



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



**Η αύξηση και η ανάπτυξη της ρίγανης (*Origanum vulgare* L.)
μετά από την επίδραση διαφορετικών βιομορίων.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ

Σισμανίδης Γεώργιος

Σωτηρίου Μαρία

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Γιαννακούλα Αναστασία Καθηγήτρια Εφαρμογών

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες , στην υπεύθυνη καθηγήτρια της εργασίας μας κ. Γιαννακούλα Αναστασία , η οποία μας παρείχε συνεχή υποστήριξη και βοήθεια, για να καταφέρουμε να ολοκληρώσουμε την εργασία αυτή. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την κ.Ειρήνη Σάρρου και την κ. Χατζοπούλπου Πασχαλία καθώς και τον Ελγό- Δημήτρα που μας βοήθησαν στην ολοκλήρωση της εργασίας μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ρίγανή *Origanum vulgare* , ανήκει στην οικογένεια *Lamiaceae*. Το γένος *Origanum* περιλαμβάνει 42 είδη και 49 υποείδη καθώς και πολλά φυσικά υβρίδια.

Σκοπός της εργασίας αυτής ,είναι η μελέτη της επίδρασης των ψεκασμών με διαφορετικές ποσότητες NaCl και Si στα φυτά ρίγανης. Για να κατανοήσουμε πως επηρεάστηκαν τα φυτά ρίγανης, εξετάσαμε την συγκέντρωση χλωροφύλλης, την ποσότητα εξαγομένου αιθέριου ελαίου και τον φθορισμό της χλωροφύλλης.

Συνολικά σχηματίστηκαν πέντε (5) ομάδες, όπου κάθε ομάδα με εξαίρεση τον μάρτυρα , δέχθηκε από έναν ψεκασμό με διαφορετική ποσότητα NaCl και Si . Πιο αναλυτικά, για την ομάδα 1 έχουμε 50 μM NaCl/L., για την ομάδα 2 έχουμε 100 μM NaCl/L., για την ομάδα 3 έχουμε 150 μM NaCl/L και για την ομάδα 4 έχουμε 100 μM NaCl και 3 mM Si/L. Οι ψεκασμοί αυτοί είχαν τρεις (3) επαναλήψεις.

Στη μέτρηση της χλωροφύλλης , η μέγιστη τιμή βρέθηκε στα 100 μM NaCl/L. Όσον αφορά τη περιεκτικότητα σε αιθέρια ελαία , η μέγιστη τιμή ήταν στα 150 μM NaCl/L.

Στη πρώτη μέτρηση , η μέγιστη τιμή για τον αρχικό φθορισμό ήταν στα 150 μM NaCl/L, για το μέγιστο φθορισμό ήταν στα 100 μM NaCl + 3 mM Si /L., στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση, η μέγιστη τιμή βρέθηκε στο μάρτυρα όπως και στη φωτοσυνθετική ικανότητα καθώς και στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας.

Στη δεύτερη μέτρηση, η μέγιστη τιμή για τον αρχικό φθορισμό ήταν στα 100 μM NaCl + 3 mM Si /L., για το μέγιστο φθορισμό στα 150 μM NaCl/L., στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση , η μέγιστη τιμή βρέθηκε στο μάρτυρα , στη φωτοσυνθετική ικανότητα ήταν στα 100 μM NaCl/L. καθώς και στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας.

Στη τρίτη μέτρηση , η μέγιστη τιμή του αρχικού φθορισμού ήταν στα 100 μM NaCl/L., στο μέγιστο φθορισμό , στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση και στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας , την μέγιστη τιμή κατείχε ο μάρτυρας. Τέλος , στη φωτοσυνθετική ικανότητα τη μέγιστη τιμή είχαν τα 50 μM NaCl/L.

Περιεχόμενα

Μέρος Α : Εισαγωγή.	
1.1 Ρίγανη.....	1
1.1.1 Ιστορική αναδρομή – Εξάπλωση	1
1.1.2 Οικονομία και ρίγανη.....	1
1.1.3 Βοτανική περιγραφή.....	3
1.1.4 Συστηματική ταξινόμηση.....	4
1.1.5 Ποικιλίες.....	4
1.1.6 Θρεπτική αξία.....	5
1.1.7 Θεραπευτικές χρήσεις ρίγανης.....	6
1.2 Κλίμα και Έδαφος.....	7
1.3 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	7
1.3.1 Πολλαπλασιασμός.....	7
1.3.2 Σπορείο.	8
1.3.3 Λίπανση.....	8
1.3.4 Μεταφύτευση.....	8
1.3.5 Συγκομιδή.....	9
1.3.6 Απόδοση.	10
1.3.7 Εχθροί και ασθένειες.....	10
1.4 Αλατότητα και πυρίτιο.....	11
1.4.1 Αλατότητα στα φυτά.	11
1.4.1.1 Πώς τα φυτά αντιδρούν στην αλατότητα.....	12
1.4.1.2 Ανθεκτικότητα των καλλιεργειών στα άλατα.....	13
1.4.1.3 Παράγοντες της ανθεκτικότητας των φυτών στα άλατα.....	14
1.4.1.4. Συναρτησιακές σχέσεις μεταξύ της ανθεκτικότητας των φυτών στα άλατα με τις αποδόσεις.....	20
1.4.1.5. Αξιολόγηση της ανθεκτικότητας των φυτών στα άλατα.....	21
1.4.2. Πυρίτιο στα φυτά.....	22
1.4.2.1. Ρόλος του πυριτίου.....	22
1.4.2.2. Έλλειψη πυριτίου.....	22
1.4.2.3. Τοξικότητα πυριτίου.....	23
1.4.2.4. Η απορρόφηση του πυριτίου από τα φυτά.....	23
1.4.2.5. Πυρίτιο και αβιοτικό στρες.....	25
1.4.2.6. Διαφυλλικοί ψεκασμοί Si.....	27
Μέρος Β : Αιθέρια έλαια.....	27
2.1. Γενικά χαρακτηριστικά.....	27
2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα του αιθέριου ελαίου.....	27
2.3 Θρεπτικά συστατικά αιθέριου ελαίου.....	28
2.4 Ριγανέλαιο και ιδιότητες.....	29
2.4.1 Επιστημονικές μελέτες πάνω στο ριγανέλαιο.....	29
2.5 Παραγωγή αιθέριου ελαίου.....	30
Μέρος Γ : Πειραματική Διαδικασία.....	32
3.1 Εγκατάσταση πειράματος.....	32

3.1.1 Προετοιμασία χώρου.....	32
3.1.2 Μεταφύτευση φυτών.....	32
3.1.3 Στάδια μεταφύτευσης φυτών.....	33
3.2 Προετοιμασία πειράματος.....	35
3.2.1 Προετοιμασία πριν τον ψεκασμό της ρίγανης με τα διαλύματα NaCl.....	35
3.2.2 Διαδικασία ψεκασμών της ρίγανης με τα διαλύματα NaCl.....	36
3.2.3 Επιπτώσεις στα φυτά ρίγανης μετά από κάθε ψεκασμό.....	37
3.3 Καλλιεργητικές περιποιήσεις.....	49
3.3.1 Λίπανση.....	49
3.3.2 Προληπτικός ψεκασμός.....	50
Μέρος Δ΄ : Μέθοδοι μετρήσεων.....	51
4.1 Μέτρηση χλωροφύλλης (SPAD – 502).....	51
4.2 Φθορισμόμετρο τύπου Handy PEA.....	52
Μέρος Ε΄ :Αποτελέσματα πειράματος.....	53
5.1 ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ.....	53
5.1.1 Περιεκτικότητα της χλωροφύλλης στα φύλλα της ρίγανης.....	53
5.1.2 Φθορισμός της χλωροφύλλης.....	54
5.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΤΡΗΣΗ.....	59
5.2.1 Φθορισμός της χλωροφύλλης.....	59
5.3 ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ.....	64
5.3.1. Φθορισμός της χλωροφύλλης.....	64
5.3.2 Απόδοση σε αιθέριο έλαιο.....	69
Μέρος ΣΤ : Συμπεράσματα – συζήτηση.....	72
Μέρος Ζ΄: Βιβλιογραφία.....	73
7.1 Ελληνική.....	73
7.2 Ξενόγλωσση.....	73
7.3. Ιστοτοποί.....	74

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1.1 : Απεικόνιση του φυτού ρίγανης και των βοτανικών του χαρακτηριστικών.....	3
Εικόνα 1.2 : <i>Origanum vulgare</i> L. Spp.....	4
Εικόνα 1.3 : <i>Origanum vulgare</i> spp <i>hirtum</i>	4
Εικόνα 1.4 : <i>Origanum vulgare</i> spp <i>viridulum</i>	4
Εικόνα 1.5 : <i>Origanum vulgare</i> L.spp. <i>virens</i>	5
Εικόνα 1.6 : <i>Origanum vulgare</i> L.spp. <i>gracile</i>	5
Εικόνα 1.7 : Εντομολογικές προσβολές που εμφανίζονται στην ρίγανη.....	10
Εικόνα 1.8 : Ζιζάνια που εμφανίζονται στην ρίγανη.....	11
Εικόνα 1.9 : Κατανομή ηλεκτρονίων ανά στιβάδα στο Πυρίτιο.....	22
Εικόνα 1.10 : Απεικόνιση του ατομικού αριθμού (14), της ηλεκτρονιακής διαμόρφωσης ($3s^2 3p^2$) και της ατομικής μάζας (28.086).....	23
Εικόνα 1.11 : Απεικόνιση των μορίων του πυριτίου.....	25
Εικόνα 1.12 : Ο κύκλος του πυριτίου.....	26
Εικόνα 2.1 : Μέθοδος απόσταξης με ατμό.....	32
Εικόνα 3.1 : Γλάστρες που χρησιμοποιήθηκαν για την μεταφύτευση των φυτών ...	33
Εικόνα 3.2 : Μείγμα χώματος που χρησιμοποιήθηκε κατά την μεταφύτευση των φυτών	33
Εικόνα 3.3 : Φυτά ρίγανης που χρησιμοποιήθηκαν για την εργασία	33
Εικόνα 3.4 : Εξοπλισμός που χρειάστηκε για την μεταφύτευση των φυτών.....	33
Εικόνα 3.5 : Ανακατανομή γλαστρών πριν την μεταφύτευση των φυτών.....	34
Εικόνα 3.6 : Δημιουργία μικρού λάκκου για την υποδοχή των φυτών.....	34
Εικόνα 3.7 : Αφαίρεση των φυτών από τα πλαστικά σπορεία.	34
Εικόνα 3.8 : Διαδικασία μεταφύτευσης φυτών.....	35
Εικόνα 3.9 : Το τελικό αποτέλεσμα μετά την μεταφύτευση των φυτών.....	35
Εικόνα 3.10 : Δοχεία ψεκασμού, τα οποία περιέχουν και από ένα διάλυμα με NaCL.....	36
Εικόνα 3.11 : Διαδικασία αρίθμησης των γλαστρών.....	36
Εικόνα 3.12 : Ψεκασμός των φυτών με τα διαλύματα NaCL.....	36
Εικόνα 3.13 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον πρώτο ψεκασμό με το διάλυμα 1.....	37
Εικόνα 3.14 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον πρώτο ψεκασμό με το διάλυμα 2.....	38
Εικόνα 3.15 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον πρώτο ψεκασμό με το διάλυμα 3.....	39
Εικόνα 3.16 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον πρώτο ψεκασμό με το διάλυμα 4.....	40
Εικόνα 3.17 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον δεύτερο ψεκασμό με το διάλυμα 1.....	41
Εικόνα 3.18 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον δεύτερο ψεκασμό με το διάλυμα 2.....	42

Εικόνα 3.19 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον δεύτερο ψεκάσμο με το διάλυμα 3.....	43
Εικόνα 3.20 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον δεύτερο ψεκάσμο με το διάλυμα 4.....	44
Εικόνα 3.21 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον τρίτο ψεκάσμο με το διάλυμα 1.....	45
Εικόνα 3.22 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον τρίτο ψεκάσμο με το διάλυμα 2.....	46
Εικόνα 3.23 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον τρίτο ψεκάσμο με το διάλυμα 3.....	47
Εικόνα 3.24 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον τρίτο ψεκάσμο με το διάλυμα 4.....	48
Εικόνα 3.25 : Υλικά και μέθοδοι μέτρησης και εφαρμογής λιπάσματος.....	49
Εικόνα 3.26 : Μέτρηση λιπάσματος στο εργαστήριο	49
Εικόνα 3.30 : Εφαρμογή λιπάσματος και προετοιμασία πριν από αυτή.....	50
Εικόνα 3.31 : Υλικά και μέθοδοι για την μέτρηση του εντομοκτόνου πριν τον προληπτικό ψεκάσμο.....	50
Εικόνα 3.32 : Εφαρμογή προληπτικού ψεκάσμου.....	51
Εικόνα 3.33 : Μέτρηση χλωροφύλλης (SPAD – 502).....	52
Εικόνα 3.34 : Φθορισμόμετρο τύπου Handy PEA	52

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 3.1 : Επίδραση των NaCL και Si στην συγκέντρωση των φυτών σε χλωροφύλλη.....	53
Πίνακας 3.2. : Εκατοστιαία έκφραση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης καθώς και παρουσίαση του STDEV.....	54

ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

Πίνακας 3.3 : Επίδραση των NaCL και Si στον αρχικό φθορισμό (Fo).....	54
Πίνακας 3.4. : Εκατοστιαία έκφραση του αρχικού φθορισμού (Fo) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....	55
Πίνακας 3.5 : Επίδραση των NaCL και Si στον μέγιστο φθορισμό (Fm).....	55
Πίνακας 3.6. : Εκατοστιαία έκφραση του μέγιστου φθορισμού (Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....	56
Πίνακας 3.7 : Επίδραση των NaCL και Si στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv/ Fm).....	56
Πίνακας 3.8. : Εκατοστιαία έκφραση της μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης (Fv/ Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....	56
Πίνακας 3.9 : Επίδραση των NaCL και Si στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index).....	57
Πίνακας 3.10 : Εκατοστιαία έκφραση της φωτοσυνθετικής ικανότητας (P.Index) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....	57
Πίνακας 3.11 : Επίδραση των NaCL και Si στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area).....	58
Πίνακας 3.12. : Εκατοστιαία έκφραση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....	58

ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

Πίνακας 3.13 : Επίδραση των NaCL και Si στον αρχικό φθορισμό (Fo).....	59
Πίνακας 3.14. : Εκατοστιαία έκφραση του αρχικού φθορισμού (Fo) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....	59
Πίνακας 3.15. : Επίδραση των NaCL και Si στον μέγιστο φθορισμό (Fm).....	60
Πίνακας 3.16. : Εκατοστιαία έκφραση του μέγιστου φθορισμού (Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....	60
Πίνακας 3.17. : Επίδραση των NaCL και Si στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv /Fm).....	61
Πίνακας 3.18. : Εκατοστιαία έκφραση της μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης (Fv/Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....	61
Πίνακας 3.19. : Επίδραση των NaCL και Si στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index).....	62
Πίνακας 3.20. : Εκατοστιαία έκφραση της φωτοσυνθετικής ικανότητας (P.Index.) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....	62
Πίνακας 3.21. : Επίδραση των NaCL και Si στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area).....	63

Πίνακας 3.22. : Εκατοστιαία έκφραση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....63

ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

Πίνακας 3.23 : Επίδραση των NaCL και Si στον αρχικό φθορισμό (Fo).....64

Πίνακας 3.24. : Εκατοστιαία έκφραση του αρχικού φθορισμού (Fo) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....64

Πίνακας 3.25. : Επίδραση των NaCL και Si στον μέγιστο φθορισμό (Fm).....65

Πίνακας 3.26 : Εκατοστιαία έκφραση του μέγιστου φθορισμού (Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....65

Πίνακας 3.27. : Επίδραση των NaCL και Si στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv /Fm).....66

Πίνακας 3.28. : Εκατοστιαία έκφραση της μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης (Fv/Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....66

Πίνακας 3.29 : Επίδραση των NaCL και Si στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index).....67

Πίνακας 3.30. : Εκατοστιαία έκφραση της φωτοσυνθετικής ικανότητας (P.Index.) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....67

Πίνακας 3.31. : Επίδραση των NaCL και Si στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area).....68

Πίνακας 3.32. : Εκατοστιαία έκφραση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) καθώς και παρουσίαση του STDEV.....68

ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ

Πίνακας 3.33 :Απόδοση αιθέριου ελαίου ανά ομάδες ψεκασμού.....69

Πίνακας 3.34: Εκατοστιαία απόδοση σε αιθέριο έλαιο.....70

Πίνακας 3.35 : Απόδοση του αιθέριου ελαίου σε τερεπένια.....70

Πίνακας 3.36 : Απόδοση του αιθέριου ελαίου σε θυμόλη.....71

Πίνακας 3.37 : Απόδοση του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη.....71

Μέρος Α : Εισαγωγή.

1.1 Ρίγανη.

1.1.1 Ιστορική αναδρομή – Εξάπλωση.

Η λέξη «Ορίγανον» προέρχεται από το ελληνικό «όρος» και το «γκάνος» που σημαίνει λαμπερός, άρα λαμπερό βουνό. Είναι ιθαγενές στην Ευρώπη και έχει εγκλιματιστεί στην Μέση Ανατολή. Είναι αρωματικό, πώδες, πολυετές φυτό που ευδοκίμει σε ασβεστολιθικά εδάφη κοντά στην θάλασσα. Περίπου το 75% των ειδών της ρίγανης βρίσκονται στην ανατολική περιοχή της Μεσογείου και ελάχιστα στην δυτική. Στην Ελλάδα φύεται στα πιο άνυδρα και ανεμοδαρμένα βουνά και νησιά της χώρας, από την Κρήτη και την Πελοπόννησο μέχρι την Μακεδονία καθώς και στα περισσότερα νησιά μας.

Χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα και συγκεκριμένα η πρώτη καταγεγραμμένη χρήση παρουσιάστηκε στους Ασσύριους το 3000 π.Χ, οι οποίοι περιέγραψαν και πολλές ιατρικές εφαρμογές. Αποτελεί βιβλικό φάρμακο, ήταν γνωστή ως Bible hyssop και αυτό υπονοεί ότι μπορεί να την χρησιμοποιούσαν από την εποχή του Αβραάμ ή ίσως και νωρίτερα. Ο Διοσκουρίδης τη συνιστούσε σε εκείνους που παρουσίαζαν έλλειψη στην όρεξη τους, ενώ το αφέψημα της πίστευαν ότι γιατρεύει τους σπασμούς της κοιλιάς και τις δηλητηριάσεις.

