



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 362
Ημερομηνία 29-9-11

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Επίδραση Γιβερριελλινικού οξέος και της αλατότητας του νερού στην ανάπτυξη του μαρουλιού»

ΚΑΡΑΛΑΚΗ ΑΡΕΤΗ

ΕΞ. ΕΠΙΤΡΟΠΗ: Ι.Α. ΧΑ

Ν. ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ

Α. ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ

ΑΝΑΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ



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

Αριθ. Εισ.: 10150/1

Ημερ. Εισ.: 22-11-2011

Δωρεά: Συγγραφέας

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ

2011

ΚΑΡ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων Καθηγητή μου Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα, Αναπληρωτής Καθηγητής του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος για την πολύτιμη βοήθεια και αμέριστη συμπαράσταση κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Η συμβολή του υπήρξε καθοριστική στη συγγραφή και επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας προπτυχιακής διατριβής.

Θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ. Ν. Δαναλάτο και Α. Μαυρομάτη για τις σημαντικές διορθώσεις και επισημάνσεις που ήταν απαραίτητες για την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

Επιπλέον, ευχαριστώ ιδιαιτέρως 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, χρέος μου θεωρώ να ευχαριστήσω τους γονείς μου Εμμανουήλ και Ειρήνη Καραλάκη, για την ανιδιοτελή οικονομική και ψυχολογική υποστήριξη τους

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1. ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ	7
1.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ	8
1.3. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ.....	9
1.4. ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ	9
1.5. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	10
1.6. ΛΙΠΑΝΣΗ.....	11
1.7. ΕΞΑΠΛΩΣΗ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ	12
1.8. ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ - ΦΥΤΟΡΜΟΝΕΣ.....	14
1.8.1 ΓΙΒΒΕΡΕΛΛΙΝΕΣ.....	15
1.8. ΕΔΑΦΟΣ	18
1.9.1 ΤΥΡΦΗ.....	21
1.9.2. ΠΕΡΛΙΤΗΣ	21
1.10. ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ.....	22
1.10.1. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	23
1.11. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	26
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	27
2.1. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	28
2.2. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΕΧΘΡΩΝ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	29

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	30
3.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΠΕΡΜΑΤΩΝ.....	45
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	48
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50

Περίληψη

Η ποιότητα του νερού άρδευσης και η εφαρμογή ρυθμιστών ανάπτυξης έχει βρεθεί ότι αποτελούν σημαντικούς παράγοντες στην ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετάτε το ύψος των φυτών μαρουλιού σε σχέση με την συγκέντρωση αλατότητας του νερού άρδευσης και η επίδραση της γιββερελλίνης στο ύψος των φυτών μαρουλιού. Συγκεκριμένα, στηθήκαν δύο πειραματικοί σταθμοί. Ο πρώτος περιείχε φυτά της ποικιλίας Iceberg και ο δεύτερος φυτά της ποικιλίας Romaine. Οι πειραματικοί σταθμοί χωρίστηκαν σε τέσσερις μεταχειρίσεις: α) φυτά που αρδεύτηκαν με νερό μηδενικής συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου, β) φυτά που αρδεύτηκαν με νερό συγκέντρωσης αλατότητας 1,5 dS/m γ) φυτά που αρδεύτηκαν με νερό συγκέντρωσης 3 dS/m και δ) φυτά που αρδεύτηκαν με νερό συγκέντρωσης 4,5 dS/m. Στα μισά φυτά της κάθε μεταχείρισης εφαρμόστηκε γιββερελλίνη (gibberellic acid). Σκοπός της παρούσας πειραματικής έρευνας ήταν η επίδραση της αλατότητας του νερού άρδευσης και των γιββερελλινών στην ανάπτυξη των φυτών μαρουλιού. Συμπερασματικά, η υψηλή συγκέντρωση αλατότητας (3dS/m, 4,5dS/m) στο νερό άρδευσης δρα ως ανασταλτικός παράγοντας στην ανάπτυξη των φυτών, σε αντίθεση με την γιββερελλίνη που επιδρά θετικά στην ανάπτυξη του ύψους τους.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πίνακας 1. Συστηματική Κατάταξη του μαρουλιού (*Lactuca sativa L.*)

Βασίλειο	Plantae
Άθροισμα	Magnoliophyta
Κλάση	Magnoliopsida
Υποκλάση	Asteridae
Τάξη	Asterales
Οικογένεια	Cichoriaceae
Γένος	Lactuca
είδος	<i>Lactuca sativa L.</i>

Το μαρούλι ανήκει στην κατηγορία του Φυτικού Βασιλείου των σπερματοφύτων (Spermatophyta) και συγκεκριμένα στο Άθροισμα Magnoliophyta-Angiospermae. Η οικογένεια Cichoriaceae περιλαμβάνει είδη με φαρμακευτικές ιδιότητες, όπως το *Lactuca serriola* (κν. Αγριομάρουλο) που παλαιότερα η δρόγη του χρησιμοποιούνταν ως καταπραϊντικό σιρόπι (Σαρλής, 1999). Ένα από τα είδη υψηλής διατροφικής και οικονομικής σημασίας που ανήκουν στην οικογένεια Cichoriaceae είναι το μαρούλι *Lactuca sativa L.*, που αποτελεί σημαντική πηγή σιδήρου και βιταμινών. Συγγενικά είδη με το μαρούλι (*Lactuca sativa L.*) είναι το ραδίκι, το αντίδι κ.α.

Το μαρούλι Κως θεωρείται ελληνικής προελεύσεως και συγκεκριμένα αναφέρεται ότι έχει διαδοθεί από την Κω. Στην Ελλάδα υπάρχουν 9 αυτοφύοντα είδη του γένους *Lactuca*. Αποτελεί σημαντικό στοιχείο διατροφής του ανθρώπου εδώ και δυο χιλιάδες χρόνια καθώς διαθέτει και φαρμακευτικές ιδιότητες. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι Πέρσες το καλλιεργούσαν από τον 6^ο π.Χ. αιώνα σύμφωνα με τον Ολυπίου Χ. (2001).

Πολύ πριν χρησιμοποιηθεί σαν τροφή ήταν γνωστή η χρήση του λόγω των φαρμακευτικών του ιδιοτήτων καθώς χαρακτηριστική ουσία που περιέχει έχει ναρκωτικές και παυσίπονες ιδιότητες. Το μαρούλι καλλιεργείται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας και δίνει την δυνατότητα στους καλλιεργητές να το σπείρουν πολλές φορές το χρόνο ως επίσπορο φυτό (Ολυπίου, 2001).



Εικόνα 1.Νεαρά φυτά μαρουλιού, τύπου “το κατσαρό κεφαλωτό Iceberg”.

1.1. ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

Το μαρούλι (*Lactuca sativa L*) αποτελεί τροφή χαμηλής θερμιδικής αξίας. Είναι λαχανικό με υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνες Α και C. Επίσης περιέχει και φολικό οξύ ή αλλιώς Β9 που είναι μια υδατοδιαλυτή βιταμίνη που ανήκει στη οικογένεια των βιταμινών Β. Το φολικό οξύ είναι απαραίτητο για τον οργανισμό καθώς βοηθάει στην παραγωγή νέων κυττάρων καθώς και στη σύνθεση του DNA και RNA. Το μαρούλι (*Lactuca sativa L*) είναι επίσης και λαχανικό πλούσιο σε Ca και P, ανόργανα στοιχεία σημαντικά για τον ανθρώπινο οργανισμό (Ολυμπίου, 2001).

1.2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Τρεις βασικοί παράμετροι που λαμβάνουμε υπόψη σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια

- είναι η θερμοκρασία
- το φως και
- το διοξείδιο του άνθρακα(CO₂).

Το μαρούλι (*Lactuca sativa L*) είναι φυτό ψυχρής εποχής και αντέχει μέχρι και θερμοκρασίες -5°C. Παρουσιάζει ικανοποιητική ανάπτυξη σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες αν και οι άριστες θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο ποικίλουν ανάλογα με

- την ποικιλία
- την ηλικία
- την εποχή
- το φωτισμό και
- το επίπεδο διοξειδίου του άνθρακα (Ολυμπίου, 2001).

Άριστη θερμοκρασία όταν τα φυτά πλησιάζουν το στάδιο της ωρίμανσης εξασφαλίζει την καλύτερη δυνατή ποιότητα. Οι υψηλές θερμοκρασίες νωρίς την άνοιξη ακόμα και για σύντομο χρονικό διάστημα μπορεί να προκαλέσουν κάψιμο του άκρου των φύλλων ή της περιφέρειάς τους.

Όσον αφορά το φως, ενδείκνυται αυξημένη ένταση φωτισμού που προκαλεί εμπλουτισμό με διοξείδιο του άνθρακα και αύξηση της θερμοκρασίας, τα οποία αποδίδουν σημαντικό όφελος και σε συνδυασμό με κατάλληλη λίπανση και πότισμα συμβάλλουν στην αύξηση του ρυθμού και του τελικού μεγέθους των φυτών (Ολυμπίου, 2001).



Εικόνα 2. Αναπτυγμένα φυτά μαρουλιού, τύπου Romaine.

1.3. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Το μαρούλι (*Lactuca sativa L*) πολλαπλασιάζεται με σπόρο που είτε γίνεται

- απευθείας σπορά στο χωράφι ή
- αναπτύσσονται τα φυτάρια σε σπορεία και ακολουθεί μεταφύτευση.

Η εξασφάλιση δυνατών και υγιών φυταρίων, είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία μιας καλλιέργειας. Η εξέλιξη μοντέρνων μεθόδων παράγωγης φυταρίων έχουν ως στόχο να επιταχυνθεί η ανάπτυξη των φυτών, ώστε να συντομευτεί στο ελάχιστο ο χρόνος μέχρι την συγκομιδή.

Στην Ελλάδα σπάνια ακολουθείται η μέθοδος της απευθείας σποράς στο χωράφι ενώ για την θερμοκηπιακή καλλιέργεια εφαρμόζεται αποκλειστικά η μέθοδος της μεταφύτευσης (Ολυμπίου, 2001).

1.4. ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ

Διακρίνουμε δυο ειδών μεταφύτευσης για τα σπορόφυτα του μαρουλιού,

- την μηχανική μεταφύτευση και
- την μεταφύτευση με τα χέρια.

Η μεταφύτευση επίσης μπορεί να διαχωριστεί σε μεταφύτευση γυμνόριζων φυτών ή μεταφύτευση φυτών σε κύβους εδάφους, ατομικά γλαστράκια ή δίσκους. Συνήθως, τα φυτάρια μεταφυτεύονται όταν αποκτήσουν 3 με 5 φύλλα, όταν όμως η ανάπτυξη τους γίνεται σε μικρότερους κύβους ή σε μικρού όγκου υπόστρωμα η μεταφύτευση γίνεται νωρίτερα όταν τα φυτάρια έχουν 2 με 3 φύλλα (Ολυμπίου, 2001).

1.5. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το καλλιεργούμενο μαρούλι (*Lactuca sativa L*) σε κανονικές συνθήκες είναι φυτό μακράς ημέρας που σημαίνει ότι δεν παράγει ανθικό στέλεχος και άνθη (Ολυμπίου, 2001 and Raymond, 1999). Είναι φυτό μονοετές και ποώδες συνήθως με πολύ κοντό βλαστό και φέρει φύλλα πολύ πυκνά. Ο σπόρος του έχει χρώμα λευκό, κίτρινο ή μαύρο ενώ η ρίζα που σχηματίζει είναι πασσαλώδης. Τα φύλλα του διαφέρουν σε μέγεθος και σχήμα και μπορεί να είναι ωοειδή, καρδιοειδή, επιμήκη, λεία και πλατιά που εμφανίζονται κοντά στο κοντό βλαστό σε σπειροειδή διάταξη. Τα πρώτα φύλλα είναι σχεδόν επίπεδα ενώ τα επόμενα ανάλογα με τον τύπο και την ποικιλία εμφανίζουν διαφόρου βαθμού κύρτωση (Ολυμπίου, 2001).

Το χρώμα κυμαίνεται από βαθύ πράσινο έως και κοκκινωπό σε κάποιες ποικιλίες. Οι ποικιλίες που μεταχρωματίζονται σε κοκκινωπές περιέχουν την χρωστική ουσία ανθοκυανίνη. Κατά την εποχή της αναπαραγωγής ο ανθοφόρος βλαστός που σχηματίζεται κυμαίνεται σε ύψος 60 έως και 120 cm και είναι όρθιος, λείος χωρίς άκανθες, διακλαδιζόμενος και πολύφυλλος.

Τα άνθη του μαρουλιού είναι ερμαφρόδιτα και φέρονται σε ταξιανθίες. Τα άνθη είναι μικρά κίτρινα και η στεφάνη τους αποτελείται από 5 πέταλα. Πολύ σπάνια μπορεί να λάβει χώρα, και σε ελάχιστο ποσοστό, σταυρεποικονίαση στο μαρούλι καθώς συνήθως αυτογονιμοποιείται (Ολυμπίου, 2001 and Raymond, 1999).

Τα μαρούλια που καλλιεργούνται σήμερα διακρίνονται σε 4 κατηγορίες ανάλογα με την μορφή και την διάταξη των φύλλων τους στο κοντό βλαστό και το σχηματισμό ή απουσία κεφαλής οι οποίες είναι οι εξής:

1. Κως ή Ρομάνα (cos or romaine) *Lactuca sativa* var. romana D.C.
2. Λείο, κεφαλωτό (butterhead) *Lactuca sativa* var. capitata D.C.
3. Κατσαρωτό κεφαλωτό (crisphead, iceberg ή Curly) *Lactuca sativa* var. capitata D.C.
4. Χαλαρό ανοικτό φύλλωμα (looseleaf)

Πίνακας 1.1. Χημική σύσταση 100 gr φύλλων διαφόρων τύπων μαρουλιού

ΤΥΠΟΣ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ			
Στοιχεία	Κεφαλωτό (Butterhead)	Ρωμάνα (Cos or Romaine)	Κατσαρό Κεφαλωτό (Crisphead)
Ενέργεια (θερμίδες)	11	16	11
Νερό (g)	96	94	95
Πρωτεΐνες (g)	1,2	1,6	0,8
Λίπη (g)	0,2	0,2	0,1
Υδατάνθρακες (g)	1,2	2,1	2,3
Βιταμίνη Α (IU)	1200	2600	300
Νιασίνη (mg)	0,4	0,5	0,3
Άλατα Ca (mg)	40	36	13
Άλατα Fe (mg)	1,1	1,1	1,5
Άλατα Mg (mg)	16	6	7
Άλατα P (mg)	31	45	25

Πηγή: Ζούμη, 2009

1.6. ΛΙΠΑΝΣΗ

Το μαρούλι (*Lactuca sativa L*) χαρακτηρίζεται από το βραχύ βιολογικό κύκλο από άβαθη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και την ιδιαίτερη ευαισθησία του στην έλλειψη νερού. Είναι ευαίσθητο στα όξινα εδάφη επίσης υποφέρει από την αλατότητα, από τις έλλειψης βόριου και μολυβδαίνιου καθώς παρουσιάζει και αδυναμία στην απορρόφηση του φωσφόρου σε περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών σύμφωνα με τον Χουλιάρα (2003). Ο σπόρος του πρέπει να μεγαλώνει κατά προτίμηση σε εδάφη με το pH να κυμαίνεται από 6 έως 7.

