοποιούνται με την ανόρυξη συλλογικών ή ιδιωτικών γεωτρήσεων. Όμως τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της υπερεκμετάλλευσης των υπογείων υδροφορέων παρουσιάστηκαν προβλήματα ταπείνωσης της στάθμης, καθιζήσεις εδαφών, υφαλμύριση και ποιοτική υποβάθμιση των υπογείων νερών.

Η μεταβολή της υδραυλικής ισορροπίας λόγω της άντλησης και υπεράντλησης των υπόγειων νερών είναι η αιτία για την εισροή νερών χαμηλής ποιότητας, υφάλμυρων ή εμπλουτισμένων με ιχνοστοιχεία και βαριά μέταλλα από διπλανούς, επάλληλους υδροφορείς και από τη θάλασσα. Είναι η αιτία της υφαλμύρωσης των παραθαλάσσιων υδροφορέων. ( Αντωνόπουλος Β. , 2001 )

Δεδομένου λοιπόν του προβλήματος της αλατότητας νερού που παρατηρείται σε ορισμένες περιοχές της χώρας της, αλλά και της οικονομικής σημασίας της πιπεριάς στην Ελλάδα κρίθηκε ενδιαφέρον να διερευνηθεί η επίδραση της αλατότητας του νερού της άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή σπόρου της πιπεριάς.



## 1.1. Η Καλλιέργεια της Πιπεριάς

### 1.1.1. Η καταγωγή του είδους *Capsicum annuum*.

Η πιπεριά κατάγεται από περιοχές της τροπικής-υποτροπικής Αμερικής. Σπόροι πιπεριάς ηλικίας πέραν των 5.000 π.Χ. έχουν βρεθεί και αναγνωριστεί σε αρχαιολογικές ανασκαφές στο Tahuakan του Μεξικού, πιθανόν από άγρια φυτά του γένους *Capsicum annuum*. Μετά την ανακάλυψη της Αμερικής, διαδόθηκε σε της περιοχές της γης. Περιλαμβάνει πολλούς γενότυπους που παράγουν γλυκούς ή καυτερούς καρπούς. Το άγριο είδος από το οποίο πιστεύεται ότι προήλθε το παραπάνω καλλιεργούμενο είδος είναι το *Capsicum annuum var. Annuum L*, που είναι αυτοφυές της περιοχής που προαναφέρθηκαν. (Ντόγρας 2001, Ολύμπιος 2001)

Εκτός από το είδος *Capsicum annuum* σε ορισμένες περιοχές της γης και κυρίως στην αμερικάνικη ήπειρο, καλλιεργούνται σε μικρότερη κλίμακα τα εξής είδη: α) *Capsicum annuum* β) *Capsicum baccatum* γ) *Capsicum frutescens* δ) *Capsicum chinense* ε) *Capsicum pubescens* (Ολύμπιος 2001)

### 1.1.2. Εξάπλωση της καλλιέργειας

Η πιπεριά σήμερα καλλιεργείται σε πολλά μέρη του κόσμου, σε υπαίθρια καλλιέργεια ή και υπό κάλυψη. Η παγκόσμια έκταση και παραγωγή πιπεριάς (υπαίθρια και υπό κάλυψη) κατά το 1998, παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

Ειδικότερα, η εξέλιξη της καλλιέργειας της πιπεριάς στην Ελλάδα από την καλλιεργητική περίοδο 1961 έως το 2003, παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.

**Πίνακας 1.** Έκταση και παραγωγή πιπεριάς σε παγκόσμια κλίμακα, της κυριότερες χώρες παραγωγής και της χώρας της Ε. Ε. κατά το έτος 1998.

	Έκταση <sup>1</sup> χ 1000 στρ	Παραγωγή <sup>1</sup> χ 1000 ΜΤ*	% του συνόλου της παραγωγής
<b>Παγκόσμια</b>	12.544	16.657	100
Κατά Ήπειρο			
Αφρική	2.352	2.178	13.1
Β. & Κ. Αμερική	1.472	2.119	2.7
Ν. Αμερική	296	267	1.6
Ασία	6.930	9.560	57.4
Ευρώπη	1.474	2.499	15
<b>Ωκεανία</b>	19	33	0.2
Κυριότερες Χώρες Παραγωγής			
1. Κίνα	3.525	7.025	42.2
2. Τουρκία	680	1.340	8
3. Μεξικό	1.102	1.290	7.7
4. Νιγηρία	950	970	5.8
5. Ισπανία	250	888	5.3
6. Η.Π.Α.	266	761	4.6
7. Αίγυπτος	260	365	2.2
8. Ν. Κορέα	830	322	1.9
9. Ινδονησία	1.042	282	1.7
10. Ιταλία	111	256	1.5
Χώρες Ε.Ε.			
			Μέση απόδοση (τον./στρ.)
1. Ισπανία	250	888	3.6
2. Ιταλία	111	256	2.3
3. <b>Ελλάδα</b>	<b>43</b>	<b>110</b>	<b>2.6</b>
4. Ολλανδία	52	240	4.6
5. Γαλλία	10	30	3.0
6. Βέλγιο & Λουξεμβούργο	4	13	3.3
7. Ηνωμένο Βασίλειο	1	7.5	7.5
8. Αυστρία	2.5	4	1.6
9. Πορτογαλία	2	1	0.5
10. Ιρλανδία	-	0.4	-

Πηγή: Ολύμπιος Χ.Μ., 2001. FAO Production Yearbook (1998)

(1) Περιλαμβάνει την έκταση και παραγωγή τόσο της υπαίθριας καλλιέργειας όσο και της καλλιέργειας υπό κάλυψη. \*

ΜΤ: Μετρικοί Τόνοι

## Πίνακας 2. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΝΩΠΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ

ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόνοι)	ΣΤΡΕΜ. ΑΠΟΛΟΣΗ (κιά/στρεμ.)	ΤΙΜΗ (δρχ./κιά)	ΑΚΑΘ. ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (σε χιλ. δρχ.)
1961	18.194	16.545	909	1,58	26.141
1962	20.598	17.494	849	1,85	32.364
1963	20.606	21.176	1.028	2,07	43.834
1964	20.953	20.129	961	2,30	46.297
1965	22.681	21.768	960	2,84	61.821
1966	23.909	23.475	982	2,70	63.383
1967	24.460	25.337	1.036	2,64	66.890
1968	23.768	24.667	1.038	3,32	81.894
1969	25.140	28.230	1.123	2,58	72.833
1970	22.065	27.438	1.244	2,68	73.534
1971	22.425	28.482	1.270	2,90	82.598
1972	23.080	30.801	1.335	3,06	94.251
1973	26.530	39.695	1.496	4,94	196.093
1974	27.020	42.541	1.574	6,41	272.688
1975	25.500	40.200	1.576	5,19	208.638
1976	26.530	43.132	1.626	8,74	376.974
1977	33.340	60.850	1.825	9,84	598.764
1978	27.000	47.450	1.757	13,60	645.320
1979	28.000	51.000	1.821	13,00	663.000
1980	24.900	50.580	2.031	20,41	1.032.338
1981	27.232	60.940	2.238	20,29	1.236.473
1982	27.150	64.343	2.370	28,04	1.804.178
1983	28.726	56.337	1.961	36,04	2.030.385
1984	29.452	58.810	1.997	44,11	2.594.109
1985	32.580	69.568	2.135	51,59	3.589.013
1986	32.149	70.201	2.184	52,55	3.689.063
1987	31.759	68.016	2.142	54,79	3.726.597
1988	32.304	71.681	2.219	86,54	6.203.274

1989	31.999	77.105	2.410	88,81	6.847.695
1990	32.998	88.128	2.671	127,19	11.209.000
1991	47.058	93.533	1.988	121,40	11.354.906
1992	36.670	90.136	2.458	136,10	12.267.510
1993	34.331	81.123	2.363	139,42	11.310.169
1994	37.092	90.677	2.445	151,48	13.735.752
1995	36.140	89.000	2.463	136,51	12.149.390
1996	35.560	92.870	2.612	157,40	14.617.738
1997	37.419	91.914	2.456	183,56	16.871.734
1998	42.675	99.809	2.339	167,39	16.707.029
1999	41.773	98.294	2.353	186,66	18.347.558
2000	39.350	103.710	2.636	189,30	19.632.303
2001	43.107	111.592	2.589	201,04	22.434.735
2002	42.035	96.750	2.302	0,56	54.180 *
2003	41.870	120.920	2.888	0,61	73.761 *
2004	43.320	130.580	3.014	0,51	66.596 *
2005	41.217	125.802	3.052	0,65	81.771 *
2006	42.000	134.704	3.207	0,61	82.169 *
2007	40.670	123.420	3.035	0,86	106.141 *
2008	38.540	139.693	3.625	0,95	132.708 *

\*τιμές σε ευρώ

Πηγή πίνακας : [www.minagric.gr](http://www.minagric.gr)

### 1.1.3. Βοτανικά Χαρακτηριστικά

Το φυτό του είδους *Capsicum annuum* είναι ποώδες, με ύψος 50-150 cm, ανάλογα με την ποικιλία. Οι βλαστοί της πιπεριάς είναι «περιορισμένης» ανάπτυξης σε ύψος, δεδομένου ότι σταματά η επιμήκυνση τους με τον σχηματισμό ενός άνθους στην κορυφή. Το άνθος είναι ερμαφρόδιτο, μερικώς σταυρογονιμοποιούμενο (μέχρι ποσοστού 10 %), με στεφάνη λευκή ως λευκοπράσινη ή μωβ. Στο είδος *Capsicum annuum* αναπτύσσεται συνήθως ένα άνθος ανά γόνατο. Ο καρπός είναι ράγα με μέγεθος, σχήμα και τελικό χρώμα που ποικίλει ανάλογα με τον γενότυπο. Πιο συγκεκριμένα, το τελικό χρώμα του καρπού είναι συνήθως κόκκινο (σε ορισμένους γενότυπους είναι πορτοκαλί, κίτρινο, κιτρινοπράσινο ή ακόμη και μωβ), ενώ το σχήμα ποικίλει από επίμηκες ή κωνικό ως σφαιροειδές, καθώς και διάφορους συνδυασμούς των προηγούμενων σχημάτων. Επίσης, ο καρπός των καυτερών ποικιλιών αποτελείται από 2-3 καρπόφυλλα και των γλυκών τύπου καμπάνας από 3-5. Γενικά το φυτό της πιπεριάς είναι πολύ παραγωγικό δεδομένου ότι η ανθοφορία του είναι συνεχής, εφόσον συγκομίζονται διαδοχικά οι ώριμοι καρποί. Αφού γονιμοποιηθούν ορισμένα άνθη και αρχίσει η ανάπτυξη των καρπών, απορρίπτονται τα υπόλοιπα άνθη και όταν συγκομιστούν οι καρποί ακολουθεί ένα νέο κύμα ανθοφορίας, καρπόδεσης και ανάπτυξης των νέων καρπών. Αυτή η διαδοχή ανθοφορίας-καρποφορίας-ανάπτυξης-συγκομιδής μπορεί να συνεχίζεται για πολλές εβδομάδες μέχρι να νεκρωθεί το φυτό λόγω δυσμενών συνθηκών περιβάλλοντος (Ντόγρας 2001).

### 1.1.4. Απαιτήσεις σε κλίμα

Η καλλιέργεια της πιπεριάς είναι αποδοτική μόνο σε περιβάλλον με ήπιο κλίμα δεδομένου ότι πρόκειται για φυτό ευπαθές στο ψύχος, καθώς η ανάπτυξη της είναι φτωχή στο εύρος θερμοκρασίας 5-15 °C ( Bosland P. W. and Votana E. J., 2000). Σύμφωνα με των Bakker J. C, 1989, η ανάπτυξη της πιπεριάς κατά το βλαστικό στάδιο είναι καλύτερη σε θερμοκρασία ημέρας 25-27 °C και νύχτας 18-20 °C (WienH. C, 1997). Επίσης, θερμοκρασία ημέρας μικρότερη από αυτή της νύχτας αλλά και θερμοκρασία νύχτας στο επίπεδο κάτω των 12 °C, είναι εξίσου επιζήμιες



στην βλαστική αύξηση. Ακόμη οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά την ανάπτυξη του φυτού μειώνουν το παραγωγικό δυναμικό, αφού έχουμε αύξηση του ειδικού βάρους των φύλλων και μείωση της αναλογίας της φυλλικής επιφάνειας προς το συνολικό ξηρό βάρος του φυτού (Wien, H. C, 1997).

Η ανάπτυξη των ανθικών καταβολών στην πιπεριά φαίνεται ότι επηρεάζεται πολύ λίγο από το μήκος ημέρας και συμβαίνει τον ίδιο χρόνο σε φυτά που μεγαλώνουν κάτω από φωτοπεριόδους 7-15 ώρες (Wien, H. C, 1997). Όταν η θερμοκρασία νύχτας ξεπερνά τους 20 °C η καρπόδεση είναι φτωχή. Σε θερμοκρασίες κάτω από 15-16 °C και πάνω από 30-32 °C είτε δεν γονιμοποιούνται τα άνθη, συνήθως λόγω έλλειψης γόνιμης γύρης οπότε παρατηρείται ανθόπτωση, είτε απορρίπτονται οι νεαροί καρποί λόγω θερμικής καταπόνησης του φυτού (Ντόγρας 2001). Ωστόσο η πιπεριά έχει την ικανότητα να δένει καρπούς παρθενοκαρπικά, ιδιαίτερα κάτω από χαμηλές θερμοκρασίες (12-15 °C θερμοκρασία νύχτας) (Wien, H. C, 1997).

Άριστες θερμοκρασίες για επικονίαση και γονιμοποίηση είναι οι 20-25 °C. Σε χαμηλές θερμοκρασίες υποβαθμίζεται η γεύση και το χρώμα των παραγόμενων καρπών. Σύμφωνα με ορισμένα πειραματικά δεδομένα, οι άριστες θερμοκρασίες για τη σύνθεση των ερυθρών χρωστικών είναι 18-24 °C, ενώ σε θερμοκρασίες κάτω από 12 °C περίπου, σταματά η σύνθεση χρωστικών ουσιών (Ντόγρας, 2001).

Η θερμοκρασία ανάπτυξης του φυτού κατά τη διάρκεια της περιόδου πριν την άνθηση, μπορεί να επηρεάσει το σχήμα του καρπού. Αν τα φυτά πιπεριάς αναπτύσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες (8-10 °C) πριν την άνθηση, τότε η ωοθήκη του άνθους τείνει να γίνει μεγαλύτερη και πλατύτερη από την αντίστοιχη των φυτών που αναπτύσσονται κάτω από υψηλότερες θερμοκρασίες (18-20 °C). Επίσης οι καρποί έχουν μεγαλύτερες αναλογίες μήκους/πλάτους, χωρίς ωστόσο να συντελούν και σε μεγαλύτερους καρπούς κατά την ωρίμανση (Wien, H. C, 1997).

Ακόμη, οι συνθήκες μετά την άνθηση παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των καρπών πιπεριάς. Ένας καθοριστικός παράγοντας είναι το ποσοστό δημιουργίας σπόρων. Ο Rylski I., 1973 βρήκε μια γραμμική συσχέτιση ανάμεσα

στον αριθμό των σπόρων ανά καρπό και του τελικού μεγέθους του καρπού. Συνθήκες που επηρεάζουν αρνητικά την ανάπτυξη των καρπών, μπορούν επίσης να μειώσουν το τελικό μέγεθος των καρπών. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των καρπών ανά φυτό, το μέγεθος των μεμονωμένων καρπών τείνει να είναι μικρότερο. Αντίθετα, περιορίζοντας την καρπόδεση επιτρέπουμε στο φυτό να αναπτύξει τους εναπομείναντες καρπούς σε μεγαλύτερο μέγεθος (Rylski I. and M. Spigelman, 1986). Όμως, η επιλογή γενοτύπων πιπεριάς με μεγάλους καρπούς έχει πιθανόν συντελέσει στη δημιουργία ποικιλιών που είναι ευαίσθητες στην πτώση ανθοφόρων οφθαλμών, καθώς και ανθέων.

### **1.1.5. Απαιτήσεις σε έδαφος**

Η πιπεριά ευδοκιμεί σε ελαφρά (αμμοπηλώδη ή και πηλώδη) εδάφη, πλούσια σε οργανική ουσία με pH: 5,5-6,8. Τα αργιλώδη εδάφη είναι ακατάλληλα. Σε εδάφη με χαμηλή γονιμότητα, η ποιότητα των παραγομένων καρπών είναι υποβαθμισμένη, ιδιαίτερα όσον αφορά το χρώμα. Η ανάπτυξη του φυτού είναι φτωχή σε αλατούχα εδάφη, καθώς και σε εκείνα με ανεπαρκή στράγγιση.