Οι αρχαίοι τη χρησιμοποιούσαν ως καρύκευμα αλλά την χρησιμοποιούσαν και εκτεταμένα σαν φάρμακο. Τόσο για τους Έλληνες όσο και για τους Ρωμαίους αποτελούσε σύμβολο χαράς και ευτυχίας και κατά την παράδοση τους οι γαμπροί και οι νύφες στεφόταν με δάφνη και ρίγανη.

Κατά τον Μεσαίωνα, Ισλαμικοί γιατροί ανέπτυξαν πολλές χρήσεις για τη ρίγανη καθώς και το αιθέριο έλαιο της .

1.1.2 Οικονομία και ρίγανη.

Η καλλιέργειά της εντοπίζεται κυρίως στη Μακεδονία, τη Θράκη και τη Θεσσαλία. Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Ελλάδα και η Γερμανία είναι εκείνες με τις περισσότερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις ρίγανης, με τις κυριότερες χώρες προορισμού των ελληνικών εξαγωγών να είναι οι ΗΠΑ και η Γερμανία. Οι εισαγωγές προέρχονται από την Τουρκία, τη Βουλγαρία και την Αλβανία.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της καλλιέργειας ρίγανης είναι ότι μπορεί να αξιοποιήσει πολλές κατηγορίες εδαφών, ακόμη και ορεινών αλλά και μειονεκτικών περιοχών. Αυτό που κάνει περιζήτητη τη ρίγανη είναι οι υψηλές αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο, με την περιεκτικότητα σε ριγανέλαιο να φτάνει μέχρι και 7%, όταν ο μέσος όρος στα υπόλοιπα αρωματικά φυτά κυμαίνεται από 3 έως 4%. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που εμφανίζει διαρκώς αυξανόμενες προοπτικές ανάπτυξης εξαιτίας

της μεγάλης ζήτησης που παρατηρείται στη βιομηχανία τροφίμων, τη φαρμακοβιομηχανία και την αρωματοθεραπεία με αντικείμενο την παρασκευή αιθέριων ελαίων.

Τα δέκα μυστικά για την καλλιέργεια της ρίγανης που πρέπει να γνωρίζουμε

- 1) Η ρίγανη αναπτύσσεται σε ποικιλία εδαφών, με καλή στράγγιση. Δεν είναι φυτό απαιτητικό σε θρεπτικά στοιχεία, καθώς έχει μικρές απαιτήσεις σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο, με τη λίπανση να εφαρμόζεται στο τέλος φθινοπώρου έως τις αρχές του χειμώνα.
- 2) Η ρίγανη αντέχει στην ξηρασία και μπορεί να καλλιεργηθεί ως ξηρικό είδος. Σε περίπτωση παρατεταμένης ξηρασίας, ιδίως την περίοδο της άνοιξης, ένα ή και δύο ποτίσματα είναι ωφέλιμα, αυξάνοντας την απόδοση, χωρίς να μειώνεται ιδιαίτερα η ποιότητα.
- 3) Η καλλιέργειά της αποδίδει ικανοποιητικά από το τρίτο έτος και μετά, φτάνοντας έως 300 κιλά στο στρέμμα όταν η καλλιέργεια είναι αρδευόμενη. Η περιεκτικότητα σε ριγανέλαιο είναι δυνατόν να φτάσει μέχρι και 7%, με τον μέσο όρο να κυμαίνεται από 3 έως 4%.
- 4) Η οικονομική απόδοση της ρίγανης φτάνει να είναι υπερδιπλάσια όταν η καλλιέργεια είναι βιολογική. Τα έσοδα ανά στρέμμα ξεκινούν από 400 ευρώ και μπορούν να ξεπεράσουν τα 1.000 ευρώ, όταν η καλλιέργεια είναι πιστοποιημένη βιολογικά.
- 5) Το κόστος εγκατάστασης μίας φυτείας ρίγανης εκτιμάται στα 220 ευρώ ανά στρέμμα, συμπεριλαμβανομένων και των δαπανών του φυτωρίου, με την τιμή της ξηρής δρόγης να κυμαίνεται από 1,8 ευρώ έως 2,3 ευρώ όταν αφορά σε συμβατική καλλιέργεια και τα 5-6 ευρώ όταν πρόκειται για βιολογική καλλιέργεια.
- 6) Το μέσο κόστος παραγωγής ανέρχεται στα 1,04 ευρώ το κιλό. Για να είναι βιώσιμη η καλλιέργεια, η τιμή πώλησης του προϊόντος θα πρέπει να είναι πάνω από 0,7 ευρώ ανά κιλό, προκειμένου να καλυφθούν οι δαπάνες παραγωγής του προϊόντος.
- 7) Όσο πιο συχνά ποτίζεται, τόσο μειώνεται η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο.
- 8) Η ποιότητα της ρίγανης καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το συστατικό καρβακρόλη που βρίσκεται στο ριγανέλαιο και κυμαίνεται από 70-85 %, ενώ σε αυτοφυείς πληθυσμούς μπορεί να ξεπεράσει και το 90 %.
- 9) Το πρώτο χρόνο η συγκομιδή είναι ελάχιστη. Σε φθινοπωρινή καλλιέργεια η νωπή ρίγανη μπορεί να φτάσει τα 300 κιλά (kg), ενώ το τελικό προϊόν ανέρχεται στα 40-50 κιλά (kg) . Κατά το τρίτο έτος η παραγωγή μεγιστοποιείται για να φτάσει τον 1,5-2 τόνους (tn) σε νωπό βάρος, ενώ το τελικό προϊόν φτάνει τα 300 κιλά (kg) . Η καλλιέργεια θα συνεχίσει να είναι αποδοτική για τα επόμενα 5-6 χρόνια.

Αντίστοιχα το πρώτο έτος, η ποσότητα του αιθέριου ελαίου είναι 5,25 λίτρα (lt) / στρέμμα, ενώ από το δεύτερο έτος και μετά κυμαίνεται στα 9,03 λίτρα (lt) / στρέμμα (παρατηρήσεις της ECOFARM).

10) Η ποιότητα της ρίγανης επηρεάζεται και από τον πληθυσμό των φυτών.

1.1.3 Βοτανική περιγραφή.

Η ελληνική ρίγανη είναι φυτό αρωματικό, πολυετές και ποώδες. Ο βλαστός είναι όρθιος, τετραγωνικός, πολύκλαδος, τριχωτός, ο οποίος γρήγορα χάνει τον ποώδη χαρακτήρα του και ξυλοποιείται. Συνήθως φτάνει ύψος 30-80 εκατοστά. Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης ο βλαστός έχει έρποντα χαρακτήρα. Τον χειμώνα το υπέργειο τμήμα του βλαστού ξεραίνεται, το υπόγειο όμως τμήμα διατηρείται και αναβλαστάνει την άνοιξη.

Τα φύλλα είναι μικρά σε μέγεθος συνήθως γύρω στα 1-2 εκατοστά, είναι αντίθετα, έμμισχα, ωοειδή και τριχωτά (κυρίως στην κάτω επιφάνεια τους). Το χρώμα τους θα το χαρακτηρίζαμε πρασινογκρί και αναδίδουν τη χαρακτηριστική μυρωδιά τους. Αδενικά τριχίδια βρίσκονται πάνω στα φύλλα, αυτά είναι υπεύθυνα για την παραγωγή του αιθέριου ελαίου. Συνήθως βρίσκονται στην πάνω επιφάνεια των φύλλων

Τα άνθη διατάσσονται σε ταξιανθία στάχους. Είναι μικρά με δίχειλη, συμπέταλη, λευκή στεφάνη και σωληνοειδή κάλυκα με πέντε οδόντες .

Οι σπόροι είναι πολύ μικροί και πιο συγκεκριμένα σε 1 γραμμάριο μπορεί να έχουμε 10.000-15.000 σπόρους. Όσον αφορά το χρώμα τους, είναι καφέ. Επειδή όλα τα άνθη της ταξιανθίας δεν ωριμάζουν ταυτόχρονα είναι αρκετά σύνηθες το κάτω μέρος του στάχου να φέρει σπόρους ενώ το πάνω όχι.



Εικόνα 1.1 : Αλεικόνιση του φυτού ρίγανης και των βοτανικών του χαρακτηριστικών. Πηγή : Διαδίκτυο.

1.1.4 Συστηματική ταξινόμηση

ΑΘΡΟΙΣΜΑ	<i>Spermatophyta</i>
ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	<i>Angiospermae</i>
ΚΛΑΣΗ	<i>Dicotyledones</i>
ΤΑΞΗ	<i>Lamiales</i>
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	<i>Lamiaceae</i>
ΓΕΝΟΣ	<i>Origanum</i>
ΕΙΔΟΣ	<i>O.vulgare</i>

1.1.5 Ποικιλίες.

Το γένος *Origanum* περιλαμβάνει 42 είδη και 49 υποείδη αλλά και φυσικά υβρίδια. Τα είδη που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη εξάπλωση, είναι τα εξής :

- 1) *O.vulgare L. Spp.*, (κοινή ρίγανη) χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου είδους αποτελούν τα μωβ άνθη. Περιέχει πολύ μικρή ποσότητα αιθέριου ελαίου με πολύ διαφορετική σύσταση από τα υπόλοιπα είδη .
- 2) *O.vulgare spp hirtum.*, που είναι παγκοσμίως γνωστή και ως η «ελληνική ρίγανη» .
- 3) *O.vulgare spp viridulum.*, το βασικό χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου είδους είναι τα μεγάλα βράκτυα φύλλα.
- 4) *O.vulgare L.spp. virens*
- 5) *O.vulgare L.spp. gracile*
- 6) *O.vulgare spp glandulosum*

Από τα παραπάνω αυτά που συναντούμε στον ελλαδικό χώρο είναι τα 3 πρώτα.



Εικόνα 1.2 :
Origanum vulgare L. Spp.
Πηγή : Διαδίκτυο.



Εικόνα 1.3 : *Origanum vulgare spp hirtum.*
Πηγή : Διαδίκτυο.



Εικόνα 1.4 : *Origanum vulgare spp viridulum.*
Πηγή : Διαδίκτυο.



Εικόνα 1.5 : *Origanum vulgare*
L.spp. virens. Πηγή : Διαδίκτυο.



Εικόνα 1.6 : *Origanum vulgare*
L.spp. gracile . Πηγή : Διαδίκτυο.

1.1.6 Θρεπτική αξία.

Είναι καλή πηγή φυτικών ινών καθώς βοηθάει στην καλή λειτουργία του εντέρου και έχει καρδιοπροστατευτική δράση . Περιέχει πτητικά έλαια, όπως στερόλες που βοηθούν στην μείωση των επιπέδων χοληστερόλης και φλαβονοειδή που έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες .

Επιπλέον, είναι πλούσια σε βιταμίνη C, η οποία ενισχύει το ανοσοποιητικό , βιταμίνη E που δρα ως ισχυρό αντιοξειδωτικό, βιταμίνη K που είναι απαραίτητο για την πήξη του αίματος και βιταμίνη A, η οποία είναι μια λιποδιαλυτή βιταμίνη.

Επίσης περιέχει μαγγάνιο το οποίο είναι απαραίτητο για την σωστή απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών καθώς και την επούλωση πληγών, ασβέστιο που συμβάλλει στην υγεία των οστών και των δοντιών, ψευδάργυρο που βοηθάει το ανοσοποιητικό σύστημα, κάλιο που εξασφαλίζει την σωστή λειτουργία όλων των κυττάρων και των ιστών των οργάνων του σώματος καθώς και νιασίνη που διευκολύνει την πέψη, διατηρεί υγιή τα κύτταρα του δέρματος, ρυθμίζει τα επίπεδα διαφόρων ενζύμων και επιτρέπει την ομαλή λειτουργία των νεύρων.

Επιπρόσθετα, περιέχει φώσφορο που συμβάλλει στο μεταβολισμό των υδατανθράκων, πρωτεϊνών και λιπών για παραγωγή ενέργειας, σίδηρο που είναι πολύ σημαντικός για τη σωστή λειτουργία του οργανισμού, καθώς μεταφέρει οξυγόνο σε όλα τα μέρη του σώματος και Β-καροτίνη, η οποία είναι ένα αντιοξειδωτικό και μια φυσική χρωστική ουσία που βρίσκεται στα φυτά και είναι σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνη για τα ζωντανά χρώματα ορισμένων φρούτων και λαχανικών .

Τέλος είναι πλούσια σε ζεαξανθίνη, η οποία μπορεί να μειώσει τις ενδεχόμενες φωτοχημικές βλάβες που προκαλούνται από ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος του ορατού φωτός , κρυπτοξανθίνη, που είναι αποδεδειγμένα αντιοξειδωτικό και ο ρόλος του είναι να προστατεύει τον οργανισμό από τις ελεύθερες ρίζες, πινένιο ως αντιφλεγμονώδες, αποχρεμπτικό, βρογχοδιασταλτικό και τοπικό αντισηπτικό , λιμονένιο το οποίο βοηθά το δέρμα ενάντια στην υπεριώδη ακτινοβολία και ρασμαρινικό οξύ το οποίο έχει αντιμικροβιακές ιδιότητες .

Πιο συγκεκριμένα σε 20 γραμμάρια ρίγανης περιέχονται :

- 33,8 mg K
- 0.88 mg Zn

- 8.8 mg Fe
- 31.5 mg Ca
- 0.92 mg Mn
- 3 mg Na
- 8.56 mg φυτικών ινών
- 265 KJ = 61.2 Kcal

1.1.7 Θεραπευτικές χρήσεις ρίγανης

Ο πατέρας της ιατρικής, ο Ιπποκράτης χρησιμοποιούσε τη ρίγανη ως φάρμακο για διάφορες παθήσεις όπως παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, γαστραλγίες .

Μία λίστα για τις θεραπευτικές της χρήσεις είναι :

- Ισχυρό αντιοξειδωτικό
- Για μυϊκούς πόνους
- Το λάδι της χρησιμοποιείται κατά της ακμής
- Κατά των μολύνσεων
- Κατά της αρθρίτιδας
- Για τα εγκαύματα
- Πονόδοντο
- Για μυκητιάσεις
- Κράμπες
- Για τους ρευματισμούς
- Αντιμετώπιση άσθματος
- Μείωση κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του προστάτη
- Οι βλαστοί χρησιμοποιούνται σαν κατάπλασμα για μώλωπες και πρηξίματα
- Διάρροια
- Τροφικές δηλητηριάσεις
- Για πονοκεφάλους

Άλλες χρήσεις της ρίγανης

- Η ρίγανη περιέχει την Καρβακρόλη. Η καρβακρόλη έχει την δυνατότητα να καταστρέφει το πρωτεϊνικό κάλυμα (το καψίδιο) που περιέχει το γενετικό υλικό του ιού και επομένως οι ιοί δεν μπορούν να αναπτύξουν αντοχή σε αυτήν.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί δυνητικά ως απολυμαντικό τροφίμων, καθώς επίσης επιφανειών σε συνδυασμό με άλλα αντιμικροβιακά .
- Συντηρητικό για κρεμώδη τρόφιμα, όπως μαγιονέζα και οι διάφορες σάλτσες.
- Το λάδι της ρίγανης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή σαπουνιών, οδοντόκρεμας .

1.2 Κλίμα και Έδαφος.

Κλίμα

Όλα τα αυτοφυή είδη της ρίγανης που αναφέρονται αναπτύσσονται σε ποικίλες κλιματικές συνθήκες . Έτσι, η ρίγανη αυτοφύεται σε μεγάλη ποικιλία εδαφών και κλιμάτων τόσο στην ηπειρωτική όσο και στην νησιώτικη Ελλάδα, τόσο σε πλούσια όσο και σε άγονα και πετρώδη εδάφη.

Η ρίγανη είναι φυτό ανθεκτικό στην ξηρασία με όρια ανάπτυξης 4-33 °C και άριστη θερμοκρασία 18-22 °C, ενώ το ριζικό σύστημα σε καλά αναπτυγμένα φυτά (άνω του ενός έτους) αντέχει και σε θερμοκρασίες αέρα από -25 έως και +42 °C .

Έδαφος

Άριστη τιμή εδαφικού PH είναι 6,8 αλλά αναπτύσσεται ικανοποιητικά και σε υψηλότερες τιμές, είναι συνήθης η παρουσία και ανάπτυξη της ρίγανης σε ασβεστολιθικά εδάφη, αρκεί να στραγγίζουν καλά. Η ρίγανη είναι ανθεκτική και στην έλλειψη νερού και καλλιεργείται κυρίως ξηρικά .Δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητική όσον αφορά τα θρεπτικά στοιχεία, έχοντας μικρές απαιτήσεις σε άζωτο, φώσφορο, κάλιο .Είναι φυτό ιδιαίτερα φωτόφιλο .Για να έχει ικανοποιητική απόδοση πρέπει να καλλιεργείται σε ηλιόλουστες περιοχές, ημιορεινές με δροσερό καλοκαίρι, σε αγρούς απαλλαγμένους από πολυετή ζιζάνια και να στραγγίζουν καλά.

1.3 Καλλιεργητικές φροντίδες.

1.3.1 Πολλαπλασιασμός.

Ο πολλαπλασιασμός γίνεται τόσο εγγενώς (με την χρήση σπόρου) όσο και αγενώς (με μοσχεύματα, παραφυάδες)

- Παραφυάδες : Κάθε είδος ρίγανης αναπτύσσει πολλούς βλαστούς και πλούσιο ριζικό σύστημα. Αυτό την καθιστά ικανή να πολλαπλασιάζεται εύκολα με παραφυάδες. Για παράδειγμα από ένα φυτό ηλικίας 2 ετών μπορούμε να πάρουμε έως και 60 φυτά. Τις παραφυάδες τις παίρνουμε συνήθως από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο .
- Μοσχεύματα : Σε περίπτωση που θέλουμε πολλαπλασιασμό με τη χρήση μοσχευμάτων, τότε παίρνουμε μοσχεύματα 8-10 cm. Αυτά θα ριζοβολήσουν σε εδαφικό μίγμα άμμου-τύρφης σε αναλογία 1:1. Ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος η ριζοβολία θα διαρκέσει 30-40 μέρες.

1.3.2 Σπορείο.