Η συνιστώμενη λίπανση του μαρουλιού μετρημένη σε κιλά ανά στρέμμα έχει ως εξής : Άζωτο 15 έως 20 χιλιόγραμμα ανά στρέμμα, πεντοξείδιο του φωσφόρου 8 έως 10 χιλιόγραμμα ανά στρέμμα και για το οξείδιο του καλίου 25 έως 30 χιλιόγραμμα ανά στρέμμα. Οι ποσότητες αυτές σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια αυξάνονται σε ποσοστό περίπου 20%. Για να αποφύγουμε την περίπτωση εναλάτωσης του εδάφους οι παραπάνω δόσεις είναι προτιμότερο να εφαρμόζονται τμηματικά σε 4 έως 5 ισόποσες δόσεις. Η πρώτη εφαρμογή γίνεται πριν ή κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας ενώ οι επόμενες δόσεις σε διάστημα 15 έως 20 ημερών η μια από την άλλη.

Όπως προαναφέρθηκε το μαρούλι (*Lactuca sativa L*) είναι πολύ ευαίσθητο στην έλλειψη των ιχνοστοιχείων βόριο και μολυβδαίνιο, συνεπώς χρειάζεται προσοχή για την πρόληψη των τροφοπενιών των στοιχείων αυτών. Η εφαρμογή του κόπρου αποτρέπει την εμφάνιση των τροφοπενιών και επίσης μειώνει και τις αρνητικές συνέπειες της αλατότητας των εδαφών (Χουλιάρης, 2003).

Πίνακας 1.3. Παρουσίαση απαραίτητων λιπαντικών μονάδων για καλλιέργια μαρουλιού.

ΛΙΠΑΝΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ (kg/στρ)		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O
15-20	8-10	25-30

Πηγή: Μπουρνάκας, 1995

1.7. ΕΞΑΠΛΩΣΗ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Το μαρούλι (*Lactuca sativa L*) είναι το σημαντικότερο φυλλοειδές λαχανικό που χρησιμοποιείται νωπό σε σαλάτα, στην Ελλάδα συνήθως από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η παραγωγή των κηπευτικών ανέρχεται το 2006 (Πολυχρονάκης, 2006) στους 126 εκατομμύρια τόνους εκ των οποίων τα 63,5 εκατομμύρια το αποτελούσαν τα λαχανικά. Η παραγωγή της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε οπωροκηπευτικά αυτή τη χρόνια καλύπτεται το 9,8 της παγκόσμιας παραγωγής. Με την παραγωγή της χώρας μας να ανέρχεται κατά μέσο όρο ετησίως στο μέγεθος των 4 εκατομμυρίων τόνων σε λαχανικά (Πολυχρονάκης, 2006). Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί μόλις στο 6,3% του συνόλου της παραγωγής της Ευρωπαϊκής Ένωσης με πρωτοπόρες χώρες σύμφωνα με την Eurostat το 2004 την Ιταλία η οποία καλύπτεται το 23,5% της πανευρωπαϊκής παραγωγής και την Ισπανία να καλύπτει το 19% αντίστοιχα. Το εμπόριο των οπωροκηπευτικών σε Ελλάδα και Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελεί τομέα σημαντικής οικονομικής δραστηριότητας για πολλές χώρες, καλύπτοντας για την χώρα μας το 34,5%. Οι ελληνικές εξαγωγές προς τα άλλα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης ανέρχονται σε ποσότητα χιλιάδων τόνων.

Σε πολλές χώρες το μαρούλι (*Lactuca sativa L*) είναι ένα από τα σημαντικότερα καλλιεργούμενα λαχανικά. Η καλλιέργεια του είναι κατά κανόνα υπαίθρια αλλά σε χώρες όπου ο χειμώνας είναι βαρύς όπως για παράδειγμα στο Καναδά και σε χώρες της Βόρειας Ευρώπης καλλιεργείται κατά κόρων σε θερμοκήπια. Οι εκτάσεις και η παραγωγή μαρουλιού στην Ελλάδα για την περίοδο 1980 με 1997 όπως δίνονται από στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας του Υπουργείου Γεωργίας (Ολυμπίου, 2001) αυξήθηκαν τόσο σε έκταση καλλιεργούμενων στρεμμάτων όσο και σε παραγωγή τόσο για τις καλλιέργειες θερμοκηπίου όσο και για τις υπαίθριες καλλιέργειες από 100 στρέμματα και αντίστοιχη παραγωγή 210 τόνων για την καλλιέργεια θερμοκηπίου το 1980 σε 1.420 στρέμματα και 4.020 τόνους για το 1997. Οι αντίστοιχες τιμές για την υπαίθρια καλλιέργεια του μαρουλιού το 1980 ήταν 27.200 στρέμματα με παραγωγή 54910 τόνους η οποία αυξήθηκε έως το 1997 σε καλλιέργεια 32.810 στρεμμάτων και αντίστοιχη παραγωγή 61.540. Η αντίστοιχη παραγωγή μαρουλιού σύμφωνα με την ΥΠ.Α.Α.Τ. για το 2006 ανερχόταν στους 61.218 τόνους και κάλυπτε συνολική έκταση 37.848 στρεμμάτων, δείχνοντας μας έτσι μια αύξηση της καλλιέργειας μας περί των 4.000 στρεμμάτων τα τελευταία 10 χρόνια.

Η καλλιέργεια του μαρουλιού έχει διαδοθεί σχεδόν σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη της ηφουλίου ως ετήσιο λαχανικό σε αντίθεση με πολλά άλλα λαχανικά που καλλιεργούνται σε συγκεκριμένες περιοχές. Είναι χαρακτηριστικό ότι στην Ασία παράγεται περίπου το 50% της παγκόσμιας παράγωγης ενώ στην Αμερική και στην Ευρώπη το 27% και 20% αντίστοιχα. Όπως προαναφέρθηκε σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης η Ιταλία και η Ισπανία είναι οι κυριότερες χώρες παραγωγής του ενώ η Ισπανία και η Ολλανδία εξάγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες. Ενώ κυριότεροι παγκόσμιοι καλλιεργητές του μαρουλιού είναι η Κίνα και οι Η.Π.Α. σύμφωνα με στοιχεία του FAO Production Yearbook για το 1998.

1.8. ΦΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ - ΦΥΤΟΡΜΟΝΕΣ

Σαν φυτορρυθμιστική ουσία σύμφωνα με τον Moore (1979) ορίζεται μια οργανική ουσία η οποία δεν είναι θρεπτικό συστατικό, δηλαδή δεν παρέχει στο φυτό ενέργεια ή απαραίτητα μεταλλικά στοιχεία και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις (<1Mm) προάγει, παρεμποδίζει ή τροποποιεί ποιοτικά την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού.

Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, τις φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες (φυτορμόνες) και στις συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες. Οι φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι φυσικά φυτικά προϊόντα και μπορούν με κατάλληλες μεθόδους να εξαχθούν και να προσδιοριστούν. Το όνομα φυτορμόνες τους έχει αποδοθεί από πολλούς συγγραφείς γιατί η δράση τους μοιάζει με την δράση των αντίστοιχων ορμονών στα ζώα (Πασπάτης, 1989).

Οι φυσικές φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι παράγοντες πολύ μεγάλης σημασίας στην ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων της ανάπτυξης του φυτού αφού καθορίζουν την αντίδραση του στο φυσικό περιβάλλον.

Οι συνθετικές φυτορρυθμιστικές ουσίες μοιάζουν χημικά με τις φυσικές και δρουν κατά τον ίδιο τρόπο με την διαφορά ότι παράγονται τεχνητά. Η σημασία των συνθετικών φυτορρυθμιστικών ουσιών είναι πολύ μεγάλη καθότι η εφαρμογή τους προκαλεί επιθυμητές αλλαγές και αντιδράσεις στα φυτά προάγοντας την ποιότητα και ποσοτική βελτίωση των παραγόμενων φυτικών προϊόντων με το μικρότερο δυνατό κόστος (Πασπάτης, 1989).

Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες υποκινούν μια αλληλουχία αναπτυξιακών διαδικασιών δρώντας στο μοντέλο έκφρασης των γονιδίων που είναι υπεύθυνα για τις συγκεκριμένες διαδικασίες. Η αύξηση και η ανάπτυξη ενός φυτού ένα ορισμένο μοντέλο που καθορίζεται γενετικά και είναι χαρακτηριστικό για κάθε είδος φυτού. Οι διάφοροι ιστοί των επιμέρους οργάνων των φυτών αντιδρούν διαφορετικά στην επίδραση των φυτορρυθμιστικών ουσιών ανάλογα με την ευαισθησία τους ή με το στάδιο ανάπτυξης που βρίσκονται.

Ο τύπος της αντίδρασης του φυτού σε μια φυτορρυθμιστική ουσία εξαρτάται από το είδος του φυτού, από το στάδιο ανάπτυξης του και από τον ιστό ή όργανο στον οποίο γίνεται η εφαρμογή καθώς επίσης και από το είδος της φυτορρυθμιστικής ουσίας και τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Πασπάτης, 1989). Για την άμεση αύξηση της παραγωγής των φυτών που αποτελεί και το αντικείμενο με την

μεγαλύτερη σημασία όσον αφορά τις φυτορρυθμιστικές ουσίες το πρώτο βήμα θα πρέπει να είναι η εξακρίβωση όλων εκείνων των φυσιολογικών παραγόντων που περιορίζουν την παραγωγή σε συνθήκες αγρού. Κάποιοι από τους βασικούς στόχους που πρέπει να μπου προκειμένου να ανακαλυφθούν νέες φυτορρυθμιστικές ουσίες είναι:

- καταστολή της φωτοαναπνοής.
- αύξηση της δέσμευσης του αζώτου.
- αύξηση της τιμής του δείκτη παραγωγής μέσω της αλλαγής της κατανομής των προϊόντων της φωτοσύνθεσης.
- αλλαγή της διάρκειας ζωής της φυλλικής επιφάνειας.

1.8.1 ΓΙΒΒΕΡΕΛΛΙΝΕΣ

Οι γιββερελλίνες είναι μια κατηγορία φυτορρυθμιστικών ουσιών πολύ μεγάλης σημασίας για την φυσιολογία του φυτού. Κατά τον Moore (1979), οι γιββερελλίνες απαντώνται σε φυσική κατάσταση σε έναν μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών και είναι ουσίες κοινές σε όλα τα αγγειόσπερμα και γυμνόσπερμα.

Οι γιββερελλίνες είναι συζευγμένες με την προαγωγή της αυξήσεως του βλαστού, και ο εφοδιασμός με GA των άθικτων φυτών, μπορεί να προκαλέσει μεγάλη αύξηση του ύψους του φυτού. Επίσης, οι γιββερελλίνες ελέγχουν έναν μεγάλο αριθμό φυσιολογικών λειτουργιών που σχετίζονται εκτός από την επιμήκυνση του βλαστού, με την φύτευση των σπερμάτων, με την άρση του ληθάργου και με την κινητοποίηση αποταμιευτικών ουσιών (Τσέκος, 2004)

Ο αριθμός των γνωστών γιββερελλινών μέχρι και το τέλος της δεκαετίας του '70 ανερχόταν σε 52. Οι γιββερελλίνες ανακαλύφθηκαν με την μελέτη μιας ασθένειας του ρυζιού, που ονομάζεται η ασθένεια του τρελού φυταρίου ή *bacnae* (Πασπάτης, 1989). Συγκεκριμένα είχε παρατηρηθεί από καλλιεργητές ρυζιού στην Ιαπωνία από τις αρχές ακόμα του 20^{ου} αιώνα ότι κάποια φυτάρια ρυζιού αναπτύσσονταν με πολύ γρήγορο ρυθμό, ξεπερνούσαν σε ύψος τα άλλα φυτάρια και δεν κατάφερναν ποτέ να φτάσουν στην άνθιση. Η ασθένεια διαπιστώθηκε αργότερα ότι οφείλεται σε έναν ασκομύκητα στον οποίο αποδόθηκε το όνομα *Gibberella fujikuroi*. Όταν ο μύκητας

καλλιεργήθηκε *in vitro* διαπιστώθηκε ότι παρήγαγε μια ουσία που προκαλούσε την ασθένεια και τις αποδόθηκε το όνομα gibberellin (Πασπάτης, 1989).

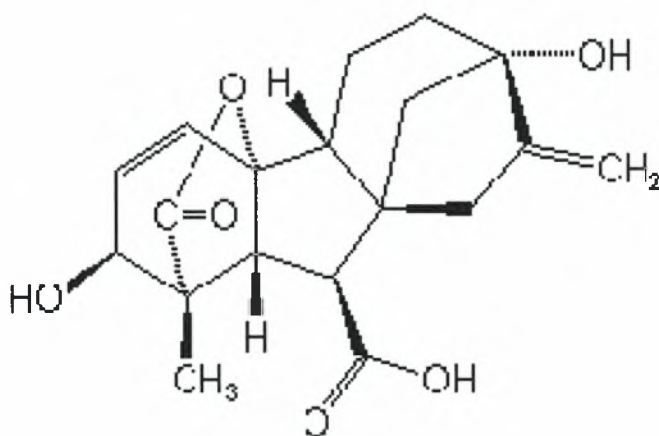
Η χημική δομή των γιββερελλίνων είναι πολύ περίπλοκη. Είναι αποδεκτό ότι υπάρχουν συσχετίσεις μεταξύ της χημικής δομής και της βιολογικής δράσης των γιββερελλίνων και των συγγενικών τους ενώσεων. Προς το παρόν, κύρια πηγή γιββερελλίνων είναι διάφοροι γενετικοί κλώνοι του μύκητα *Fusarium moniliformae* του οποίου καλλιεργούνται σε βιομηχανικής κλίμακας καλλιέργεια (Πασπάτης, 1989).

Χαρακτηριστικό της βιολογικής δράσης των γιββερελλίνων σε σύγκριση με αυτή των αυξινών είναι ότι ενώ και οι 2 κατηγορίες αυτές φυτορρυθμιστικών ουσιών προκαλούν επιμήκυνση των κυττάρων, η εξωγενής εφαρμογή της αυξίνης σπάνια θα προκαλέσει αύξηση ή επιμήκυνση των φυτών αυτών, ενώ αντίθετα η εξωγενής εφαρμογή της γιββερελλίνης επιφέρει εντυπωσιακά αποτελέσματα. Αντίθετα η γιββερελλίνη έχει μηδαμινή αντίδραση σε απομονωμένα τεμάχια φυτικών μερών ενώ έχει αναφερθεί η συνεργιστική δράση μεταξύ αυξινών και γιββερελλινών στην αύξηση των φυτών. Επισημαίνεται επίσης ότι οι γιββερελλίνες δεν έχουν επίδραση στην αύξηση των ριζών των φυτών και δεν προκαλούν ούτε διέγερση ούτε παρεμπόδιση της αύξησης αυτής (Πασπάτης, 1989).

Σύμφωνα με τους Galston και Davies (1970) η εφαρμογή γιββερελλίνης μπορεί να υποκαταστήσει πλήρως το φωτοπεριοδικό ερέθισμα για την ανάπτυξη ανθικού στελέχους καθώς και την άνθιση σε πολλά φυτά. Η εφαρμογή της σε πολλά φυτά δείχνει ότι προκαλεί αποτελέσματα που φυσιολογικά ελέγχονται από το φυτόχρωμα ή υποκινούνται από το ψύχος. Οι γιββερελλίνες επίσης μπορούν να υποκινήσουν την παρθενοκαρπική ανάπτυξη καρπών μονές ή σε συνδυασμό με την εφαρμογή αυξινών.

Η πιο διαδεδομένη στην γεωργία γιββερελλίνη είναι το γιββερελλικό οξύ (gibberellic acid, GA) το οποίο χρησιμοποιείται σήμερα για την δράση του στην άνθιση και τον σχηματισμό καρπών, για αύξηση της καρπόδεσης σε δέντρα, για πρωίμιση της άνθισης και για την αύξηση του μήκους του ανθικού στελέχους. Μεγάλες προοπτικές υπάρχουν στην εποχή μας για την αύξηση της παραγωγής, όσον αφορά την αύξηση του μεγέθους των φυτών, σε λαχανικά όπως το μαρούλι (*Lactuca sativa L*), το σπανάκι, το αντίδι κ.α., καθώς και για την διακοπή του λήθαργου στην πατάτα και σε σπόρους άλλων φυτών (Πασπάτης, 1989).