### **1.1.6. Αρδευτικές ανάγκες**

Η πιπεριά είναι φυτό ευαίσθητο στην έλλειψη υγρασίας, με την περίοδο της ανθοφορίας να θεωρείται ως η περισσότερο κρίσιμη (Bruce et. al., 1980). Ειδικότερα η πιπεριά τύπου καμπάνας, είναι ένα από τα πιο ευαίσθητα λαχανοκομικά είδη στην υδατική καταπόνηση, λόγω της ευρείας διαπνευστικής φυλλικής επιφάνειας και της υψηλής στοματικής αγωγιμότητας της (Alvino et. al, 1994). Κατά την διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης, απαιτείται η εφαρμογή επαρκούς ποσότητας νερού, ώστε να επιτύχουμε υψηλή απόδοση (Doorenbos J. and Kassam A. H, 1986). Κάτω από συνθήκες υδατικού στρες τα φυτά της πιπεριάς μειώνουν το υδατικό δυναμικό των φύλλων, τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας (EAI) και την ποσότητα του φωτός που δεσμεύεται από την φυλλοστιβάδα (Alvino et. al, 1994).

Η ποσότητα του νερού και η συχνότητα ποτίσματος δεν μπορεί να υπαγορευτεί επακριβώς, γιατί επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως το κλίμα, η εποχή, η δομή και η υδατοχωρητικότητα του εδάφους, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού κ.ο.κ. Σαν γενικός κανόνας θα μπορούσε να λεχθεί ότι το έδαφος θα πρέπει να φτάνει στην πλήρη υδατοϊκανότητα μετά από κάθε πότισμα και να ξηραίνεται λίγο πριν από την επόμενη εφαρμογή (50 % της υδατοϊκανότητας). Με τον τρόπο αυτό ενθαρρύνεται το ριζικό σύστημα να επεκταθεί και να αναζητήσει νερό.

Οι συχνές και ελαφρές αρδεύσεις είναι καλύτερες σε σχέση με τις αραιές και με μεγαλύτερη ποσότητα νερού αρδεύσεις, λόγω του επιπόλαιου ριζικού συστήματος της πιπεριάς. Για το λόγο αυτό η στάγδην άρδευση είναι μια μέθοδος που έχει μεγάλη αποδοτικότητα στην παραγωγή πιπεριάς.

Έχει υπολογιστεί πως οι συνολικές ανάγκες μιας καλλιέργειας πιπεριάς σε νερό κυμαίνονται από 500 - 600mm, ανάλογα με τις συνθήκες περιβάλλοντος και το γενότυπο (Ντόγρας 2001). Σύμφωνα με τους (Parachistodoulou et.al.), οι ανάγκες σε νερό μιας καλλιέργειας πιπεριάς που ποτίζεται με τη μέθοδο της στάγδην ανέρχεται στα 556 π" /στρ. (Ολύμπιος, 2001).

#### **1.1.6.1. Ρόλος του νερού στα φυτά**

Το νερό είναι βασικό συστατικό των φυτικών ιστών. Η σημασία του νερού για τους ζωντανούς οργανισμούς συμπεραίνεται από την περιεκτικότητα του φυτικού βλαστικού σώματος, που κυμαίνεται κατά μέσο όρο στο 75-85 % του νεπού τους βάρους. Από την περιεκτικότητα σε νερό εξαρτάται η φυσιολογική λειτουργική δράση του φυτού, αφού μείωση της περιεκτικότητας σε νερό μειώνει και την ένταση των λειτουργικών δράσεων. Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι έντονος μεταβολισμός και συνεπώς ταχεία αύξηση παρατηρείται μόνο στα φυτικά τμήματα με αυξημένη περιεκτικότητα νερού, ενώ σε αντίθετη περίπτωση η αύξηση επηρεάζεται δυσμενώς, αφού η φωτοσυνθετική δραστηριότητα, ο πολλαπλασιασμός και η επιμήκυνση των κυττάρων επιβραδύνεται σημαντικά (Καράταγλης, 1995).



### 1.1.6.2. Η οικονομική σημασία του νερού

Η χρήση του νερού για άρδευση των καλλιεργειών, έχει αναφερθεί ως δραστηριότητα των ανθρώπων από την άνθηση των πρώτων πολιτισμών. Για παράδειγμα, στη Μεσοποταμία υπάρχουν ενδείξεις για αρδευόμενες καλλιέργειες από το 4000 π.Χ., με κύρια μέθοδο την επιφανειακή (Isaya V. Sijali, 2001). Στη σύγχρονη εποχή, η άρδευση γνώρισε τεράστια εξάπλωση από τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα και μετά και συνέβαλε στην αλματώδη αύξηση της γεωργικής παραγωγής που ήταν αναγκαία για την κάλυψη των διατροφικών και όχι μόνο, αναγκών του ραγδαία αυξανόμενου πληθυσμού της γης. Η μεγάλη αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων στο πρόσφατο παρελθόν, η οποία συνεχίζεται και σήμερα με βραδύτερους ρυθμούς, ασκεί ισχυρότατη πίεση πάνω στους διαθέσιμους υδατικούς πόρους, επίγειους και υπόγειους. Η πίεση αυτή γίνεται μεγαλύτερη εξαιτίας της παράλληλης αύξησης στη ζήτηση για οικιακή και βιομηχανική χρήση. Τη συντριπτική πλειοψηφία στη χρήση νερού κατέχει η γεωργία, η οποία ανέρχεται περίπου στο 70 % της συνολικής ποσότητας νερού που χρησιμοποιείται στον πλανήτη μας ([www.fao.com](http://www.fao.com)). Το πρόβλημα εμφανίζεται περισσότερο οξυμένο σε ορισμένες περιοχές, λόγω της γεωγραφικής ανισοκατανομής των υδατικών πόρων.

Τη μεγαλύτερη πίεση έχουν δεχτεί οι υπόγειοι υδατικοί πόροι, στους οποίους η άντληση νερού γίνεται με εντονότερους ρυθμούς από αυτούς της επαναπλήρωσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη βαθμιαία συρρίκνωση και σε πολλές περιπτώσεις, την παντελή καταστροφή τους.

Απ' την άλλη, οι κλιματικές αλλαγές που συμβαίνουν σε παγκόσμιο επίπεδο, όπως η αύξηση του μέσου επιπέδου θερμοκρασίας, έχουν ως συνέπεια την ερημοποίηση πολλών περιοχών. Η ερημοποίηση, η οποία είναι μια κρίσιμη πρόκληση που αντιμετωπίζουν σήμερα πολλοί λαοί, συντελείται κυρίως στις άνυδρες περιοχές του πλανήτη, με αποτέλεσμα ο πληθυσμός τεράστιων εκτάσεων να απειλείται με λιμοκτονία. (Don Sitton, 2000)

Η ολόενα και μειωμένη διαθεσιμότητα του νερού, είναι υπόθεση τόσο των αναπτυγμένων όσο και των αναπτυσσόμενων κρατών, ενώ μέσα από συνεργασία και κοινό προγραμματισμό μπορεί να επιτευχθεί η σωστή διαχείριση του, με εισαγωγή νέων βελτιωμένων αγροτεχνολογικών μεθόδων που θα στοχεύουν στην μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας του αρδευτικού νερού.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε πως η σημερινή κατάσταση επιτάσσει την αναθεώρηση κάποιων κρατούντων αντιλήψεων, όσον αφορά την γεωργική παραγωγή και την μετάβαση από την αρχή της μεγιστοποίησης της παραγωγής ανά μονάδα επιφανείας γης, σε αυτή της βελτιστοποίησης της παραγωγής ανά μονάδα διαθέσιμου νερού.

### **1.1.6.3. Άρδευση των φυτών**

Μέθοδος άρδευσης είναι ο τρόπος με τον οποίο το νερό εφαρμόζεται στο χωράφι. Γενικά, οι μέθοδοι άρδευσης μπορούν να διακριθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες: τις επιφανειακές μεθόδους, τις μεθόδους καταιονισμού και τη στάγδην άρδευση. Μια μέθοδος άρδευσης θεωρείται επιτυχής όταν αποθηκεύει στο χωράφι τόσο νερό όσο είναι αυτό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα φυτά για την κάλυψη των αναγκών της εξατμισοδιαπνοής, ενώ ταυτόχρονα περιορίζει στο ελάχιστο τις απώλειες από επιφανειακή απορροή και βαθιά διήθηση. Προϋπόθεση για την επίτευξη του σκοπού αυτού είναι το νερό να εφαρμοστεί ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνεια του χωραφιού και να παραμείνει επί τόσο χρόνο, όσο χρειάζεται για την αποθήκευση του κατά περίπτωση απαιτούμενου νερού (Παπαζαφειρίου Ζ. Γ., 1999).

Η αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού (Water Use Efficiency-WUE) είναι η αναλογία της ποσότητας του νερού που προσλαμβάνεται από το φυτό προς τη συνολική ποσότητα η οποία εφαρμόστηκε. Μελέτες έχουν δείξει πως η WUE της επιφανειακής άρδευσης είναι 45 % και της άρδευσης με καταιονισμό 75 %, ενώ η αντίστοιχη της στάγδην άρδευσης είναι περίπου 95 % (Dov Sitton, 2000).

Συνεπώς η άρδευση με σταγόνες έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις άλλες μεθόδους και εκτός των άλλων είναι σημαντικά ανώτερη όσον αφορά την εξοικονόμηση νερού, ιδίως κάτω από συνθήκες περιορισμένης προμήθειας σε νερό.

### **1.1.7. Σποροπαραγωγή της πιπεριάς**

Οι πιπεριές που καλλιεργούνται για παραγωγή σπόρου πρακτικά διαχειρίζονται με τον ίδιο τρόπο όπως αυτές για παραγωγή νωπών καρπών (Desai, Kotecha and Salunkhe, 1997).

Η καλύτερη χρονική περίοδος για συγκομιδή καρπών που προορίζονται για παραγωγή σπόρου είναι οι 50-60 ημέρες μετά τη μεταφύτευση, όταν οι καρποί είναι στο στάδιο ωρίμανσης (μεταβολή του σε βαθύ κόκκινο χρώμα). Η πρόωμη συγκομιδή ανώριμων καρπών επιδρά στην βλαστικότητα των σπόρων, η οποία μπορεί να είναι μικρότερη από 10 %. Ο Doijode έδειξε ότι οι σπόροι που συγκομίστηκαν από ώριμους καρπούς είχαν υψηλή ικανότητα βλάστησης και μεγαλύτερη ζωνρότητα των σπορόφυτων (Desai, Kotecha and Salunkhe, 1997).

Γενικά, οι καυτερές ποικιλίες πιπεριάς έχουν υψηλότερη απόδοση σε σπόρο από ότι οι γλυκιές. Μια ικανοποιητική παραγωγή σπόρων κυμαίνεται από 10 ως 20 kg/στρ. Ένα κιλό καρπών καυτερής πιπεριάς παράγει 25-100 g σπόρων, ενώ 1 κιλό καρπών γλυκιάς πιπεριάς (οι οποίοι είναι και μεγαλύτεροι από τους αντίστοιχους της καυτερής) μπορεί να δώσει 5-50 g σπόρων. Επίσης, το βάρος 1000 σπόρων των καυτερών και γλυκών ποικιλιών είναι 3,5 και 5 g αντίστοιχα (Raymond, 1999).

## 1.2. Σκοπός της διατριβής

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης των τριών μεταχειρίσεων αλατότητας του νερού της άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγικότητα της πιπεριάς, καθώς και την επίδραση των τριών μεταχειρίσεων στην σποροπαραγωγή της πιπεριάς.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1. Ηλεκτρική αγωγιμότητα – αλάτωση

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού αναφέρεται στην ικανότητά του να μεταφέρει - άγει ηλεκτρικά φορτία. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, από τη συγκέντρωσή τους, την ευκινησία, το σθένος και τη θερμοκρασία (Γράβας 2004). Τα φυτά δεν μπορούν να απορροφήσουν εύκολα νερό από υψηλής αγωγιμότητας διαλύματα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα EC μετράται σε μονάδες mS/cm ( $1 \text{ mS/cm} = 1 \text{ mmhos/cm}$ ) (Αναστασίου και Παπαγεωργίου 1999).

Η αλατότητα είναι η μέτρηση της διαλυμένης ποσότητας αλάτων στο νερό και συνήθως υπολογίζεται σε μέρη επί της χιλίους (ppt) ή ως συνολικά διαλυμένα στερεά (TDS). Τα TDS είναι το συνολικό βάρος διαλυμένων αλάτων ως προς το ολικό βάρος του διαλύματος ( $1 \text{ ppm} = 1 \text{ χιλιοστόγραμμο/λίτρο}$  και  $1 \text{ ppt} = 1 \text{ γραμμάριο/λίτρο}$ ).

Πολύ συχνά η αλατότητα υπολογίζεται από την αγωγιμότητα του διαλύματος. Κατά γενικό κανόνα όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση αλάτων του διαλύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα του να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.

Για πρακτικούς λόγους μπορούμε να υπολογίσουμε τη συγκέντρωση των αλάτων στο έδαφος, αν πολλαπλασιάσουμε την EC ( $\text{dSm}^{-1}$ ) με το 10.

$$C_{\text{αλάτων}} = 10 \times \text{EC}$$

όπου  $C_{\text{αλάτων}}$  = η συγκέντρωση των αλάτων στο έδαφος σε  $\text{meq/L}$   
και  $\text{EC}$  = η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε  $\text{dSm}^{-1}$ .

Το  $\text{dSm}^{-1}$  εκφράζεται και ως  $\text{mmhos cm}^{-1}$ . Αν υποθέσουμε ότι η EC ενός εδάφους είναι  $5 \text{ dSm}^{-1}$  ή  $5 \text{ mmhos.cm}^{-1}$ , τότε η συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων είναι περίπου ισοδύναμη με  $50 \text{ meq/L}$  (Μήτσιος 1996).

Η αύξηση της αλατότητας στο εδαφικό διάλυμα οπωσδήποτε μεταβάλλει την ωσμωτική πίεση του διαλύματος, πράγμα που επιδρά επιβραδυντικά στην αύξηση των φυτών. Οπωσδήποτε όμως, διάφορα είδη φυτών δείχνουν διαφορετική ευαισθησία σε συγκεκριμένα κατιόντα και ανιόντα. Από πάρα πολλά πειράματα που έχουν γίνει σε φυτά θερμοκηπίου είναι γνωστά τα εξής:

α) Τα φυτά, ανάλογα με την επίδραση που έχει η εδαφική αλατότητα στην παραγωγή τους, είναι δυνατό να χωριστούν σε ευαίσθητα, μέσης ευαισθησίας και ανεκτικά.

β) Διάφορα μέρη του φυτού συχνά δείχνουν διαφορετική ευαισθησία, π.χ στο αγγούρι η βλαστική ανάπτυξη (δηλ. αρχικό στέλεχος και φύλλα) είναι αρκετά ανεκτική, ενώ η ανάπτυξη ανθέων είναι πάρα πολύ ευαίσθητη (το αγγούρι θεωρείται ευαίσθητο φυτό, γιατί οι καρποί είναι « σκοπός» της καλλιέργειας του).

γ) Στις περιπτώσεις που άλλοι εδαφικοί ή κλιματικοί παράγοντες είναι περιορισμένοι, η επίδραση της αλατότητας του εδάφους είναι μικρότερη.

δ) Αν χωρίσουμε την περίοδο ανάπτυξης των φυτών σε τρία ίσα στάδια, τότε μια συγκεκριμένη αλατότητα στο έδαφος στο πρώτο στάδιο έχει το ίδιο αποτέλεσμα, όπως τρεις φορές την ίδια αλατότητα στο τελευταίο στάδιο.

ε) Το βάθος του ριζικού συστήματος παίζει σπουδαίο ρόλο, γιατί μια συγκεκριμένη ποσότητα διαπνεόμενου νερού, μικρότερο ριζικό σύστημα σημαίνει γρηγορότερη αύξηση της αλατότητας στη συγκεκριμένη ζώνη εδάφους που βρίσκονται οι ρίζες. Όλα τα πειράματα έδειξαν ότι όσο αυξάνει το μέγεθος του ριζικού συστήματος, αυξάνει και η ανεκτικότητα στα άλατα (Μαυρογιαννόπουλος 2005).