Τα σπορεία για φθινοπωρινή εγκατάσταση (έτοιμα σπορόφυτα για μεταφύτευση) γίνονται τέλη Ιανουαρίου – τέλη Φεβρουαρίου σε θερμοκήπιο για εγκατάσταση των φυτών την άνοιξη . Σε περίπτωση που δεν υπάρχει έτοιμο θερμοκήπιο, η εγκατάσταση γίνεται υπό κάλυψη, όσο νωρίτερα το επιτρέπουν οι συνθήκες της κάθε περιοχής .Όσον αφορά το έδαφος στο οποίο θα γίνει η εγκατάσταση του σπορείου, αυτό ψιλοχωματίζεται σε 15-20 εκατοστά (cm) βάθος . Το εδαφικό μίγμα βρέχεται ελαφρώς και στη συνέχεια ισοπεδώνεται με σανίδα. Το έδαφος θα πρέπει πρώτα να έχει απολυμανθεί πριν την σπορά, που γίνεται συνήθως με ηλιοαπολύμανση το καλοκαίρι και στην συνέχεια απολύμανση με methan sodium 50 % το χειμώνα. Αφού γίνει η σπορά, ο σπόρος καλύπτεται με ποταμίσι αμμο η οποία στη συνέχεια πατιέται με σανίδα και μετά βρέχεται ελαφρώς.

1.3.3 Λίπανση.

Η ρίγανη μπορεί να αναπτυχθεί σε άγονα εδάφη αλλά η απόδοση της καλλιέργειας είναι καλύτερη όταν αυτή λιπαίνεται. Πριν την εγκατάσταση μπορεί να εφαρμοστεί χωνεμένη κοπριά κατά το όργωμα και χορηγούνται ετησίως ανάλογα με τη γονιμότητα του χωραφιού και τις ανάγκες της καλλιέργειας .

Συνήθως η λίπανση της ρίγανης γίνεται ως εξής :

- 12-15 μονάδες N
- 8-10 μονάδες P
- 10-12 μονάδες K

Το άζωτο χορηγείται δύο φορές , μία το φθινόπωρο ή γενικά στις αρχές του χειμώνα και μία μετά την συγκομιδή. Η καλλιέργεια επωφελείται και από την προσθήκη ιχνοστοιχείων, με σημαντικότερα τον χαλκό και το νάτριο.

Γενικότερα η ρίγανη είναι φυτό που μπορεί να καλλιεργηθεί ξηρικά, δίνοντας μεν καλής ποιότητας προϊόν , αλλά είναι μικρότερη η παραγωγή. Αν επικρατεί ξηρασία κατά την άνοιξη καθώς και το καλοκαίρι, τότε με δύο ποτίσματα μπορούμε να αυξήσουμε σε απόδοση την χορτομάζα, χωρίς βέβαια να επηρεάσουμε αρνητικά την ποιότητα της ρίγανης. Δεν πρέπει επίσης να ξεχνάμε πως όταν εφαρμόζουμε λίπανση, αυτομάτως αυξάνονται και οι απαιτήσεις της καλλιέργειας σε ύδρευση.

1.3.4 Μεταφύτευση.

Αρχικά ο αγρός θα πρέπει να έχει οργωθεί από το καλοκαίρι, και λίγο πριν τη φύτευση ακολουθεί ένα ελαφρύτερο όργωμα και τέλος έχουμε το δισκοσβάρνισμα που γίνεται κυρίως για την ενσωμάτωση των λιπασμάτων αλλά και την καταστροφή των ζιζανίων .

Μετά θα γίνει η φύτευση (είτε με το χέρι είτε με φυτευτικές μηχανές). Οι αποστάσεις φύτευσης κυμαίνονται από 60-80 cm μεταξύ των γραμμών και 30-40 cm μεταξύ των φυτών επί της γραμμής, που αυτό μεταφράζεται σε 4000-6000 φυτά /

στρέμμα . Τα φυτά τα φυτεύουμε γυμνόριζα ή με την μορφή μπάλας χώματος . Οι αποστάσεις επηρεάζουν την απόδοση και το βάρος της παραγωγής .

Μετά την μεταφύτευση τα φυτά θα πρέπει να ποτιστούν και η καλλιέργεια ξεκινά να αναπτύσσεται 10-15 μέρες μετά την μεταφύτευση, που αυτός ο χρόνος θα εξαρτηθεί από την θερμοκρασία και την υγρασία.

Η καταπολέμηση των ζιζανίων είναι πού σημαντική για την ανάπτυξη των φυτών, τόσο στα αρχικά στάδια, όσο και στα πρώτα χρόνια ανάπτυξης, που τα φυτά είναι ακόμα μικρά σε μέγεθος . Για την καταπολέμηση των ζιζανίων καλό είναι να γίνει χρήση κάποιου ζιζανιοκτόνου (π.χ. *tetrabacil*) και στην συνέχεια να εφαρμόσουμε σκαλίσματα και ξεβοτανίσματα . Όσον αφορά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου, στις νέες καλλιέργειες καλό είναι να χρησιμοποιείται πριν την φύτευση, ενώ για τις παλιές καλλιέργειες τον Φεβρουάριο.

1.3.5 Συγκομιδή.

Γίνεται πολύ νωρίς το πρωί το καλοκαίρι (Ιούνιο – Αύγουστος) για να έχουμε μικρότερη απώλεια στα αιθέρια έλαια του φυτού. Σε περίπτωση που προορίζεται για απόσταξη, η συγκομιδή γίνεται κατά την πλήρη άνθηση ενώ σε περίπτωση που προορίζεται για παραγωγή δρόγης τότε στην αρχή της άνθησης .

Η συγκομιδή γίνεται είτε μηχανικά με χορτοκοπτικό είτε χειρωνακτικά με δρεπάνια, Συνήθως, στην περιοχή του Κιλκίς, η συγκομιδή γίνεται με τις θεριζοαλωνιστικές μηχανές , κάνοντας βέβαια ορισμένες τροποποιήσεις στο μαχαίρι της ανέμης.

Όταν προορίζεται για τη βιομηχανία, αφήνεται στον αγρό για μερική ξήρανση, συνήθως για 1-2 μέρες. Εδώ όμως πρέπει να προσέξουμε να μην βραχεί όσο θα παραμείνει στον αγρό .Στην συνέχεια είτε δένεται σε μπάλες ή θερίζεται με θεριζοαλωνιστική μηχανή. Στην συνέχεια γίνεται διαχωρισμός από ξένες ύλες με τη βοήθεια μηχανής ταξινόμησης με δόνηση ή κόσκινα 3mm.

Όταν προορίζεται για δρόγη τότε την πηγαίνουμε σε ειδικά ξηραντήρια ή σε υπόστεγα όπου ξεραινεται στην σκιά. Η φυτομάζα θα πρέπει να αερίζεται καλά και να μην τοποθετείται σε στοίβες πάχους μεγαλύτερου των 20cm και καλό είναι να ανακατεύεται τακτικά.

Κατά την συγκομιδή η υγρασία της ρίγανης κυμαίνεται στο 72-75 % ή και χαμηλότερα εφόσον έχει προηγηθεί προξήρανση στον αγρό .Η θερμοκρασία ξήρανσης είναι στους 30-40 °C και η μέγιστη τελική υγρασία δεν πρέπει να ξεπερνά το 12 % (φόρμα AFNOR). Το τελικό ξηρό προϊόν, που περιλαμβάνει φύλλα και άνθη, αντιπροσωπεύει το 40-60 % του υπέργειου τμήματος που ξεράθηκε.

1.3.6 Απόδοση.

Το πρώτο χρόνο η συγκομιδή είναι ελάχιστη. Σε φθινοπωρινή καλλιέργεια η νωπή ρίγανη μπορεί να φτάσει τα 300 kg, ενώ το τελικό προϊόν ανέρχεται στα 40-50 kg . Κατά το τρίτο έτος η παραγωγή μεγιστοποιείται για να φτάσει τον 1,5-2 tn σε νωπό βάρος, ενώ το τελικό προϊόν φτάνει τα 300 kg . Η καλλιέργεια θα συνεχίσει να είναι αποδοτική για τα επόμενα 5-6 χρόνια. Αντίστοιχα το πρώτο έτος, η ποσότητα του αιθέριου ελαίου είναι 5,25 lt/ στρέμμα, ενώ από το δεύτερο έτος και μετά κυμαίνεται στα 9,03 lt/ στρέμμα (παρατηρήσεις της ECOFARM).

1.3.7 Εχθροί και ασθένειες.

Η ρίγανη είναι αρκετά ανθεκτική στις ασθένειες. Η πιο συνηθισμένη μυκητολογική ασθένεια είναι η σηψιρριζία και αυτό μπορεί να συμβεί σε χωράφια που αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες νερού και δεν στραγγίζουν καλά.

Όσον αφορά τις εντομολογικές προσβολές , αυτές δεν αποκλείονται , σπάνια όμως έχουμε σοβαρές και μεγάλες προσβολές που θα μας προκαλέσουν οικονομική ζημιά και μεγάλες απώλειες . Οι πιο συνηθισμένες προσβολές γίνονται από βλαστορόκτη (*Oberea linearis*) και από τις αφίδες (*Aphididae*) όταν έχουμε θερμό καιρό. Η καταπολέμηση αυτών γίνεται με την χρήση προϊόντων που χρησιμοποιούμε στα κηπευτικά .

Άρα συμπεραίνουμε πως ο μεγαλύτερος εχθρός της ρίγανης είναι τα ζιζάνια και κυρίως τα πολυετή όπως για παράδειγμα η αγριάδα (*Cynodon dactylon*) και η περιπλοκάδα (*Cuscuta europea*).



Αφίδες (*Aphididae*)



Βλαστορόκτη (*Oberea linearis*)

Εικόνα 1.7 : Εντομολογικές προσβολές που εμφανίζονται στην ρίγανη. Πηγή : Διαδίκτυο.



Αγριάδα (*Cynodon dactylon*)



Περιπλοκάδα (*Cuscuta europaea*)

Εικόνα 1.8 : Ζιζάνια που εμφανίζονται στην ρίγανη. Πηγή : Διαδίκτυο.

1.4 Αλατότητα και πυρίτιο.

1.4.1 Αλατότητα στα φυτά

Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων στο έδαφος αποτελεί σοβαρό παράγοντα αναστολής της φυτικής ανάπτυξης. Συνοπτικά υπογραμμίζεται ότι οι συνέπειες των αλάτων στην ανάπτυξη του φυτού είναι οι εξής: α) αύξηση της υδραυλικής ανθεκτικότητας των ριζών και φύλλων β) μεταβολή του επιπέδου των ορμονών του φυτού, γ) δυσμενής επίδραση στους φωτοσυνθετικούς μηχανισμούς και δ) ανταγωνισμός μεταξύ των ιόντων και προβλήματα θρέψης.

Όσον αφορά στους τρόπους δράσης της αλατότητας, είναι οι εξής: α) απευθείας καυστική επίδραση του υψηλού pH των νατριωμένων εδαφών στις ρίζες των φυτών, β) τοξική δράση των διτανθρακικών και λοιπών ανιόντων, π.χ. βορίου, ή κατιόντων Na^+ στις φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού, γ) δυσμενής επίδραση ορισμένων ενεργών ιόντων καθώς και χαμηλή διαθεσιμότητα των θρεπτικών λόγω του υψηλού pH και δ) έλλειψη οξυγόνου, συνέπεια υποβάθμισης της δομής λόγω διασποράς των συσσωματωμάτων και της μείωσης της περατότητας.

Εκτός από τις ανωτέρω συνέπειες, τα διαλυτά άλατα ασκούν ειδικές επιδράσεις δυσμενούς φύσης λόγω ορισμένων ιόντων που περιέχουν. Ιδιαίτερος, όμως, αυτές οι επιδράσεις εκδηλώνονται από τα άλατα που βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις και από κάποια άλλα που απαντούν σε υψηλές συγκεντρώσεις. Στην πρώτη περίπτωση περιλαμβάνονται τα άλατα του ανθρακικού νατρίου, βορίου και χλωρίου, τα οποία δρουν τοξικά και στη δεύτερη περιλαμβάνονται τα ιόντα του Fe, P, Zn και Mn. Ειδικότερα, τα άλατα επιδρούν με ποικίλους τρόπους στην ανάπτυξη των φυτών. Καταρχήν προκαλούν ωσμωτικά φαινόμενα και ειδικές ιοντικές επιδράσεις, οι οποίες προκαλούν διάφορες θετικές και αρνητικές διεργασίες στην ανάπτυξη των φυτών.

Τα άλατα επιδρούν στα φυτά θετικά και αρνητικά. Οι θετικές επιπτώσεις τους συνίστανται στο ότι σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να επηρεάζουν την ανάπτυξη και σύνθεση των φυτών και να ενισχύουν ενίοτε τις αποδόσεις των καλλιεργειών,

καθώς επίσης να βελτιώνουν και την ποιότητα των προϊόντων. Έτσι, ελαφρά αυξημένη αγωγιμότητα αυξάνει τις αποδόσεις του βαμβακιού, ενώ στην περίπτωση της τομάτας αυξάνει τη συγκέντρωση των ολικών διαλυτών ουσιών και βελτιώνει την ποιότητα των καρπών. Ωστόσο, η παρουσία υψηλού επιπέδου αλατότητας στο έδαφος έχει συνήθως δυσμενείς επιπτώσεις στη φυτική ανάπτυξη, τόσο από πλευράς ποσοτικής όσο και ποιοτικής. Και τούτο διότι η υψηλή αγωγιμότητα του εδάφους προκαλεί μείωση του εξωτερικού υδατικού δυναμικού, η οποία, όταν είναι μικρότερη της αντίστοιχης τιμής του υδατικού δυναμικού των κυττάρων, προκαλεί μείωση του εξωτερικού υδατικού δυναμικού, η οποία όταν είναι μικρότερη της αντίστοιχης τιμής του υδατικού δυναμικού των κυττάρων, προκαλεί στα φυτά τη λεγόμενη ωσμωτική ξήρανση, δηλαδή μειώνεται η διαθεσιμότητα του νερού στα φυτά. Η μείωση του υδατικού δυναμικού του μέσου ανάπτυξης, εν προκειμένω του εδάφους, θεωρείται ως πρωταρχική αιτία της δυσμενούς επίδρασης της αλατότητας στα φυτά.

1.4.1.1 Πώς τα φυτά αντιδρούν στην αλατότητα.

Τα φυτά για να αναπτυχθούν κάτω από αλατούχες συνθήκες του εδάφους, υποχρεώνονται να αναπτύξουν κάποιους αμυντικούς ή και επιθετικούς μηχανισμούς, οι οποίοι γενικά σχετίζονται με (α) την πρόσληψη των ιόντων και (β) τη σύνθεση των διάφορων οργανικών ουσιών ή και (γ) αμφοτέρων. Κλασικό παράδειγμα τα αλόφυτα, τα οποία αντέχουν σε υψηλά επίπεδα αλατότητας του εδάφους και μπορούν να συσσωρεύουν άλατα σε υψηλές συγκεντρώσεις. Τα φυτά αυτά είναι προσαρμοσμένα να προσροφούν άλατα και να τα απομονώνουν στα κενοτόπια των κυττάρων τους (vacuoles), ενώ οι οργανικές συμβατές διαλυτές ενώσεις παίζουν το ρόλο της ωσμωτικής προσαρμογής στο κυττόπλασμα. Όμως, στα μη αλόφυτα (γλυκόφυτα), τα άλατα μπορεί να είναι εξαιρετικά επικίνδυνα, διότι είναι συσσωρευόμενα στα κύτταρα και σε υψηλές συγκεντρώσεις καταστρέφουν τα ένζυμα και τα οργανίδια τους. Η ευαισθησία των φυτών στα άλατα εμφανίζεται κατά τις εξής φάσεις ανάπτυξης: (α) φύτευμα, (β) βλάστηση, (γ) αναπαραγωγή. Ειδικότερα η φάση της βλάστησης για πολλά φυτά είναι ίσως η πλέον ευαίσθητη. Επίσης, κατά τη φάση του φυτρώματος τα πράγματα γίνονται πιο πολύπλοκα. Με αυτόν τον τρόπο, υπάρχουν φυτά που είναι γενικά ευαίσθητα στην αλατότητα, κατά το φύτευμα όμως είναι ανθεκτικά καλαμπόκι. Αντίθετα, το βαμβάκι είναι περισσότερο ανθεκτικό στα άλατα καθώς επίσης και τα τεύτλα, είναι όμως περισσότερο ευαίσθητα κατά το φύτευμα. Επίσης, υπάρχουν άλλα φυτά που είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στα άλατα, και όμως κατά το φύτευμα είναι ευαίσθητα στην αλατότητα. Οι περισσότερες καλλιέργειες είναι γενικά μη ανθεκτικές στα άλατα, γι' αυτό και θεωρούνται ως «γλυκόφυτα». Οι καλλιέργειες αυτές έχουν την τάση να απομονώνουν τα άλατα στα κενοτόπια και τις οργανικές διαλυτές ενώσεις στο κυττόπλασμα, σε αντίθεση με τα αλόφυτα, στα οποία ο διαχωρισμός αυτός των ανόργανων αλάτων και των οργανικών ουσιών αποτελεί το βασικό μηχανισμό επιβίωσης τους κάτω από αλατούχες συνθήκες. Όσον αφορά στις ειδικές ιοντικές επιδράσεις, η πρόσληψη του Ca^{2+} σε υψηλές ποσότητες συχνά αμβλύνει τις επιπτώσεις της αλατότητας στα φυτά. Εξάλλου, η ευαισθησία των φυτών στα άλατα συχνά μεταβάλλεται κατά την περίοδο ανάπτυξης τους κάτω από

αλατούχες συνθήκες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι πολλές φορές οι αναπτυσσόμενες ρίζες επηρεάζονται λιγότερο από την αλατότητα απ' ό,τι οι βλαστοί, κάτι που λαμβάνει χώρα ιδιαίτερα παρουσία του Ca^{2+} . Οι επιπτώσεις της αλατότητας στους βλαστούς εκδηλώνεται με τη μείωση της φυλλικής επιφάνειας, η οποία σχετίζεται με το μειωμένο εφοδιασμό των φύλλων με άλλα θρεπτικά

1.4.1.2 Ανθεκτικότητα των καλλιεργειών στα άλατα

Η ανθεκτικότητα των καλλιεργειών στα άλατα ορίζεται ως η ικανότητα των φυτών να αντέχουν στις επιδράσεις της περίσσειας των αλάτων του μέσου ανάπτυξης, χωρίς να υπόκεινται σε δυσμενείς επιπτώσεις. Η ανθεκτικότητα των φυτών επηρεάζεται όχι μόνο από το επίπεδο των αλάτων, αλλά και από το είδος των αλάτων, τις συνθήκες ανάπτυξης του φυτού, οι οποίες μπορεί να μεταβάλουν την ανθεκτικότητα, με την ηλικία και την ποικιλία του φυτού. Η ανθεκτικότητα αξιολογείται με βάση τα εξής: α) την ικανότητα του φυτού να επιβιώνει κάτω από συνθήκες αλατότητας, β) τις αποδόσεις που επιτυγχάνονται υπό την επίδραση της αλατότητας και γ) τη σχετική απόδοση της καλλιέργειας που λαμβάνεται υπό το καθεστώς αλάτων σε σχέση με αυτή που επιτυγχάνεται υπό κανονικές συνθήκες (χωρίς την παρουσία αλάτων).