Η εφαρμογή γιββερελλικού οξέως στα υποκοτύλια κύτταρα φυτών μαρουλιού (*Lactuca sativa L*) έδειξε σύμφωνα με πειράματα αύξηση τους της τάξης των 400-500% σε σύγκριση με το μέγεθος των υποκοτύλιων κυττάρων του μαρουλιού σε κανονικές συνθήκες. Αντίστοιχη αύξηση επίσης παρατηρήθηκε στο κυτταρικό τοίχωμα και στην επιμήκυνση των κυττάρων. Σε άλλες εργασίες που έγινε εφαρμογή του γιββερελλικού οξέως σε σπόρους μαρουλιού διαπιστώθηκε επιτάχυνση της ανάπτυξης των σπόρων οι οποίοι συνήθως για να αναπτυχθούν εφαρμοζόταν πάνω τους μέθοδοι εναλλαγής φωτοπεριόδου. Κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των σπόρων συγκρίνοντας τις μεθόδους της έκθεσης τους σε φως και της εφαρμογής γιββερελλικού οξέως διαπιστώθηκαν αλλαγές οι οποίες επηρεάζουν το βιοχημικό έλεγχο της ανάπτυξης τους (Srivastava and Sawhney, 1975).



Εικόνα 3. Συντακτικός τύπος του γιββερελλικού οξέως.

1.8. ΕΔΑΦΟΣ

Η μέση σύσταση του εδάφους είναι

- 25% αέρας,
- 25% νερό,
- 5% οργανικό υλικό γνωστό και ως χούμο και
- 45% ορυκτό υλικό (Herren, 2000).

Η καλλιέργεια των εδαφών για την παραγωγή αγροτικών προϊόντων επιφέρει αλλαγές στις ιδιότητες του εδάφους. Από την άλλη η επίδραση του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από την καύση ορυκτών για την βιομηχανία, τις μεταφορές και την θέρμανση χώρου, από τις πυρκαγιές των δασών καθώς και απώλεια της οργανικής ουσίας του εδάφους είναι παράγοντες που επηρεάζουν την εδαφογένεση.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ταχύτατη υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους. Η αλάτωση των εδαφών είναι μια από τις πλέον καταστροφικές επιδράσεις του ανθρώπου εξαιτίας της κακής διαχείρισης των νερών για άρδευση των καλλιεργειών (Στουρνάρας, 2007). Η υποβάθμιση της δομής του εδάφους συντελεί στη διάβρωση των εδαφών εξαιτίας των νερών της βροχής και των ανέμων (Μήτσιος, 2001).

Η ανάπτυξη των φυτών εξαρτάται άμεσα από τις εισροές θρεπτικών στοιχείων τόσο του εδάφους όσο και της ατμόσφαιρας. Το άζωτο, ο φώσφορος και το θείο προσλαμβάνονται από τις ρίζες των φυτών με την μορφή ιόντων αντίστοιχα και όλα τα υπόλοιπα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών, προσλαμβάνονται σε διαφορετικές ποσότητες που διαφέρουν μεταξύ τους ανάλογα με το είδος (Μήτσιος, 2004).

Η διαθεσιμότητα και η αντίστοιχη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων όπως

- η αποσάθρωση των ορυκτών,
- η δέσμευση του αερίου αζώτου της ατμόσφαιρας από τα βακτήρια του εδάφους,
- από τα φυτικά υπολείμματα των καλλιεργειών,
- από σειρά χημικών ουσιών που διαλύονται στο νερό της βροχής και μεταφέρονται στο εδαφικό διάλυμα κ.α (Μήτσιος, 2004).

Τα κηπευτικά συνιστούν δυναμικές καλλιέργειες με σημαντικές απαιτήσεις όσον αφορά το έδαφος. Η ύψη του εδάφους αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στην ανάπτυξη πληθώρας ειδών. Οριακά εδάφη από πλευράς υφής, δηλαδή χοντρόκοκκα ή λεπτόκοκκα είναι ακατάλληλα για τις καλλιέργειες κηπευτικών. Προτιμώνται τα πηλώδη ή τα πηλωαμμώδη που εξασφαλίζουν καλύτερα τις συνθήκες αερισμού, στράγγισης και συγκράτησης υγρασίας. Όσον αφορά την οργανική ουσία ο ρόλος της είναι αναντικατάστατος για την ανάπτυξη των επιθυμητών χημικών, φυσικών και βιολογικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Η πορεία δημιουργίας ακραίων καταστάσεων στα εδάφη, δηλαδή όξινων ή αλκαλικών εδαφών αποτελεί γεγονός που έχει απασχολήσει του επιστήμονες εδώ και πολλές δεκαετίες. Η παρέμβαση σε όξινα εδάφη, δηλαδή με τις τιμές pH μικρότερες του 6, είναι δυνατή με την προσθήκη ασβεστίου (ασβέστης ή ανθρακικό ασβέστιο). Η εξυγίανση αντίστοιχα των αλκαλικών εδαφών δεν μπορεί παρά να προηγηθεί χρονικά της καλλιέργειας με την εφαρμογή εδαφοβελτιωτικού(π.χ. γύψος), μια διαδικασία όμως μακρόχρονη.

Παράμετροι επίσης σημαντικοί όταν αναφερόμαστε σε καλλιέργειες κηπευτικών και θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας αποτελούν

- το ανθρακικό ασβέστιο,
- σχέση άνθρακα αζώτου στο έδαφος,
- η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων που είναι πολύ σημαντική για την γονιμότητα του εδάφους,
- η αλκαλίωση του εδάφους η οποία επιφέρει αλλαγές στις φυσικές και χημικές του ιδιότητες,
- το ειδικό βάρος του εδάφους,
- το ποσοστό της ωφέλιμης υγρασίας,
- η αλατότητα και
- οι δυνατότητες διηθητικότητας και στράγγισης του.

Όσον αφορά την καλλιέργεια μαρουλιού (*Lactuca sativa L*), το συγκεκριμένο είδος χαρακτηρίζεται ως πολύ ευαίσθητο όσον αφορά τις εδαφικές συνθήκες. Απαιτεί έδαφος

- πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία,
- με υψηλό βαθμό υδατο'ικανότητας και
- αντίστοιχη υψηλή ικανότητα στράγγισης.

Είναι ευαίσθητο στην παρουσία υψηλής συγκέντρωσης αλάτων στο έδαφος η οποία του προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη και αλλαγές στο χρώμα και την εμφάνιση των φύλλων του καθιστώντας τα σκούρα πράσινα και δερματώδη (Ολυμπίου, 2001).

Λήψη μέτρων για περιορισμό των αλάτων του εδάφους που προορίζονται για καλλιέργεια μαρουλιού κρίνεται απαραίτητη. Για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες μαρουλιού θεωρείται σε πάρα πολλές περιοχές η εγκατάσταση συστήματος στράγγισης με σωλήνες διαμέτρου 10 cm που τοποθετούνται σε βάθος 35 cm και απέχουν μεταξύ τους 50 cm με κλίση 1:1200 (Ολυμπίου, 2001).

Καταλληλότερα εδάφη για την καλλιέργεια του μαρουλιού, υπαίθρια και θερμοκηπιακή, κρίνονται τα αμμοπηλώδη εδάφη, τα οποία είναι πλούσια σε οργανική ουσία. Για την πρόωμη παραγωγή του μαρουλιού προτιμώνται τα ελαφρώς αμμώδη εδάφη και στις 2 περιπτώσεις το άριστο pH για την καλλιέργεια του μαρουλιού κυμαίνονται από 6 έως 7, τιμές οι οποίες προσεγγίζουν και κυμαίνονται στα ουδέτερα όρια (δεν ευδοκιμεί σε όξινα και αλκαλικά εδάφη) (Ολυμπίου, 2001).

Για να διατηρείται το έδαφος στην επιθυμητή κατάσταση, δηλαδή να παραμένει αφράτο και να στραγγίζει ικανοποιητικά πρέπει να προστίθεται οργανική ουσία όπως

- καλά χωμένη κοπριά,
- ψιλοκομμένα άχυρα ή
- άλλη μορφή οργανικής ουσίας τουλάχιστον μια φορά το χρόνο (Ολυμπίου, 2001).



Εικόνα 4. Εδαφικό υπόστρωμα (τύρφη και περλίτης), που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη των φυτών μαρουλιού

1.9.1 ΤΥΡΦΗ

Η τύρφη χρησιμοποιείται τόσο για υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών όσο και για βελτιωτικό εδαφών και άλλων υποστρωμάτων. Η τύρφη αποτελεί προϊόν της αποσύνθεσης της βλάστησης ελωδών περιοχών κυρίως των βρυόφυτων αλλά και άλλων οργανισμών. Στην οργανική ύλη που συσσωρεύεται τελείται ατελής διάσπαση, δηλαδή αποσυντίθεται απουσία οξυγόνου.

Γενικά η τύρφη χαρακτηρίζεται για την υψηλή της ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων αλλά και την υψηλή συγκράτηση θρεπτικών συστατικών βασική συνέπεια αυτής της ιδιότητας είναι η συγκράτηση των θρεπτικών συστατικών που χορηγούνται σε μια καλλιέργεια με τις βασικές ή και τις επιφανειακές λιπάνσεις. Διακρίνονται 2 κατηγορίες τύρφης

- η ξανθή τύρφη και
- η μαύρη τύρφη, οι οποίες αξιολογούνται με βάση τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά (Ποντίκης, 2006).

1.9.2. ΠΕΡΛΙΤΗΣ

Ο περλίτης αποτελεί προϊόν βιομηχανικής επεξεργασίας ηφαιστειακής πρώτης ύλης. Οι κόκκοι του περλίτη σε μεγάλη θερμοκρασία είναι άσπροι και εύθραυστοι. Με την βιομηχανική επεξεργασία που υφίσταται το πρωτογενές ηφαιστειακό υλικό η υαλώδης μάζα του ορυκτού διογκώνεται σε αφρώδη μάζα. Ο διογκωμένος αυτός περλίτης περιέχει Si, Al, Fe, Ca, K και Na ενώ χαρακτηριστικό του περλίτη είναι η μηδενική του ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων. Οι κοκκομετρικές κατηγορίες του περλίτη κυμαίνονται από 1 έως 5 χιλιοστά. Επίσης, είναι ένα χημικά αδρανές υλικό που προτιμάται για την καλή συγκράτηση υγρασίας που προσφέρει ενώ αποτελεί και καλό μονωτικό (Ποντίκης, 2006).

1.10. ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Τα αρδευτικά δίκτυα ανάλογα με τον τρόπο μεταφοράς του νερού διακρίνονται σε

- επιφάνεια και
- υπό πίεση.

Ένα τυπικό αρδευτικό έργο αποτελείται από το δίκτυο των αγωγών μεταφοράς ή δίκτυο μεταφοράς και από τους αγωγούς από τους οποίους το νερό παροχετεύεται στο χωράφι και λέγεται δίκτυο εφαρμογής. Σκοπός της άρδευσης είναι να δοθεί στην καλλιέργεια συμπληρωματικά νερό όταν αυτό που προέρχεται από την βροχή αλλά και την ήδη αποθηκευμένη στο έδαφος υγρασία δεν είναι επαρκές για να καλύψει πλήρως τις ανάγκες εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Το νερό αυτό διασφαλίζει την κανονική ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας. Κάτω από τις μεσογειακές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην χώρα μας, η ανάγκη για συμπληρωματική χορήγηση νερού με άρδευση ανακύπτει προς το τέλος της άνοιξης και κατά την διάρκεια του θέρους (Παπαζαφειρίου, 1999).

Η ποσότητα νερού που πρέπει να δίνεται με άρδευση εξαρτάται από το ανώτερο όριο συγκράτησης νερού από το έδαφος, από ένα κατώτερο όριο πριν η καλλιέργεια αρχίζει να έχει δυσκολία στην απόσταση νερού από το έδαφος ικανού για την πλήρη κάλυψη των αναγκών εξατμισοδιαπνοής και από το πάχος του εδάφους από το οποίο οι καλλιέργειες μπορούν να αντλούν νερό (Παπαζαφειρίου, 1999).

Όσον αφορά την καλλιέργεια μαρουλιού (*Lactuca sativa L*) η απόφαση για το πότε θα εφαρμοστεί το πότισμα και το πόσο νερό θα δοθεί αποτελεί ένα από τα διαρκή προβλήματα της καλλιέργειας του μαρουλιού (Ολυμπίου, 2001).

Πριν την μεταφύτευση των φυταρίων του μαρουλιού το έδαφος πρέπει να έχει ποτιστεί ώστε να φτάσει στο σημείο υδατοικανότητας του. Μετά την μεταφύτευση ακολουθεί επίσης πότισμα ώστε το επιφανειακό στρώμα του εδάφους να φτάσει πάλι στο σημείο υδατοικανότητας του καθώς τα νεαρά φυτά μαρουλιού έχουν την ικανότητα να απορροφούν νερό μόνο από το επιφανειακό έδαφος και σε βάθος τριών με τεσσάρων εκατοστών (Ολυμπίου, 2001).

Το μαρούλι (*Lactuca sativa L*) αναπτύσσει θυσσανώδες επιφανειακό ριζικό σύστημα για αυτό και είναι προτιμότερο να ποτίζεται τακτικά με μικρές ποσότητες νερού. Οι ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας μαρουλιού σύμφωνα με εργασία του

Παπαχριστοδούλου(1992) ανέρχονται στα 336 κυβικά το στρέμμα. Όταν το φυτό πλησιάζει την περίοδο συγκομιδής το ριζικό του σύστημα έχει αναπτυχθεί σε όλο τον επιφανειακό όγκο του εδάφους και φτάνει σε βάθος τα 20 με 30 cm. Όταν το βάθος του πλήρως ανεπτυγμένου ριζοστρώματος φτάνει τα 30 με 50 cm τότε ο συντελεστής ωφελιμότητας (F) του νερού άρδευσης για την καλλιέργεια προσεγγίζει την τιμή του 0,30 (Ολυμπίου, 2001).

Το πότισμα στο μαρούλι (*Lactuca sativa L*) καλό είναι να γίνεται με καταιονισμό από ψηλά για να υπάρχει ομοιόμορφη κατανομή του νερού. Σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες η αύξηση της υγρασίας της ατμόσφαιρας όταν πλησιάζει η συγκομιδή μπορεί να βοηθήσει στην ελαχιστοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης στα φύλλα του φυσιολογικού και περιφερειακού καψίματος που προκαλούνται από υπερβολική ένταση της ακτινοβολίας και τα ευνοεί αντίστοιχα το χαμηλό επίπεδο της ατμοσφαιρικής υγρασίας (Ολυμπίου, 2001).

1.10.1. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η αλατότητα του νερού αρδεύσεως εκφράζεται με

- την ηλεκτρική αγωγιμότητα του ή
- με το συνολικό ποσό των διαλυμένων αλάτων στο νερό.

Για να οδηγηθεί ένα έδαφος σε αλάτωση πρέπει να υπάρχουν δυο προϋποθέσεις. Η πρώτη προϋπόθεση είναι να υπάρχει στο νερό άρδευσης ένα ποσό αλάτων και η δεύτερη τα άλατα αυτά να παραμείνουν στο έδαφος, είτε λόγω ανεπαρκούς ποσότητας νερού αρδεύσεως είτε λόγω κακής στραγγίσεως. Ανεπαρκής ποσότητα νερού αρδεύσεως και κακής στράγγισης του εδάφους οδηγούν σε απομάκρυνση μειωμένης μόνο ποσότητας νερού από το έδαφος, με συνέπεια την συνεχή αλάτωση του (Μισοπολινός, 1991).