Όταν η αγωγιμότητα αυξηθεί στο υπόστρωμα, όπως συμβαίνει σε συνθήκες έντονης διαπνοής, είναι απαραίτητο να αυξηθεί η συχνότητα άρδευσης αυξάνοντας παράλληλα και το χρόνο άρδευσης. Πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ της ποσότητας νερού που χρειάζεται το φυτό και της επιπλέον που απορρέει, έτσι ώστε να αποφευχθούν προβλήματα στο φυτό λόγω αυξημένης αγωγιμότητας αλλά και για να αποφευχθούν συνθήκες καταπόνησης στα φυτά λόγω μεγάλης περισσειας ή έλλειψης νερού στο ριζικό τους σύστημα (Hochmuth & Hochmuth 1996).

Η υψηλή αγωγιμότητα σε ένα υπόστρωμα προκαλεί τοξικά φαινόμενα που οδηγούν σε βλάβη στη ρίζα και μείωση της απορρόφησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων στο φυτό. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να προκαλέσει χλώρωση (κιτρίνισμα), μάρανση, κάψιμο των φύλλων ή αργή ανάπτυξη. Στην αρχή της

καλλιέργειας (όταν τα φυτά είναι μικρά) είναι επιθυμητή η χαμηλή αγωγιμότητα.

Όταν η αγωγιμότητα αυξηθεί στο υπόστρωμα, όπως συμβαίνει σε συνθήκες έντονης διαπνοής, είναι απαραίτητο να γίνεται έκπλυση με καθαρό νερό, προκειμένου να μειωθεί η αλατότητα. Η έκπλυση πολλές φορές υιοθετείται και προληπτικά αλλά πρέπει να γίνεται με προσοχή να μη διαταραχθεί η ισορροπία των φυτών σε κάποια κρίσιμη φάση. Αντίστοιχα σύγχρονες κεφαλές υδροπονίας μπορούν να μειώνουν την αγωγιμότητα του διαλύματος αναλογικά προς την ένταση διαπνοής με στόχο να μένει η αγωγιμότητα στο υπόστρωμα σταθερή.

Τα αίτια αύξησης της αγωγιμότητας μπορεί να είναι:

- Υπερλίπανση - η εφαρμογή αρδεύσεων υψηλής συγκέντρωσης προκαλεί την γρήγορη αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Συχνές επεμβάσεις πιο χαμηλής συγκέντρωσης είναι πιο επιθυμητές από την εφαρμογή αραιών επεμβάσεων υψηλής συγκέντρωσης.
- Υπολείμματα λιπασμάτων - στοιχεία όπως νάτριο, χλώριο, θειικά που υπάρχουν σε λιπάσματα, αλλά δεν χρησιμοποιούνται από τα φυτά, μπορεί να συγκεντρωθούν στο υπόστρωμα.
- Ποιότητα του νερού άρδευσης - σε πολλές περιπτώσεις το νερό έχει μεγάλες ποσότητες νατρίου και/ ή χλωρίου οπότε πρέπει να λαμβάνονται διάφορα μέτρα βελτίωσης του νερού, ανάλογα και με την ευαισθησία του καλλιεργούμενου είδους.
- Εφαρμογή άρδευσης χωρίς αποστράγγιση στα ανοικτά συστήματα για λόγους οικονομίας νερού και λιπασμάτων - τα ποτίσματα πρέπει να γίνονται ώστε κάθε φορά να υπάρχει ικανή αποστράγγιση, προκειμένου να μην έχουμε συσσώρευση αλάτων στο υπόστρωμα. Στην περίπτωση της ανακύκλωσης δεν παρουσιάζεται τέτοιος κίνδυνος, αλλά υφίσταται το θέμα της ανανέωσης του διαλύματος (Αναστασίου και Παπαγεωργίου, 1999).

Νερό με μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα και συγκεντρώσεις νατρίου και χλωρίου δε σημαίνει ότι δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αλλά η χρησιμοποίησή του επιβάλλει να απορρίπτονται μεγαλύτερες ποσότητες θρεπτικού διαλύματος με τη στράγγιση και ότι μειώνει σημαντικά την παραγωγή και μάλιστα, πάνω από ένα όριο, όσο αυξάνει η συγκέντρωση των αλάτων, τόσο περισσότερο μειώνεται η παραγωγή (Μαυρογιαννόπουλος, 2006)



Οι Αναστασίου και Παπαγεωργίου (1999), εξέτασαν την επίδραση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στην ποσοτική και ποιοτική απόδοση της τομάτας. Βρέθηκε ότι η αύξηση της αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος αυξάνει την ποιότητα (γεύση και ολικά ανόργανα) αλλά μειώνει την ποσότητα της παραγωγής, ενώ επιπλέον αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης ξηρής κορυφής (Blossom End Rot). Επίσης, απέδειξαν ότι η αύξηση της υγρασίας μειώνει το φαινόμενο της ξηρής κορυφής. Τέλος οι απώλειες σε μέγεθος είναι της τάξης του 2,7% για κάθε αύξηση της αγωγιμότητας κατά μία μονάδα mS/cm, πάνω από την τιμή 2 mS/cm (Αναστασίου και Παπαγεωργίου 1999).

## **2.2. Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη, παραγωγή & ποιότητα οπωροκηπευτικών καλλιέργειων**

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί αρκετά πειράματα σχετικά με την επίδραση της αλατότητας σε παραμέτρους ανάπτυξης οπωροκηπευτικών καλλιεργειών καθώς και στην παραγωγή τους.

Όσον αφορά τις παραμέτρους ανάπτυξης των φυτών Ο Chartzoulakis (1991), οι Chartzoulakis&Loupassaki (1997) και Chartzoulakis & Klapaki (2000) παρατήρησαν ότι παράμετροι όπως το ύψος και η φυλλική επιφάνεια επηρεάστηκαν αρνητικά από την αύξηση της αλατότητας σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες αγγουριού, μελιτζάνας και **πιπεριάς** αντίστοιχα, καθώς επίσης σύμφωνα με τους παραπάνω μελετητές η υψηλή αλατότητα είχε ως αποτέλεσμα να καθυστερήσει το φύτρωμα των προαναφερθέντων καλλιεργειών. Μείωση στο ύψος των φυτών τομάτας με την αύξηση του επιπέδου της ηλεκτρικής αγωγιμότητας παρατηρήθηκε επίσης και από τους Olympio et al. (2003). Οι παραπάνω ερευνητές παρατήρησαν επίσης ότι η αύξηση της αλατότητας πέραν κάποιου ορισμένου ορίου επηρέασε αρνητικά την απόδοση των καρπών, τον αριθμό και το μέγεθός τους. Μείωση του μέσου βάρους ανά καρπό καθώς και της συνολικής παραγωγής παρατηρήθηκε επίσης σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας από τους Al-Harbi et al. (2006) & Elia et al. (1999). Οι Elia et al. (1999) απέδειξαν επίσης ότι η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας επέφερε μια γραμμική μείωση του χλωρού βάρους των φύλλων, του



στελέχους και των καρπών σε καλλιέργεια τομάτας, ενώ δεν παρατήρησαν επίδραση της αλατότητας στο ξηρό βάρος του στελέχους. Μείωση στην εμπορεύσιμη χλωρή απόδοση (fresh-yield production) κατά 5.1% για κάθε αύξηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας κατά ένα  $\text{dS m}^{-1}$  σε καλλιέργεια τομάτας παρατηρήθηκε και από τους Ling et al. (2001), ενώ το περιεχόμενο ξηρό βάρος καρπών ήταν σημαντικά υψηλότερο στην υψηλή EC απ'ότι στο μάρτυρα (4% για κάθε μονάδα EC πάνω από  $\text{dS m}^{-1}$ ). Τέλος, ο Economakis (2000) ότι το χλωρό βάρος του βλαστού σε καλλιέργεια λάχανου δε διέφερε σημαντικά στα διάφορα επίπεδα αλατότητας.

### **2.3. Χρήση χαμηλής ποιότητας νερού στην γεωργία**

Ένα σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η χώρα μας, σε ολόενα αυξανόμενη έκταση είναι η δευτερογενής αλάτωση και αλκαλίωση των εδαφών, λόγω της κακής αποστράγγισης και της κακής ή μέτριας ποιότητας του νερού (υποβαθμισμέν νερό) άρδευσης (Θεριός, 2005).

Η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου πολλών περιοχών της χώρας μας εξαρτάται σε μεγάλη κλίμακα από τη γεωργία, που κατά αξιολογικό ποσοστό είναι αρδευόμενη, ενώ όσο αφορά τις λαχανοκομικές καλλιέργειες, είναι κυρίως αρδευόμενες (με εξαίρεση ελαχίστων περιπτώσεων, π.χ. καλλιέργεια πατάτας στο Οροπέδιο του Ομαλού, Ν. Χανίων). Επομένως η άρδευση καλλιεργειών με υποβαθμισμένης ποιότητας νερό μερικές φορές δημιουργεί προβλήματα αλατότητας.

Στην χώρα μας η οικονομική σημασία και τα προβλήματα από τη συσσώρευση αλάτων στα αρδευόμενα εδάφη δεν έτυχαν της δέουσας προσοχής. Απώλειες, όπως ποιοτική και ποσοτική μείωση της παραγωγής, μπορούν να παρουσιαστούν ακόμη και σε εδάφη με συγκέντρωση αλάτων μικρότερη από την κρίσιμη για μια καλλιέργεια. Αναμένεται ότι ο κίνδυνος από τα άλατα θα αυξηθεί, γιατί η τάση της σύγχρονης Γεωργίας είναι η χρησιμοποίηση όλου του διαθέσιμου νερού και η άρδευση όσο το δυνατό μεγαλύτερης έκτασης. Πολλές φορές οι παραγωγοί χρησιμοποιούν νερό αποστράγγισης (που κατά κανόνα έχει υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων) στις χαμηλότερες και πλησιέστερες προς τη θάλασσα περιοχές, με αποτέλεσμα τη συγκέντρωση σ' αυτές περισσότερων αλάτων. Η συσσώρευση αλάτων στο έδαφος δημιουργεί προβλήματα στον άνθρωπο λόγω των

δυσμενών δράσεων τους στα καλλιεργούμενα φυτά, που κατά πλειονότητα είναι ευπαθή στα άλατα.

Προβλήματα προκύπτουν από την ποικιλομορφία των αλατούχων εδαφών και τις καλλιεργητικές μεθόδους, που συντέλεσαν σε αύξηση της αλατότητας στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές. Τα προβλήματα όμως της δευτερογενούς αλατότητας είναι πιο σοβαρά, γιατί αντιπροσωπεύουν απώλειες εδάφους, που ήταν προηγούμενα παραγωγικά. Τέτοιες απώλειες οφείλονται πρωταρχικά στην άρδευση. Το νερό άρδευσης πολλές φορές είναι κακής ποιότητας. Έτσι η εξατμισοδιαπνοή οδηγεί στη συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος. Επειδή μια τεχνολογική βελτίωση του προβλήματος είναι δύσκολη, εντονότερη ερευνητική προσπάθεια στο μέλλον, πρέπει να κατευθυνθεί κυρίως στη δημιουργία ανθεκτικών στα άλατα γενοτύπων (Θερίος, 2005).

#### **2.4. Προβλήματα αλατότητας στην καλλιέργεια φυτών**

Όταν το νερό άρδευσης περιέχει μέτριες ποσότητες αλάτων, τότε πρέπει να δοθεί σε επαρκή ποσότητα, ώστε να εμποδίσει τη συγκέντρωση τους στο έδαφος και να τα εκπλύνει, σε περιοχές όπου ήδη έχουν συγκεντρωθεί. Η κίνηση των αλάτων στο έδαφος σχετίζεται με την κίνηση του νερού.

Στα αλατούχα εδάφη η ύπαρξη σημαντικών ποσοτήτων διαλυτών αλάτων καθιστά πολύ δύσκολο στα φυτά να προσλάβουν νερό λόγω της αυξημένης οσμωτικής πίεσης (OP) του εδαφικού διαλύματος και της μειωμένης διαπερατότητας των ριζών στο νερό. Κανονικά εδάφη έχουν χαμηλή OP του εδαφικού διαλύματος, ενώ πολύ αλατούχα έχουν OP περίπου - 40atm. Η συγκέντρωση αλάτων σ' αυτή την τιμή OP είναι 0,2-7%, ή 2000-70.000 mg/l. Η υψηλή OP μειώνει την ικανότητα του φυτού να απορροφά νερό και το φυτό υποφέρει από έλλειψη νερού, με συχνά την εμφάνιση συμπτωμάτων μαρασμού. Συμβαίνει δηλαδή κάτι παρόμοιο με ένα ναυαγό που βρίσκεται στον ωκεανό και πεθαίνει από την δίψα. Οι ζημιές από τα άλατα επιτείνονται στα θερμά κλίματα, απ' ότι στα ψυχρά. Αυτό όμως δεν μπορεί να γενικευτεί, γιατί όλα τα φυτά δε συμπεριφέρονται κατά τον ίδιο τρόπο, σε ίδιες κλιματικές συνθήκες.

Επίσης από τα διάφορα άλατα, αυτά που περιέχουν νάτριο (Na) είναι και τα πιο επιβλαβή. Το Na δρα δυσμενώς στη δομή του εδάφους, με αποτέλεσμα ο αερισμός του εδάφους αλλά και η αύξηση των φυτών να μειώνονται. Λιπάσματα που περιέχουν νάτριο όπως το  $\text{NaNO}_3$ , μειώνουν κατά 41-86% τη διαπερατότητα του εδάφους, σε σχέση με 12 λιπάσματα που δεν περιέχουν νάτριο, όταν χορηγηθούν επί σειρά ετών και σε ικανές ποσότητες καθώς και όταν το έδαφος δε περιέχει  $\text{CaCO}_3$  ή  $\text{CaSO}_4$  (Θεριός, 2005).

## 2.5 Επίδραση αλατότητας στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών

Η αλατότητα επηρεάζει την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών. Πειράματα δείχνουν τα βλαβερά αποτελέσματα της αλατότητας στο φυτόωμα σπόρων (πιπεριά, τομάτα κ.α) (Miyamoto et al., 2004). Κάτω από συνθήκες αλατότητας το φυτόωμα επιβραδύνεται, η αύξηση μειώνεται και δημιουργούνται νάνα φυτά (π.χ. φακή από τους Sidari et al., 2007).

Τα φυτά είναι περισσότερο ευαίσθητα στην αλατότητα του εδάφους κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων αύξησης, απ' ό,τι αργότερα, επειδή δε γίνεται οσμωτική εξισορρόπηση. Κάτω από συνθήκες αλατότητας η ταχύτητα κινητοποίησης των αποθησαυριστικών ουσιών μειώνεται σημαντικά. Έτσι, όταν η περιεκτικότητα του εδάφους σε άλατα είναι χαμηλή, τότε επιταχύνεται η αύξηση των φυτών σε ύψος, η επιμήκυνση των ριζών και η δημιουργία πλάγιων ριζών. Όταν το περιεχόμενο του εδάφους σε άλατα φθάσει το 0,8% τότε η αύξηση και ανάπτυξη των φυτών επιβραδύνεται.

Στα αλατούχα εδάφη η αύξηση σταματά στο χρονικό διάστημα μεταξύ δύο αρδεύσεων και ξαναρχίζει αμέσως μετά από άρδευση (λόγω καλύτερης εξισορρόπησης της οσμωτικής πίεσης). Φαίνεται ότι κάτω από συνθήκες αλατότητας το φυτό εισέρχεται σε κατάσταση αδράνειας, που εκφράζεται με ελάττωση της ταχύτητας αύξησης. Η είσοδος των φυτών σε κατάσταση αδράνειας χαρακτηρίζεται από αλλαγή των ιδιοτήτων του πρωτοπλάσματος. Αποτέλεσμα αυτών των μεταβολών είναι ο διαχωρισμός του πρωτοπλάσματος από τα κυτταρικά τοιχώματα (πλασμόλυση). Πολλές φορές ο διαχωρισμός αυτός είναι μη

αντιστρεπτός. Τα φυτά που καλλιεργούνται κάτω από αλατότητα ιόντων χλωρίου εισέρχονται σε βαθύτερη κατάσταση αδράνειας, σε σχέση με αυτά που καλλιεργούνται κάτω από αλατότητα θεικών ιόντων. Έτσι ο ρυθμός αύξησης και χρησιμοποίησης των θρεπτικών στοιχείων επιβραδύνεται περισσότερο σε φυτά που υφίστανται την επίδραση χλωριούχων ιόντων. Με την αποκατάσταση κανονικών συνθηκών 13 τα φυτά αξιοποιούν πιο γρήγορα τα θρεπτικά στοιχεία που δεν χρησιμοποιήθηκαν προηγουμένως και αυξάνονται ταχύτερα.