Είναι φανερό ότι η απλή επιβίωση του φυτού κάτω από συνθήκες αλατότητας, χωρίς τη σύνδεση του με κατά το δυνατόν άριστες αποδόσεις, δεν παρουσιάζει παρά μόνο επιστημονικό ενδιαφέρον. Επειδή η ανθεκτικότητα διαφέρει από φυτό σε φυτό, πολλές καλλιέργειες μπορεί να αποδίδουν οικονομικά συμφέρουσες αποδόσεις κάτω από συνθήκες αλατότητας, σε αντίθεση με άλλες που απλά επιβιώνουν. Για τον ακριβή προσδιορισμό της σχέσης αλατότητας με την ανθεκτικότητα των φυτών στα άλατα, λαμβάνεται υπόψη η «σχετική απόδοση» και όχι η απόδοση η κανονική, λόγω των μεταβολών στις οποίες υπόκειται η τελευταία, συνέπεια των επιδράσεων διάφορων παραγόντων, όπως υγρασίας, γονιμότητας, εντόμων, ασθενειών και λοιπών εχθρών. Ως σχετική απόδοση νοείται εκείνη που επιτυγχάνεται κάτω από μη αλατούχες συνθήκες και εκφράζεται ως κλάσμα της απόδοσης που λαμβάνεται κάτω από μη αλατούχες συνθήκες. Η διαφορετικότητα στην ανθεκτικότητα στα άλατα των καλλιεργειών οφείλεται στη γενετική υποδομή του κάθε φυτού. π.χ. το ρύζι είναι περισσότερο ανθεκτικό στα άλατα όσο και στο Na^+ από ότι το σιτάρι, το οποίο είναι πολύ ευαίσθητο σε υψηλές τιμές ESP. Κατά συνέπεια, ένας βαθμός ESP 50%, ενώ μπορεί να αφανίσει την καλλιέργεια του σιταριού, αφήνει ανέπαφο το ρύζι. Ειδικότερα όσον αφορά στην υψηλή ανθεκτικότητα του ρυζιού στο Na^+ , αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι η υπόψη καλλιέργεια αντέχει σε συνθήκες κατάκλυσης και ως εκ τούτου μπορεί να αναπτύσσεται φυσιολογικά. Επιπλέον, η ύπαρξη του νερού συμβάλλει στη μείωση του υψηλού pH των νατριομένων εδαφών, συνέπεια των υψηλών συγκεντρώσεων CO_2 λόγω της έντονης βακτηριακής ενεργότητας, που παρατηρείται κατά την καλλιέργεια του ρυζιού. Τα νατριομένα εδάφη είναι τα πλέον κατάλληλα για την καλλιέργεια του ρυζιού, διότι συμβάλλουν και στη συγκράτηση μεγάλων ποσοτήτων νερού, γεγονός που ευνοεί την ανάπτυξη του ρυζιού. Επίσης, τα

λειμώνια αγρωστώδη είναι πολύ ανθεκτικά στο Na^+ . π.χ. Αγριάδα, ή *Cynodon dactylon*. Ορισμένα, μάλιστα, είδη αγρωστωδών μπορεί να αντέξουν σε τιμές ESP = 80-90% χωρίς προσθήκη εδαφοβελτιωτικών. Σημειώνεται δε ότι η καλλιέργεια τέτοιων φυτών μπορεί να συμβάλει στη μείωση του ESP. Όσον αφορά στην ανθεκτικότητα των φυτών στην αλατότητα, δίνεται η επίδραση των αλάτων στο δυναμικό απόδοσης διαφόρων καλλιεργειών. Ήδη διαπιστώνουμε ότι τα φυτά εμφανίζουν ένα μεγάλο εύρος ανθεκτικότητας στα άλατα, η οποία εκτείνεται από αυτή των «γλυκόφυτων» μέχρι εκείνη των «αλόφυτων». Γενικά, οι καλλιεργούμενες ποικιλίες, εξαιτίας της επιλογής τους για αυξημένη απόδοση, ποιότητα και λοιπά χαρακτηριστικά, έχουν μικρές δυνατότητες αντοχής στα άλατα, δεδομένου ότι είναι προσαρμοσμένες για ανάπτυξη κάτω από μη αλατούχες συνθήκες. Η ύπαρξη αλατούχων συνθηκών σε πολλά καλλιεργούμενα και αρδευόμενα εδάφη καθιστά αναγκαία τη χρήση ποικιλιών ανθεκτικών στην αλατότητα και ταυτόχρονα παραγωγικών. Η χρήση τέτοιων ποικιλιών ελαχιστοποιεί την ανάγκη της έκπλυσης των εδαφών και αμβλύνει το κόστος της παραγωγής όσο και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της έκπλυσης. Το ερώτημα που τίθεται εν προκειμένω είναι πώς θα επιτευχθεί ο στόχος αυτός; Η απάντηση είναι ότι η αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων θα είναι εφικτή με τη γενετική βελτίωση των φυτών, με σκοπό τη δημιουργία ποικιλιών ανθεκτικών στα άλατα. Σήμερα και κατά το παρόν στάδιο, η αξιοποίηση των αλατούχων εδαφών γίνεται με τη χρήση των ήδη υφιστάμενων ανθεκτικών στα άλατα καλλιεργειών όπως: τα τεύτλα, το κριθάρι, το βαμβάκι, σπαράγγι κλπ. Ωστόσο, η εντατικοποίηση της άρδευσης και η συνέπεια τούτης επέκταση της εναλάτωσης των αρδευόμενων εδαφών κατέστησαν αναγκαία και αναπόφευκτη την παραγωγή γενετικά βελτιωμένων και ανθεκτικών φυτών στα άλατα. Η βελτίωση αυτή στοχεύει: α) στη δυνατότητα να επιλέγει ο γεωργός περισσότερες ποικιλίες, β) στη μείωση των αναγκών έκπλυσης και άμβλυνσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της έκπλυσης και γ) στην αξιοποίηση των υφάλμυρων νερών, τα οποία πολλές φορές υποχρεώνεται ο γεωργός να χρησιμοποιεί ελλείψει νερών καλής ποιότητας.

Για τη βελτίωση των φυτών, εκτός από την εφαρμογή των παραδοσιακών κλασικών μεθόδων, εφαρμόζεται σήμερα εκτεταμένα η γενετική μηχανική και η μοριακή βιολογία. Επίσης, καταβάλλεται ιδιαίτερη ερευνητική προσπάθεια κατανόησης των μηχανισμών ανθεκτικότητας των φυτών στα άλατα και οι πληροφορίες που αναμένεται να ληφθούν θα συμβάλουν στη δημιουργία περισσότερων ανθεκτικών στα άλατα ποικιλιών.

1.4.1.3. Παράγοντες της ανθεκτικότητας των φυτών στα άλατα.

Η επίτευξη του δυναμικού απόδοσης των καλλιεργειών με τη χρήση συγκεκριμένου νερού άρδευσης εξαρτάται από το είδος του φυτού και από την ποιότητα του νερού. Γενικά όμως έχει διαπιστωθεί ότι παίζει σπουδαίο ρόλο η ανθεκτικότητα του φυτού στα άλατα. Πολλοί παράγοντες επιδρούν στην ανθεκτικότητα αυτή. Μερικοί από αυτούς εξαρτώνται από το ίδιο το φυτό, ενώ άλλοι σχετίζονται με το έδαφος και το κλίμα. Οι παράγοντες αυτοί είναι οι εξής :α) η φάση ανάπτυξης του φυτού, β) η

ποικιλία ή το υποκείμενο (κληρονομικότητα), γ) η γονιμότητα του εδάφους, δ) η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό, ε) η κατανομή των αλάτων στο προφίλ, στ) το κλίμα-περιβάλλον και ζ) οι καλλιεργητικές πρακτικές.

Φάση ανάπτυξης του φυτού

Η αλατότητα του εδάφους επηρεάζει την ανάπτυξη του φυτού ανάλογα με το χρόνο έκθεσης του ριζικού συστήματος στην επίδραση των αλάτων, ανεξάρτητα από τη φάση ανάπτυξης. Αυτό βέβαια είναι μια γενική αρχή που ισχύει ως αξίωμα. Όμως έχει βρεθεί ότι τα φυτά εμφανίζουν διάφορη ευαισθησία στην αλατότητα κατά τις διάφορες φάσεις ανάπτυξης τους. Παρατηρούμε ότι οι απαριθμούμενες καλλιέργειες διαφέρουν ως προς την ευαισθησία τους στην παρουσία των αλάτων κατά το στάδιο του φυτρώματος όπως αυτή εκφράζεται με διάφορες τιμές αγωγιμότητας. Διαπιστώνουμε ότι π.χ. η τομάτα αντέχει κατά το στάδιο φυτρώματος σε αγωγιμότητα (ECe) της τάξεως των $7,6 \text{ ds} \times \text{m}^{-1}$, ενώ το καλαμπόκι, όντας πιο ανθεκτικό κατά το φύτευμα, μπορεί να υφίσταται μια αγωγιμότητα εδάφους $21-24 \text{ ds} \times \text{m}^{-1}$. Αυτή η μεγάλη διαφορά είναι ενδεικτική της ανθεκτικότητας στα άλατα κατά το στάδιο του φυτρώματος των δύο αυτών φυτών. Ωστόσο, μερικά φυτά, ενώ είναι περισσότερο ευαίσθητα κατά το στάδιο του φυτρώματος, στις επόμενες φάσεις ανάπτυξης (ανθοφορία, καρπόδεση, ωρίμανση) είναι περισσότερο ανθεκτικά. Αλλά και στο σημείο αυτό παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των φυτών. π.χ. η φασολιά είναι πιο ευαίσθητη κατά το φύτευμα από το κριθάρι. Όμως, υπάρχουν καλλιέργειες, όπως π.χ. το ρύζι, που ενώ κατά το στάδιο του φυτρώματος δεν είναι και τόσο ανθεκτικό, αν και περισσότερο ανθεκτικό από τα φασόλια, το κρεμμύδι, την τομάτα κ.λπ., στις επόμενες φάσεις, όπως στην ανθοφορία, γίνεται περισσότερο ευαίσθητο στα άλατα. Η ευαισθησία όμως αυτή καθώς αυξάνει το φυτό, μειώνεται και το ρύζι γίνεται ανθεκτικότερο με την πάροδο του χρόνου στην επίδραση των αλάτων. Υπάρχουν επίσης και περιπτώσεις φυτών, τα οποία, ενώ είναι ανθεκτικά στην παρουσία των αλάτων κατά το φύτευμα, στη συνέχεια γίνονται πολύ ευαίσθητα σ'όλες τις επόμενες φάσεις ανάπτυξης τους. Επίσης, ορισμένες καλλιέργειες ενώ είναι ανθεκτικές κατά το φύτευμα στα άλατα, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στην παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων του Na^+ . Σχετικά με την ευαισθησία των φυτών κατά το φύτευμα, υποστηρίζεται από ορισμένους ερευνητές ότι αυτή σχετίζεται με την υψηλή αλατότητα που παρατηρείται στην επιφανειακή-αβαθή στρώση του εδάφους όπου άλλωστε τοποθετείται ο σπόρος κατά τη σπορά λόγω της ανοδικής τριχοειδούς κίνησης του νερού προς την επιφάνεια, όπου μετά την εξάτμιση του, συμπυκνώνονται τα άλατα.

Κληρονομικότητα

Τα κληρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών φαίνεται ότι σχετίζονται με την ανθεκτικότητα τους στα άλατα. Γενικά, τα φυτά θα μπορούσαν να διαιρεθούν σε τέσσερις κατηγορίες ανθεκτικότητας. Στα ευαίσθητα, μετρίως ευαίσθητα, στα μετρίως ανθεκτικά και στα ανθεκτικά. Οι προσπάθειες που καταβάλλουν οι γενετιστές είναι να δημιουργήσουν ποικιλίες ανθεκτικές στα άλατα, με ταυτόχρονη

διατήρηση υψηλού παραγωγικού δυναμικού. Σε πολλές χώρες του κόσμου έχουν δημιουργηθεί τέτοιες ποικιλίες, π.χ. στις Ινδίες έχουν δημιουργηθεί πολλές ποικιλίες ρυζιού ανθεκτικές στα άλατα λόγω των αλατούχων συνθηκών που επικρατούν σε πολλές περιοχές της χώρας όπου καλλιεργείται το ρύζι.

Γονιμότητα του εδάφους

Η χαμηλή φαινόμενη ανθεκτικότητα των φυτών στα άλατα, που παρατηρείται στα πτωχά εδάφη, μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η γονιμότητα και όχι η αλατότητα αποτελεί τον περιοριστικό παράγοντα της ανάπτυξης. Σχετικά έχει αναφερθεί ότι η φαινόμενη ανθεκτικότητα των φυτών μειώνεται στα γόνιμα εδάφη. Η υψηλή γονιμότητα δεν ενισχύει σημαντικά την ανθεκτικότητα των φυτών στην αλατότητα παρά μόνον όταν αυτή δημιουργεί έλλειψη θρεπτικών, είτε λόγω ανταγωνισμού ή άλλων αιτίων, και όταν οι κακές συνθήκες αναστέλλουν σοβαρά την ανάπτυξη των φυτών, προκαλώντας τροφopenία. Καλλιέργειες που αναπτύσσονται σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας μπορεί να είναι πιο ανθεκτικές στα άλατα από τις αντίστοιχες που αναπτύσσονται σε γόνιμα εδάφη. Τούτο διότι η γονιμότητα και όχι η αλατότητα κυρίως περιορίζει την ανάπτυξη. Ένα έδαφος υψηλής γονιμότητας αυξάνει τις αποδόσεις ανεξάρτητα από την αλατότητα. Όμως, εάν το έδαφος είναι λιγότερο αλατούχο, η αύξηση των αποδόσεων είναι αναλογικά μεγαλύτερη. Οι επιδράσεις της αλατότητας και των διάφορων στρες, που οφείλονται στην έλλειψη θρεπτικών, είναι προσθετικές. Αυτό σημαίνει ότι, όταν η αυξημένη αλατότητα ή η μειωμένη γονιμότητα μειώνουν κατά το ίδιο επίπεδο τις αποδόσεις, τότε η βελτίωση του επιπέδου της γονιμότητας ή η μείωση της αλατότητας θα δώσουν το αυτό αποτέλεσμα. Αλλά εάν είχαμε μεγαλύτερη μείωση των αποδόσεων από τον ένα παράγοντα (π.χ. αλατότητα) απ' ότι από τον άλλο (δηλαδή τη γονιμότητα), τότε η βελτίωση της αλατότητας θα αύξανε πολύ περισσότερο τις αποδόσεις απ' ότι θα επιτυγχανόταν με τη βελτίωση της γονιμότητας. Με άλλα λόγια, η βελτίωση του πλέον οξέος παράγοντα, δηλαδή εν προκειμένω της αλατότητας, θα ευνοούσε περισσότερο τις αποδόσεις ή την ανάπτυξη του φυτού απ' ότι η βελτίωση του λιγότερο οξέος παράγοντα, δηλαδή της γονιμότητας. Βέβαια αυτά θα συμβούν μόνο υπό την απαραίτητη προϋπόθεση ότι η αλατότητα προκαλεί ειδικές θρεπτικές ανισορροπίες ή η εφαρμογή των λιπασμάτων υπερβαίνει την ποσότητα που απαιτείται κάτω από μη αλατούχες συνθήκες, διότι τότε σπανίως βοηθούν τα λιπάσματα στο μετριασμό της αλατότητας στα φυτά. Η περίσσεια εφαρμογής N, P και K στα φυτά δεν επηρεάζει την ανθεκτικότητά τους στα άλατα.

Περιεκτικότητα του εδάφους στο νερό

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό μπορεί να επηρεάσει την αντοχή των φυτών στην αλατότητα. Πράγματι, όσο πιο ξηρό είναι το έδαφος τόσο περισσότερο αυξάνει η συμπύκνωση των αλατούχων εδαφών και άρα μειώνεται το ωσμωτικό δυναμικό του εδαφοδιαλύματος. Κατά συνέπεια, τα φυτά βρίσκονται αντιμέτωπα με μια αγωγιμότητα, η οποία πολλές φορές υπερβαίνει τη μηδενική βάση του δυναμικού παραγωγής τους. Σημειώθηκε στα προηγούμενα ότι η μέγιστη ανθεκτικότητα

αντιστοιχεί στη μέγιστη αγωγιμότητα του εδάφους που η παραγωγική ικανότητα του τείνει να μειωθεί στο ελάχιστο. Κατά συνέπεια, στην περίπτωση αυτή επιβάλλεται η αύξηση της συχνότητας άρδευσης, ήτοι η μείωση του εύρους εφαρμογής του νερού μεταξύ δύο διαδοχικών αρδεύσεων, σε τρόπο ώστε να υπάρχει περισσότερο νερό στο έδαφος. Αυτό σημαίνει αραίωση του εδαφοδιαλύματος και επομένως αύξηση του οσμωτικού δυναμικού (Ψ_o), γεγονός που βοηθά τα φυτά να αναπτυχθούν λειτουργώντας σε χαμηλότερα επίπεδα ανθεκτικότητας. Έτσι αποφεύγεται η δηλητηριώδης επίδραση του χαμηλού οσμωτικού δυναμικού και μειώνεται η δυσμενής επίδραση της αλατότητας σε βάρος των φυτών. Η ανθεκτικότητα της πιπεριάς ενισχύθηκε περισσότερο με την εφαρμογή νερού καθημερινώς με τη μέθοδο των σταγόνων παρά με εκείνη των αυλακιών. Όμως η κατάκλυση του εδάφους με νερό και η συνέπεια αυτής ο ανεπαρκής αερισμός και η κατ' ακολουθίαν έλλειψη O_2 λόγω της μη ικανοποιητικής στράγγισης μπορεί να επηρεάσει την αντίδραση του φυτού στο στρές της αλατότητας. Χαμηλά επίπεδα O_2 στο έδαφος αλληλεπιδρούν αρνητικά με την αλατότητα και επηρεάζουν δυσμενώς την αύξηση των βλαστών. Η ανεπαρκής στράγγιση μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία αβαθούς υπόγειας στάθμης του νερού, η οποία αποτελεί μια αιτία της εναλάτωσης του εδάφους. Το γεγονός αυτό μπορεί να επηρεάσει την ανθεκτικότητα των φυτών στα άλατα.