Τα άλατα που προστίθενται στο έδαφος με το νερό αρδεύσεως μειώνουν την απόδοση των φυτών όταν στο βάθος των ριζών η συγκέντρωσή τους φτάσει ορισμένο όριο. Το φυτό αφαιρεί από το έδαφος την ποσότητα εκείνη του νερού που είναι απαραίτητη για την κάλυψη των αναγκών της εξατμισοδιαπνοής και με τον τρόπο αυτό εμπλουτίζει το έδαφος σε άλατα. Σε κάθε άρδευση προστίθενται άλατα που θα πρέπει να απομακρύνονται από το ριζόστρωμα πριν η συγκέντρωσή τους γίνει κρίσιμη για το φυτό (Μισοπολινός, 1991).

Τα αλατούχα εδάφη περιέχουν ουδέτερα διαλυτά άλατα σε συγκεντρώσεις που μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στην ανάπτυξη των περισσότερων φυτών. Τα φυτά αντλούν το νερό από το έδαφος με απορροφητική δύναμη μεγαλύτερη από αυτήν με την οποία συγκρατείται το νερό από το έδαφος. Τα άλατα στο εδαφικό διάλυμα αυξάνουν τη δύναμη που απαιτείται από τα φυτά για την άντληση νερού από το έδαφος. Η επίδραση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση στο διαθέσιμο νερό για τα φυτά καθώς η αλατότητα αυξάνεται. Η επίδραση της αλατότητας είναι παρόμοια με αυτή της έλλειψης νερού, δηλαδή σε συνθήκες αυξημένης αλατότητας τα φυτά εμφανίζουν συμπτώματα υδατικής καταπόνησης και παρατηρείται μείωση της ανάπτυξης τους (Μισοπολινός, 1991).

Μετά από παρατεταμένη έκθεση σε σχετικά υψηλή αλατότητα παρατηρείται

- ένας γενικός μαρασμός,
- νεκρώσεις ιστών και
- μια έντονη επίδραση στα φύλλα τους.

Στις άνωθεν παρατηρήσεις, ελήφθει υπόψη η αλατότητα ως περιοριστικός παράγοντας μειώσεις της διαθεσιμότητας του νερού. Στην πράξη κάθε είδος φυτού έχει διαφορετική συμπεριφορά στην αλατότητα. Κάποια είδη παρουσιάζουν μεγαλύτερη ικανότητα άντλησης νερού από αλατούχα εδάφη και κατά συνέπεια είναι περισσότερο ανθεκτικά στην αλατότητα. Σε περιοχές όπου με την στράγγιση δεν είναι δυνατόν να ελεγχθεί η αλατότητα μέσα στα πλαίσια αντοχής του συγκεκριμένου είδους που καλλιεργείται θα υπάρξει σίγουρα μείωση της παραγωγής (Μισοπολινός, 1991).

Σε περιοχές όπου η αλατότητα δεν είναι δυνατόν να μειωθεί σε ικανοποιητικά επίπεδα για τα φυτά που ήδη υπάρχουν η μοναδική λύση είναι αυτή της εναλλακτικής καλλιέργειας η οποία είναι περισσότερο ανθεκτική στο συγκεκριμένο επίπεδο αλατότητας και μπορεί να έχει οικονομική απόδοση. Υπάρχει ένα οκταπλάσιο έως δεκαπλάσιο εύρος ανθεκτικότητας στα άλατα των καλλιεργούμενων φυτών (Μισοπολινός, 1991). Το γεγονός αυτό καθιστά δυνατή τη χρήση αλατούχων εδαφών τα οποία μέχρι πρότινος θεωρούνταν ακατάλληλα για καλλιέργεια καθώς επιτρέπει και την χρήση αρδευτικών νερών με μεγαλύτερη συγκέντρωση αλάτων από ότι στο παρελθόν. Η σχετική διαβάθμιση της ανθεκτικότητας των φυτών στα άλατα μπορεί να αποτελέσει βασικό βοήθημα για τους καλλιεργητές όσον αφορά την επιλογή ειδών προς καλλιέργεια σε αλατούχα εδάφη.

Η αντοχή των φυτών στην αλατότητα έχει εφαρμογή σε καλλιέργειες κυρίως από το τελευταίο στάδιο του φυτρώματος έως την ωριμότητα. Η αντοχή κατά την φύτευση και τα πρώτα στάδια της φύτευσης μπορούν να διαφέρουν και είναι γνωστά για μικρό ποσοστό ειδών. Αν η εδαφική αλατότητα στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους, δηλαδή στην περιοχή τοποθέτησης του σπόρου είναι υψηλή μπορεί να καθυστερήσει ή και εμποδίσει σε κάποιες περιπτώσεις τη βλάστηση και την ανάπτυξη του βλαστιδίου κατά τα πρώτα στάδια. Η αντοχή στην αλατότητα των περισσότερων καλλιεργούμενων φυτών είναι πλέον γνωστή και χρησιμοποιείται ευρέως σαν στοιχείο.

Περνώντας ως παράδειγμα την καλλιέργεια του μαρουλιού (*Lactuca sativa* L) παρατηρείται ότι για προβλεπόμενη απόδοση 100% η εδαφική αλατότητα δεν πρέπει να ξεπερνά το 1.3mS/cm. Όταν η τιμή της εδαφικής αλατότητας σε καλλιέργεια μαρουλιού προσεγγίζει το 2.1mS/cm η προβλεπόμενη απόδοση της συγκεκριμένης καλλιέργειας αντιστοιχεί σε 90%. Για να αγγίξει το ποσοστό της προβλεπόμενης απόδοσης της εκτατικής καλλιέργειας μαρουλιού το 75% η εδαφική αλατότητα δεν πρέπει να ξεπερνά το 3.2mS/cm ενώ όταν η τιμή της εδαφικής αλατότητας ανεβαίνει στο 5.1mS/cm έχουμε 50% μείωση της παραγωγής μας (Μισοπολινός, 1991). Σύμφωνα με τους Maas και Hoffman(1977) όταν η εδαφική αλατότητα φτάνει στο 9mS/cm έχουμε μηδενική παραγωγή. Οι τιμές αυτές όπως παρατίθενται κατατάσσουν το μαρούλι στα ευαίσθητα καλλιεργούμενα φυτά όσον αφορά την σχετική αντοχή του στην αλατότητα.

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησαν οι Han και Lee (2005) μελετώντας την ανάπτυξη του μαρουλιού σε συνθήκες αύξησης της αλατότητας διαπίστωσαν ότι η ανάπτυξη του μαρουλιού σε εδάφη με αυξημένα ποσοστά αλατότητας παρουσίαζε τόσο μειωμένη αύξηση των φυτών αλλά επιδρούσε και στην φωτοσύνθεση, στη στοματική αγωγιμότητα και στην περιεκτικότητα τους σε χλωροφύλλη.

Δίνοντας πιο συγκεκριμένα στοιχεία οι Adriolo et al (2005) έδειξαν σε πείραμα τους ότι όταν τα επίπεδα αλατότητας σε καλλιέργειες μαρουλιού είναι υψηλότερες του 2 με 2,6mS/cm μειώνεται τόσο η απόδοση όσο και ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών του μαρουλιού.

1.11. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας πειραματικής έρευνας ήταν η επίδραση της αλατότητας του νερού άρδευσης και των γιββερελλινών στην ανάπτυξη των φυτών μαρουλιού.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών Π.Θ. το οποίο βρίσκεται στο Βελεστίνο του νομού Μαγνησίας. Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 240 φυτά μαρουλιού (*Lactuca sativa L*) από τα οποία τα 120 ήταν τύπου Ρομάνα και τα υπόλοιπα 120 ήταν τύπου κατσαρωτό κεφαλωτό. Η μεταφύτευση των φυτών έγινε στις 29/02/2008 σε πλαστικά δοχεία. Ως υπόστρωμα των μαρουλιών χρησιμοποιήθηκε τύρφης: clarsman ks2 εμπλουτισμένος με θρεπτικά στοιχεία και pH=7 και περλίτης σε αναλογία 1:1, τα οποία ανακατεύτηκαν και τοποθετήθηκαν στα πλαστικά δοχεία (2 λίτρων). Σε κάθε δοχείο σπάρθηκαν σπόρους δυο ποικιλιών (Iceberg και Romaine) και σε συνέχεια αναπτύχτηκαν τα φυτά μέχρι 15-20 πόντους σε ύψος. Στη συνέχεια μεταφυτεύτηκαν τα φυτά στα μεγαλύτερα δοχεία με χωριτικότητα 15 λίτρων και τοποθετήθηκαν στο θερμοκήπιο. Τέλος η άρδευση των φυτών έγινε με νερό βρύσης καθώς και με τα πρόσθετα άλατα (NaCl) για μεταχειρίσεις όπως αναφέρεται παρακάτω:

Οι μεταχειρίσεις ήταν α) 0, το οποίο ήταν ο μάρτυρας (νερό βρύσης το οποίο είχε $0,565 \text{ dS m}^{-1}$), b) $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, c) $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, d) $4,5 \text{ dS m}^{-1}$. Για να εφαρμοστούν οι μεταχειρίσεις αυτές, για $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ διαλύθηκαν 85g NaCl του εμπορίου στα 120 λίτρα νερού, για $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ διαλύθηκαν 215g NaCl του εμπορίου στα 150 λίτρα νερού και τέλος για $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ διαλύθηκαν 310 g NaCl του εμπορίου στα 150 λίτρα νερού. Όταν τα φυτά έδειχναν την ανάγκη για νερό ποτίζονταν ανά δυο, τρεις ή τέσσερις ημέρες το οποίο εξαρτιόνταν από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν εκείνη την περίοδο. Το κάθε φυτό ποτίζονταν με 250 ml νερό.

Στις 28 Μαρτίου 2008 έγινε εφαρμογή φυτορμόνης, της γιββερελλίνης, gibberellic acid, 30 ppm ανα 8 φύλλα, σε 15 φυτά στην κάθε ποικιλία και στις τέσσερις μεταχειρίσεις. Το ύψος των φυτών όταν εφαρμόστηκε η γιββερελλίνη ανέρχονταν στην ποικιλία Iceberg στα 30cm και στην ποικιλία Romaine στα 20cm. Στις 10 Μαΐου το πείραμα μεταφέρθηκε έξω από το θερμοκήπιο, στο ανοικτό περιβάλλον όπου έλαβε χώρα μέχρι το τέλος, αφού αυξήθηκε η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μέσα στο θερμοκήπιο και υπήρχε κίνδυνος για τα φυτά.

Κατά την διάρκεια του πειράματος έγιναν 9 φορές μετρήσεις για το ύψος των φυτών. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις 28 DAP (ήμερες μετά από τη φύτευση) και ακολουθούν οι μετρήσεις στις 34, 39, 45, 47, 91, 97, 105 και η τελευταία μέτρηση έγινε στις 112DAP.

2.1. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Για την εγκατάσταση του πειράματος διαχειριστήκαμε, σε πλήρη τυχαιοποιημένο σχέδιο που αποτελούνταν από 2 ποικιλίες, 4 μεταχειρίσεις με αρδεύσεις και 2 μεταχειρίσεις με GA (με και χωρίς) επί 3 επαναλήψεις.

Συγκεκριμένα το πείραμα περιείχε από: 2 Ποικιλίες (Iceberg και Romaine), 4 Επίπεδα Αρδεύσεις (0,0dS/m, 1,5dS/m, 3,0dS/m, 4,5dS/m) 2 GA (με και χωρίς) 3 Επαναλήψεις = 48 και κάθε επανάληψη αποτελούνταν από 5 φυτά, δηλαδή συνολικό αριθμών φυτών 240 όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Αναπαράσταση του πειραματικού τεμαχίου της παρούσας μελέτης.

Όπου:

■, φυτά με προσθήκη γιββερελλίνης (GA+)

□, φυτά χωρίς γιββερελλίνη (GA-)

2.2. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΕΧΘΡΩΝ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Στις αρχές Απριλίου παρατηρήθηκε εμφάνιση πληθυσμού του εντόμου αλευρώδη (*Trialeurodes vaporariorum*). Η αντιμετώπιση του έγινε με το εντομοκτόνο Confidor με τον περιγραφόμενο τρόπο εφαρμογής επί της συσκευασίας. Στην συνέχεια δεν παρατηρήθηκε καμία άλλη επίδραση από ασθένειες ή εχθρούς.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η επιρροή της συγκέντρωσης αλατότητας του νερού άρδευσης στο ύψος των φυτών μαρουλιού, καθώς και η επιρροή της γιββερελλίνης σε κάθε ποικιλία ξεχωριστά.

Για την στατιστική επεξεργασία των τιμών και την διευκόλυνση κατασκευής πινάκων χρησιμοποιήθηκαν οι εξής συμβολισμοί:

- GA(-), θεωρείται η απουσία γιββερελλίνης από τα φυτά
- GA(+), θεωρείται η παρουσία γιββερελλίνης στα φυτά
- a, b, c, d, e, f, g, h αποτελούν συμβολισμούς για την εξαγωγή συμπερασμάτων, καθώς τιμές που συμβολίζονται με τα ίδια γράμματα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, σύμφωνα με το Duncan test
- * (αστερίσκος), παρουσία αστερίσκου, οι τιμές διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά
- ns, παρουσία του συμβόλου, οι τιμές δεν διαφέρουν.



Πίνακας 1. Σύγκριση αλληλεπιδράσεων άρδευσης, ποικιλιών και γιββερελλίνης, φυτού σε ύψους του φυτού.