Το ενδιαφέρον για την αντοχή στα άλατα των φυτών οικονομικής σημασίας αυξάνεται, όσο περισσότερα αλατούχα εδάφη φέρονται στην καλλιέργεια και όσο τα νερά που χρησιμοποιούνται για άρδευση προσθέτουν αθροιστικά στην αλατότητα των καλλιεργούμενων εδαφών. Η έρευνα που σχετίζεται με την επιβίωση και αύξηση των φυτών που καλλιεργούνται σε εδάφη με πολλά υδατοδιαλυτά άλατα, έχει πολλά άλυτα προβλήματα (Θεριός, 2005).

## **2.6 Μηχανισμοί αντοχής/επίδρασης στην αλατότητα**

Η ρύθμιση του προγράμματος άρδευσης βοηθά, χωρίς όμως να εκμηδενίζει το πρόβλημα της αλατότητας. Συνεπώς, χρειάζεται η ανεύρεση και αξιολόγηση ανθεκτικών φυτών στα άλατα. Τα μακροσκοπικά συμπτώματα, καθώς και η περιεκτικότητα των φύλλων σε άλατα δεν είναι αξιόπιστος οδηγός της αντοχής στα άλατα. Γενικά είναι δύσκολο να επινοηθούν μηχανισμοί αντοχής με βάση βιοχημικές και φυσιολογικές μετρήσεις, γιατί καμία φυσιολογική παράμετρος μόνη της δεν συσχετίζεται άμεσα με την αντοχή στα άλατα. Παρά το γεγονός αυτό έγινε κάποια πρόοδος σε μερικά είδη. Τέτοια κριτήρια είναι η καταστροφή της χλωροφύλλης και η συγκέντρωση Cl<sup>-</sup> σε φύλλα εσπεριδοειδών.

Ο βαθμός ζημιάς στα φύλλα ροδακινιάς συσχετίζεται με τη συγκέντρωση σ' αυτά του χλωρίου. Επίσης ορισμένοι ερευνητές βρήκαν καλή συσχέτιση μεταξύ της αλατότητας και της συγκέντρωσης στα φύλλα των αμινοξέων προλίνης και γλυκίνης, που πιθανώς βοηθούν στην διατήρηση της οσμωτικής ισορροπίας των κυττάρων. Τα ίδια αμινοξέα μπορεί να είναι αποθησαυριστικές ουσίες, για παροχή αναχθέντος άνθρακα και αζώτου (Θεριός, 2005).

Ένας από τους περισσότερο γνωστούς μηχανισμούς αντοχής των φυτών στην ξηρασία και άλλες ακραίες συνθήκες είναι η συγκέντρωση μικρού μοριακού βάρους οργανικών ενώσεων ευδιάλυτων, όπως η προλίνη, η βεταΐνη, η σακχαρόζη, και η σορβιτόλη. Ο ρόλος αυτών των ενώσεων είναι πολύ ενδιαφέρον, γιατί οι συγκεντρώσεις αυτών των ενώσεων ανέρχονται σε 0,1-0,3 M ή περισσότερο. Άλλα φυσιολογικά χαρακτηριστικά που επηρεάζονται με την αλατότητα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μηχανισμοί αντοχής για την αξιολόγηση των φυτών στα άλατα είναι:

1. Αύξηση της αντίστασης των στοματίων στη μεταφορά του CO<sub>2</sub>
2. Μείωση της διαπνοής
3. Μείωση της σύνθεσης κυτοκινικών, που σχετίζονται άμεσα με την σύνθεση πρωτεΐνης
4. Μείωση της δράσης των ενζύμων του μεταβολισμού του αζώτου
5. Αύξηση της δράσης του ενζύμου ATPάση

Οι παραπάνω μηχανισμοί είναι βραδείες. Ταχύτεροι μέθοδοι είναι οι εξής:

1. Πλασμολυτική μεθοδος
2. Χρώση ιστών με χλωριούχο τετραζόλιο (2,3,5 tripheny-tetrazolium Chloride ή TTC ).
3. Μέτρηση της ταχύτητας φύτρωσης σπερμάτων

## 2.7 Επίδραση αλατότητας στην αγωγιμότητα των στομάτων

Η μείωση της στοματικής αγωγιμότητας των φυτών που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες αλατότητας οφείλεται τόσο στην οσμωτική επίδραση όσο και στην τοξική επίδραση του Na<sup>+</sup>, όπως φαίνεται και από τη γραμμική συσχέτιση μεταξύ περιεκτικότητας Na<sup>+</sup> και αφομοίωσης CO<sub>2</sub>, που αποδεικνύει την επίδραση του ιόντος στην μείωση της στοματικής αγωγιμότητας (Plaut, 1995).

Τα στόματα είναι ευαίσθητα στην υδατική κατάσταση του φύλλου, με τάση να κλείνουν με μείωση του υδατικού δυναμικού των φύλλων (Jarvis 1980; Ludlow 1980). Η αντίσταση τους εξαρτάται από τον αριθμό των στομάτων ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας και από τη μορφολογία του στοματικού πόρου. Η μεταβολή του

στοματικού ανοίγματος που επιτυγχάνεται από τη μεταβολή της σπαργής των καταφρακτικών κυττάρων, προκαλεί το κλείσιμο των στομάτων, που είναι η βασική αντίδραση του φυτού στο υδατικό έλλειμμα (Βενέτη, 2005).

Γενικά είναι παραδεκτό ότι στα περισσότερα φυτά η αγωγιμότητα των στομάτων δεν επηρεάζεται από τη μείωση του υδατικού δυναμικού των φύλλων μέχρι μίας οριακής τιμής, πέρα της οποίας η αγωγιμότητα των στομάτων μειώνεται γρήγορα (Turner, 1974). Η τιμή αυτή είναι χαμηλότερη όταν τα φυτά έχουν υποβληθεί σε υδατική καταπόνηση (Jones and Pawson, 1979).

## **2.8 Επίδραση αλατότητας στην φωτοσύνθεση και διαπνοή**

Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης των γλυκοφύτων μειώνεται με την αύξηση της αλατότητας στη ριζόσφαιρα των φυτών (Ziska et al., 1990; Tattini et al., 1995). Η μείωση της φωτοσύνθεσης αποδίδεται στην επίδραση της αλατότητας σε παράγοντες που έχουν σχέση με την συμπεριφορά των στομάτων ή και σε άλλους παράγοντες (Walker et al., 1981; 1982).

Ο έλεγχος της φωτοσύνθεσης δια μέσου των στομάτων κυριαρχεί, όταν το φυτό δεν μπορεί να ρυθμίσει τις υδατικές του σχέσεις μέσω της οσμωρύθμισης. Αλλά, ακόμα και όταν ευαίσθητα στα άλατα φυτά έχουν μηχανισμό οσμωρύθμισης, τα απορροφούμενα άλατα παρεμβαίνουν στις βιοχημικές διεργασίες (Flowers et al., 1977). Έτσι, η μείωση της φωτοσύνθεσης αποδίδεται σε παράγοντες μη-σχετικούς με τα στόματα (non stomatal factors). Φαίνεται ότι η επίδραση της αλατότητας στη φωτοσύνθεση οφείλεται στην τοξικότητα ιόντων και όχι στην έλλειψη νερού, αφού μεγαλύτερη μείωση της συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> στους μεσοκυττάρους χώρους παρατηρήθηκε με συνθήκες αλατότητας από ότι με υδατική καταπόνηση, παρόλο που το υδατικό δυναμικό των φύλλων ήταν ακριβώς το ίδιο (Plaut, 1995).

Η φωτοσύνθεση και η διαπνοή έχουν διαφορετική εξάρτηση από τη στοματική αγωγιμότητα. Κάτω από σταθερή διαφορά δυναμικού μεταξύ φύλλου-ατμόσφαιρας, η διαπνοή παρουσιάζει γραμμική μεταβολή με τη στοματική αγωγιμότητα, ενώ η φωτοσύνθεση παρουσιάζει σχέση υπερβολής (Βενέτη, 2005). δηλαδή υπό ευνοϊκές συνθήκες φωτισμού, υγρασίας και ήπιας υδατικής



καταπόνησης, η στοματική αγωγιμότητα μπορεί να είναι πολύ μεγάλη και μερικό κλείσιμο των στομάτων θα μειώσει αρχικά τη διαπνοή, με μικρή επίδραση στη φωτοσύνθεση. Σε συνθήκες χαμηλότερης υγρασίας ή αυξημένης έλλειψης νερού, η στοματική αγωγιμότητα θα είναι μικρότερη, και το κλείσιμο των στομάτων από αυτό το σημείο και μετά θα μειώσει το ίδιο τη διαπνοή και τη φωτοσύνθεση.

Το κλείσιμο των στομάτων, χωρίς κάποια αλλαγή στην αντίσταση του μεσόφυλλου, θα πρέπει να μειώσει τη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στους μεσοκυττάριους χώρους (Ci), μέχρι να επιτευχθεί μία νέα κατάσταση ισορροπίας μεταξύ ροής και δέσμευσης του CO<sub>2</sub>. Ωστόσο, σε συνθήκες έλλειψης νερού, η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στους μεσοκυττάριους χώρους συνήθως παραμένει υψηλή, ή τουλάχιστον υψηλότερη από αυτή που αναμένεται από τη μείωση της φωτοσύνθεσης και της στοματικής αγωγιμότητας (Bradford and Hsiao, 1982; Schulze, 1986). Αυτό σημαίνει ότι η αγωγιμότητα του μεσόφυλλου μειώνεται παράλληλα με τη στοματική αγωγιμότητα, όταν μειώνεται η φωτοσύνθεση και συνήθως μεταφράζεται σαν άμεση παρεμπόδιση της φωτοσυνθετικής μηχανής στο επίπεδο των χλωροπλαστών (Βενέτη, 2005).

## **2.9 Επίδραση αλατότητας στην μορφολογία και ανατομία των φύλλων**

Τα φύλλα των φυτών που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες αλατότητας είναι συνήθως παχύτερα, με μεγαλύτερο περιεχόμενο νερού (υδαρή) (Waisel, 1991; Shannon et al., 1994). Αυτή η υδαρότητα αποδίδεται στην οσμωρύθμιση των φυτών, καθώς αυξάνει την εσωτερική επιφάνεια στην οποία γίνεται διάχυση του CO<sub>2</sub> σε σχέση με την επιφάνεια του φύλλου, και μειώνει την εσωτερική αντίσταση του φύλλου στην απορρόφηση του CO<sub>2</sub>. Επίσης η αλατότητα αυξάνει τον αριθμό τριχών, μειώνοντας έτσι την απώλεια νερού μέσω διαπνοής. Η αλατότητα καταστρέφει τις μεμβράνες των κυττάρων και προκαλεί απέκκριση ενώσεων (Hautala et al., 1992). Το Ca<sup>+2</sup> εξουδετερώνει την επίδραση του NaCl, όσο αφορά την εκροή ιόντων (Cramer et al., 1985). Το NaCl προκάλεσε κατάρρευση των κυττάρων του μεσόφυλλου, διάσπαση της εφυμενίδας και των στομάτων, κατάρρευση των κυτταρικών τοιχωμάτων, καταστροφή των χλωροπλαστών

(Kozlowski, 1997).

## 2.10 Κατανομή των αλάτων στα φυτικά μέρη

Κάτω από συνθήκες αλατότητας τα καλλιεργούμενα φυτά αντιδρούν στην υψηλή συγκέντρωση αλάτων με μείωση της απορρόφησης αλάτων. Για να καταστεί δυνατή η επιβίωση των γλυκόφυτων στα αλατούχα εδάφη, πρέπει να απορροφήσουν ποσότητα αλάτων που δεν υπερβαίνει όμως την αντοχή τους, για να αυξήσουν την οσμωτική τους πίεση. Μερικά φυτά αυξάνουν την ΟΡ συγκεντρώνοντας στους ιστούς προϊόντα αφομοίωσης.

Σε υψηλή συγκέντρωση άλατος το πρωτόπλασμα των φυτικών κυττάρων ζημιώνεται και σαν αποτέλεσμα η ενεργητική απορρόφηση των ιόντων μετατρέπεται σε παθητική. Αυτό συνεπάγεται την αύξηση της συγκέντρωσης ορισμένων ιόντων, στα φυτικά όργανα. Φυτά που αναπτύσσονται σε αλατούχα εδάφη, συνήθως υποφέρουν από έλλειψη νερού (φυσιολογική ξηρασία) και θρεπτικών στοιχείων.

Είναι δύσκολο να διαχωριστούν τα οσμωτικά από τα τοξικά αποτελέσματα των αλάτων. Κατά τη διάρκεια της προσαρμογής των φυτών στην αλατότητα οι πρωτεΐνες σχηματίζουν ένα σύμπλοκο με τα ανιόντα και τα κατιόντα στα κύτταρα. Συνέπεια αυτού είναι ότι η διαπερατότητα του πρωτοπλάσματος και η απορρόφηση ιόντων μειώνονται, ο ρυθμός 17 μεταβολισμού επιβραδύνεται και η αντοχή στα άλατα αυξάνεται. Η υψηλότερη ΟΡ του ριζικού συστήματος, σε σχέση με αυτή του εδαφικού διαλύματος, απαιτείται για να διευκολύνεται η απορρόφηση νερού από τα αλατούχα εδάφη (Θεριός, 2005).

Γενικά τα φυτά ως προς την κατανομή των αλάτων στα φυτικά μέρη διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

1. Φυτά που συγκεντρώνουν άλατα στα χυμοτόπια και έτσι αυξάνουν την ΟΡ του κυτταρικού τους χυμού
2. Φυτά που απεκκρίνουν άλατα
3. Φυτά που επιλεκτικά δεν απορροφούν τοξικά άλατα
4. Φυτά που συγκεντρώνουν τα άλατα στις ρίζες ή στο κατώτερο μέρος του



στελέχους

5. Η συγκέντρωση των ανόργανων ιόντων στο κυτόπλασμα (κυρίως στα μεριστωματικά κύτταρα) διατηρείται στο εύρος 100-200 mol m<sup>-3</sup> και το κυτόπλασμα δείχνει μια ισχυρή επιλεκτικότητα για το K<sup>+</sup> σε σχέση με τα ιόντα Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> ή Ca<sup>2+</sup> και των φωσφορικών σε σχέση με τα Cl<sup>-</sup> ή NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

## **2.11. Χρήση υφάλμυρου νερού για της αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών**

Είναι γνωστό ότι τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της υπεράντλησης και της αλόγιστης χρήσης φυτοφαρμάκων σε πολλές περιοχές της Ελλάδας το νερό του υδροφόρου ορίζοντα έχει γίνει υφάλμυρο, έχει δηλαδή πολύ υψηλή αγωγιμότητα και είναι ακατάλληλο για άρδευση ευαίσθητων καλλιεργειών, ενώ σε αρκετές περιοχές έχει επίσης μολυνθεί από χημικά (Θεριός, 2005).

Τα κύρια προβλήματα που συνδέονται με τη χρήση του αλατούχου νερού άρδευσης είναι:

1. Μειωμένη διαθεσιμότητα εδαφικής υγρασίας: Τα άλατα στο εδαφικό διάλυμα κατακρατούν μέρος του νερού προκαλώντας σημαντική μείωση του διαθέσιμου νερού για τα φυτά (οσμωτική επίδραση). Για να προσλάβει νερό από το έδαφος το φυτό θα πρέπει να υπερνικήσει εκτός από το μητρικό δυναμικό (matrix potential) και το οσμωτικό δυναμικό (osmotic potential) λόγω ύπαρξης των αλάτων.

2. Προβλήματα τοξικότητας: Ορισμένα ιόντα (νάτριο, χλώριο, βόριο) απορροφούνται και συσσωρεύονται στους φυτικούς ιστούς προκαλώντας τοξικές επιδράσεις (toxic effect). Τα συμπτώματα τοξικότητας συνήθως εμφανίζονται με ξήρανση της εξωτερικής άκρης του φύλλου, που προχωρεί σταδιακά προς το εσωτερικό μεταξύ των νεύρων του φύλλου, και τελικά προκαλεί πτώση των φύλλων και νέκρωση του βλαστού. Ο βαθμός της ζημιάς εξαρτάται από τον χρόνο της έκθεσης, τη συγκέντρωση των αλάτων, την ευαισθησία της καλλιέργειας και τη κατανάλωση νερού. Τα συμπτώματα τοξικότητας εμφανίζονται στις ευαίσθητες στην αλατότητα καλλιέργειες όταν το Cl στα φύλλα είναι πάνω από 0.30-0.50% (dry weight -d.w.), το Na υπερβαίνει 0,25-0,50% (d.w.) και το βόριο 250-300 mg/kg (d.w.).