Κατανομή των αλάτων στο προφίλ.

Η αλατότητα του εδάφους μεταβάλλεται αενάως, ανάλογα με την έκπλυση και τη στράγγιση. Κατά συνέπεια, σπανίως είναι σταθερή. Η κατανομή των αλάτων στην κατατομή του εδάφους σε ορισμένες περιπτώσεις είναι σταθερή και ομοιόμορφη, αλλά συνήθως μεταβάλλεται από τα άλατα του νερού άρδευσης, όπου στην επιφάνεια η αγωγιμότητα είναι περίπου ίδια με εκείνη του νερού άρδευσης, ενώ στη ριζική ζώνη μπορεί να είναι πολλαπλάσια. Εξάλλου, εάν η υπόγεια στάθμη είναι πλησίον της επιφάνειας του εδάφους, τότε η μεν αλατότητα στην επιφάνεια του εδάφους είναι πολύ υψηλή και στη ριζική ζώνη χαμηλή λόγω της σχετικής αραίωσης των θρεπτικών από την παρουσία του νερού. Δηλαδή η ανυψωμένη υπόγεια στάθμη αντιστρέφει την κατανομή των αλάτων κατατομής (προφίλ). Άλλη μεταβολή στην κατανομή των αλάτων στο προφίλ μπορεί να παρατηρηθεί, όταν ο χρόνος μεταξύ δύο αρδεύσεων είναι μεγάλος. Αυτό οφείλεται στην αυξημένη εξατμισοδιαπνοή και στην κατ' ακολουθίαν συμπύκνωση των αλάτων στο προφίλ. Ενώ, όταν ο χρόνος μεταξύ δύο αρδεύσεων είναι μικρός, παρατηρείται μείωση της αλατότητας λόγω αραίωσης από την παρουσία του νερού στο προφίλ. Ως αποτέλεσμα των μεταβολών των αλάτων στην κατατομή, θα πρέπει και τα φυτά να προσαρμόζουν την ανθεκτικότητά τους αναλόγως.

Κλίμα-Περιβάλλον

Οι επικρατούσες κλιματικές συνθήκες, ως γνωστόν, σχετίζονται με την εξάτμιση του νερού. Ως εκ τούτου επιδρούν σημαντικά στη συγκέντρωση των αλάτων και άρα επηρεάζουν την ανθεκτικότητα των φυτών στην αλατότητα και στη νατρίωση. Όταν οι κλιματικές συνθήκες ευνοούν την υψηλή εξάτμιση, λόγω των υψηλών

θερμοκρασιών και χαμηλών βροχοπτώσεων, τότε παρατηρείται η συμπύκνωση και συσσώρευση των αλάτων. Η κατάσταση αυτή είναι περισσότερο έντονη κατά τους θερινούς μήνες, γεγονός που καθιστά αναγκαία τη χρήση ποικιλιών με μεγάλη ανθεκτικότητα στα άλατα και στο νάτριο. Σχετικές μελέτες έχουν δείξει ότι η δυσμενής επίδραση της νατρίωσης στα φυτά οξύνεται κατά τους θερινούς μήνες λόγω της αυξημένης εξάτμισης. Για την αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού επιβάλλεται η εφαρμογή ειδικών διαχειριστικών πρακτικών του νερού άρδευσης, σε τρόπο ώστε να αμβλυνθούν οι επιπτώσεις της αλατότητας και της νατρίωσης, για να μπορούν τα φυτά να λειτουργούν μέσα στα όρια της σχετικής ανθεκτικότητας τους. Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι οι κλιματικοί παράγοντες επηρεάζουν τη συμπεριφορά των φυτών, δηλαδή την ανθεκτικότητά τους, στα άλατα. Τούτο δε καταδεικνύεται από σχετικά πειράματα κατά τα οποία μελετήθηκε η επίδραση ψυχρών και θερμών περιβαλλοντικών συνθηκών στις αποδόσεις δύο καλλιεργειών, που αναπτύχθηκαν κάτω από συνθήκες της αυτής αγωγιμότητας. Προκύπτει με σαφήνεια ότι οι υπόψη καλλιέργειες κάτω από συνθήκες ψυχρού περιβάλλοντος ανθίστανται καλύτερα (αποτελεσματικότερα) στις επιδράσεις της αλατότητας σε σύγκριση με το θερμό περιβάλλον. Σύμφωνα με Ινδούς ερευνητές σε ορισμένες περιοχές της Ινδίας το ρύζι καλλιεργείται και κατά τις ψυχρές αλλά και βροχερές, όσο και κατά τις θερμές-ξηρές εποχές. Κατά μέσον όρο οι αποδόσεις που επιτυγχάνονται. Γίνεται σαφές ότι οι σχετικές αποδόσεις του ρυζιού είναι σημαντικά υψηλότερες κατά τις υγρές και ψυχρές εποχές απ' ό,τι κατά τις θερμές στο αυτό επίπεδο της αλατότητας. Έχει βρεθεί ότι οι περισσότερες καλλιέργειες ανθίστανται πιο αποτελεσματικά στην αλατότητα κάτω από χαμηλές θερμοκρασίες παρά υψηλές. Δηλαδή είναι περισσότερο αποδοτικές υπό την επίδραση δροσερού παρά ξηρού και θερμού κλίματος. Οι καλλιέργειες μηδική, φασόλια, τεύτλα, καρότα, βαμβάκι, κρεμμύδια, κολοκυθάκια, φράουλες και τομάτα αποδείχτηκαν ότι επηρεάζονται αρνητικά από την αλατότητα σε υψηλές παρά σε χαμηλές θερμοκρασίες. Το στρες στο οποίο υπόκεινται τα φυτά λόγω αλατότητας καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από την πορεία της εξάτμισης του νερού κατά την περίοδο ανάπτυξης των φυτών. Η επίδραση αυτή της εξάτμισης σε βάρος των φυτών μπορεί να είναι ισχυρότερη και από την ίδια αγωγιμότητα. Μείωση της σχετικής υγρασίας προκαλεί σημαντική μείωση των αποδόσεων λόγω αλατότητας. Βρέθηκε, λοιπόν, ότι οι καλλιέργειες κριθάρι, φασολάκι, καλαμπόκι, βαμβάκι, κρεμμύδι και ροδάκινα είναι περισσότερο ευαίσθητες στα άλατα σε χαμηλό επίπεδο υγρασίας απ' ό,τι σε υψηλό. Αντίθετα, όσον αφορά τα τεύτλα και το σιτάρι διαπιστώθηκε ότι η ανθεκτικότητά τους στα άλατα δεν επηρεάζεται από το επίπεδο υγρασίας. Επίσης, η ρύπανση της ατμόσφαιρας μπορεί να αυξήσει τη φαινόμενη ανθεκτικότητα των φυτών στα άλατα. Π.χ. η μηδική δίνει ικανοποιητικές αποδόσεις σε συνθήκες μολυσμένης ατμόσφαιρας που διαφορετικά θα ήταν πολύ χαμηλές. Αντίθετα τονίζεται ότι η ρύπανση της ατμόσφαιρας καθιστά πολλές καλλιέργειες ευαίσθητες στην αλατότητα. Ωστόσο, η ρύπανση με όζον μειώνει τις αποδόσεις ορισμένων καλλιεργειών περισσότερο κάτω από μη αλατούχες συνθήκες παρά αλατούχες. Φαίνεται ότι το όζον συνεργεί με την αλατότητα υπέρ της ανάπτυξης των φυτών.

Καλλιεργητικές πρακτικές

Οι καλλιεργητικές πρακτικές έχουν ως σκοπό τον περιορισμό της αλατότητας στα πλαίσια του κατά το δυνατόν φυσιολογικού εύρους ανθεκτικότητας των φυτών. Αυτό μπορεί βέβαια να επιτευχθεί σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό με την έκπλυση, την εξασφάλιση επαρκούς στράγγισης και τη διατήρηση του φρεατίου ορίζοντος σε μεγαλύτερο των 2m βάθος από την επιφάνεια. Εάν η αγωγιμότητα είναι υψηλή, τότε θα πρέπει να επιλεγούν ανθεκτικές ποικιλίες. Οι πιο πάνω πρακτικές στοχεύουν στη μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση του προβλήματος. Υπάρχουν ωστόσο και άλλες πρακτικές οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά το φύτευμα και την αύξηση των φυταρίων κατά τα πρώιμα στάδια της ανάπτυξης τους. Οι πρακτικές αυτές, είναι οι εξής: α) Ισοπέδωση του εδάφους για την εξασφάλιση ομοιόμορφης κατανομής του νερού στο έδαφος. Όπως έχει τονιστεί, τα άλατα συσσωρεύονται στα υψηλότερα σημεία, ενώ το νερό περιορίζεται στα χαμηλότερα. Η βλάστηση του σπόρου στα υψηλότερα σημεία είναι πολύ χαμηλή λόγω των αλάτων και της έλλειψης νερού, ενώ στις χαμηλές θέσεις οι σπόροι δεν βλασταίνουν (φυτρώνουν) λόγω της ύπαρξης περίσσειας νερού. Αλλά και αν βλαστήσουν, τα φυτά θα είναι ασθενή, ισχνά και χλωρωτικά, λόγω της έλλειψης οξυγόνου (ανοξία) που επικρατεί στις θέσεις αυτές συνέπεια της κατάκλυσης με νερό και του σχηματισμού επιφανειακής κρούστας. β) Χρόνος εφαρμογής των αρδεύσεων: η εφαρμογή του νερού στον κατάλληλο χρόνο μετριάζει το στρες των αλάτων και ευνοεί ως εκ τούτου την ανάπτυξη των φυτών. Τούτο έχει ιδιαίτερη σημασία, όταν το χρησιμοποιούμενο νερό έχει υψηλή αγωγιμότητα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει το νερό να εφαρμόζεται με μεγαλύτερη συχνότητα, δηλαδή σε μικρότερα χρονικά διαστήματα. Με τον τρόπο αυτό οι σπόροι μπορεί να ευνοηθούν σημαντικά κατά το φύτευμα και να ξεπεράσουν τον κίνδυνο της αλατότητας. Και τούτο διότι με την αύξηση της συχνότητας των αρδεύσεων το έδαφος διατηρεί σε καλύτερο (υψηλότερο) επίπεδο τη διαθεσιμότητα του νερού στα φυτά. Βέβαια, η πιο συχνή άρδευση απαιτεί την ύπαρξη νερού διαθέσιμου ανά πάσα στιγμή. Αυτό, όμως, μπορεί να μην είναι δυνατό πάντοτε. Θα πρέπει βασικά να γνωρίζει κανείς την τιμή της εξατμισοδιαπνοής, δηλαδή τις απαιτήσεις της καλλιέργειας σε νερό, για να ρυθμίσει ανάλογα τη συχνότητα των αρδεύσεων. Εν προκειμένω, ασφαλώς απαιτείται και η γνώση των μετεωρολογικών συνθηκών της περιοχής. Επειδή τα άλατα συγκεντρώνονται στην επιφάνεια και αναστέλλουν ή περιορίζουν το φύτευμα του σπόρου, είναι πολύ χρήσιμο να γίνεται μια έκπλυση πριν από τη σπορά. Έτσι, μπορεί να αυξηθεί σημαντικά το ποσοστό του φυτρώματος. γ) Τοποθέτηση του σπόρου: κατάλληλες πρακτικές, όπως μορφή της σποροκλίνης σε συνδυασμό με τη μέθοδο άρδευσης, μπορεί να αμβλύνουν σημαντικά τις επιπτώσεις της αλατότητας σε βάρος των φυτών, ιδιαίτερα κατά το ευαίσθητο στάδιο του φυτρώματος και της βλάστησης των φυταρίων. Κατά την άρδευση με αυλάκια, τα άλατα συγκεντρώνονται στην κορυφή των σαμαριών. Η τοποθέτηση του σπόρου στα σημεία αυτά συνεπάγεται τη μείωση του ποσοστού του φυτρώματος στο ελάχιστο ανάλογα με επίπεδο της αγωγιμότητας. Επομένως, οι σπόροι ή τα φυτά θα πρέπει να τοποθετηθούν στα πλάγια, μακράν του σημείου συσσώρευσης των αλάτων. Όπως φαίνεται στην περίπτωση Α, υπάρχει νερό και στα δύο αυλάκια και τα άλατα

συσσωρεύονται στην κορυφή και στο κέντρο του σαμαριού. Στην περίπτωση Β παρατηρούμε ότι μόνο το δεξιό αυλάκι έχει νερό και τα άλατα συσσωρεύονται στο αριστερό υψηλό σημείο του σαμαριού, ενώ το φυτό μπορεί να τοποθετηθεί στα δεξιά, χωρίς να υφίσταται τις συνέπειες της αλατότητας. Στην περίπτωση Γ βλέπουμε ότι το φυτό έχει τοποθετηθεί στο κέντρο του σαμαριού, όπου συσσωρεύονται τα άλατα. Στη θέση αυτή είναι καταδικασμένο και θα αποτύχει, εκτός αν η στάθμη του νερού στα αυλάκια είναι υπερυψωμένη, γεγονός που αμβλύνει τις επιπτώσεις της αλατότητας. Το συμπέρασμα είναι ότι σαμάρια μιας γραμμής φυτών με πεπλατυσμένη κορυφή θα πρέπει το νερό να εφαρμόζεται εναλλάξ σε κάθε και όχι ταυτόχρονα και στα δύο, ούτως ώστε το φυτό ή ο σπόρος που τοποθετείται στο κέντρο να μην επηρεάζονται από τα άλατα. Όταν όμως το πεπλατυσμένο σαμάρι φέρει δύο σειρές φυτών, η εναλλάξ εφαρμογή του νερού στο αριστερό ή δεξιό αυλάκι δεν ισχύει. Διότι, όταν το νερό εφαρμόζεται στο δεξιό αυλάκι, τα άλατα θα συσσωρεύονται στην αριστερή πλευρά του σαμαριού, οπότε ο σπόρος που βλαστάνει ή τα φυτά, θα υφίστανται τις αρνητικές επιπτώσεις των συσσωρευόμενων αλάτων. Το ίδιο θα συμβεί, όταν το νερό εφαρμοστεί στο αριστερό αυλάκι, τα άλατα θα συσσωρευτούν στη δεξιά πλευρά του σαμαριού και ο σπόρος ή τα φυτά που θα είναι εκεί θα υποστούν ομοίως τις δυσμενείς τους επιδράσεις. Για την αποφυγή των προβλημάτων αυτών, στην περίπτωση που τα σαμάρια φέρουν δυο σειρές (πεπλατυσμένα σαμάρια), τα φυτά ή ο σπόρος, θα πρέπει να τοποθετούνται στα άκρα του σαμαριού και το νερό να εφαρμόζεται ταυτόχρονα και στα δύο αυλάκια, διότι, όπως φαίνεται, τα άλατα συσσωρεύονται στο κέντρο του σαμαριού. Η εφαρμογή δε του νερού σε υψωμένη στάθμη μέσα στο αυλάκι, αμβλύνει σημαντικά τη συσσώρευση των αλάτων. Γενικά, είτε έχουμε σαμάρια με μια σειρά φυτών ή με δύο σειρές, η υπερυψωμένη στάθμη του εφαρμοζόμενου νερού έχει ως αποτέλεσμα την αραιώση των συσσωρευόμενων αλάτων στο κέντρο ή την κορυφή του σαμαριού, με αποτέλεσμα οι βλαστάνοντες σπόροι ή τα φυτά να υφίστανται τις επιπτώσεις της αλατότητας σε μικρότερο βαθμό. Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι ο τρόπος συσσώρευσης των αλάτων κατά την άρδευση εξαρτάται από το σχήμα των αυλακιών και από τη μέθοδο άρδευσης. Ο σπόρος βλαστάνει μόνο όταν τοποθετείται σε τέτοια θέση στο σαμάρι, ούτως ώστε να αποφύγει τις επιπτώσεις της έντονης αλατότητας που προκαλείται από τη συσσώρευση των αλάτων. Γι' αυτό προτείνονται πέραν των προαναφερθέντων σχημάτων των σαμαριών και των πρακτικών εφαρμογής του νερού και πρόσθετοι τρόποι και μορφές (σχήμα) σαμαριών για την άμβλυνση των επιπτώσεων της αλατότητας. Έτσι, έχουμε τη δυνατότητα κατασκευής των επικλινών σαμαριών του τύπου και της μορφής αντίστοιχα.

1.4.1.4. Συναρτησιακές σχέσεις μεταξύ της ανθεκτικότητας των φυτών στα άλατα με τις αποδόσεις.