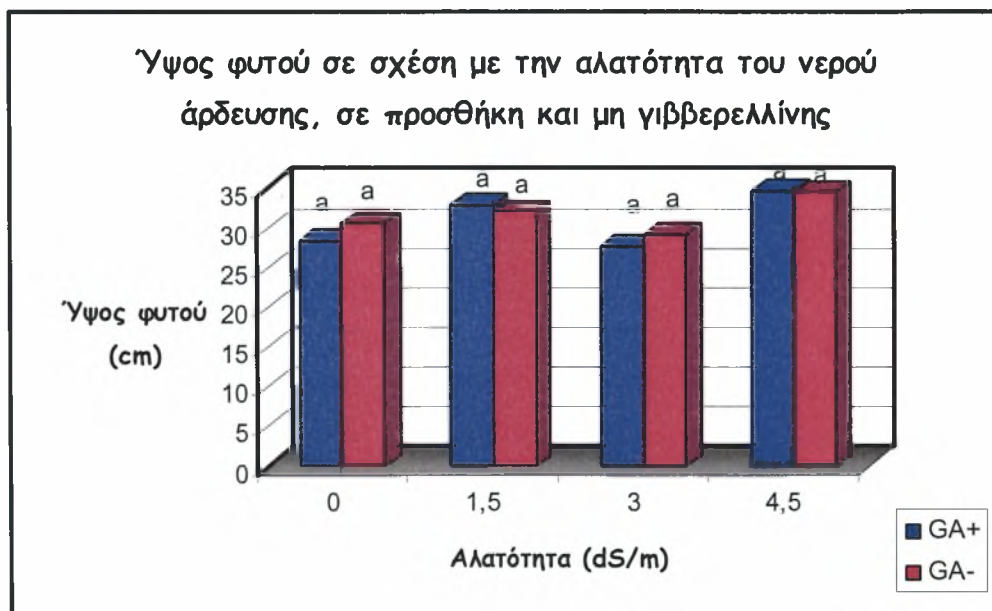
ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μετ αχειρ ίσεις	GA	28 DAP	34 DAP	39 DAP	45 DAP	47 DAP	91 DAP	97 DAP	105D AP	112 DAP
ICEBERG	0	-	30,5 c	32,4 b	39,5 b	19,0	18,1 cd	32,6 e	36,0 h	43,1 g	58,6 e
ICEBERG	0	+	28,4 d	34,4 a	43,6 a	33,3 a	36,8 a	86,2 a	90,0 a	96,7 a	106, 3a
ICEBERG	1,5	-	32,0 b	30,5 c	35,8 c	16,3 d	17,8 d	33,4 e	38,2 g	42,6 g	51,7 g
ICEBERG	1,5	+	32,8 b	31,7 c	36,7 c	28,4 b	35,3 a	66,0 b	68,7 c	73,4 c	81,1 c
ICEBERG	3	-	29,1 c	27,3 d	32,5 d	12,3 e	17,4 d	49,5 d	53,4 e	59,3 e	67,7 d
ICEBERG	3	+	27,6 d	28,8 d	33,5 d	22,6 c	33,8 b	60,2 c	63,0 d	68,1 d	79,6 c
ICEBERG	4,5	-	34,5 a	33,1 b	36,6 c	12,3 e	18,4 cd	22,2 g	42,3 f	46,0 f	53,6 f
ICEBERG	4,5	+	34,6 a	34,2 a	37,3 c	21,2 c	19,7 c	28,3 f	71,6 b	77,1 b	87,1 b
ROMAINE	0	-	18,4 b	21,0 d	25,3 e	26,4 c	35,6 c	44,4 d	49,8 e	55e	62,5 e
ROMAINE	0	+	19,1 ab	22,3 c	28,7 cd	34,8 a	47,1 a	86,7 a	89,3 a	94,4 a	108, 5a
ROMAINE	1,5	-	18,7 b	27,4 a	33,3 a	23,7 d	27,1 e	24,3 f	28,8 g	33,4 g	82c
ROMAINE	1,5	+	21,2 a	25,1 b	29,7 bc	32,1 b	36,4 c	63,7 c	67,5 c	73,3 c	81,2 c
ROMAINE	3	-	19,0 ab	20,7 d	25,8 e	20,4 e	24,4 f	38,7 e	50,2 e	54,4 e	59,5 f
ROMAINE	3	+	19,5 a	25,2 b	30,3 b	29,8 b	43,1 b	48,6 d	55,3 d	61,1 d	68,7 d
ROMAINE	4,5	-	18,6 b	22,4 c	24,0 f	23,5 d	22,6 f	18,7 g	32,8 f	37,7 f	42,5 g
ROMAINE	4,5	+	19,5 a	27,0 a	27,8 d	27,2 c	29,3 d	67,5 b	71,5 b	76,3 b	84,7 b
Άρδευση* Ποικιλία			*	*	*	ns	*	*	*	*	*
Άρδευση* GA			ns	*	*	*	*	*	*	*	*
Ποικιλία*G A			ns	ns	ns	*	*	*	ns	Ns	*
Άρδευση* Ποικιλία*G A			ns	*	*	ns	*	*	*	*	*
Duncan p<0,05											

Στον Πίνακα 1 παρατηρούμε, ότι στην αλληλεπίδραση μεταξύ άρδευσης και ποικιλίας δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές εκτός στις 45DAP. Επίσης στην αλληλεπίδραση μεταξύ άρδευσης και γιββερελλίνης δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές

διαφορές, εκτός της πρώτης μέτρησης του πειράματος. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω της μειωμένης δράσης της γιββερελλίνης μεταξύ χρόνου εφαρμογής της και της στιγμής που έγινε η πρώτη μέτρηση. Σχετικά με την αλληλεπίδραση της ποικιλίας και της γιββερελλίνης παρατηρούμε στατιστικώς σημαντικές διαφορές κατά τους 2 πρώτους μήνες του πειράματος και 15 ημέρες πριν την συγκομιδή του σπόρου. Τέλος, σχετικά με την αλληλεπίδραση μεταξύ νερού άρδευσης, ποικιλίας και γιββερελλίνης δεν παρατηρούμε στατιστικώς σημαντικές διαφορές, εκτός στις 28DAP και 45DAP.

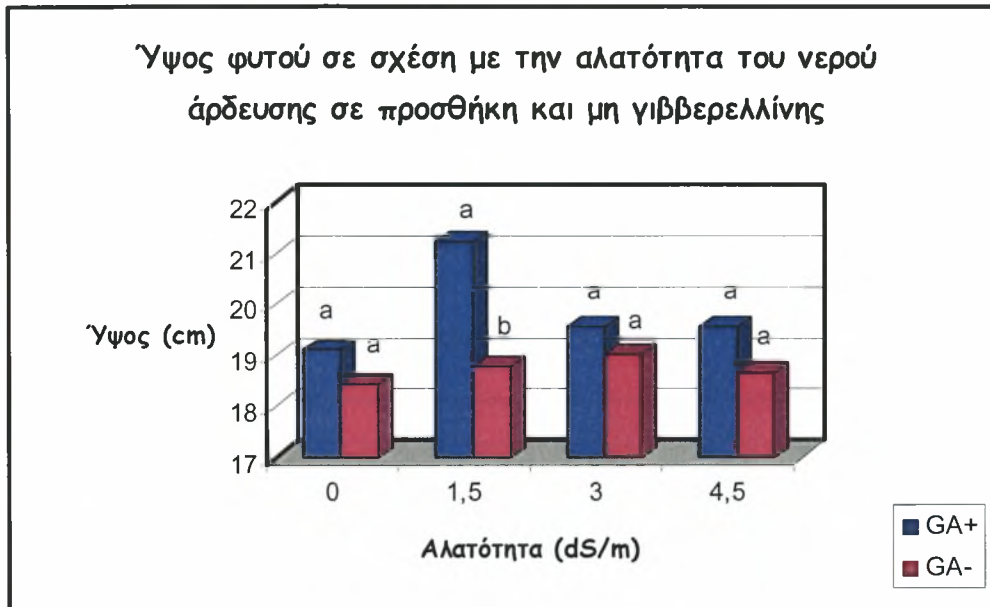
Κατά την διάρκεια του πειράματος και όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία, η αλατότητα σε υψηλή συγκέντρωση στο νερό άρδευσης δρα αρνητικά στην ανάπτυξη των φυτών και η εφαρμογή γιββερελλίνης δρα θετικά στην ανάπτυξη των φυτών και κατ'επέκταση στο ύψος τους. Στα παρακάτω ραβδογράμματα(1-18) απεικονίζεται η σύγκριση των εκάστοτε μεταχειρίσεων και για τις εννέα μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν. Τα διαγράμματα κατασκευάστηκαν σε υπολογιστικά φύλλα Excel και οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν στους μέσους όρους κάθε μεταχείρισης.

Στα διαγράμματα(1-18) τα σύμβολα του λατινικού αλφαβήτου a, b, c, d, e, f, g, h αποτελούν συμβολισμούς για την εξαγωγή συμπερασμάτων, καθώς τιμές που συμβολίζονται με τα ίδια γράμματα δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, σύμφωνα με το Duncan test.



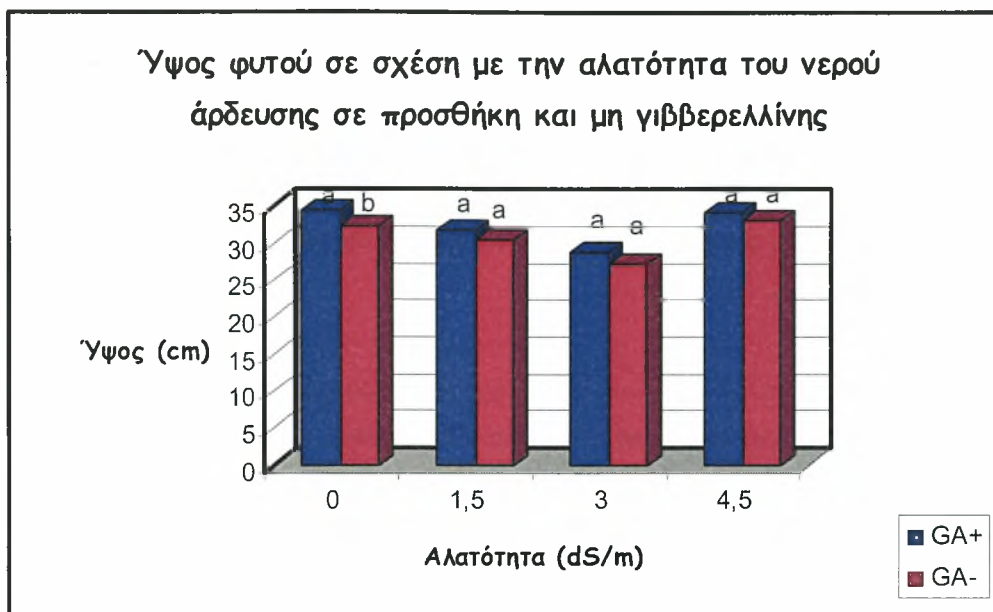
Διάγραμμα 1. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 28DAP στην ποικιλία Iceberg.

Στο Διάγραμμα 1 παρατηρείται ότι τα φυτά όλων των μεταχειρίσεων δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά και αυτό συμβαίνει διότι εκείνη την ημέρα έγινε η εφαρμογή της γιββερελλίνης.



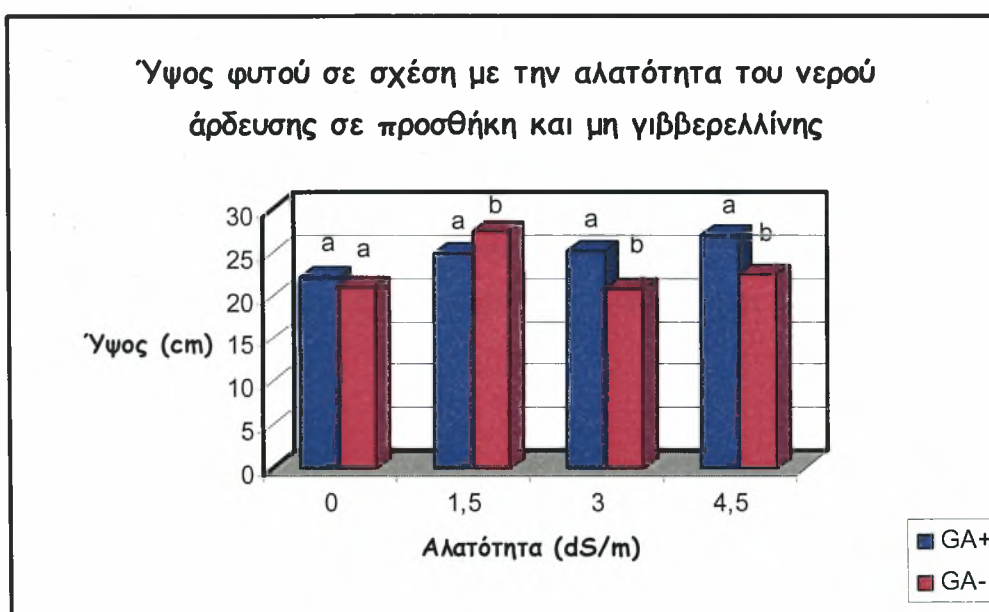
Διάγραμμα 2. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 28DAP στην ποικιλία Romaine.

Στο Διάγραμμα 2 παρατηρείται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης είναι πολύ εμφανής ειδικά στη δεύτερη μεταχείριση, με συγκέντρωση αλατότητας 1,5 dS/m. Αυτό συμβαίνει γιατί η συγκέντρωση αλατότητας στη δεύτερη μεταχείριση δεν είναι κατασταλτικός παράγοντας του ύψους του φυτού.



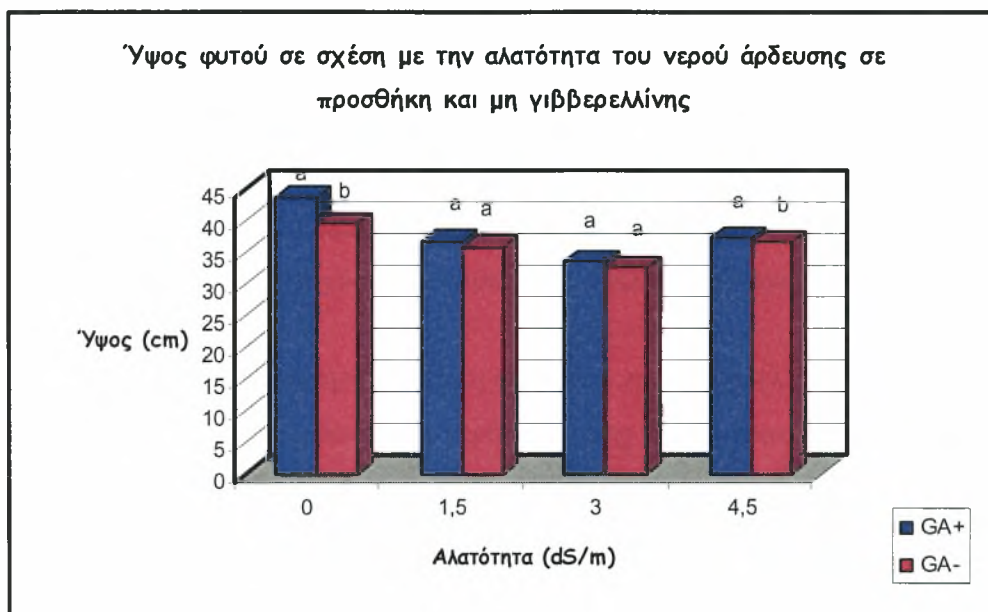
Διάγραμμα 3. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 34DAP στην ποικιλία Iceberg.

Στο Διάγραμμα 3 παρατηρείται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης δεν είναι ιδιαίτερα εμφανής σε σχέση με τα φυτά στα οποία δεν είχε εφαρμοστεί γιββερελλίνη, καθώς η θετική της δράση στο ύψος του φυτού παρατηρήθηκε στην προηγούμενη μέτρηση (28DAP). Επίσης παρατηρείται ότι τα φυτά που ποτίστηκαν με νερό άρδευσης 0 dS/m είναι υψηλότερα.



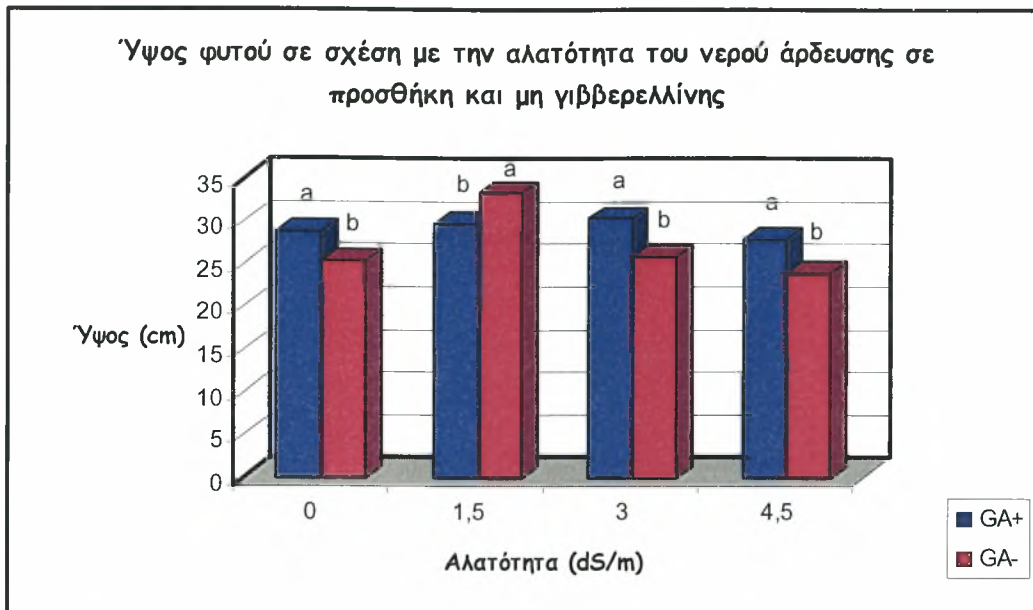
Διάγραμμα 4. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 34DAP στην ποικιλία Romaine.