3. Τροφοπενίες θρεπτικών στοιχείων: Προκαλούνται από την υπερβολική συγκέντρωση ορισμένων ιόντων ή την παρεμπόδιση απορρόφησης άλλων στοιχείων λόγω ιονικού ανταγωνισμού (περιορισμένο Ca και K, περίσσεια NO<sub>3</sub>).

4. Υποβάθμιση του εδάφους: Η μη ορθολογική χρήση του υφάλμυρου νερού προκαλεί συσσώρευση αλάτων στη ζώνη του ριζικού συστήματος και την επιφάνεια του εδάφους, έτσι το έδαφος γίνεται αλατούχο. Όταν η περιεκτικότητα σε νάτριο είναι σχετικά υψηλή έναντι άλλων κατιόντων (Ca και K, υψηλό SAR) το έδαφος γίνεται αλκαλικό με μείωση της περατότητας και της ταχύτητας διήθησης. Και οι δύο ιδιότητες συνδέονται με τη σταθερότητα της δομής του εδάφους. Τα προβλήματα που προκύπτουν είναι η δημιουργία κρούστας στην επιφάνεια του εδάφους, η μειωμένη διαθεσιμότητα νερού στα φυτά, η μειωμένη ανάπτυξη σποροφύτων, η έλλειψη αερισμού και η ανάπτυξη ασθενειών.

### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1. Εγκατάσταση του πειράματος

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών Π.Θ. που βρίσκεται στο Βελεστίνο του νομού Μαγνησίας. Για την μελέτη χρησιμοποιήθηκε 80 φυτά πιπεριάς τύπου καμπάνας. Τα φυτά φυτεύτηκαν στις 20/3/08 στα πλαστικά δοχεία και ως υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε εμπλουτισμένο τύρφη και περλίτης σε αναλογία 1:1 . Στην αρχή το υπόστρωμα ανακατεύτηκε καλά και μετά γέμισαν όλα τα δοχεία. Στη συνέχεια τα 80 φυτά μεταφυτεύτηκαν στα δοχεία και τοποθετήθηκαν μέσα στο θερμοκήπιο σε τέσσερις μεταχειρίσεις και από 3 επαναλήψεις. Την ημέρα μεταφύτευσης (20/03/08) τα φυτά πότισαν καλά με νερό βρύσης. Την επόμενη εβδομάδα στις (28/3/08) 8<sup>η</sup> ημέρα άρχισε η εφαρμογή των μεταχειρίσεων.

Η μεταχειρίσεις ήταν α) 0 (ο μάρτυρας, το νερό της βρύσης του Βελεστίνου το οποίο είχε 0,565 dS m<sup>-1</sup>), β) 1.5 dS m<sup>-1</sup> , γ) 3.0 dS m<sup>-1</sup> , δ) 4.5 dS m<sup>-1</sup>. Για να φτάσουμε στα 1.5 dS m<sup>-1</sup> διαλύθηκε 85g NaCl του εμπορίου στα 120 λίτρα νερού, για 3.0 dS m<sup>-1</sup> διαλύθηκε 215g NaCl του εμπορίου στα 150 λίτρα νερού και για 4.5 dS m<sup>-1</sup> διαλύθηκε 310g NaCl του εμπορίου στα 150 λίτρα νερού βρύσης που ήταν αρχικά 0.565 dS m<sup>-1</sup>. Τα φυτά στην συνέχεια ποτίστηκαν μια σε δυο ή τρεις ή και σε τέσσερις ημέρες όταν έδειξαν ανάγκη για νερό τα οποία εξαρτάτε από επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Κάθε φυτό ποτιστήκαν με πλαστικό ποτήρι 250ml κάθε φορά (250 ml/φυτό).

Στις αρχές του Μαΐου όταν αυξήθηκε η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και που χάλασε τα ψυκτικά μέσα του θερμοκηπίου είχε κίνδυνος για τα φυτά από ψηλές θερμοκρασίες ,τότε το πείραμα μεταφέρθηκε έξω από το θερμοκήπιο στο ανοιχτό περιβάλλον και παρέμεινε εκεί μέχρι το τέλος .

### **3.2. Καταπολέμηση έχθρων και ασθενειών του πειράματος**

Στην αρχή του πειράματος είχαμε προσβολή από ασθένεια σηψιρριζία-σήψη λαιμού, η αντιμετώπιση της έγινε με κατάλληλο μυκητοκτόνο Zineb με τον περιγραφόμενο τρόπο εφαρμογής επί της συσκευασίας. Στη συνέχεια δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση από ασθένειες και δεν χρειάστηκε άλλος ψεκασμός με χημικά μέσα καταπολέμησης μέχρι τέλος του πειράματος.

### **3.3. Λίπανση του πειράματος**

Στο πείραμα είχαμε ως υπόστρωμα το εμπλουτισμένο τύρφη και περλίτις. Μέχρι το στάδιο άνθησης και καρπόδεσης δεν έγινε καμία λίπανση. Στο στάδιο άνθησης και καρπόδεσης τα φυτά έδειξαν σήμα έλιψεις θρεπτικών στοιχείων και τότε έγινε δυο φορές λίπανση με το νερό ποτίσματος.

Στις 29/5/08 70<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος τα φυτά που βρίσκονται στο στάδιο άνθησης και καρπόδεσης έγινε η πρώτη λίπανση με το νερό ποτίσματος με λίπασμα 20-20-20 με θρεπτικά ιχνοστοιχεία πλήρως υδατοδιαλυτό κατάλληλο για υδρολίπανση και διαφυλλικούς ψεκασμούς με την αναγραφόμενη δόση επί της συσκευασίας. Η δεύτερη έγινε 10 μέρες αργότερα από τη πρώτη δηλ. 80<sup>η</sup> ημέρα μετά από φύτευση με το ίδιο λίπασμα με τον ίδιο τρόπο.

## Αναλυτική Σύνθεση Λιπάσματος

\*Άζωτο ολικό 20%

Άζωτο νιτρικό (N-NO<sub>2</sub>) 4,2%

αμμωνιακό (N-NH<sub>4</sub>) 4%

ουρικό (N-NH<sub>2</sub>) 11%

\*Πεντοξείδιο του Φωσφόρου (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 20%

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> υδατοδιαλυτό 20%

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> διαλυτό σε ουδέτερο κιτρικό αμμώνιο 20%

\*Οξείδιο του καλίου K<sub>2</sub>O

K<sub>2</sub>O Υδατοδιαλυτό 20%

### ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Βόριο (B) Υδατοδιαλυτό

Βορικό Νάτριο 0,01%

Χαλκός (Cu) Υδατοδιαλυτό

Χηλικό σύμπλοκο με EDTA 0.02%

Σίδηρος (Fe) Υδατοδιαλυτό

Χηλικό σύμπλοκο με EDTA 0.035%

Μαγγάνιο (Mn) Υδατοδιαλυτό

Χηλικό σύμπλοκο με EDTA 0.02%

Ψευδάργυρος (Zn) Υδατοδιαλυτό

Χηλικό σύμπλοκο με EDTA 0.006%

### 3.4. Μετρήσεις του πειράματος

Κατά τη διάρκεια του πειράματος έγινε 9 φορές μετρήσεις ύψος των φυτών σε 6 φυτά από κάθε μεταχείριση συνολικά σε 24 φυτά σε κάθε 10<sup>η</sup> ημέρα περίπου. Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε την 21<sup>η</sup> ημέρα και τη τελευταία την 109<sup>η</sup> ημέρα μετά από φύτευση. Επίσης μετρήθηκε αριθμός ανθέων στα ίδια 24 φυτά σε κάθε 5<sup>η</sup> ημέρα περίπου. Η πρώτη μέτρηση έγινε με την εμφάνιση των πρώτων ανθέων την 48<sup>η</sup> ημέρα και τη τελευταία 102<sup>η</sup> ημέρα. Καθώς έγινε και δυο φορές καταστροφικές μετρήσεις.

Η 1<sup>η</sup> καταστροφική μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε την 85<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος (στις 14/6/08). Στη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε 3 φυτά από κάθε μεταχείριση δηλ. συνολικά 12 φυτά. Τα φυτά κόπηκαν από το σημείο λαιμού και μεταφέρθηκαν αμέσως στο εργαστήριο μέσα στη πλαστική σακούλα. Στο εργαστήριο πρώτα μετρήθηκε το χλωρό βάρος του ολόκληρου φυτού. Στη συνέχεια από κάθε φυτό διαχωρίστηκαν το στέλεχος, τα φύλλα και οι καρποί και αφού τοποθετήθηκαν σε ειδικές χάρτινες σακούλες, αμέσως μετρήθηκε το χλωρό βάρος τους. Ακολούθως, οι χάρτινες σακούλες εισήχθησαν στον κλίβανο στους 85 °C, από όπου βγήκαν μετά από 3 ημέρες και μετρήθηκε το ξηρό βάρος τους

Η 2<sup>η</sup> καταστροφική μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε την 98<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος (στις 27/6/08). Στη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε 5 φυτά από κάθε μεταχείριση δηλ. συνολικά 20 φυτά. Τα φυτά κόπηκαν από το σημείο λαιμού και μεταφέρθηκαν αμέσως στο εργαστήριο μέσα στη πλαστική σακούλα. Στο εργαστήριο πρώτα μετρήθηκε το χλωρό βάρος του ολόκληρου φυτού. Στη συνέχεια από κάθε φυτό διαχωρίστηκαν το στέλεχος, τα φύλλα και οι καρποί και αφού τοποθετήθηκαν σε ειδικές χάρτινες σακούλες, αμέσως μετρήθηκε το χλωρό βάρος τους. Ακολούθως, οι χάρτινες σακούλες εισήχθησαν στον κλίβανο στους 85 °C, από όπου βγήκαν μετά από 3 ημέρες και μετρήθηκε το ξηρό βάρος τους.

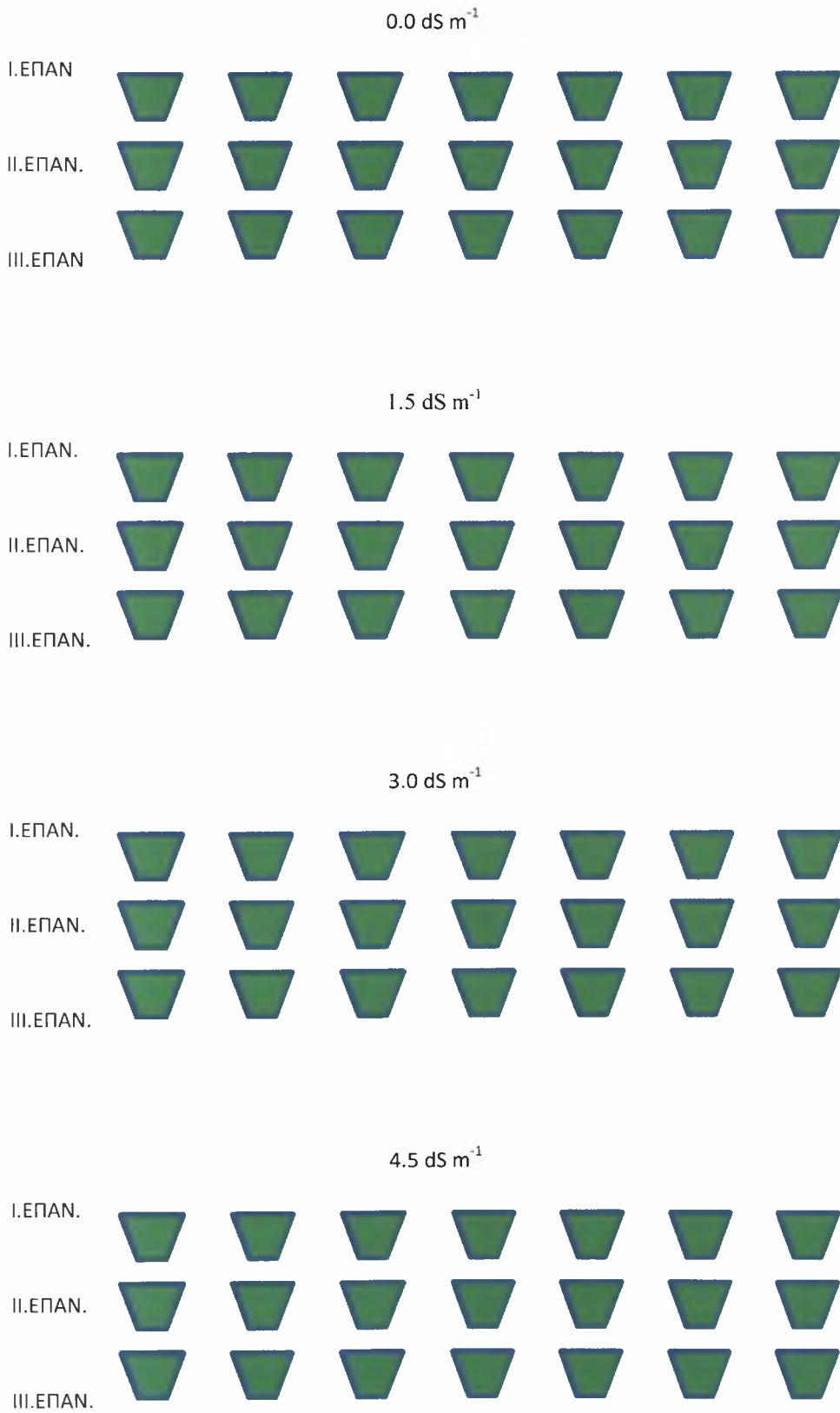
## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 4.1. Μέτρηση ύψος πιπεριάς

Κατά τη διάρκεια του πειράματος έγινε 9 φορές μετρήσεις ύψος πιπεριάς, τα οποία οι μέσοι όροι των δεδομένων αυτών παρουσιάζονται στον πίνακα 3 . Όπως παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα ο μάρτυρας στις πρώτες μετρήσεις δίνοντας μεγαλύτερο αριθμό διαφέρει θετικά σε ύψος από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Ωστόσο μετά την μεταφορά (από μέσα στο θερμοκήπιο, στο κοινό περιβάλλον ) ο μάρτυρας επηρεάστηκε αρνητικά από καινούριο περιβαλλοντικές συνθήκες και άρχισε να διαφέρει το  $1.5 \text{ dS m}^{-1}$  δίνοντας μεγαλύτερο ύψος φυτών από τις άλλες μεταχειρίσεις. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα φυτά δεν επηρεάστηκαν από την αλατότητα του νερού ποτίσματος σε βαθμό  $1.5 \text{ dS m}^{-1}$  ενώ επηρεάστηκαν αρνητικά σημαντικά από την αλατότητα του νερού ποτίσματος σε βαθμό  $3.0 \text{ dS m}^{-1}$  και  $4.5 \text{ dS m}^{-1}$ .

Παρακάτω παρουσιάζονται το σχέδιο του πειράματος, τον πίνακα με μέσους όρους και τυπική απόκλιση που προέκυψε από τα δεδομένα ύψος των φυτών και τα διαγράμματα που προκύπτουν από τους αριθμούς που έδωσε σε Duncan Test.