Η ανθεκτικότητα των φυτών στα άλατα μπορεί να περιγραφεί μαθηματικά με μια εξίσωση, η οποία συνδέει τη σχετική απόδοση (Y_r) με την αγωγιμότητα (EC_e) του

εδάφους. Έχει βρεθεί ότι η ανθεκτικότητα είναι μια συνεχής συνάρτηση της σχετικής απόδοσης με την αγωγιμότητα του εδάφους. Η καμπύλη αντίδρασης των σχετικών αποδόσεων στη μεταβαλλόμενη αλατότητα του εδάφους είναι «σιγμοειδής», αλλά λόγω της καταστροφής των φυτών στα υψηλά επίπεδα της αλατότητας συνήθως λείπει το κάτω μέρος της καμπύλης αυτής. Η απόδοση των καλλιεργειών, η οποία μεταβάλλεται με την αγωγιμότητα, μπορεί να περιγραφεί με ικανοποιητική ακρίβεια από μια εξίσωση «κατά κλάδους» (δικλαδική), γραμμικής μορφής, που αποτελείται από το «πλατώ» ανθεκτικότητας στα άλατα της συγκεκριμένης καλλιέργειας με μηδενική κλίση, καθώς επίσης και από τον κλάδο τον καθοδικό, του οποίου η κλίση δείχνει τη μείωση της σχετικής απόδοσης, συνέπεια της αυξανόμενης συγκέντρωσης των αλάτων ανά μονάδα αύξησης της αγωγιμότητας. Η αντίδραση των αποδόσεων στα διάφορα επίπεδα της αλατότητας του εδάφους ή της EC της πάστας κορεσμού περιγράφεται από μία δίκλαδη ή κατά κλάδους γραμμική εξίσωση. Έτσι, για αγωγιμότητα εδάφους μεγαλύτερη της οριακής τιμής οποιασδήποτε καλλιέργειας. Η δίκλαδη γραμμική συνάρτηση είναι ικανοποιητικά ακριβής, όταν η αλατότητα εκφράζεται με βάση το ωσμωτικό δυναμικό (osmotic potential) του εδαφοδιαλύματος στο επίπεδο της υδατοϊκανότητας (OPcf). Οι εξισώσεις (1) και (2) είναι γραμμικές παρά το ότι ο OPcf δεν είναι γραμμική συνάρτηση της ECe. Ωστόσο, η απόκλιση από τη γραμμικότητα είναι μικρή και οι σχετικές αποδόσεις που υπολογίζονται με την εξίσωση (2) δε διαφέρουν από εκείνη της εξίσωσης (1) παρά μόνο από 1 έως 2%. Σημειώνεται ότι η συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων στο εδαφικό νερό και στο επίπεδο της υδατοϊκανότητας θεωρείται ότι είναι δυο φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του εκχυλίσματος κορεσμού. Διαπιστώνεται ότι η μεταβολή του Yr είναι γραμμική και δίκλαδη, δηλαδή αποτελείται από το σταθερό κλάδο, που αντιστοιχεί στην τιμή a ή threshold value, η οποία αντιπροσωπεύει την ανθεκτικότητα των τεύτλων μέσα στα όρια της οποίας αποδίδει τη μέγιστη τιμή Yr. Και επίσης έχουμε τον καθοδικό κλάδο, που δείχνει τη μείωση της Yr με την αύξηση της ECe ή την τιμή β , δηλαδή τη μείωση του Yr ανά μονάδα της ECe ($ds \times m^{-1}$), δηλαδή την κλίση β .

1.4.1.5. Αξιολόγηση της Ανθεκτικότητας των Φυτών στα Άλατα

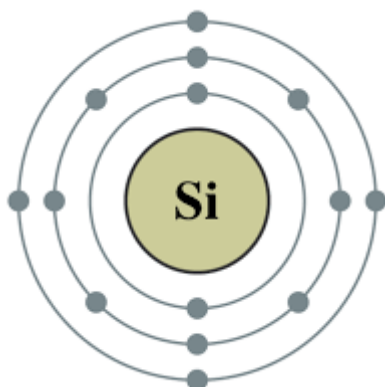
Η αξιολόγηση της ανθεκτικότητας των φυτών στα άλατα γίνεται με βάση την ανάπτυξη και την απόδοση τους. Οι αποδόσεις αρχίζουν να μειώνονται, όταν η αλατότητα, που εκφράζεται ως αγωγιμότητα, αρχίζει να υπερβαίνει την οριακή τιμή. Η μείωση των αποδόσεων είναι γραμμική. Οι καλλιέργειες έχουν διάφορη ανθεκτικότητα στα άλατα και γενικά κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες: α) Ευαίσθητες: $< 1,3 \text{ dS} \times m^{-1}$ β) Μετρίως ευαίσθητες: $1,3-3,0 \text{ dS} \times m^{-1}$ γ) Μετρίως ανθεκτικές: $3,0-6,0 \text{ dS} \times m^{-1}$ δ) Ανθεκτικές: $> 10 \text{ dS} \times m^{-1}$ ε) Ακατάλληλες λόγω υπερβολικά υψηλής αλατότητας. Η κάθε κατηγορία περιλαμβάνει μια αντίστοιχη ομάδα φυτών της ίδιας ευαισθησίας ή ανθεκτικότητας στα άλατα. Η αγωγιμότητα αναφέρεται τόσο σ' αυτήν του νερού άρδευσης (ECw) όσο και σ' εκείνη του εδάφους (ECe). Ο διαχωρισμός σε κατηγορίες είναι εμπειρικός, αλλά χρήσιμος στην

καθημερινή πράξη. Δίνει τη δυνατότητα της κατά προσέγγιση αξιολόγησης της ανθεκτικότητας των φυτών στα άλατα. Η πιο ακριβής αξιολόγηση της ανθεκτικότητας δοθείσης καλλιέργειας μπορεί, να δείξει ότι η ανάπτυξη του φυτού, αυξανόμενης της αλατότητας, μειώνεται γραμμικά, καθώς η αγωγιμότητα υπερβαίνει την κρίσιμη τιμή. $Y = \text{Σχετική απόδοση (\%)} \quad E_{c} = \text{Αγωγιμότητα του εκχυλίσματος κορεσμού } dS \times m^{-1}$ $a = \text{Η κρίσιμη τιμή της αγωγιμότητας (threshold value)}$ $\beta = \text{Απώλεια αποδόσεων ανά μονάδα αύξησης της αγωγιμότητας (Κλίση \% \text{ ανα μονάδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας } dS \times m^{-1})$

1.4.2. Πυρίτιο στα φυτά

Ένα από τα σχετικά άγνωστα μικροθρεπτικά είναι και το πυρίτιο (Si), για το οποίο δεν γνωρίζουμε και τόσο πολλά.

Το πυρίτιο είναι το δεύτερο πιο άφθονο στοιχείο του φλοιού της γης και βρίσκεται σε σημαντικές ποσότητες στο έδαφος.



Εικόνα 1.9 : Κατανομή ηλεκτρονίων ανά στιβάδα στο Πυρίτιο. Πηγή : Διαδίκτυο

1.4.2.1. Ρόλος του πυριτίου

Το πυρίτιο φαίνεται να ωφελεί ορισμένα φυτά όταν βρίσκονται υπό συνθήκες καταπόνησης. Το πυρίτιο βοηθά στη:

- ❖ Βελτίωση της αντοχής των φυτών σε συνθήκες ξηρασίας
- ❖ Καθυστέρηση της μαρανσης υπό συγκεκριμένες συνθήκες
- ❖ Αύξηση της ικανότητας των φυτών να αντιστέκονται σε τοξικότητες άλλων στοιχείων
- ❖ Αύξηση της αντοχής των φυτικών στελεχών στο πλάγιασμα
- ❖ Αύξηση της ανθεκτικότητας των φυτών σε μυκητολογικές προσβολές (π.χ. φυτόφθορα και ωίδιο).

1.4.2.2. Έλλειψη πυριτίου

Δεδομένου ότι το πυρίτιο δεν θεωρείται βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των φυτών, τα περισσότερα φυτά θα αναπτυχθούν κανονικά και χωρίς αυτό. Λίγα είναι τα

φυτά που ελλείπει του στοιχείου αυτού παρουσιάζουν προβλήματα στην ανάπτυξη τους.

Τέτοια παραδείγματα αποτελούν οι τομάτες, οι οποίες μπορεί να παρουσιάσουν μη φυσιολογική ανάπτυξη ανθέων και ενδεχομένως παραγωγή καρπών με δυσμορφίες. Παρόμοια προβλήματα μπορεί να προκληθούν και στην καλλιέργεια του αγγουριού και της φράουλας. Επίσης, η ανεπάρκεια του πυριτίου μπορεί να οδηγήσει σε τοξικότητα μαγγανίου, χαλκού ή και σιδήρου σε ορισμένα φυτά και κατάλληλες συνθήκες

1.4.2.3. Τοξικότητα πυριτίου

Αν και δε συμβαίνει συχνά, οι υπερβολικές ποσότητες πυριτίου μπορεί να ανταγωνίζονται την πρόσληψη άλλων θρεπτικών ουσιών.

Το πυρίτιο του εδάφους

Το πυρίτιο υπάρχει σε αφθονία στο φλοιό της γης. Στα εδάφη, αυτό διαχωρίζεται σε τρία διαφορετικά κλάσματα:

- ❖ Στην υγρή φάση
- ❖ Στην απορροφούμενη φάση
- ❖ Στη στερεά φάση

Η **υγρή φάση** του πυριτίου αποτελείται από H_4SiO_4 και από συμπλοκοποιημένο και πολυμερισμένο πυριτικό οξύ στο εδαφικό διάλυμα αλλά και από τη μη φορτισμένη μορφή του H_4SiO_4 η οποία είναι και η μόνη που απορροφάται από τα φυτά και τους μικροοργανισμούς. Εν συνεχεία, το πυρίτιο εναποτίθεται εντός των φυτικών ιστών και αφού κάνουν τον κύκλο τους, αυτά τα πολυμερισμένα σώματα πυριτίου επιστρέφουν ξανά στο έδαφος από την οργανική ουσία και υπολείμματα μικροοργανισμών.



Εικόνα 1.10 : Απεικόνιση του ατομικού αριθμού (14), της ηλεκτρονιακής διαμόρφωσης ($3s^2 3p^2$) και της ατομικής μάζας (28.086). Πηγή : Διαδίκτυο

1.4.2.4. Η απορρόφηση του πυριτίου από τα φυτά

Τα φυτά απορροφούν το πυρίτιο του εδάφους μόνο στη μορφή του H_4SiO_4 και είναι οι πλευρικές ρίζες των φυτών που συμμετέχουν σε αυτήν τη διαδικασία.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως υπάρχουν τρεις διαφορετικοί μηχανισμοί απορρόφησης του πυριτίου από τα φυτά και αυτοί είναι: ο ενεργητικός, ο παθητικός και ο απορριπτικός.

❖ Μηχανισμός ενεργητικής απορρόφησης:

Η ποσότητα πρόσληψης του πυριτίου με αυτόν τον τρόπο είναι μεγαλύτερη από την προβλεπόμενη και αποδίδεται στην πυκνότητα των μεταφορέων πυριτίου που υπάρχουν στις κυτταρικές μεμβράνες των ριζών οι οποίοι και διευκολύνουν τη διαδικασία της απορρόφησης. Ένα τέτοιο χαρακτηριστικό παράδειγμα φυτού είναι αυτό του ρυζιού.

❖ Μηχανισμός παθητικής απορρόφησης:

Η ποσότητα του πυριτίου που απορροφάται μέσω αυτού του μηχανισμού πραγματοποιείται πιθανόν εξ' ολοκλήρου μέσω της μαζικής ροής.

❖ Μηχανισμός απόρριψης:

Σε αυτόν τον μηχανισμό, η συγκέντρωση του H_4SiO_4 του εδαφικού διαλύματος συνήθως προκύπτει από τις χαμηλές συγκεντρώσεις του πυριτίου οι οποίες και απορροφώνται από τα φυτά.

Βάσει των τριών παραπάνω μηχανισμών, τα φυτικά είδη έχουν ταξινομηθεί σε **υψηλούς, μεσαίους και μη συσσωρευτές** πυριτίου.

Στους **υψηλούς συσσωρευτές** ανήκουν φυτικά είδη που περιέχουν 1-10% πυρίτιο επί του ξηρού τους βάρους, π.χ. κριθάρι, ρύζι, σόργο. Αυτή η περίπτωση φυτών διαθέτει ένα αποτελεσματικό σύστημα πρόσληψης πυριτίου και γι' αυτό το λόγο οι ποσότητες πρόσληψης πυριτίου από το έδαφος υπερβαίνουν αυτές των βασικών θρεπτικών συστατικών. Για παράδειγμα, η πρόληψη του N μπορεί να είναι η μεγαλύτερη ανάμεσα στα υπόλοιπα στοιχεία, αλλά η συσσώρευση του Si μπορεί να είναι η διπλάσια από την ποσότητα του N στο ρύζι.

Οι **μεσαίοι συσσωρευτές** είναι κατά κύριο λόγο τα αγρωστώδη, με περιεκτικότητες πυριτίου που κυμαίνονται από 0,5-1,5% επί του ξηρού τους βάρους.

Οι **μη συσσωρευτές Si** αποτελούνται από φυτά όπως τα δικότυλα, των οποίων η χαμηλή απορρόφηση αποδίδεται σε έλλειψη συγκεκριμένων μεταφορέων στις μεμβράνες των ριζικών κυττάρων, ώστε η απορρόφηση του πυριτίου ήταν μέσω του παθητικού μηχανισμού.

Από τη στιγμή που το Si απορροφηθεί από τα φυτά, αυτό εν συνεχεία μεταφέρεται μέσω των αγγείων και εναποτίθεται στα κυτταρικά τοιχώματα των κυττάρων στα σημεία διαπνοής.



Εικόνα 1.11 : Απεικόνιση των μορίων του πυριτίου. Πηγή : Διαδίκτυο.

Σημαντικό είναι εδώ να αναφερθεί πως το ίζημα του SiO_2 στα φυτά προκύπτει σε συγκεντρώσεις H_4SiO_4 μεγαλύτερες από 2-3 mol και αρχικά δημιουργείται στην επιδερμίδα των βλαστών, στο αγγειακό σύστημα και στην ενδοδερμίδα των ριζών ορισμένων ειδών.

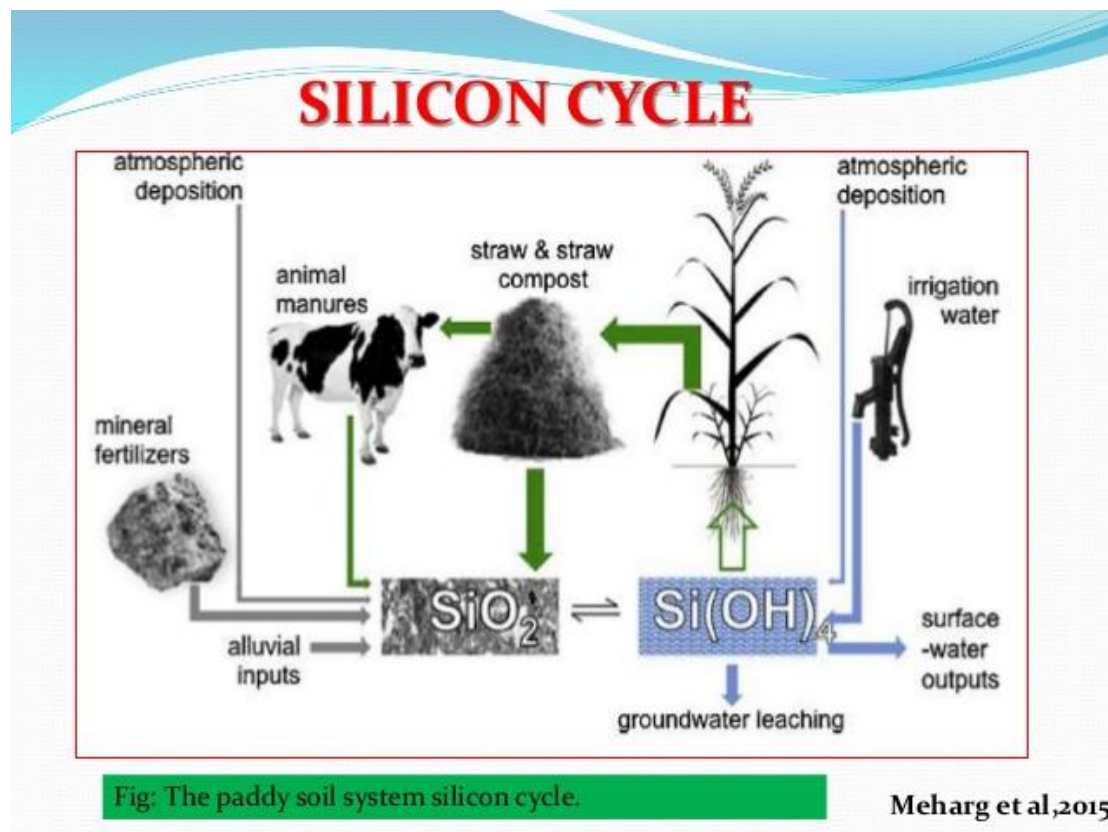
Το SiO_2 είναι ένα ακίνητο υλικό και δεν μπορεί να μεταφερθεί στην περιοχή ενεργής ανάπτυξης των φυτών ή στους μεριστωματικούς ιστούς. Επομένως, η διαπνοή παραμένει η κύρια οδός μεταφοράς του Si στο φυτό, και η μεταφορά μέσω του ηθμού είναι μηδενική. Επίσης, όσο αναπτύσσονται τα φυτά, τόσο συσσωρεύουν Si. Τέλος, τα παλαιότερα φύλλα περιέχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις πυριτίου σε σχέση με τα νεότερα.

1.4.2.5. Πυρίτιο και αβιοτικό στρες

Η εφαρμογή του Si έχει αποδειχθεί ότι ανακουφίζει τις αρνητικές επιπτώσεις πολλών αβιοτικών καταπονήσεων, όπως η αλατότητα, η έλλειψη νερού, οι υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, τα βαρέα μέταλλα, αλλά και η μηχανική καταπόνηση. Βάσει ερευνών από τους Cooke και Leishman (2016) για το Si ως βοηθητικό στην ανακούφιση της καταπόνησης σημειώνεται ότι οι περισσότερες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στην αντιμετώπιση ενός είδους καταπόνησης κάθε φορά και όχι πολλών μαζί.

Άλλοι πιθανοί μηχανισμοί μπορεί επίσης να περιλαμβάνουν οσμωτικές προσαρμογές μέσω αυξημένου δυναμικού ύδατος και περιεκτικότητας σε νερό, μείωση οξειδωτικού στρες και μεταβολές στις συγκεντρώσεις των φυτορμόνων. Σχετικά με το τελευταίο, η φυτορμονική οδός του αιθυλενίου αποδείχθηκε πρόσφατα ότι εμπλέκεται στη μείωση των αρνητικών αποτελεσμάτων από καταπονήσεις, όπως π.χ. της αλατότητας όπου το Si μειώνει την οξειδωτική βλάβη. Συγκεκριμένα, χωρίς το αιθυλένιο, το Si όχι μόνο απέτυχε να ενισχύσει την ανθεκτικότητα των φυτών στην

καταπόνηση λόγω αλατότητας αλλά προκάλεσε αύξηση της οξειδωτικής βλάβης και κατέληξε σε κυτταρικό θάνατο.



Εικόνα 1.12 : Ο κύκλος του πυριτίου. Πηγή : Διαδίκτυο.