Στο Διάγραμμα 4 παρατηρείται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης είναι εμφανής, διότι διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά, στα φυτά που έχουν αρδευτεί με νερό άρδευσης με συγκέντρωση 1,5dS/m, 3dS/m και 4,5 dS/m, όπου αυτά παρουσιάζουν υψηλότερα φυτά. Στην μεταχείριση με την χαμηλότερη αλατότητα δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ φυτών με και χωρίς γιββερελλίνη.



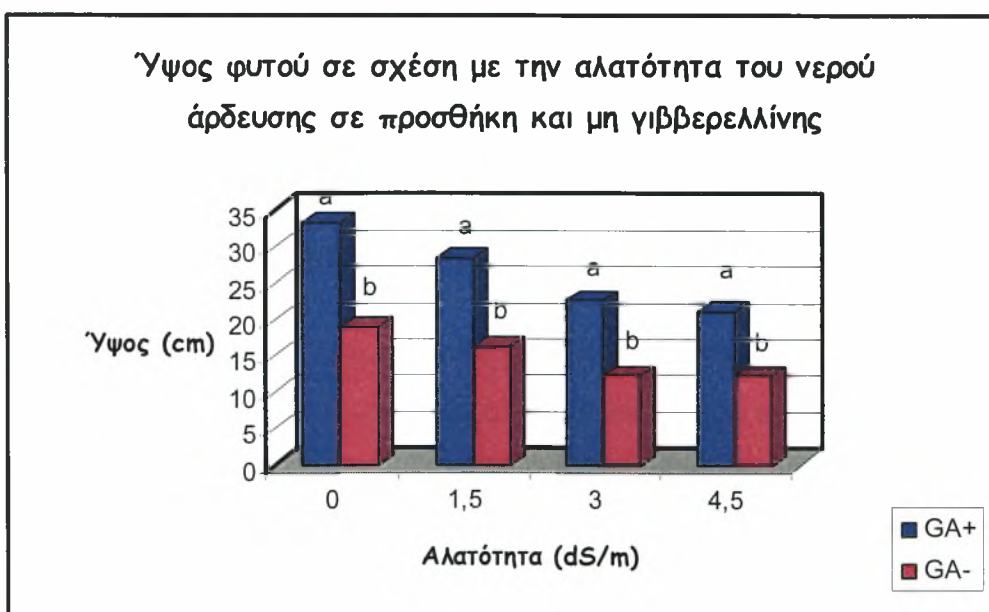
Διάγραμμα 5. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 39DAP στην ποικιλία Iceberg.

Στο Διάγραμμα 5 παρατηρείται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης δεν είναι εμφανής σε όλες τις μεταχειρίσεις αφού στις 1,5dS/m και 4,5dS/m οι μέσοι όροι δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Τα φυτά που δεχτήκαν νερό άρδευσης με συγκέντρωση 0 dS/m έχουν μεγαλύτερο ύψος, καθώς οι αρνητικές επιπτώσεις του νατριομένου αρδευτικού νερού έχουν αρχίσει να εμφανίζονται στην ανάπτυξη της καλλιέργειας.



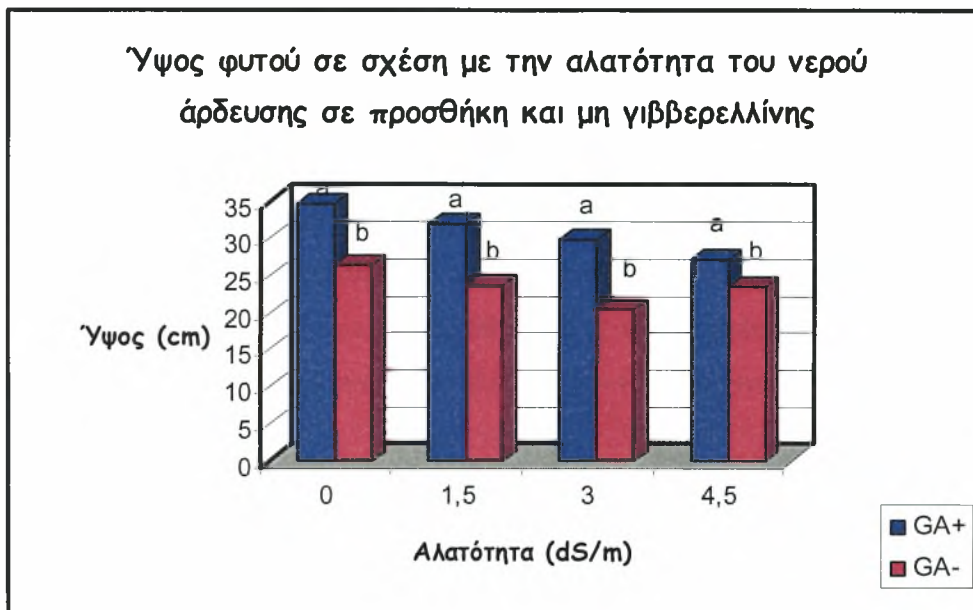
Διάγραμμα 6. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 39DAP στην ποικιλία Romaine.

Στο Διάγραμμα 6 παρατηρείται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης είναι μεγάλη ειδικά στα φυτά που έχουν αρδευτεί με νερό άδρευσης συγκέντρωσης 3 dS/m και 4,5 dS/m. Παρατηρείται επίσης ότι τα φυτά που δεν έχουν δεχτεί γιββερελλίνη με συγκέντρωση νερού άρδευσης 1,5 dS/m έχουν δώσει τα υψηλότερα φυτά.



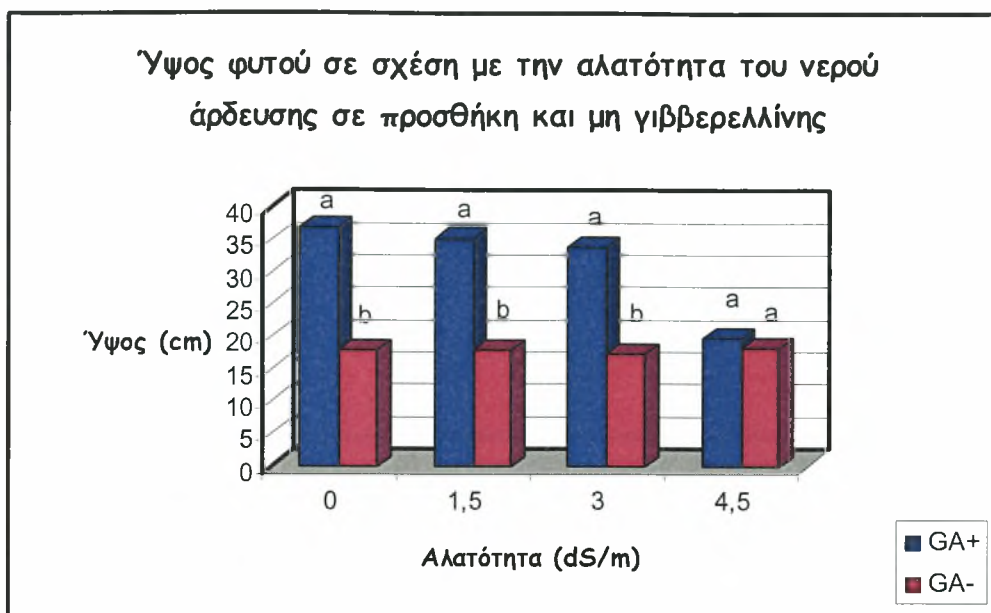
Διάγραμμα 7. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 45DAP στην ποικιλία Iceberg.

Στο Διάγραμμα 7 φαίνεται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης είναι αρκετά μεγάλη σε όλες τις μεταχειρίσεις αφού διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Υψηλότερα φυτά έδωσαν αυτά με συγκέντρωση 0 dS/m και 1,5 dS/m. Ενώ στο διάγραμμα παρατηρούμε μια αρνητική συσχέτιση. Αυξανόμενης της συγκέντρωσης αλατότητας του νερού άρδευσης, μειώνεται το ύψος του φυτού.



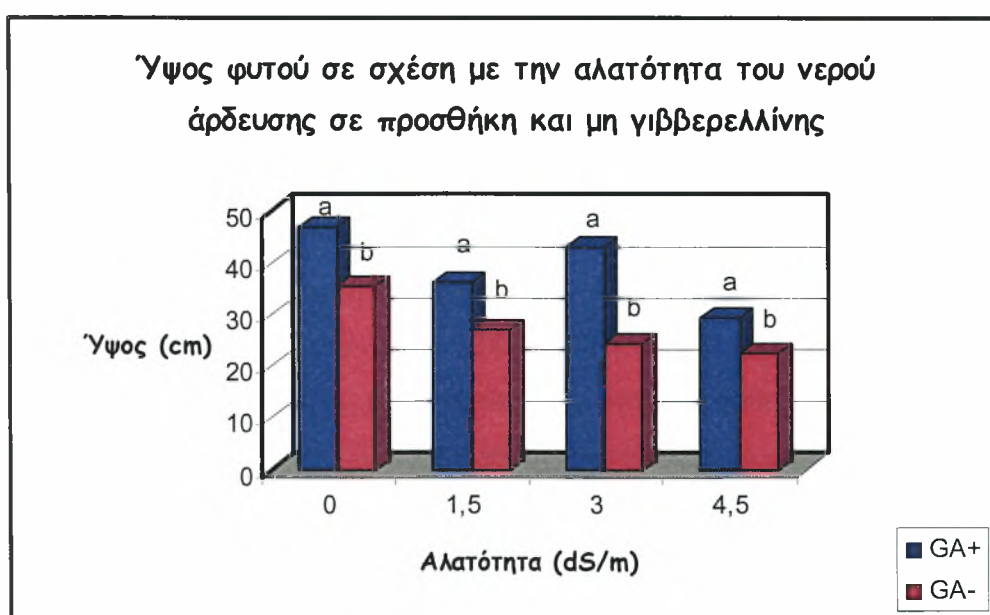
Διάγραμμα 8. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 45DAP στην ποικιλία Romaine.

Στο Διάγραμμα 8 παρατηρείται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης είναι εμφανής σε όλα τα επίπεδα νερού άρδευσης. Υψηλότερα φυτά έδωσαν αυτά με συγκέντρωση 0 dS/m και 1,5 dS/m. Ενώ στο διάγραμμα παρατηρούμε μια αρνητική συσχέτιση. Επίσης παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται το επίπεδο αλατότητας στο νερό άρδευσης τόσο μειώνεται το ύψος των φυτών.



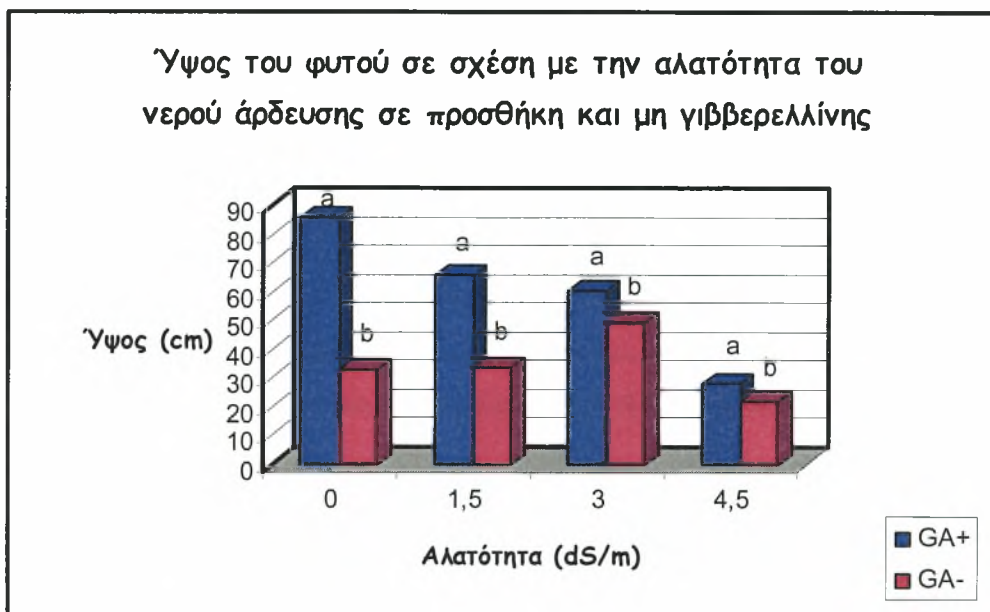
Διάγραμμα 9. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 47DAP στην ποικιλία Iceberg.

Στο Διάγραμμα 9 παρατηρείται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης είναι αρκετά μεγάλη σε όλες τις μεταχειρίσεις εκτός από αυτήν με 4,5 dS/m. Υψηλότερα φυτά έδωσαν αυτά με συγκέντρωση 1,5 dS/m και 4,5 dS/m. Επίσης, στο διάγραμμα παρατηρούμε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης αλατότητας του νερού άρδευσης και του ύψους των φυτού. Καθώς επίσης παρατηρείται έντονα η αρνητική επίδραση της αυξημένης συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου στο ύψος των φυτών της τέταρτης μεταχείρισης.



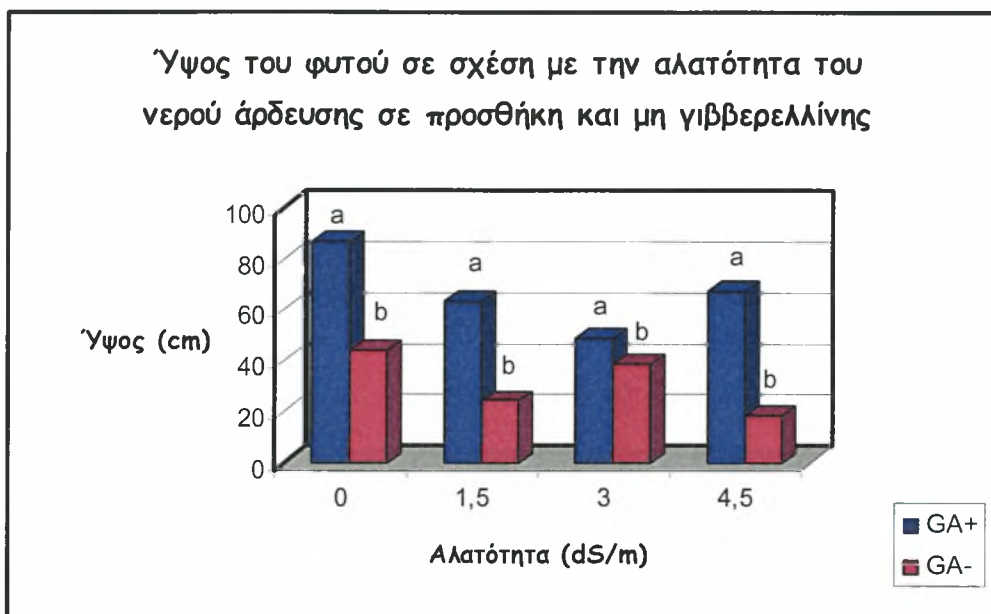
Διάγραμμα 10. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 47DAP στην ποικιλία Romaine.