Σχημα 1. Το σχέδιο του πειράματος όπως έχει τοποθετηθεί στο αγρόκτημα Βελεστίνου





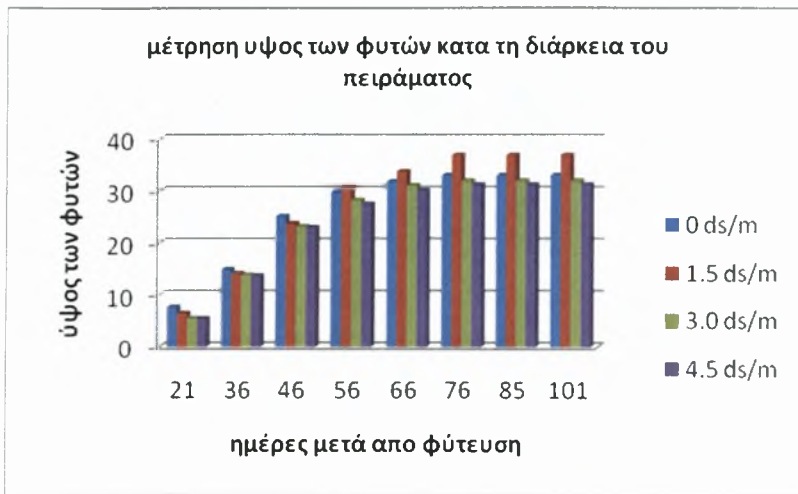
**Πίνακας 3.** Πίνακας των μετρήσεων ύψος ανά φυτό και S.D. Τιμές που συμβολίζονται με τα ίδια γράμματα δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. (σύμφωνα με το Duncan Test)

Μετ/σεις dS m <sup>-1</sup>		Περίοδος (ημέρα μεταφύτευσης) της μέτρησης ύψος φυτών cm								
		21ημ.	36ημ.	46ημ.	56ημ.	66ημ.	77ημ.	86ημ.	102ημ.	109ημ.
0.0	M.O.	7.25a	14.91a	24.75a	29.41b	31.25b	32.83b	33.33b	33.33b	33.75b
	S.D.	0.52	0.66	1.08	0.49	0.75	0.98	1.16	0.40	0.27
1.5	M.O.	6.41b	13.75b	22.58b	31.33a	33.41a	37.58a	37.66a	38.00a	38.91a
	S.D.	0.49	0.61	1.11	0.75	0.49	0.86	0.87	0.54	0.37
3.0	M.O.	5.33c	13.41bc	22.91b	28.08c	31.16b	31.33c	31.33c	32.16c	33.00b
	S.D.	0.40	0.37	0.80	0.80	1.03	0.87	0.87	0.93	1.26
4.5	M.O.	5.08c	12.91c	22.50b	27.08d	28.66c	29.66d	29.83d	31.00d	31.50c
	S.D.	0.20	0.80	0.63	0.91	0.40	0.40	0.68	0.70	0.54

Στον πίνακα 4 απεικονίζεται η επίδραση της κάθε μεταχείρισης στο ύψος των φυτών. Μέχρι τη τρίτη μέτρηση που ήταν 46<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος ο μάρτυρας και 1,5 dS m<sup>-1</sup> διαφέρουν σε ύψος και μεταξύ τους και από της υπόλοιπες μεταχειρίσεις στατιστικώς σημαντικά. Στις 56<sup>η</sup> ημέρα μετά από φύτευση υπάρχει διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων και στις προορίζει το 1.5 dS m<sup>-1</sup>, και ακολουθεί ο μάρτυρας, 3.0 dS m<sup>-1</sup>, 4.5 dS m<sup>-1</sup>. Στις 66<sup>η</sup> ημέρα το 1,5 dS m<sup>-1</sup> διαφέρει από τον μάρτυρα επίσης από τον 3.0 dS m<sup>-1</sup> και από τον 4.5 dS m<sup>-1</sup> ενώ 0.0 dS m<sup>-1</sup> και 3.0 dS m<sup>-1</sup> δε διαφέρουν μεταξύ τους ενώ 4.5 dS m<sup>-1</sup> διαφέρει από όλες τις υπόλοιπες. Στις επόμενες μετρήσεις όλες η μεταχειρίσεις διαφέρουν μεταξύ τους και μεγαλύτερες τιμές έχει το 1.5 dS m<sup>-1</sup> ύστερα ο μάρτυρας, 3.0 dS m<sup>-1</sup> 4.5 dS m<sup>-1</sup>.

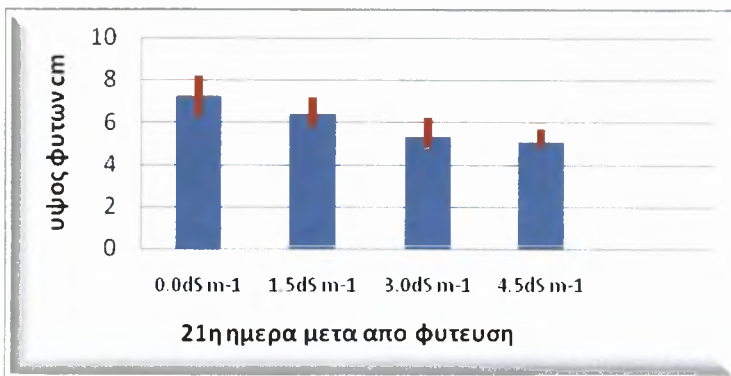
Έχουν ανάφερε σε διάφορες βιβλιογραφίες ο Chartzoulakis (1991), οι Chartzoulakis & Loupassaki (1997) και Chartzoulakis & Klapaki (2000) πως παρατήρησαν ότι παράμετροι όπως το ύψος και η φυλλική επιφάνεια επηρεάστηκαν αρνητικά από την αύξηση της αλατότητας σε πιπεριά.

Στο σχήμα 2 φαίνεται ότι ο μάρτυρας στην αρχή έδωσε καλύτερα ύψος φυτών και μετά το 1.5 dS m<sup>-1</sup> είχε καλύτερα ύψος φυτών.

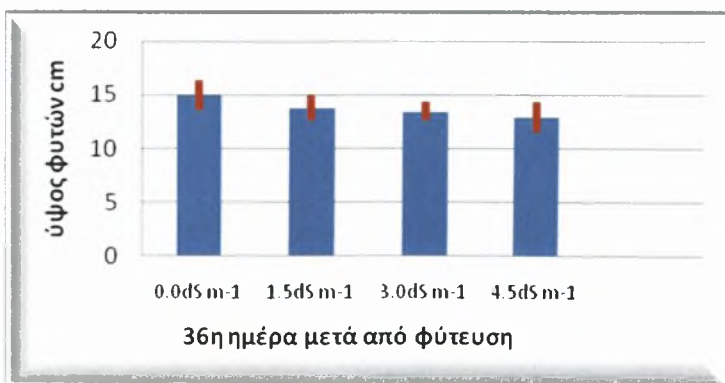


Σχήμα 2. Συνολικές μετρήσεις ύψος φυτών κατά τη πορεία του πειράματος

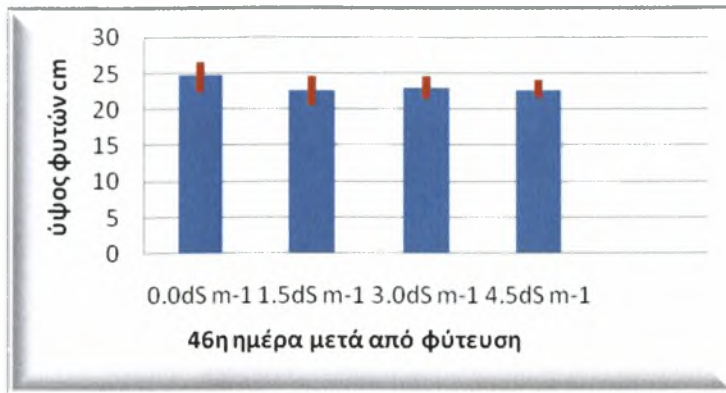
**4.1.1. Διαγράμματα μετρήσεων ύψος ανα φυτώ ανά δεκαήμερο.**



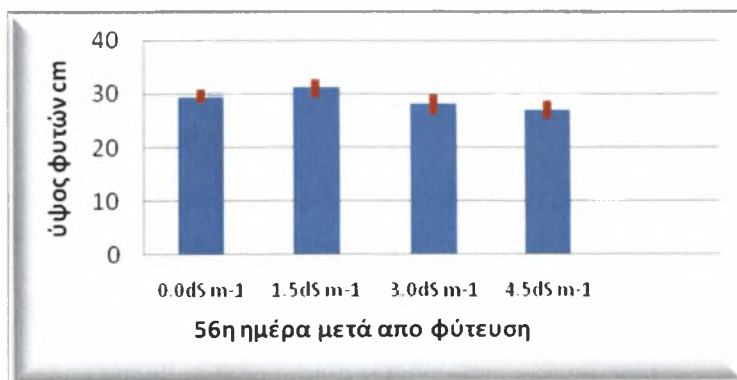
Σχήμα 3. Μέτρηση ύψος των φυτών 21<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος



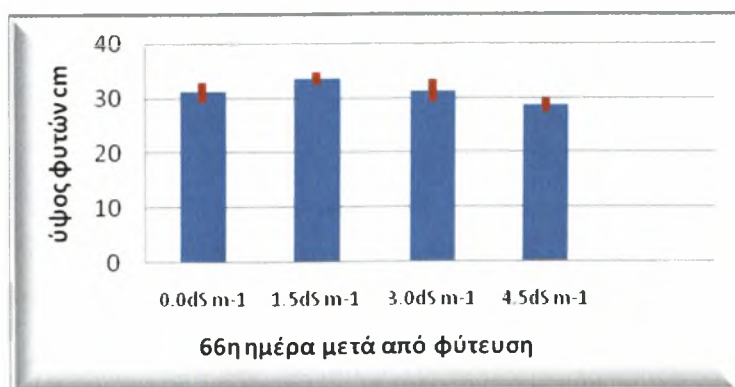
Σχήμα 4. Μέτρηση ύψος των φυτών 36<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος



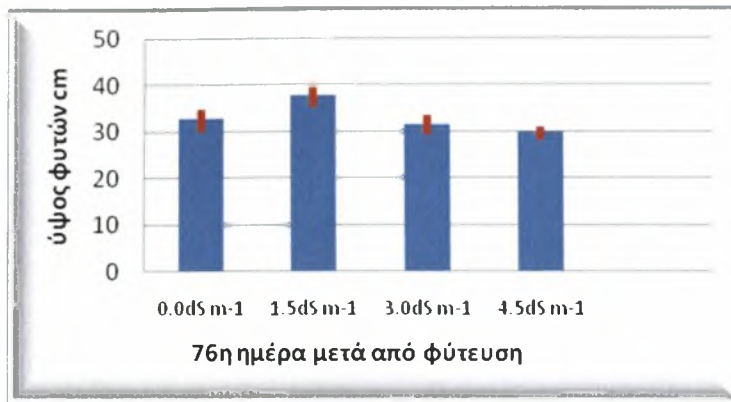
Σχήμα 5. Μέτρηση ύψος των φυτών 46<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος



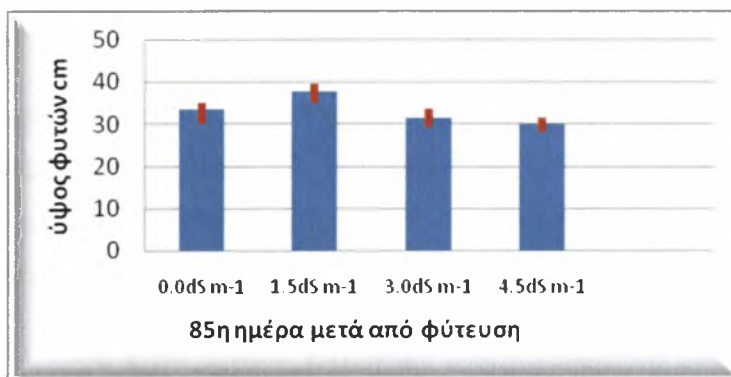
Σχήμα 6. Μέτρηση ύψος των φυτών 56<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος



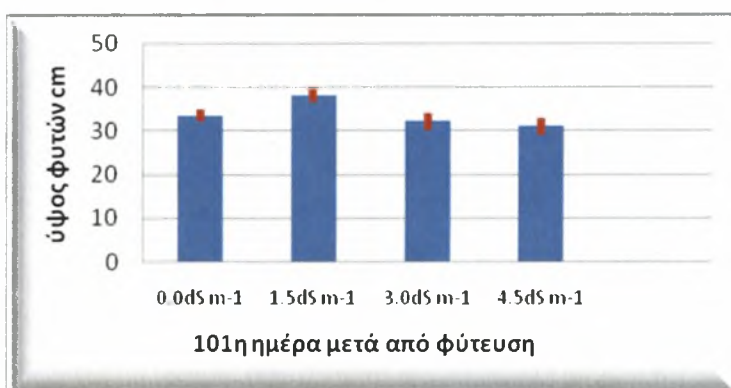
Σχήμα 7. Μέτρηση ύψος των φυτών 66<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος



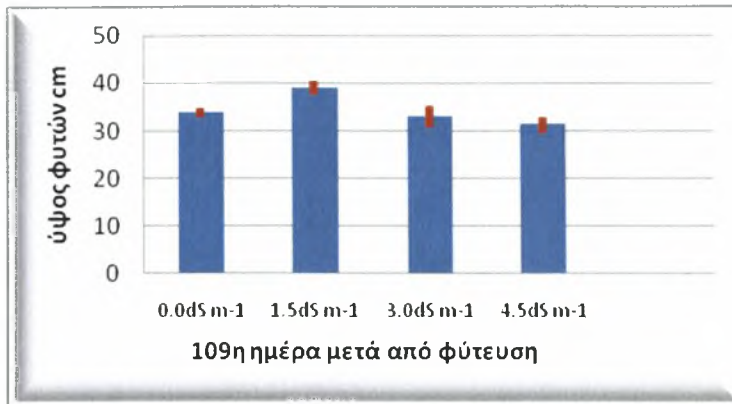
Σχήμα 8. Μέτρηση ύψος των φυτών 76<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος



Σχήμα 9. Μέτρηση ύψος των φυτών 85<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος



Σχήμα 10. Μέτρηση ύψος των φυτών 101<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος



Σχήμα 11. Μέτρηση ύψος των φυτών 109<sup>η</sup> ημέρα του πειράματος

## 4.2. Μέτρηση αριθμός ανθέων φυτών

Στο παρακάτω πίνακα και στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνεται ότι ο μάρτυρας και το 1.5 ds m<sup>-1</sup> δε διαφέρουν στατιστικά σε αριθμός ανθέων. Με την αύξηση της αλατότητας σε 3.0 ds m<sup>-1</sup> και σε 4.5 ds m<sup>-1</sup> διαφέρουν αρνητικά τα φυτά σε αριθμός ανθέων.

Πίνακας 4. Πίνακας των αριθμών ανθέων ανά φυτό. Οι παρακάτω τιμές είναι οι μέσοι οροί σε Duncan Test .

ds/m <sup>-1</sup>	Ημερομηνία μετά από φύτευση														
	48 ημ	53 ημ	58 ημ	62 ημ	66 ημ	70 ημ	74 ημ	77 ημ	81 ημ	84 ημ	88 ημ	91 ημ	94 ημ	98 ημ	102 ημ
0.0 ds/m <sup>-1</sup>	1.0 a	1.5 a	2.5 a	2.8 ab	3.0 b	3.6 a	3.1 a	2.3 a	2.6 a	1.0 c	1.3 ab	1.1 a	0.5 a	0.3 a	3.3 a
1.5 ds/m <sup>-1</sup>	1.1 a	1.3 a	2.6 a	3.1 a	3.6 a	3.5 a	3.1 a	2.5 a	2.5 a	2.6 a	2.0 a	1.6 a	0.3 a	0.3 a	0.1 b
3.0 ds/m <sup>-1</sup>	1.0 a	1.5 a	2.3 a	2.5 a	2.8 b	3.1 a	2.5 b	2.5 a	2.1 a	1.6 b	1.0 b	1.5 a	0.5 a	0.8 a	0.5 b
4.5 ds/m <sup>-1</sup>	1.0 a	1.5 a	2.5 a	1.8 c	2.5 b	2.0 b	2.0 b	2.0 a	1.3 b	0.8 c	1.1 b	1.0 a	0.3 a	0.3 a	0.3 b

Τιμές που συμβολίζονται με τα ίδια γράμματα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. (σύμφωνα με το Duncan Test)

#### 4.2.1. Διαγράμματα αριθμός ανθέων ανά φυτό.



Σχήμα 12. Μέτρηση αριθμός ανθέων στην μεταχρηση  $0.0 \text{ ds m}^{-1}$  κατά τη πορεία του πειράματος



Σχήμα 13. Μέτρηση αριθμός ανθέων στην μεταχείριση  $1.5 \text{ ds m}^{-1}$  κατά τη πορεία του πειράματος

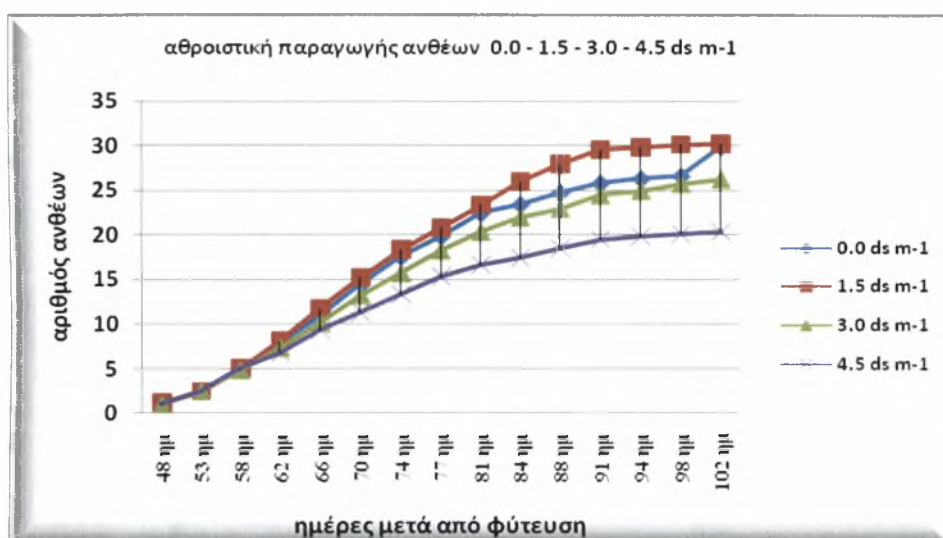


Σχήμα 14. Μέτρηση αριθμός ανθέων στην μεταχείριση  $3.0 \text{ ds m}^{-1}$  κατά τη πορεία του πειράματος





Σχήμα 15. Μέτρηση αριθμός ανθέων στην μεταχείριση 4.5 ds m<sup>-1</sup> κατά τη πορεία του πειράματος



Σχήμα 16. Αθροιστική παραγωγής ανθέων ανά φυτό στις μεταχειρίσεις 0.0 , 1.5 , 3.0 και 4.5 ds m<sup>-1</sup>.