Πυρίτιο και βιοτικό στρες

Τα φυτά έρχονται αντιμέτωπα καθημερινά με φυτοπαθογόνους οργανισμούς (μύκητες, βακτήρια, έντομα).

Έχει αποδειχθεί πως η προσθήκη Si στα φυτά έχει αυξήσει την αντοχή τους σε επιθέσεις φυτοπαθογόνων οργανισμών.

Πως όμως επιτυγχάνεται αυτό;

Τα φυτά αποκτούν την ανθεκτικότητά τους στα παράσιτα λόγω της φυσικής τους άμυνας η οποία και αποδίδεται στην εναπόθεση Si στους φυτικούς ιστούς με τη μορφή φυτολίθων. Οι φυτόλιθοι είναι μικροσκοπικά φυτικά κατάλοιπα αποτελούμενα από SiO_2 ή οξαλικό ασβέστιο στο κυτταρικό τοίχωμα. Η απόθεση των φυτολίθων αυξάνει την ακαμψία των φυτών και τη φυσική ανθεκτικότητα, δρώντας ως φυσικός φραγμός στη διείσδυση των παρασίτων.

Επίσης, η εναπόθεση του Si μπορεί να φθείρει τα στοματικά μόρια των εντόμων για παράδειγμα. Έχει παρατηρηθεί πως φυτά που δέχονται πολλές επιθέσεις από διάφορα παράσιτα, έχουν μεγαλύτερες ποσότητες συσσωρευμένου Si.

Άλλον έναν σημαντικό τομέα που επηρεάζει το Si είναι αυτό της επαγωγής παραγωγής μεταβολιτών συσχετιζόμενων με την άμυνα του φυτού, καθώς και αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μονοπατιών μεταγωγής σημάτων άμυνας.

1.4.2.6. Διαφυλλικοί ψεκασμοί Si

Οι διαφυλλικοί ψεκασμοί Si είναι γενικά πρόσφατοι. Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν πυριτικά άλατα και αργότερα πυριτικά οξέα καθώς και νανοσωματίδια Si.

Τα πυριτικά άλατα είναι αποτελεσματικά κατά την εφαρμογή τους ως παρασιτοκτόνα και τα πυριτικά οξέα εφαρμόζονται για τη βελτίωση της ανάπτυξης των φυτών. Τα νανοσωματίδια Si ενισχύουν την αντοχή των φυτών στα διάφορα είδη βιοτικής καταπόνησης.

Μέρος Β : Αιθέρια έλαια.

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά.

Η ποιότητα της ρίγανης συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με την περιεκτικότητα της σε αιθέριο έλαιο .Το αιθέριο έλαιο και η ποιότητα του εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από διάφορες παραμέτρους όπως οι κλιματικές συνθήκες ,ο γενότυπος και η θρεπτική κατάσταση των φυτών.

Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης έχει έντονη μυρωδιά ,καυστική γεύση ,έντονο κίτρινο χρωματισμό και ελαιώδη σύσταση .Είναι σχεδόν αδιάλυτο στο νερό ,ενώ διαλύεται σε διάλυμα αλκοόλης .

Η περιεκτικότητα των φυτών της ρίγανης σε έλαιο διαφέρει , ακόμα και σε φυτά που βρίσκονται στον ίδιο οικότοπο. Επιπλέον η ποσότητα του αιθέριου ελαίου διαφέρει στα διάφορα τμήματα του φυτού ,έτσι τα φύλλα και τα άνθη έχουν μεγαλύτερη ποσότητα αιθέριου ελαίου (4 – 6%) ενώ τα υπέργεια τμήματα του φυτού περιέχουν μικρότερες συγκεντρώσεις (2 – 4 %) .

2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα του αιθέριου ελαίου.

Θα πρέπει να επισημανθεί πως σημαντικό ρόλο στην ποσότητα και στην ποιότητα του αιθέριου ελαίου παίζουν και οι εξής παράγοντες :

- Γεωγραφικός τόπος
- Έτος καλλιέργειας
- Γονιμότητα εδάφους
- Υψόμετρο
- Θερμοκρασία και υγρασία
- Άρδευση

- Αζωτούχος λίπανση
- Εποχή συγκομιδής

Άριστη επάρκεια νερού κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού και της επιμήκυνσης του βλαστού σε συνδυασμό με περιορισμένη παροχή νερού μετά την έναρξη της άνθησης μπορεί να αυξήσει την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο .Ο ανεπαρκής εφοδιασμός με νερό μετά την έναρξη της άνθησης αύξησε την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ,σε αντίθεση με τη συνεχή έλλειψη νερού ,η οποία δεν την επηρέασε .Σε όλες τις περιπτώσεις πάντως η έλλειψη νερού μειώνει την παραγωγή της ξηράς ουσίας ,αλλά ταυτόχρονα αυξάνει την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο .

Το καλύτερο είναι πάντως να διαμορφωθεί ένα πρόγραμμα άρδευσης ώστε να μην μειώνεται αισθητά η παραγωγή και ταυτόχρονα να έχουμε την βέλτιστη παραγωγή αιθέριου ελαίου .

Σύμφωνα με τον *Putievsky* (1998) η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ήταν υψηλότερη στο στάδιο της πλήρους άνθησης σε σχέση με τα αρχικά στάδια ανθοφορίας .Για αυτό ένα πρόγραμμα άρδευσης το οποίο θα βασίζεται στα διάφορα στάδια ανάπτυξης των φυτών της ρίγανης θεωρείται πως είναι η βέλτιστη λύση .

Σε άλλη έρευνα σχετικά με το αιθέριο έλαιο της ρίγανης (*Kokkini* 1994) διαπιστώθηκε πως ότι το υψόμετρο έπαιξε βασικό ρόλο στην περιεκτικότητα της ρίγανης σε αιθέριο έλαιο .Πιο συγκεκριμένα ,μεγαλύτερες ποσότητες βρέθηκαν στα φυτά που βρίσκονταν σε χαμηλό υψόμετρο ,σε αντίθεση με τα φυτά που βρισκόταν σε υψηλό .

Για τα στοιχεία Ca ,Mg προκύπτει ότι αυξάνουν την παραγωγή του αιθέριου ελαίου όταν αυξάνεται η συγκέντρωσή τους στα φύλλα ,αλλά αυτό συμβαίνει επειδή αυξάνουν την ολική παραγωγή της ξηρής ουσίας .

2.3 Θρεπτικά συστατικά αιθέριου ελαίου.

Το έλαιο ρίγανης περιέχει καρβακρόλη, μια ισχυρή αντιμικροβιακή ουσία. Η καρβακρόλη έχει αποδειχτεί ότι είναι αποτελεσματική στην αντιμετώπιση του μύκητα Κάντιντα (συνήθως προσβάλλει το πεπτικό μας σύστημα), της ασπεργίλλωσης (συνήθως εμφανίζεται σε άτομα με παθήσεις των πνευμόνων ή εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα), του σταφυλόκοκκου, του καμπυλοβακτηριδίου (πιστεύεται ότι είναι υπεύθυνο για μερικά είδη έλκους), της κλεψιέλας (είναι συχνά αίτιο λοιμώξεων του κατωτέρου αναπνευστικού συστήματος), του κολοβακτηριδίου, του τζιάρντια (προέρχεται από μολυσμένα αντικείμενα και επιφάνειες που έχουν μολυνθεί από τα περιττώματα ενός μολυσμένου ζώου), της ψευδομονάδας (η λοίμωξη από ψευδομονάδα αντιμετωπίζεται αρκετά δύσκολα, καθώς το βακτήριο είναι εξαιρετικά ανθεκτικό στα αντιβιοτικά), της σαλμονέλας και της λιστέρια (προκαλείται από την κατανάλωση τροφίμων μολυσμένων με το βακτήριο *Listeria monocytogenes*).

Τα τερπένια είναι μία ακόμη κατηγορία φυτοχημικών που βρίσκονται μέσα στο έλαιο, όπως και η θυμόλη, ένα φυσικό μυκητοκτόνο με αντισηπτικές ιδιότητες.

Η θυμόλη έχει επίσης αποδειχτεί ότι ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα όταν χορηγείται καταλλήλως.

Το έλαιο ρίγανης περιέχει βιταμίνη Ε, ασβέστιο, μαγνήσιο, ψευδάργυρο, σίδηρο, κάλιο, χαλκό, βόριο, μαγγάνιο, βιταμίνες Α, C και νιασίνη.

Έρευνες επίσης έδειξαν ότι η καρβακρόλη στη σωστή δοσολογία διαθέτει πιθανές ιδιότητες αναγέννησης του ήπατος αποκαθιστώντας τη ροή του αίματος στα όργανα και τους ιστούς προστατεύοντας έτσι το ήπαρ. Άλλα πιθανά οφέλη: η προσθήκη λίγων σταγόνων ελαίου άγριας ρίγανης σε έναν διαχυτήρα ή η εισπνοή του ατμού του, θα μπορούσε να ανακουφίσει από τη συμφόρηση. Επίσης, μία σταγόνα σε φιλτραρισμένο νερό βοηθά στην αντιμετώπιση του πονόλαιμου και πολλά άλλα.

2.4 Ριγανέλαιο και ιδιότητες.

Εκτός από τη θυμόλη και την καρβακρόλη, το έλαιο ρίγανης περιέχει και τις παρακάτω μοναδικές ουσίες :

- α-pinene
- 6-methyl-3-heptanol
- β-caryophyllene
- cineole

ενώ θα πρέπει να προσθέσουμε και τις μεγάλες ποσότητες σιδήρου και Βιταμίνης C. Για την ακρίβεια, η ρίγανη είναι ένα από τα μπαχαρικά με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C (565 mg %).

2.4.1 Επιστημονικές μελέτες πάνω στο ριγανέλαιο.

Πανίσχυρο αντιβιοτικό

Η ρίγανη σκοτώνει τα μικρόβια με τον ίδιο τρόπο όπως τα ισχυρά αντιβιοτικά πενικιλίνη, στρεπτομυκίνη και βανκομυκίνη. Αυτό συμπέρανε μια έρευνα από το πανεπιστήμιο Τζορτζτάουν. Το αιθέριο έλαιο ρίγανης αναστέλλει την ανάπτυξη μεγάλου αριθμού βακτηρίων και μυκήτων, συμπεριλαμβανομένου του *Candida Albicans* για το οποίο δεν υπάρχει ακόμα και σήμερα αποτελεσματική φαρμακευτική αγωγή.

Κατά του καρκίνου του προστάτη

Μελέτη από το Πανεπιστήμιο του Long Island έδειξε ότι το κύριο συστατικό της ρίγανης, η καρβακρόλη, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία του καρκίνου του προστάτη. Η ουσία οδηγεί σε απόπτωση (δηλαδή αυτοκτονία) των καρκινικών κυττάρων χωρίς να επιδρά στα υγιή κύτταρα.

Μεγάλα αντιοξειδωτικά οφέλη

Η ρίγανη όπως είπαμε πιο πάνω είναι ένα από τα πιο πλούσια μπαχαρικά σε βιταμίνη C. Οι ισχυρές αντιοξειδωτικές της ιδιότητες επιβραδύνουν τη φθορά των κυττάρων και άρα τη γήρανση. Επίσης, συμβάλλει στο σχηματισμό του κολλαγόνου και προστατεύει τα ερυθρά αιμοσφαίρια.

2.5 Παραγωγή αιθέριου ελαίου.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να βγάλεις τα αιθέρια έλαια από ένα φυτό. Η απόσταξη είναι ο καλύτερος και ο αρχαιότερος. Η διαδικασία που χρησιμοποιείται για την απόσταξη αιθέριων ελαίων είναι η απόσταξη με ατμό. Η διαδικασία αυτή βασίζεται σε έναν Πέρση γιατρό του 11^{ου} αιώνα που ονομάζεται «Avicenna» ο οποίος εισήγαγε και τεκμηρίωσε πολλές ιατρικές πρακτικές που χρησιμοποιούνται και σήμερα συμπεριλαμβανομένης της αρωματοθεραπείας. Κατά τη διάρκεια των αιώνων η διαδικασία της απόσταξης και ο εξοπλισμός έχουν τελειοποιηθεί και εκσυγχρονιστεί. Παρ'όλα αυτά η βασική ιδέα παραμένει η ίδια. Τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται στα αρώματα, τα χειροποίητα σαπούνια, τα άλατα λουτρών, τις λοσιόν και σε προϊόντα φροντίδας του σώματος. Τα πτητικά συστατικά τους χρησιμοποιούνται χωριστά ή συνδυάζονται για να δημιουργήσουν ένα καινούριο αρωματικό μπουκέτο

Η απόσταξη ατμού είναι μια μέθοδος απόσταξης για τις ενώσεις που είναι ευαίσθητες στην υψηλή θερμοκρασία. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τη χρησιμοποίηση του εξαγόμενου ατμού μέσω ενός θερμαινόμενου μείγματος της πρώτης ύλης. Σύμφωνα με το νόμο του Raoult, μερικές από τις ενώσεις θα ατμοποιηθούν (σύμφωνα με τη μερική πίεσή τους). Το μείγμα ατμού δροσίζεται και συμπυκνώνεται, παράγοντας συνήθως ένα στρώμα αιθέριου ελαίου και ένα στρώμα νερού. Η απόσταξη ατμού των διάφορων αρωματικών φυτών και των λουλουδιών μπορεί να οδηγήσει σε δύο προϊόντα ένα αιθέριο έλαιο καθώς επίσης και ένα υδατώδες βοτανικό απόσταγμα (ανθόνερο). Τα φρέσκα ή ξηρά βότανα τοποθετούνται στον ατσαλένιο αποστακτήρα. Στο εμπόριο υπάρχουν ειδικοί αποστακτήρες για αιθέρια έλαια, προσοχή όχι για τσίπουρο γιατί τότε χάνει το νόημα όλη η πράξη. Γίνεται χρήση αποστακτήρα καθαρά για αιθέρια έλαια. Η διαφορά τους είναι ότι δεν βράζουν τα φυτά αλλά στέλνουν ζεστό ατμό σε αυτά.

Υπάρχουν τρεις παραλλαγές για τη διαδικασία απόσταξης :

Απόσταξη

Η διαδικασία περιλαμβάνει τη χρησιμοποίηση του εξαγόμενου ατμού μέσω ενός θερμαινόμενου μείγματος της πρώτης ύλης. Διοχετεύεται θερμότητα στον άμβυκα και η θερμότητα του ατμού σπάει τις ίνες του φυτού. Η θερμότητα αυτή είναι αρκετή για να απελευθερώσει τα αιθέρια έλαια, τα οποία παρασύρονται από τους υδρατμούς έξω από τον άμβυκα. Το μείγμα ατμού και ελαίων ψύχεται και συμπυκνώνεται, παράγοντας συνήθως ένα στρώμα αιθέριου ελαίου και ένα στρώμα νερού. Δεδομένου ότι το αιθέριο έλαιο και το νερό έχουν διαφορετικές πυκνότητες, (το αιθέριο έλαιο

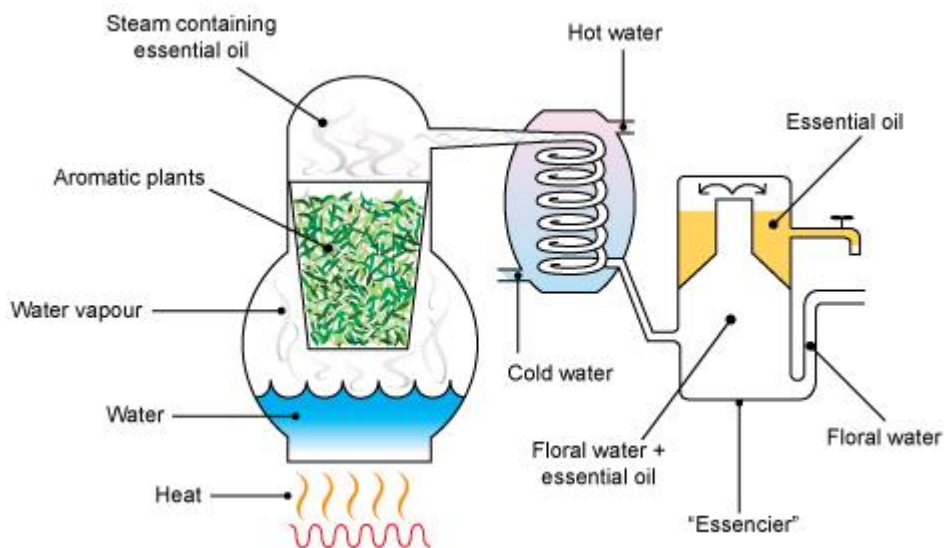
είναι ελαφρύτερο από το νερό), το αιθέριο έλαιο ανεβαίνει στην κορυφή. Η απόσταξη των διάφορων αρωματικών φυτών και των λουλουδιών μπορεί να οδηγήσει σε δύο προϊόντα. Το ένα είναι το αιθέριο έλαιο και το άλλο το ανθόνερο, που είναι νερό στο οποίο είναι διαλυμένη μικρή ποσότητα αιθέριου ελαίου.

Η υδροαπόσταξη

Είναι η απλούστερη από τις διαδικασίες και επιτυγχάνεται όταν το φυτό τοποθετηθεί μέσα στο νερό, το οποίο βράζει. Ενώ αυτή η μέθοδος είναι απαραίτητη για ορισμένα φυτά, ιδιαίτερα τα ξυλώδη, η απόσταξη ελαίων από φυτά όπως η λεβάντα, λειτουργεί καλύτερα με τις μεθόδους του ατμού που αναφέρονται παραπάνω. Απόσταξη με νερό και ατμό: είναι μια διαδικασία όπου το φυτό τοποθετείται μέσα στον άμβυκα πάνω από το βραστό νερό μέσω ενός πλέγματος ή σχάρας όπως αναφέραμε παραπάνω με αποτέλεσμα, ο ατμός να διαπερνά περισσότερο από το φυτικό υλικό, παρέχοντας μεγαλύτερη απόδοση ελαίου από ότι η μέθοδος της υδροαπόσταξης.