Στο Διάγραμμα 10 φαίνεται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης είναι αρκετά έντονη ειδικά στα 0 dS/m και 3 dS/m, όπου αυτά έδωσαν και τα υψηλότερα φυτά.



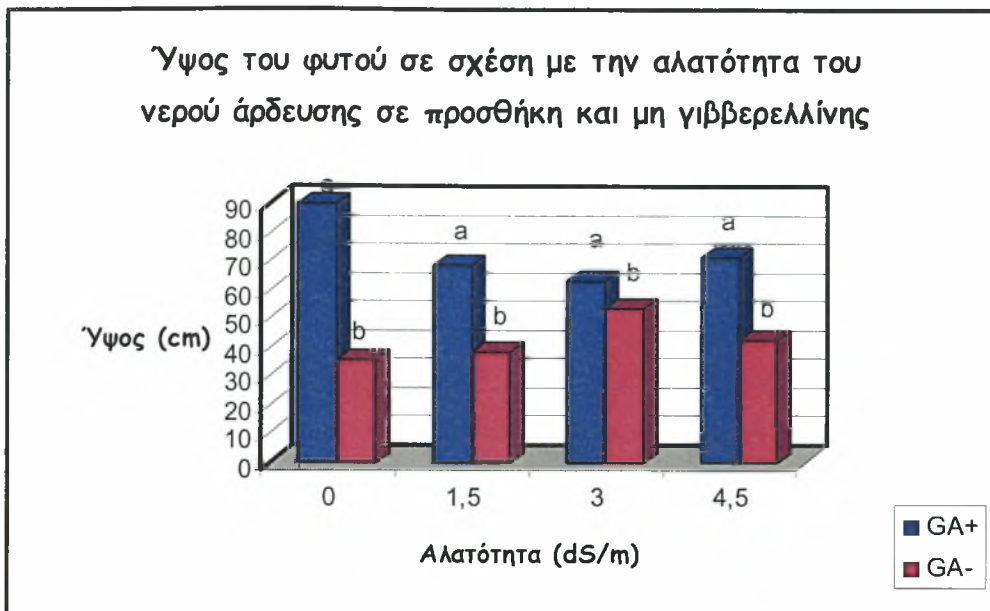
Διάγραμμα 11. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 91DAP στην ποικιλία Iceberg.

Στο Διάγραμμα 11 παρατηρείται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης στο ύψος των φυτών μαρουλιού είναι ιδιαίτερα έντονη στις μεταχειρίσεις με 0 dS/m και 1,5 dS/m, όπου παρατηρήθηκαν τα υψηλότερα φυτά. Ενώ στο διάγραμμα παρατηρούμε μια αρνητική συσχέτιση. Αυξανόμενης της συγκέντρωσης αλατότητας του νερού άρδευσης, μειώνεται το ύψος του φυτού. Η επίδραση της υψηλής αλατότητας στο νερό άρδευσης στην τέταρτη μεταχείριση δεν επιτρέπει την ανάπτυξη του ύψους των φυτών, στα οποία έχει εφαρμοστεί γιββερελλίνη, αν και φαίνεται ότι η φυτοορμόνη επιδρά ακόμα και σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος στο αρδευτικό νερό. Σύμφωνα με μελέτη των Ajamal et al (2002), σε φυτά του είδους *Salicornia rubra*, η αυξημένη αλατότητα έδρασε αρνητικά στη βλάστηση των σπερμάτων του φυτού ενώ η προσθήκη γιββερελλικού οξέος προήγαγε την βλάστηση των σπερμάτων και γενικά μείωσε την αρνητική δράση της υπάρχουσας αλατότητας.



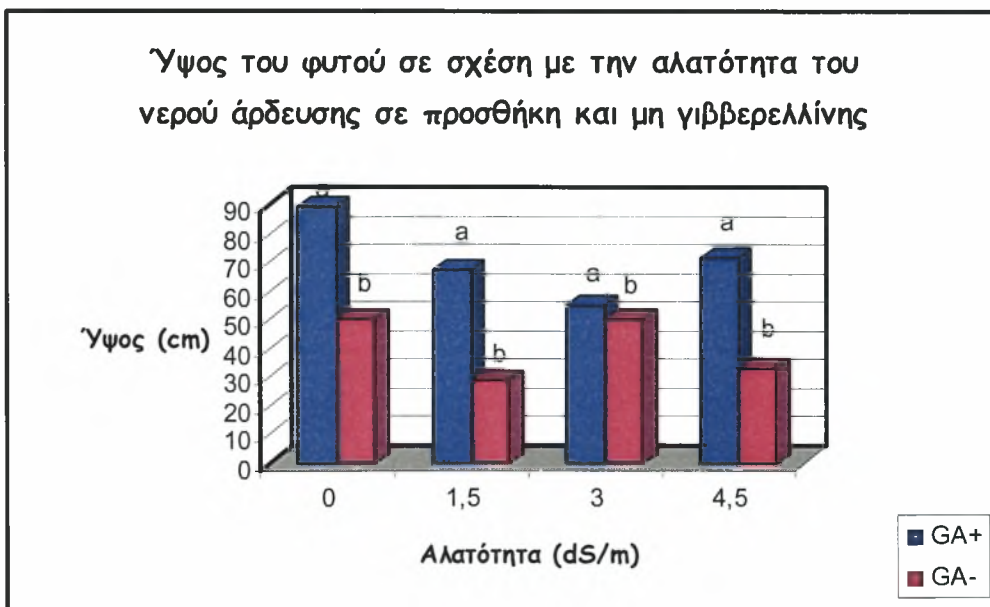
Διάγραμμα 12. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 91DAP στην ποικιλία Romaine.

Στο Διάγραμμα 12, η επίδραση της γιββερελλίνης είναι εμφανής στην ανάπτυξη των φυτών σε όλα τα επίπεδα νερού άρδευσης και ειδικότερα στα φυτά που αρδεύτηκαν με νερό με μηδενική συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου. Παρατηρείται όμως ότι τα φυτά στην τέταρτη μεταχείριση που έχει εφαρμοστεί σε αυτά γιββερελλίνη έχουν αναπτυχθεί πολύ περισσότερο από αυτά που δεν έχει εφαρμοστεί η φυτοορμone.



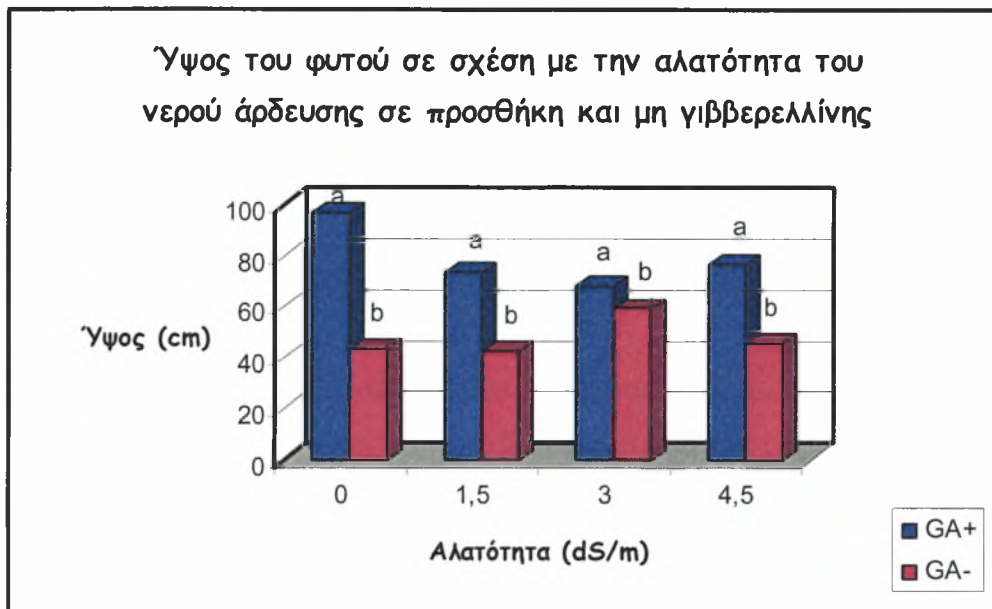
Διάγραμμα 13. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 97DAP στην ποικιλία Iceberg.

Στο Διάγραμμα 13 παρατηρείται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης στα φυτά είναι εμφανής σε όλες τις μεταχειρίσεις. Τα υψηλότερα φυτά φαίνονται στη μεταχείριση με συγκέντρωση 0 dS/m.



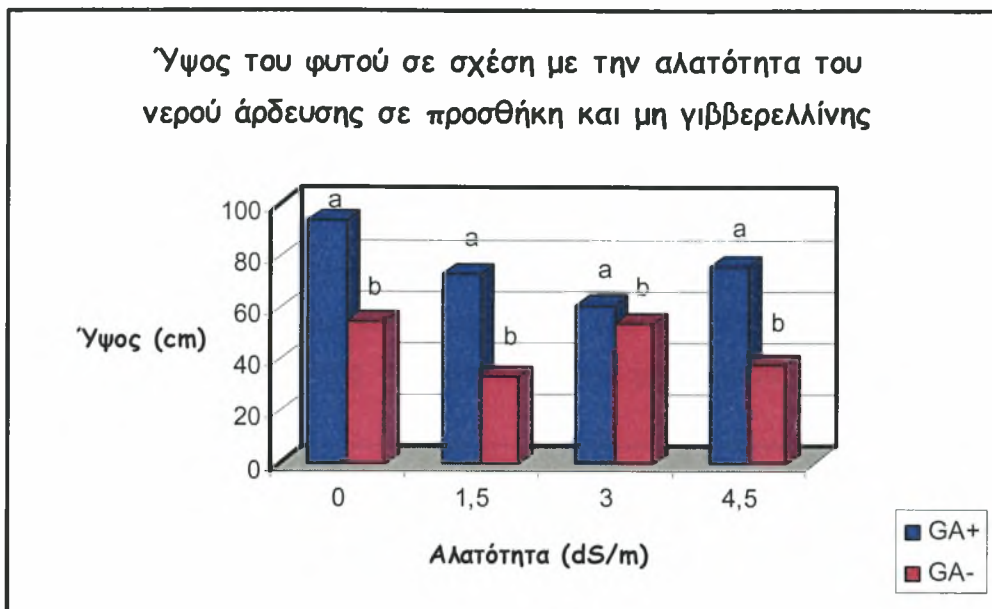
Διάγραμμα 14. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 97DAP στην ποικιλία Romaine.

Στο Διάγραμμα 14 παρατηρείται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης είναι εμφανής σε όλες τις μεταχειρίσεις και κυρίως στα φυτά που αρδευτικά με νερό, απουσία χλωριούχου νατρίου. Επίσης οι θετικές επιδράσεις της γιββερελλίνης είναι εμφανείς ακόμα και στα φυτά που αρδεύτηκαν με νερό που χαρακτηρίστηκε με την υψηλότερη συγκέντρωση αλατότητας.



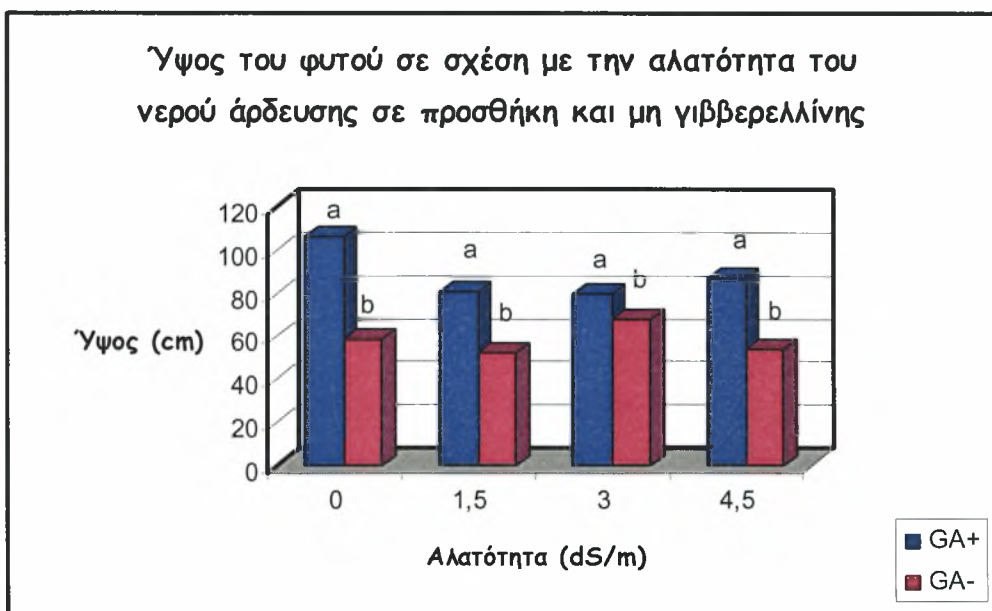
Διάγραμμα 15. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 105DAP στην ποικιλία Iceberg.

Στο Διάγραμμα 15 παρατηρείται ότι η γιββερελλίνη δρα εμφανώς σε όλες τις μεταχειρίσεις του πειράματος. Τα υψηλότερα φυτά παρατηρούνται σε φυτά που αρδεύτηκαν με νερό απουσία άλατος.



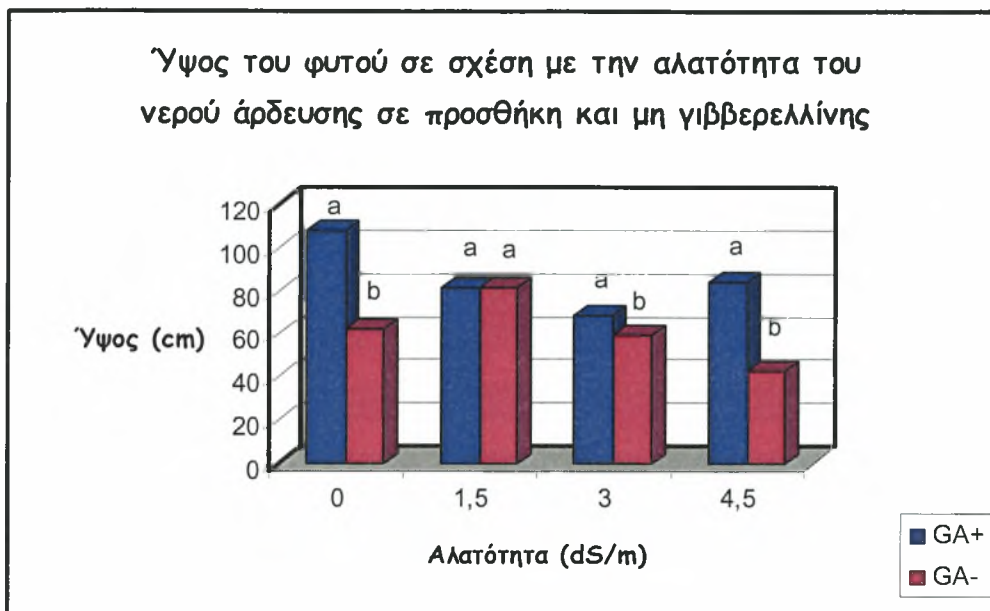
Διάγραμμα 16. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 105DAP στην ποικιλία Romaine.

Στο Διάγραμμα 16 απεικονίζεται η επίδραση της γιββερελλίνης σε φυτά που έχουν αρδευτεί με νατριομένο και μη νερό. Στο διάγραμμα παρατηρούμε την θετική επίδραση της φυτοορμόνης στα φυτά μαρουλιού ακόμα και στην περίπτωση που το νερό άρδευσης περιείχε υψηλή ποσότητα χλωριούχου νατρίου.



Διάγραμμα 17. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 112DAP στην ποικιλία Iceberg.