### 4.3. Μέτρηση καρποφορίας πιπεριάς

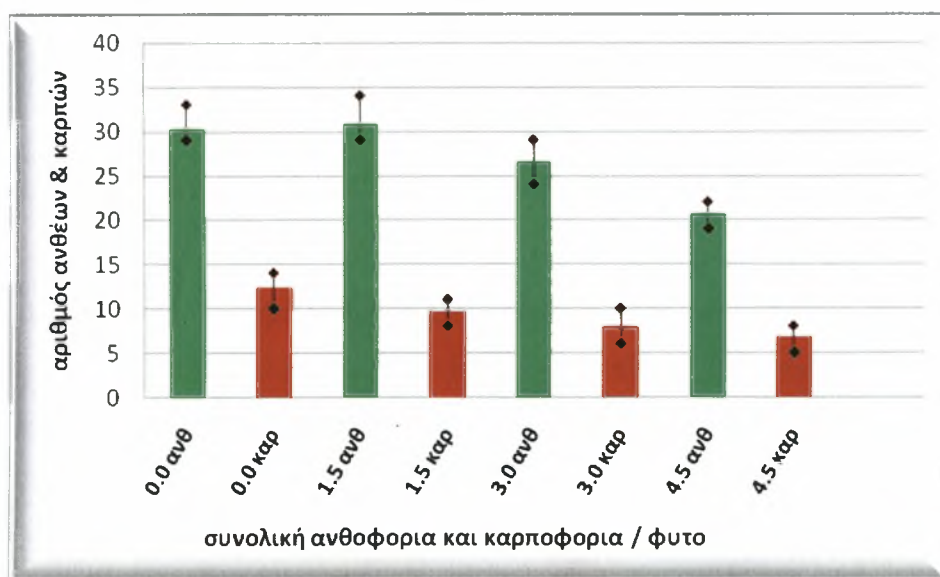
Στο πίνακα 5 παρουσιάζονται αριθμός ανθέων και καρπών ανα φυτό, επίσης και ποσοστό καρπόδεσης. Σύμφωνα με τον πίνακα ο μάρτυρας διαφέρει θετικά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις σε αριθμός καρπών. Επίσης φαίνεται ότι ο μάρτυρας με ποσοστό 41,13 % είχε καλύτεροι καρπόδεση. Ακολούθησε με ποσοστό 33,33 % το



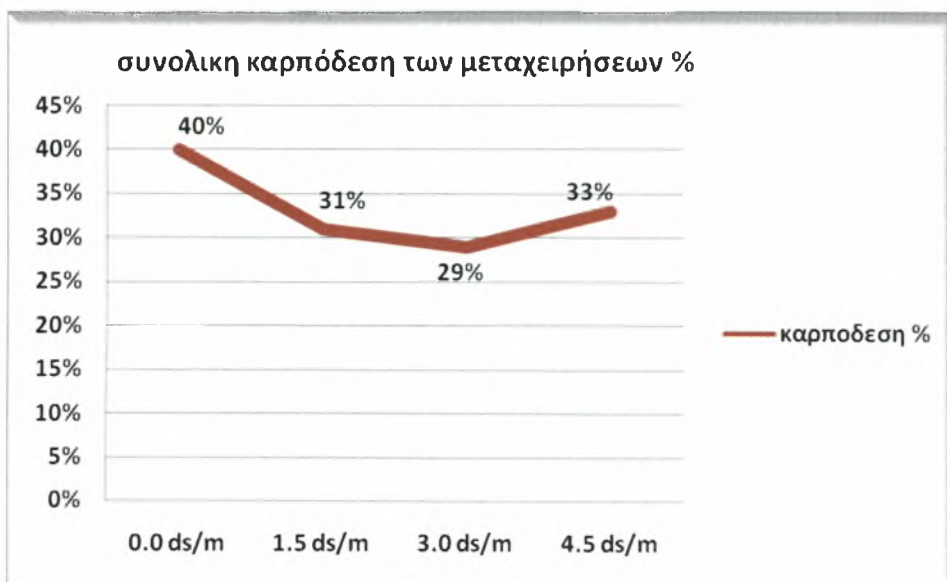
4.5 ds m<sup>-1</sup>. Το 1.5 ds m<sup>-1</sup> παρόλο που έχει 9,6 μέσος όρος καρπών ανά φυτό είχε μόνο 31,78 % καρπόδεσης, από τα άνθη που είχε 30,8 μέσο όρο ανά φυτό. Τέλος το 3.0 ds m<sup>-1</sup> είχε 30,53 % καρπόδεσης. Στο σχήμα 17 παρουσιάζονται η σχέση ανθοφορίας-καρποφορίας ανά φυτό και στο σχήμα 18 η συνολική καρπόδεση των μεταχειρίσεων ανά φυτό %.

**Πίνακας 5.** Πίνακας των μετρήσεων ανθέων και καρπών ανά επανάληψη (κάθε επανάληψη αποτελείται από 6 φυτά) που έγινε κατά τη διάρκεια του πειράματος. Τιμές που συμβολίζονται με τα ίδια γράμματα δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (σύμφωνα με το Duncan Test)

Μεταχειρίσεις	Ανθοφορία	Καρποφορία	Ποσοστό καρπ/σης
0.0 ds m <sup>-1</sup>	30.3 a	12.3 a	41.13%
1.5 ds m <sup>-1</sup>	30.8 a	9.6 b	31.78%
3.0 ds m <sup>-1</sup>	26.5 b	8.0 bc	30.53%
4.5 ds m <sup>-1</sup>	20.6 c	6.8 c	33.33%



**Σχήμα 17.** Σχέση ανθοφορίας-καρποφορίας στις μεταχειρίσεις 1.5 ds m<sup>-1</sup>, 3.0 ds m<sup>-1</sup>, 4.5 ds m<sup>-1</sup> και στον μαρτηρα .



Σχήμα 18. Ποσοστό καρπόδεσης των μεταχειρίσεων 1.5 ds m<sup>-1</sup>, 3.0 ds m<sup>-1</sup>, 4.5 ds m<sup>-1</sup> και στον μάρτυρα κατά τη πορεία του πειράματος

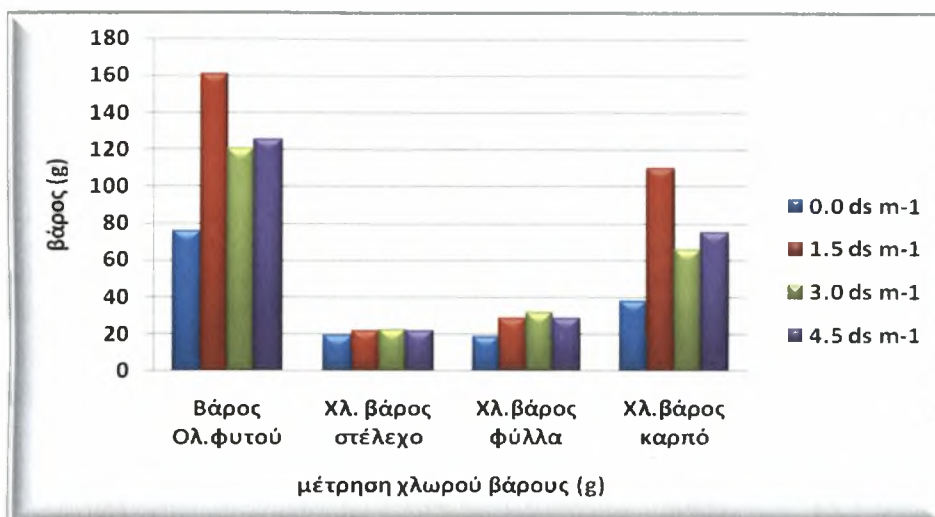
#### 4.4. Μετρήσεις χλωρού και ξηρού βάρους

##### 4.4.1. 1<sup>η</sup> μέτρηση

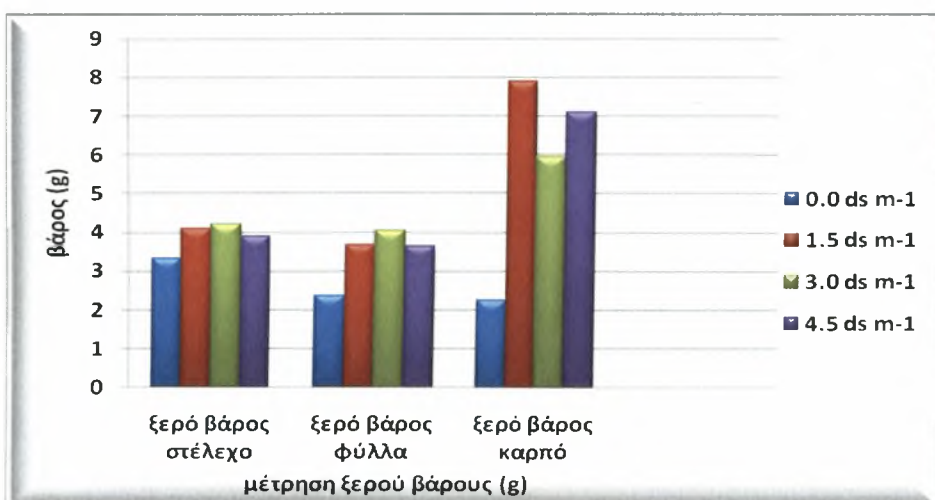
Στον πίνακα 6 απεικονίζεται η επίδραση της κάθε μεταχείρισης στο ολικό βάρος των φυτών, στο χλωρό και ξηρό βάρος τον στέλεχο, στα φύλλα και στους καρπούς. Στο ολικό βάρος των φυτων ο μάρτυρας και 1.5 ds m<sup>-1</sup> διαφέρουν θετικά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Στο χλωρό βάρος τον στέλεχο και των φύλλων δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ενώ στο καρπό ο μάρτυρας και 1.5 ds m<sup>-1</sup> διαφέρουν θετικά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Ως ξηρό βάρος τον στέλεχο δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Ωμος στα φύλλα και στο καρπό ο μάρτυρας διαφέρει θετικά από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Στα σχήματα 19 και 20 παρουσιάζονται οι τιμές του πίνακα 6.

**Πίνακας 6.** Πίνακας 1<sup>η</sup> καταστροφική μέτρηση που έγινε 85<sup>η</sup> μέρες μετά από φύτευση σε 3 φυτά από κάθε μεταχείριση. Οι παρακάτω τιμές είναι οι μέσοι όροι των 3 φυτών. Οι συγκρίσεις γίνονται μεταξύ των μεταχειρίσεων της κάθε μέτρησης. Τιμές που συμβολίζονται με τα ίδια γράμματα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (σύμφωνα με το Duncan's Test)

Μεταχειρίσεις dS/m	Βάρος Ολ.φυτού	Χλ. βάρος στέλεχο	Ξ.βάρος στέλεχο	Χλ.βάρος φύλλα	Ξ.βάρος φύλλα	Χλ.βάρος καρπό	Ξ.βάρος καρπό
0.0 ds m-1	75.93(b)	18.90(a)	3.33(a)	18.66(a)	2.36(b)	37.53(b)	2.23(b)
1.5 ds m-1	160.66(a)	21.86(a)	4.10(a)	28.60(a)	3.66(a)	109.63(a)	7.90(a)
3.0 ds m-1	120.50(c)	22.33(a)	4.20(a)	31.36(a)	4.03(a)	65.96(c)	5.93(a)
4.5 ds m-1	125.56(c)	21.30(a)	3.90(a)	28.70(a)	3.63(a)	75.26(c)	7.09(a)



Σχήμα 19. Διάγραμμα των χλωρών βαρών 1<sup>ης</sup> καταστροφικής μέτρησης.



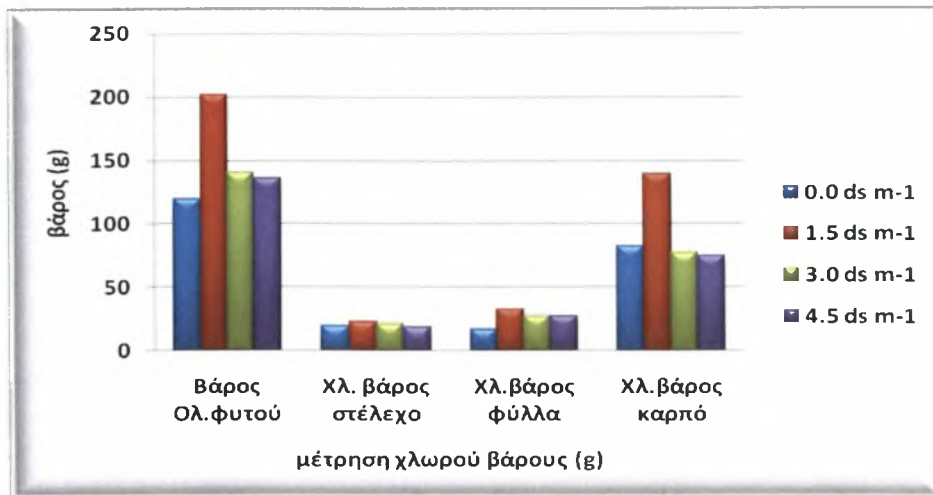
Σχήμα 20. Διάγραμμα των ξερών βαρών 1<sup>ης</sup> καταστροφικής μέτρησης.

#### 4.4.2. 2<sup>η</sup> μέτρηση

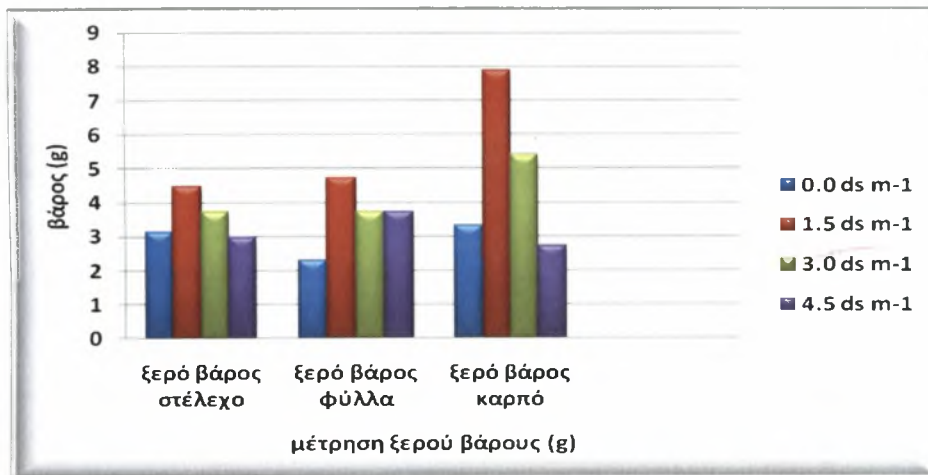
Στον πίνακα 7 απεικονίζεται η επίδραση της κάθε μεταχείρισης στο ολικό βάρος των φυτών, στο χλωρό και στο ξερό βάρος τον στέλεχο, στα φύλλα και στους καρπούς. Στο ολικό βάρος διαφέρει σημαντικά η μεταχείριση 1.5 ds m<sup>-1</sup>. Στο χλωρό βάρος τον στέλεχο δεν υπάρχει σημαντική διαφορά, στο χλωρό βάρος των φύλλων διαφέρει ο μάρτυρας και στο χλωρό βάρος των καρπών διαφέρει σημαντικά το 1.5 ds m<sup>-1</sup> από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Στο ξερό βάρος τον στέλεχο το 1.5 ds m<sup>-1</sup> και 3.0 ds m<sup>-1</sup> διαφέρουν και μεταξύ τους και από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις ενώ ο μάρτυρας και 4.5 ds m<sup>-1</sup> δεν έχουν σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Στο ξερό βάρος των φύλλων διαφέρουν σημαντικά ο μάρτυρας και 1.5 ds m<sup>-1</sup> και στο ξερό βάρος των καρπών διαφέρουν 1.5 ds m<sup>-1</sup> και 3.0 ds m<sup>-1</sup> και μεταξύ τους και από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Στα σχήμα 21 και 22 παρουσιάζονται οι τιμές του πίνακα 7.