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 17 η δράση της γιββερελλίνης είναι εμφανή σε όλες τις μεταχειρίσεις που καθορίζονται από την ποιότητα του νερού άρδευσης. Υψηλότερα φυτά παρατηρούμε στην μεταχείριση με συγκέντρωση 0 dS/m.



Διάγραμμα 18. Μέτρηση ύψος των φυτών στις 112DAP στην ποικιλία Romaine.

Στο Διάγραμμα 18 παρατηρείται ότι η επίδραση της γιββερελλίνης στο ύψος των φυτών μαρουλιού. Καμία επίδραση δεν φαίνεται να έχουν τα φυτά που αρδεύτηκαν με νερό συγκέντρωσης άλατος 1,5 dS/m, από την φυτοορμόνη, ενώ ταυτόχρονα η επίδραση της γιββερελλίνης είναι εμφανής στα φυτά που αρδεύτηκαν με νερό συγκέντρωσης άλατος 0dS/m και 4,5 dS/m.

3.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΠΕΡΜΑΤΩΝ

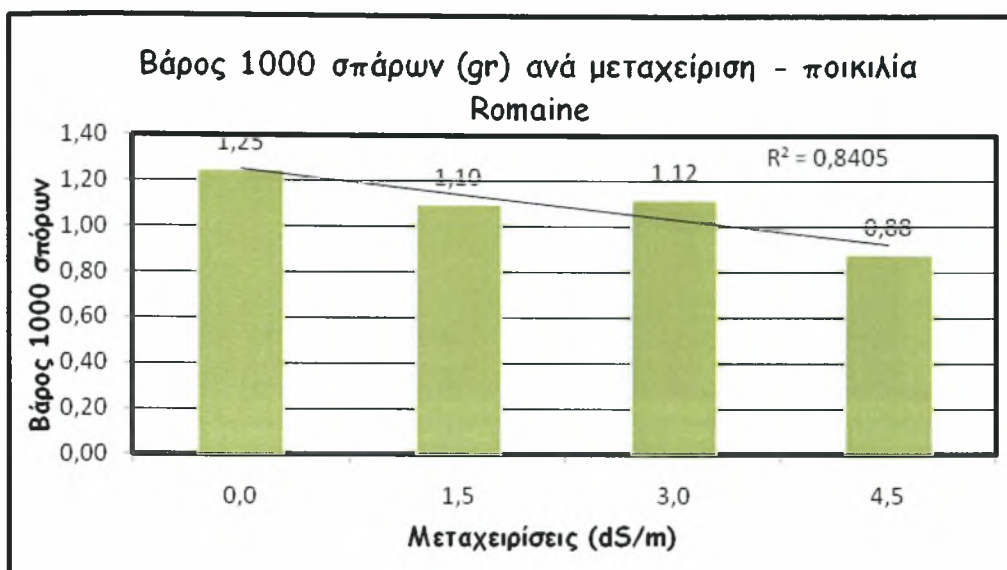
Η μέτρηση των σπόρων έγινε στα τέλη Ιουνίου, όταν τα άνθη των φυτών είχαν γίνει κίτρινα και είχαν ξεραθεί, την στιγμή δηλαδή που απόδωσαν τα σπέρματα τους. Το βάρος των σπόρων αναγράφεται στην παρούσα υποενότητα σε πίνακες(2-3) και απεικονίζεται σε διαγράμματα(19-20) με συσχέτιση αυτού και των τεσσάρων αντίστοιχων μεταχειρίσεων του πειράματος.

Πίνακας 2. Βάρος των 1000 σπόρων της ποικιλία Romaine.

Μεταχειρίσεις (dS/m)	Βάρος 1000 σπόρων (g)
0,0	1,25
1,5	1,10
3,0	1,12
4,5	0,88

Σύμφωνα με τον Πίνακα 2, το βάρος των 1000 σπόρων έχουν γενικά ότι η σταδιακή αύξηση της αλατότητας στο νερό άρδευσης μειώνει το βάρος των 1000 σπόρων και αυτό προφανώς συμβαίνει εξαιτίας των δυνάμεων που ασκούνται μεταξύ φυτού και εδάφους δια δράσεως της όσμωσης.

Συγκεκριμένα στην μεταχείριση $0,0 \text{ dS m}^{-1}$ το βάρος των σπόρων είναι μεγαλύτερο, ακολουθεί το βάρος των σπερμάτων που έδωσαν τα φυτά που αρδεύτηκαν με νερό συγκέντρωσης χλωριούχου νατρίου $3,5 \text{ dS m}^{-1}$, μικρότερο βάρος σπερμάτων απέδωσαν τα φυτά της δεύτερης μεταχείρισης ($1,5 \text{ dS m}^{-1}$) ενώ τα φυτά που αρδεύτηκαν με νερό υψηλής συγκέντρωσης αλατότητας ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$) έδωσαν σπόρους με το μικρότερο βάρος. Στο Διάγραμμα 19 απεικονίζεται το βάρος των σπερμάτων των φυτών σε σχέση με την αλατότητα του νερού άρδευσης αντιστοίχως, για την ποικιλία Romaine. Στο Διάγραμμα 19 το βάρος των σπερμάτων των φυτών σχετίζεται αρνητικά με την συγκέντρωση άλατος του νερού άρδευσης, με συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2=0.8405$.



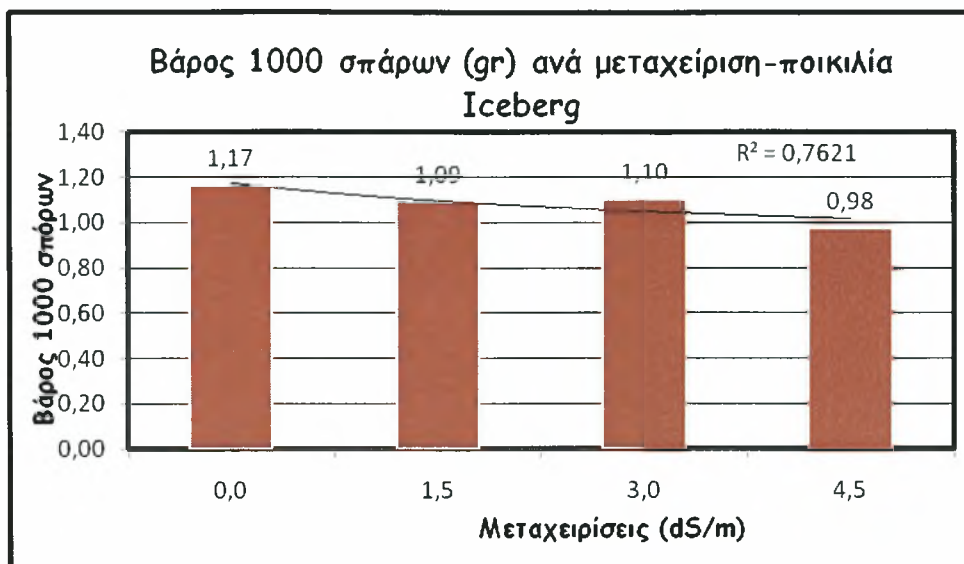
Διάγραμμα 19. Βάρος 1000 σπόρων για την ποικιλία Romaine

Αντίστοιχες παρατηρήσεις μπορούμε να κάνουμε και για την ποικιλία Iceberg, της οποίας τα αποτελέσματα των μετρήσεων αναγράφονται στο Πίνακα 3. Ακολουθεί η απεικόνιση των μετρήσεων στο διάγραμμα 20, όπου συσχετίζεται το βάρος των σπόρων ανα μεταχείριση ανάλογα με την ποιότητα του αρδευτικού νερού.

Πίνακας 3. Βάρος των 1000 της ποικιλία Iceberg.

Μεταχειρίσεις (dS/m)	Βάρος 1000 σπόρων (g)
0,0	1,17
1,5	1,09
3,0	1,10
4,5	0,98

Στο Διάγραμμα 20, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι δύο μεταβλητές είναι αρνητικά συσχετιζόμενες, με συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2 = 0,7621$, καθώς αυξανόμενης της αλατότητας του νερού άρδευσης στις εκάστοτε μεταχειρίσεις, μειώνεται το βάρος των σπερμάτων.



Διάγραμμα 20. Βάρος 1000 σπορών για την ποικιλία Iceberg

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με την παρούσα πειραματική έρευνα και την στατιστική επεξεργασία των μετρούμενων τιμών και των μεταχειρίσεων των φυτών εξάγονται συνοπτικά τα παρακάτω συμπεράσματα.

Τα μαρούλια εμφανίζουν σχετική ανθεκτικότητα στην αλατότητα του νερού άρδευσης, καθώς δεν παρατηρήθηκε μείωση στο ύψος αλλά και στους σπόρους των φυτών που είχαν αρδευτεί με νερό συγκέντρωσης άλατος 1,5 dS/m. Γεγονός αποτελεί ότι η αυξημένη συγκέντρωση χλωριούχου νατρίου στο νερό άρδευσης, μειώνει το ύψος των φυτών μαρουλιού, όπως παρατηρήθηκε στην στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, για τα φυτά που αρδεύτηκαν με νερό συγκέντρωσης άλατος 3 dS/m και 4,5dS/m (Πίνακας 1, Διαγράμματα 14-18)

Επίσης μια γενική παρατήρηση είναι ότι τα φυτά που ποτίστηκαν με νερό άρδευσης μηδενικής συγκέντρωσης αλατότητας (0 dS/m) απέκτησαν το μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με τα υπόλοιπα φυτά που αρδεύτηκαν με νερό που περιείχε χλωριούχο νάτριο. Επίσης, σημαντική ήταν η δράση της γιββερελλίνης στην ανάπτυξη των φυτών μαρουλιού, ακόμα και στις περιπτώσεις που τα φυτά είχαν αρδευτεί με νερό υψηλής συγκέντρωσης άλατος. Σύμφωνα με τις μετρήσεις και την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων η γιββεριλλίνη έδρασε θετικά στην ανάπτυξη των φυτών καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος (Διαγράμματα 12-18). Θετική επίδραση στη βλάστηση σπερμάτων του φυτού *Salicornia rubra* ακόμα και σε συνθήκες αλατότητας επέδειξε μελέτη των Ajamal et all (2002). Η δράση της παρατηρήθηκε να αυξάνεται με το πέρασμα του χρόνου μέχρι το σημείο σταθεροποίησης της.

Συγκρίνοντας τις δύο ποικιλίες μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα, ότι η ποικιλία Iceberg είχε αποκτήσει υψηλότερο στέλεχος από την ποικιλία Romaine.

Τέλος, παρατηρήθηκε καλύτερη ποιότητα στα σπέρματα των φυτών που είχαν αρδευτεί με νερό απουσία άλατος (0 dS/m) σε σχέση με αυτά που είχαν αρδευτεί με αλατούχο νερό και στις δύο ποικιλίες (Iceberg, Romaine). Αυτό αποτελεί και την εξήγηση της αρνητικής συσχέτισης μεταξύ βάρους σπερμάτων και συγκέντρωσης άλατος στο νερό άρδευσης (Διαγράμματα 19-20).



Εικόνα 5. Απεικόνιση της εγκατάστασης του πειράματος της παρούσας μελέτης σε θερμοκήπιο στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου στο Βελεστίνο.



Εικόνα 6. Παρουσίαση των πειραματικών φυτών μαρουλιού σε εγκαταστάσεις στο αγρόκτημα του Βελεστίνο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adriolo J.L., G.L. da Luz, M.H. Witter, R.S. Godoi, G.T. Barros and O.C. Bortolotto., 2005.*Growth and yield of lettuce plants under salinity*. Hort. Bras.23(4)
- Ajamal K., G. Bilquees, O.J. Weber., 2002. *Improving seed germination of Salicornia rubra (Chenopodiaceae) under saline conditions using germination-regulating chemicals*. Western North American Naturalist. 62(1)
- Han H.S. and K.D. Lee., 2005.*Plant Growth Promoting Rhizobacteria effect on Antioxidant Status, Photosynthesis, Mineral uptake and Growth of lettuce under Soil Salinity*.Res. J. Agric.&Biol. Sci. 1(3):210-215
- Herren R., 2000.*Γεωργική Παραγωγή και Τεχνολογία*.Αθήνα.Εκδόσεις Ίων. (2):32-50
- Raymond A.T.G., 1999.*Vegetables Seeds Production*. CABI Publishing. Cambridge. pp.122-127
- Srivastava L.M., Sawhney V.K. and I.E.P. Taylor., 1975.*Gibberelic Acid-Induced Cell Elongation in lettuce hypocotyls*.PNAS-USA March 1975.72(3):1107-1111
- Ζούμη Μ. Μ., 2009.*Βιολογική Καλλιέργεια Μαρουλιού στην Κρήτη*.Ηράκλειο. σελ: 20
- Μήτσιος Κ.Ι., 2001.*Εδαφολογία*.Αθήνα. Εκδόσεις Zymel.σελ: 1-9
- Μήτσιος Κ.Ι., 2004.*Γονιμότητα Εδαφών-Θρεπτικά στοιχεία φυτών (μακροθρεπτικά, μικροθρεπτικά) και Βαρέα Μέταλλα Μέθοδοι και Εφαρμογές*. Αθήνα. Εκδόσεις Zymel. (1):9-14, (2):27-31
- Μισοπολινός Ν.Δ., 1991.*Προβληματικά Εδάφη*.Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη. (1): 11,52,63,65,71-75,97-100,111
- Μπουρνάκας Β., 1995.*Λίπανση Κηπευτικών*.Γεωργία-Κτηνοτροφία. Δεκέμβριος 9:282-283
- Ολυμπίου Μ.Χ., 2001.*Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια*.Αθήνα. Εκδόσεις Αθανάσιος Σταμούλης.(9): 667-733
- Παπαζαφειρίου Ζ. Γ. *Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών*.1999. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Ζήτη.σελ:233-234,238,258-262

- Πασπάτης Ε.Α., 1989. *Φυτορρυθμιστικές ουσίες – Φυτορμόνες*. Αθήνα. Εκδόσεις Αγρότυπος. σελ: 45-58
- Πασπάτης Ε.Α., 1998. *Φυτορρυθμιστικές ουσίες (Φυτορμόνες)-Ο ρόλος τους στα φυτά –οι εφαρμογές τους στις καλλιέργειες..* Αθήνα. Εκδόσεις Αγρότυπος. σελ: 46,61,81-84
- Πολυχρονάκης Γ., 2006. *Παραγωγή και Διάθεση Οπωροκηπευτικών στην Ελλάδα και στην Ε.Ε..* Γεωργία –Κτηνοτροφία. Ιανουάριος 1:28-32
- Ποντίκης Α.Κ., 2006. *Πολλαπλασιασμός Καρποφόρων Δένδρων και Θάμνων*. Αθήνα. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. σελ: 79,81
- Σαρλής Γ.Π., 1999. *Συστηματική Βοτανική - Εφαρμογές κορμόφυτων*. Αθήνα. Εκδόσεις Αθανάσιος Σταμούλης. σελ:297-304
- Στουρνάρας Γ.Κ., 2007. *Περιβαλλοντική Διάσταση και διαδρομή*. Αθήνα. Εκδόσεις Τζιόλα. σελ: 578-579,584
- Τσέκος Ι.Β., 2004. *Φυσιολογία Φυτών*. Θεσσαλονίκη. Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη. σελ:656-666
- Χουλιάρας Ν., 2002. *Λίπανση Κηπευτικών*. Εκδόσεις Ίων. Αθήνα. (7):88-89 (5):51-53

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

- <http://www.alanwood.net/pesticides/gibberellic%20acid.html>
- <http://urbanharvest.files.wordpress.com/2008/10/crisp-lettuce3.jpg>
- <http://www.produceclerks.com/2011/05/lettuce-romaine.html>
- http://newsprout.blogspot.com/2007_10_01_archive.html



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000108486