**Πίνακας 7.** Πίνακας 2<sup>η</sup> καταστροφική μέτρηση που έγινε 98<sup>η</sup> μέρες μετά από φύτευση σε 5 φυτά από κάθε μεταχείριση. Οι παρακάτω τιμές είναι οι μέσοι όροι των 5 φυτών. Οι συγκρίσεις γινόταν μεταξύ των μεταχειρίσεων της κάθε μέτρησης. Τιμές που συμβολίζονται με τα ίδια γράμματα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (σύμφωνα με το Duncan's Test)

Μεταχειρίσεις dS/m	Βάρος Ολ.φυτού	Χλ. βάρος στέλεχο	Ξ.βάρος στέλεχο	Χλ.βάρος φύλλα	Ξ.βάρος φύλλα	Χλ.βάρος καρπό	Ξ.βάρος καρπό
0.0 ds m <sup>-1</sup>	119.78(b)	19.74(a)	3.12(a)	17.1(a)	2.3(a)	82.24(b)	3.32(a)
1.5 ds m <sup>-1</sup>	202.08(a)	23(a)	4.46(c)	32.66(b)	4.72(c)	139.26(a)	7.88(c)
3.0 ds m <sup>-1</sup>	140.56(b)	21.1(a)	3.72(b)	27.56(b)	3.78(b)	77.66(b)	5.4(b)
4.5 ds m <sup>-1</sup>	136.20(b)	18.6(a)	2.98(a)	27.7(b)	3.72(b)	74.46(b)	2.72(a)



Σχήμα 21. Διάγραμμα των χλωρών βαρών 2<sup>ης</sup> καταστροφικής μέτρησης.



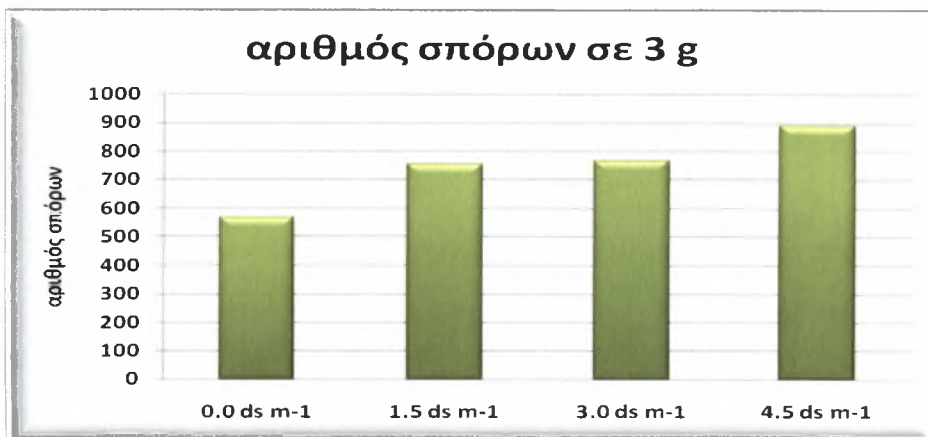
Σχήμα 22. Διάγραμμα των ξερών βαρών 2<sup>ης</sup> καταστροφικής μέτρησης

#### 4.5. Μέτρηση σπόρων της πιπεριάς

Σύμφωνα με το πίνακα 8 το 0.0 ds m<sup>-1</sup> έδωσε λιγότερα αριθμός σπόρων ανά g, μετά το 1.5 ds m<sup>-1</sup> το 3.0 ds m<sup>-1</sup> και 4.5 ds m<sup>-1</sup>. Σε 1000 σπόρια το 0.0 ds m<sup>-1</sup> ζυγίζει πιο βαριά μετά το 1.5 ds m<sup>-1</sup> το 3.0 ds m<sup>-1</sup> και τέλος το 4.5 ds m<sup>-1</sup>. Αυτό δείχνει ότι το 0.0 ds m<sup>-1</sup> δίνει μεγάλα σπόρια ενώ το 4.5 ds m<sup>-1</sup> δίνει μικρότερα σπόρια από τις άλλες μεταχειρίσεις. Στα σχήματα 23 και 24 παρουσιάζονται οι τι,ε,ς του πίνακα 8.

**Πίνακας 8.** Μέσο βάρος, αριθμός και βάρος των 1000 σπόρων από 5 φυτά και από τις τέσσερις μεταχειρίσεις του πειράματος.

μεταχειρίσεις	Βάρος σπόρων	Αριθμός σπόρων	Βάρος 1000 σπόρων
0.0 ds m <sup>-1</sup>	3 g	568 σπόροι	5.28 g
1.5 ds m <sup>-1</sup>	3 g	756 σπόροι	3.96 g
3.0 ds m <sup>-1</sup>	3 g	567 σπόροι	3.91 g
4.5 ds m <sup>-1</sup>	3 g	889 σπόροι	3.37 g



**Σχήμα 23.** Αριθμός σπόρων από 5 φυτά σε 3g.



**Σχήμα 24.** Βάρος 1000 σπόρων από 5 φυτά.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παρούσα εργασία μπορούν να εξαχθούν τα παρακάτω συμπεράσματα. Η αλατότητα του νερού ποτίσματος μέχρι τη συγκέντρωση  $1.5 \text{ ds m}^{-1}$  έχει ανθεκτικότητα από την πιπεριά, δεν μειώνεται η παραγωγή. Από  $1.5 \text{ ds m}^{-1}$  και μετά όσο αυξάνουμε τη συγκέντρωση αλατότητας μειώνεται η παραγωγή αλλά και δίνει υποβαθμισμένη παραγωγή, καθώς έδωσε καρπούς ακατάλληλους για εμπορική εκμετάλλευση.

-Ως ύψος των φυτών το  $0.0 \text{ ds m}^{-1}$  και  $1.5 \text{ ds m}^{-1}$  είχαν μεγαλύτερα φυτά σε όλο το χρονικό διάστημα του πειράματος σε σχέση με το  $3.0$  και  $4.5 \text{ ds m}^{-1}$ .

-Ως ανθοφορία των φυτών  $1.5 \text{ ds m}^{-1}$  και το  $0.0 \text{ ds m}^{-1}$  είχαν ίδιες τιμές δε διάφεραν στατιστικά. Το  $3.0 \text{ ds m}^{-1}$  και  $4.5 \text{ ds m}^{-1}$  έδωσαν σχετικά λιγότερη ανθοφορία που διάφεραν και μεταξύ τους και με της άλλες δυο μεταχειρίσεις  $0.0 \text{ ds m}^{-1}$  και  $1.5 \text{ ds m}^{-1}$ .

-Καλύτεροι καρπόδεση έδωσε ο μάρτυρας και μετά το  $1.5 \text{ ds m}^{-1}$ . Όσο αυξάνεται η συγκέντρωση της αλατότητας μειώνεται ο αριθμός της καρπόδεσης και η ποιότητα των καρπών.

Ως σποροπαραγωγή το  $0.0 \text{ ds m}^{-1}$  δίνει καλής ποιότητας σπόρια. Με την αύξηση της αλατότητας μειώνεται το βάρος των σπόρων με μια φθίνουσα γραμμή.



## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alvino et. al., 1994. Photosynthesis response of sunlit and shade pepper (*Capsicum annuum*) leaves at different positions in the canopy under two water regimes. Austral. J. Plant Physiol. 21:377-391.
- Bradford KJ, Hsiao TC, 1982. Physiological responses to moderate water stress. In: "Encyclopedia of Plant Physiology", New Series, Vol. 12B: Physiological Plant Ecology, II. Water Relations and Carbon Assimilation, OL Lange, PS Nobel, CB Osmond and H Zeigler (eds.), Springer-Verlag, Berlin, pp. 263-324
- Bruce et. al., 1980. Irrigation of crops in the southeastern United States: Principles and practices. U.S. Dept. Agr. Sci. Ed. Admin. Agr. Rev. Man. ARM-S-9
- Cramer GR, Läuchli A, Polito VS, 1985. Displacement of Ca<sup>2+</sup> by Na<sup>+</sup> from the plasmalemma of root cells. A primary response to salt stress? Plant Physiol. 79:207- 211.
- Economakis D.C, Effect of solution conductivity on growth and yield of lettuce in nutrient film culture. ISHS Acta Horticulturae 287: II International Symposium on Protected Cultivation of Vegetables in Mild Winter Climates.
- Flowers TJ, Troke PF, Yeo AR, 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 28:89-121.
- Hautala EL, Wulff A, Oksanen J, 1992. Effects of deicing salt on visible symptoms, element concentrations and membrane damage in first-year needles of roadside Scots pine (*Pinus sylvestris*). Ann. Bot. Fenn. 29:179-185
- Jarvis PG, 1980. Stomatal response to water stress in conifers. In: "Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress", NC Turner and PJ Kramer (eds.), John Wiley & Sons, New York, pp. 105-122.
- Jones MM, Rawson HM, 1979. Influence of rate of development of leaf water deficits upon photosynthesis, leaf conductance, water use efficiency and osmotic potential of sorghum. Physiol. Plant. 45:103-111.
- Kozlowski TT, 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. Tree Physiol. Monog. No. 1.
- Miyamoto S, Piela K, Pericrew J, 2004. Salt effects on germination and seedling emergence of several vegetables and guayule. Irrigation Science 6: 159-170.
- Osman A. O., Raymond A. and George T., 1984. The effect of mineral nutrition and fruit position on seed yield and quality in sweet pepper (*Capsicum annuum L.*). Acta Hort. 143: 133-137.
- Plaut Z, 1995. Photosynthesis in plants/crops under water and salt stress. In: "Handbook of Plant and Crop Physiology", M. Pessarakli (ed.), Marcel Dekker, New York, chapter 27, pp. 587-603

- Petersen G. R., 1994. Agricultural Field Experiments (Design and Analysis). Marcel Dekker, Inc. New York. p. 140-152.
- Randle W. M. and S. Honma, 1981. Dormancy in peppers. Scientia Hort. 14: Abstract
- Raymond A.T. George. 1999. Vegetable Seed Production. CAB International. p. 235
- Rylski I., 1973. Effect of night temperature on shape and size of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98: 149-152
- Rylski I. and M. Spigelman, 1986. Effect of shading on plant development, yield and fruit quality of sweet pepper grown under conditions of high temperature and radiation. Scientia Hort. 29:31-35
- Shannon MC, Grieve CM, Francois LE, 1994. Whole-plant response to salinity. In: Wilkinson RE (ed) Plant Environment Interactions. Marcel Dekker, New York, pp. 199- 244.
- Sidari M, Muscolo A, Anastasi U, Preiti G, Santonoceto C, 2007. Response of four genotypes of lentil to salt stress conditions. Seed Science and Technology 35: 497-503.
- Turner NC, 1974. Stomatal response to light and water under field conditions. In: “Mechanisms of Regulation of Plant Growth”, RL Bieleski, AR Ferguson and MM Cresswell (eds.), Wellington: The Royal Society of New Zealand, Bulletin 12, pp. 423-432.
- Wien H. C., 1997. The physiology of vegetable crops. CAB International. p. 260-262, 266-267.
- Waisel Y, 1991. Adaptation to salinity. In: “Physiology of Trees”, AS Raghavendra (ed.), Wiley, New York, pp 359-383.
- Walker RR, Torokfalvy E, Downton WJ, 1982. Photosynthetic responses of citrus varieties Rangpur lime and Etgor Citron to salt treatment. Aust. J. Plant Physiol. 9:783-790.
- Walker RR, Torokfalvy E, Steele Scott N, Kriedemann NE, 1981. An analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*. Aust. J. Plant Physiol. 8:359-374.
- Ziska LH, Seeman LH, DeJong TM, 1990. Salinity induced limitations on photosynthesis in *Prunus salicina*, a deciduous tree species. Plant Physiol. 93:864- 870.
- Καράταγλης Σ. Σ., 1995. Φυσιολογία Φυτών. Εκδόσεις ART of TEXT. Θεσ/νίκη. σελ. 56-57.
- Μήτσιος Κ.Ι., 1996. Αλατούχα και αλκαλιωμένα (με νάτριο) εδάφη ποιοτική κατάταξη των νερών άρδευσης.
- Μήτσιος Ι. Κ., 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα. σελ. 31-32.

Ντόγρας Κ., 2001. Ειδική Λαχανοκομία 1 (μέρος Α'). Α.Π.Θ. Τμήμα Εκδόσεις Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο, Θεσσαλονίκη, σελ. 40-44.

Κουκουφίκης Χ. Κ. 2005. Η παραγωγή και ποιοτική συμπεριφορά της πιπεριάς (*capsicum annuum var. Annum L.*) σε σχέση με το γενότυπο και την άρδευση.

Chartzoulakis K., Klapaki G., 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticultura*. Volume 86. Issue 3. P. 247 – 260

Chartzoulakis K., Loupassaki M., 1997. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agricultural water management*. Volume 32. Issue 3. P. 215-225.

Βενέτη ΓΑ. 2005. Η επίδραση της αλατότητας στην κερασιά (*Prunus avium L.*). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας (Ίδακτορική Ίατριβή), σελ 1-154.

Chartzoulakis . S.K., 1991. Effects of saline irrigation water on germination, growth and yield of greenhouse cucumber. *Acta Horticulturae (ISHS)* 287:327-334

Θεριός Ι. 2005. Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Γαρταγάνη. Σελ. 177-185, 188-215.

Ολύμπιος Χ. Μ., 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλης Α.Ε , Αθήνα. σελ 211, 213, 218, 258-259, 267, 275.

Παπαζαφειρίου Ζ. Γ., 1999. Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη. σελ. 240.

Παπαζαφειρίου Ζ. Γ. και Τερζίδη Γ. Α., 1997. Γεωργική Υδραυλική. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη. σελ. 174.

Dov Sitton, 2000. Advanced Agriculture as a Tool against Desertification. pdf  
Ministry of Foreign Affairs – Israel Information Centre

Isaya V. Sijali, 2001. Drip Irrigation: options for smallholder farmers in eastern and southern Africa. pdf. Published by Sida's Regional Land Management Unit

## ΠΗΓΕΣ

[www.fao.com](http://www.fao.com)

[www.hydro-gardens.com/pepper\\_seeds.htm](http://www.hydro-gardens.com/pepper_seeds.htm)

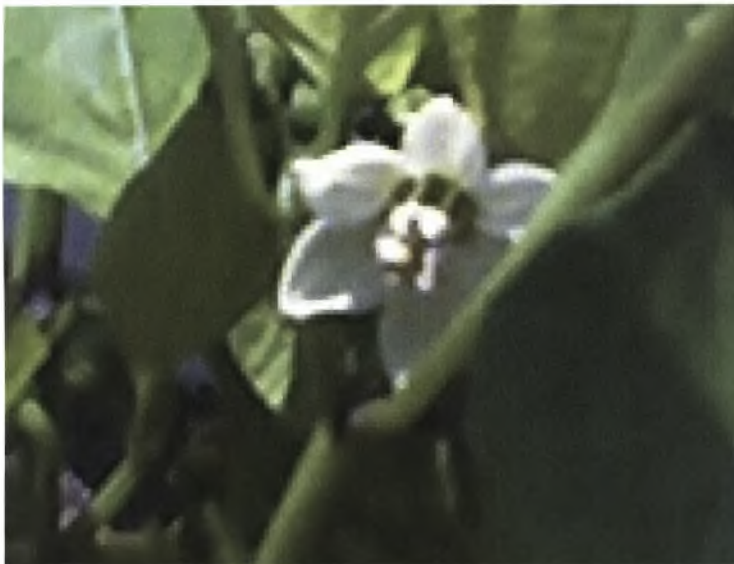
[www.netafim.com](http://www.netafim.com)

[www.minagric.gr](http://www.minagric.gr)

## 7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Φωτογραφία 1: τα φυτά πιπεριάς σε στάδιο ανθοφορίας



Φωτογραφία 2: τα φυτά πιπεριάς σε στάδιο ανθοφορίας



Φωτογραφία 3: τα φυτά 0.0 ds/m σε στάδιο καρποφορίας



Φωτογραφία 4: τα φυτά 1.5 ds/m σε στάδιο καρποφορίας





Φωτογραφία 5: τα φυτά 3.0 ds/m σε στάδιο καρποφορίας



Φωτογραφία 6: τα φυτά 4.5 ds/m σε στάδιο καρποφορίας



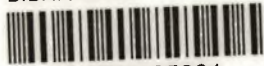


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Τηλ.: 24210 ~~74760-61~~ 93141



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000105331