Απόσταξη με ατμό

Σε αυτή τη μέθοδο ο ατμός παράγεται σε μια ατμόγεννήτρια και στη συνέχεια εισάγεται κάτω από το φυτικό υλικό. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι το φυτικό υλικό μπορεί να επεξεργαστεί ευκολότερα, χωρίς να χρειάζεται να έρθει σε επαφή με το νερό αποφεύγοντας έτσι την αλλοίωση των συστατικών του ελαίου. Η πηγή θερμότητας, η οποία χρησιμοποιείται για να βράσει το νερό είναι βασική για την διαδικασία της απόσταξης. Μια αναμμένη φωτιά κάτω από τον αποστακτήρα είναι η παλαιότερη και παραδοσιακή μέθοδος για τη θέρμανση του. Σήμερα, μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε το φυσικό αέριο, όπως προπάνιο ή βουτάνιο, και ηλεκτρική ενέργεια. Μια δεξαμενή συγκράτησης νερού και ακριβώς πάνω από το νερό σε μια σχάρα το φυτικό υλικό προς απόσταξη. Ο συμπυκνωτής, που συγκεντρώνει τον ατμό και το δροσίζει, συνήθως με σωληνώσεις, μέσω ενός σωλήνα βυθισμένο σε κρύο νερό ή πάγο



Εικόνα 2.1 : Μέθοδος απόσταξης με ατμό, Πηγή : Διαδίκτυο.

Μέρος Γ : Πειραματική Διαδικασία

3. Εγκατάσταση πειράματος

3.1.1 Προετοιμασία χώρου.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε ανακατανομή των γλαστρών ώστε να σχηματισθούν τέσσερις (4) ομάδες, με δεκαπέντε (15) γλάστρες για την κάθε κατηγορία, εκτός από τον μάρτυρα που είχε τριάντα (30) γλάστρες Το σύνολο των γλαστρών είναι ενενήντα (90) . Στην συνέχεια γίνεται απομάκρυνση των ζιζανίων από τις γλάστρες και γύρω από εκείνες.

3.1.2 Μεταφύτευση φυτών.

Για την πραγματοποίηση της εργασία μας, χρησιμοποιήσαμε έτοιμα φυτά ρίγανης τα οποία μεταφύτευσαμε σε γλάστρες. Η μεταφύτευση πραγματοποιήθηκε Δευτέρα 15 Απριλίου 2019.

Υλικά που χρειαστήκαμε

- Ενενήντα (90) Γλάστρες
- Μίγμα χώματος : περλίτη : άμμου (1:1:1).
- Γάντια.
- Ενενήντα (90) φυτά ρίγανης.
- Σκαλιστήρι.



Εικόνα 3.1 : Γλάστρες που χρησιμοποιήθηκαν για την μεταφύτευση των φυτών. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.



Εικόνα 3.2 : Μείγμα χώματος που χρησιμοποιήθηκε κατά την μεταφύτευση των φυτών. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Εικόνα 3.3 : Φυτά ρίγανης που χρησιμοποιήθηκαν για την εργασία. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.



Εικόνα 3.4 : Εξοπλισμός που χρειάστηκε για την μεταφύτευση των φυτών. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

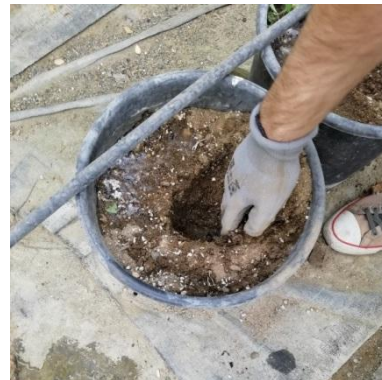
3.1.3 Στάδια μεταφύτευσης φυτών

Πρώτο στάδιο: Τοποθετούμε τις γλάστρες κατά μήκος της σταγδής άρδευσης, ώστε όλες οι γλάστρες του πειράματος να ποτίζονται ταυτόχρονα. Οι γλάστρες γεμίζονται με μείγμα ,χώματος: περλίτη : άμμου σε αναλογία (1:1:1).



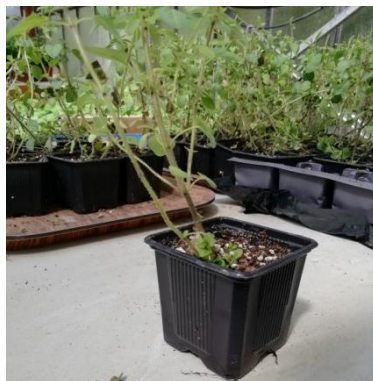
Εικόνα 3.5 : Ανακατανομή γλαστρών πριν την μεταφύτευση των φυτών. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Δεύτερο στάδιο: Με την βοήθεια του σκαλιστηριού ή των χεριών μας, δημιουργούμε ένα μικρό λάκκο στην γλάστρα ,στον οποίο θα τοποθετήσουμε τα νεαρά φυτά



Εικόνα 3.6 : Δημιουργία μικρού λάκκου για την υποδοχή των φυτών. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Τρίτο στάδιο: Αφαιρούμε από τα προσωρινά σπορεία τα φυτά, πιέζοντας ελαφρώς το πλαστικό σπορείο και τραβώντας το φυτό από την βάση του, ώστε να βγει χωρίς τραυματισμούς και απώλειες.



Εικόνα 3.7 : Αφαίρεση των φυτών από τα πλαστικά σπορεία. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Τέταρτο στάδιο : Άφου έχουμε αφαιρέσει το νεαρό φυτό από το σπορείο, το τοποθετούμε στο κέντρο του λάκκου το οποίο έχουμε δημιουργήσει και καλύπτουμε τις ρίζες του φυτού με το μείγμα , χώματος : περλίτη : άμμου, πιέζοντας ταυτόχρονα

ελαφρώς προς τα κάτω , ώστε να έχουν καλύτερη έπαφη οι ρίζες του φυτού με το μείγμα.



Εικόνα 3.8 : Διαδικασία μεταφύτευσης φυτών. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Πέμπτο στάδιο: Όταν μεταφυτεύσουμε και τα ενενήντα (90) φυτά στις γλάστρες ,ποτίζουμε για δεκαπέντε με είκοσι (15-20) λεπτά ώστε να μπορέσει να αναπτυχθεί καλά το ριζικό σύστημα των φυτών. Η διαδικασία του ποτίσματος επαναλαμβάνετε δύο με τρεις (2-3) φορές την εβδομάδα και ανάλογα τις καιρικές συνθήκες.



Εικόνα 3.9 : Το τελικό αποτέλεσμα μετά την μεταφύτευση των φυτών. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

3.2 Προετοιμασία πειράματος

3.2.1 Προετοιμασία πριν τον ψεκασμό της ρίγανης με τα διαλύματα NaCl

Αναλογίες διαλυμάτων

Διάλυμα 1	50 μM NaCl /L. Αποσταγμένο νερό
Διάλυμα 2	100 μM NaCl/L. Αποσταγμένο νερό
Διάλυμα 3	150 μM NaCl/L. Αποσταγμένο νερό
Διάλυμα 4	100 μM NaCl + 3 mM Si/L. Αποσταγμένο νερό

Μάρτυρας

Δεν περιέχει καμία ποσότητα NaCl ή Si



Εικόνα 3.10 : Δοχεία ψεκασμού, τα οποία περιέχουν και από ένα διάλυμα με NaCl. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Αριθμούμε τα αυτοκόλλητα χαρτάκια και τα κολλάμε στις γλάστρες ώστε να γνωρίζουμε σε ποιο διάλυμα αντιστοιχεί κάθε γλάστρα. Κάθε διάλυμα έχει δεκαπέντε (15) γάστρες εκτός από τον μάρτυρα που έχει τριάντα (30) γλάστρες.



Εικόνα 3.11 : Διαδικασία αρίθμησης των γλαστρών. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

3.2.2 Διαδικασία ψεκασμών της ρίγανης με τα διαλύματα NaCl

Αφού τοποθετήσουμε τα αυτοκόλλητα χαρτάκια στις γλάστρες και τις χωρίσουμε ανά διάλυμα , τις ψεκάζουμε με τον αντίστοιχο αριθμό διαλύματος. Φροντίζουμε να τελειώσει όλη η ποσότητα που υπάρχει στους ψεκαστήρες. Η πρώτη επέμβαση με διαλύματα NaCl ξεκίνησε Τρίτη 21 Μαΐου 2019 , ενώ η δεύτερη επέμβαση έγινε με διαφορά 10 ημερών από την πρώτη και η Τρίτη επέμβαση έγινε και εκείνη με διαφορά 10 ημερών από την δεύτερη.



(α)

(β)



(γ)

(δ)

Εικόνα 3.12 : Ψεκασμός των φυτών με τα διαλύματα NaCL, (α) διάλυμα 1, (β) διάλυμα 2, (γ) διάλυμα 3, (δ) διάλυμα 4. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

3.2.3 Επιπτώσεις στα φυτά ρίγανης μετά από κάθε ψεκασμό.

1^{ος} ψεκασμός:

Διάλυμα 1





Εικόνα 3.13 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον πρώτο ψεκάσμο με το διάλυμα 1. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Διάλυμα 2





Εικόνα 3.14 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον πρώτο ψεκάσμο με το διάλυμα 2. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Διάλυμα 3





Εικόνα 3.15 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον πρώτο ψεκασμό με το διάλυμα 3. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Διάλυμα 4





Εικόνα 3.16 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον πρώτο ψεκασμό με το διάλυμα 4. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

2^{ος} ψεκασμός:

Διάλυμα 1





Εικόνα 3.17 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον δεύτερο ψεκασμό με το διάλυμα 1. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Διάλυμα 2





Εικόνα 3.18 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον δεύτερο ψεκασμό με το διάλυμα 2. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

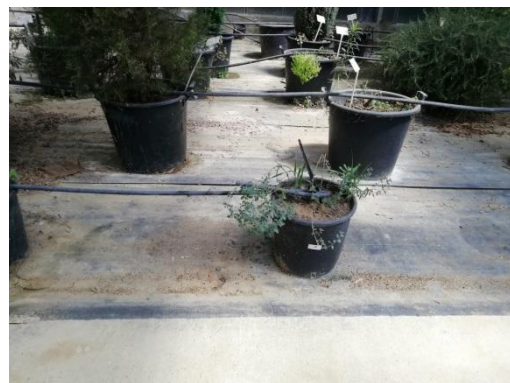
Διάλυμα 3





Εικόνα 3.19 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον δεύτερο ψεκασμό με το διάλυμα 3. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Διάλυμα 4





Εικόνα 3.20 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον δεύτερο ψεκάσμο με το διάλυμα 4.
Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

3^{ος} ψεκάσμος:

Διάλυμα 1





Εικόνα 3.21 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον τρίτο ψεκασμό με το διάλυμα 1. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Διάλυμα 2





Εικόνα 3.22 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον τρίτο ψεκασμό με το διάλυμα 2. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

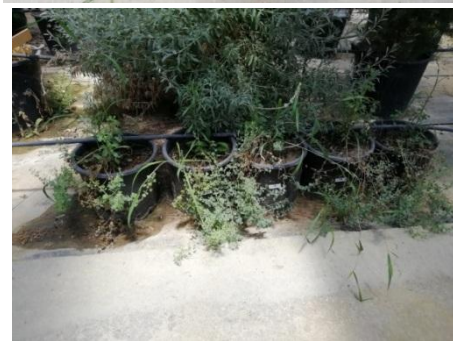
Διάλυμα 3





Εικόνα 3.23 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον τρίτο ψεκασμό με το διάλυμα 3. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Διάλυμα 4



Εικόνα 3.24 : Απεικόνιση των φυτών ρίγανης , μετά τον τρίτο ψεκασμό με το διάλυμα 4. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

3.3 Καλλιεργητικές περιποιήσεις.

3.3.1 Λίπανση

Η λίπανση που εφαρμόζουμε στα φυτά της ρίγανης είναι προαιρετική, καθώς τα φυτά αυτά έχουν μικρές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία. Η λίπανση επαναλαμβάνεται όποτε κρίνεται απαραίτητο για τα φυτά μας , πριν ή μετά από πότισμα ή οποιαδήποτε παρέμβαση κάνουμε. Η λίπανση εφαρμόστηκε Παρασκευή 10 Μαΐου 2019 και ήταν και η μοναδική που έγινε.

Υλικά που χρειαστήκαμε

- Ηλεκτρονική ζυγαριά
- Ποτήρι ζέσεως
- Λίπασμα
- Ποτιστήρι



Εικόνα 3.25 : Υλικά και μέθοδοι μέτρησης και εφαρμογής λιπάσματος . Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Πρώτο στάδιο : Αρχικά , μετράμε την ποσότητα του λιπάσματος με την βοήθεια μιας ηλεκτρονικής ζυγαριάς ,ώστε να έχουμε με ακρίβεια τη ποσότητα που θα χρησιμοποιήσουμε. Η μέτρηση του λιπάσματος γίνεται με την τοποθέτηση οποιουδήποτε δοχείου στην ζυγαριά, του οποίου πρώτα έχει αφαιρεθεί το απόβαρο και στην συνέχεια τοποθετούμε σταδιακά το λίπασμα. Η ποσότητα που χρειαστήκαμε είναι εκατό γραμμάρια ανά δέκα λίτρα (100 g / 10 L.).



Εικόνα 3.26 : Μέτρηση λιπάσματος στο εργαστήριο . Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Δεύτερο στάδιο: Σε ένα ποτιστήρι χωρητικότητας δέκα λίτρων (10L), βάζουμε εκατό γραμμάρια (100 g) από το λίπασμα. Ανακατεύουμε καλά ώστε να διαλυθεί μέσα στο νερό και εφαρμόζουμε μια μικρή ποσότητα σε κάθε φυτό. Πριν την εφαρμογή του λιπάσματος αφαιρούμε τα ζιζάνια που υπάρχουν στις γλάστρες. Για τα ενενήντα (90) φυτά χρειαστήκαμε διακόσια πενήντα γραμμάρια λιπάσματος (250 g).



Εικόνα 3.30 : Εφαρμογή λιπάσματος και προετοιμασία πριν από αυτή. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

3.3.2 Προληπτικός ψεκασμός

Τα φυτά της ρίγανης δύσκολα προσβάλλονται από έντομα. Όμως η εφαρμογή ενός προληπτικού ψεκασμού ήταν απαραίτητη για την αντιμετώπιση αφίδων που εμφανίστηκαν στο χώρο του θερμοσκοπίου. Ο προληπτικός ψεκασμός πραγματοποιήθηκε Τρίτη 14 Μαΐου 2019 και ήταν ο μοναδικός που έγινε.

Υλικά που χρειαστήκαμε

- Εντομοκτόνο
- Ψεκαστήρα
- Δοσομετρητή



Εικόνα 3.31 : Υλικά και μέθοδοι για την μέτρηση του εντομοκτόνου πριν τον προληπτικό ψεκασμό. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Πρώτο στάδιο: Σε έναν ψεκαστήρα βάζουμε την ποσότητα εντομοκτόνου μέσα στον ψεκαστήρα και το διαλύουμε στο νερό.

Δεύτερο στάδιο: Πριν αρχίσουμε τον ψεκασμό ,ανεβάζουμε και κατεβάζουμε τον μογλό εναλλάξ ώστε να φεύγει με πίεση το εντομοκτόνο από το ψεκαστήρα.

Τρίτο στάδιο: Ψεκάζουμε όλα τα φυτά της ρίγανης ,κρατώντας τον ψεκαστήρα σε σχετικά μεγάλη απόσταση από το πρόσωπο μας και φορώντας πάντα γάντια. Φροντίζουμε να καλύψουμε με εντομοκτόνο το μεγαλύτερο τμήμα των φύλλων της ρίγανης, ώστε να έχουμε καλύτερη αποτελεσματικότητα κατά των αφίδων.



Εικόνα 3.32 : Εφαρμογή προληπτικού ψεκασμού. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Μέρος Δ΄ : Μέθοδοι μετρήσεων.

4.1 Μέτρηση χλωροφύλλης (SPAD – 502)

Η περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την υγεία των φυτών. Επίσης μπορεί να βοηθήσει στην σωστή εφαρμογή λιπάσματος στις καλλιέργειες, όσον αφορά την χρονική στιγμή και την ποσότητα του λιπάσματος. Με την μέτρηση της χλωροφύλλης και την σωστή εφαρμογή λιπάσματος μπορούμε να έχουμε μεγαλύτερο ποσοστό καλλιέργειας υψηλότερης ποσότητας με χαμηλότερο περιβαλλοντικό φορτίο. Τέλος υπάρχει μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των μετρήσεων της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη και της περιεκτικότητας αζώτου (N) στο φύλλο.

Για την μέτρηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε χλωροφύλλη ,για την εργασία μας, χρησιμοποιήσαμε την συσκευή μέτρησης SPAD – 502 της KONICA MINOLTA. Η συγκεκριμένη συσκευή είναι φορητή και δεν καταστρέφει τα φύλλα, όπως οι κλασικές βιοχημικές μέθοδοι. Ειδικότερα, έχουμε την δυνατότητα να μετρήσουμε σε σύντομο χρονικό διάστημα την περιεκτικότητα της χλωροφύλλης των φύλλων ή και ακόμα να μετρήσουμε τα φύλλα καθώς μεγαλώνουν.

Το SPAD – 502 χρησιμοποιεί ως πηγές φωτός δύο (2) στοιχεία LED και έχει ένα εύρος τιμών από (- 9,9 έως 199,9) μονάδες SPAD. Η περιοχή που μετράει είναι

περίπου 2 mm x 3 mm, και η οπτική του πυκνότητα είναι σε δύο μήκη κύματος (650 nm και 940 nm).



Εικόνα 3.33 : Μέτρηση χλωροφύλλης (SPAD – 502). Πηγή : Μίνη Γ., Παρχαρίδου Δ. (2019)

4.2 Φθορισμόμετρο τύπου Handy PEA

Το φθορισμόμετρο συνεχούς διέγερσης Handy PEA, χρησιμοποιήθηκε στην εργασία αυτή, για τον προσδιορισμό του φθορισμού της χλωροφύλλης. Οι τιμές που μπορεί να μας δώσει είναι ο αρχικός φθορισμός (F_0), το μέγιστο (F_m), τη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (F_v/F_m), τη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index) και το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area). Το φθορισμόμετρο αποτελείται από μια κεντρική μονάδα και μία κεφαλή που φέρει τρεις λαμπτήρες τύπου LED. Η κεφαλή αυτή προσαρμόζεται σε ειδικούς υποδοχείς (leaf chips), οι οποίοι έχουν ένα ειδικό κλείστρο που επιτρέπουν ή αποκλείουν την διέλευση φωτός. Η μέγιστη ένταση που μπορούν να εκπέμπουν οι λαμπτήρες της κεφαλής είναι $3000 \mu\text{mol photons } m^{-2}s^{-1}$, με μέγιστο εκπομπής στα 650 nm.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)

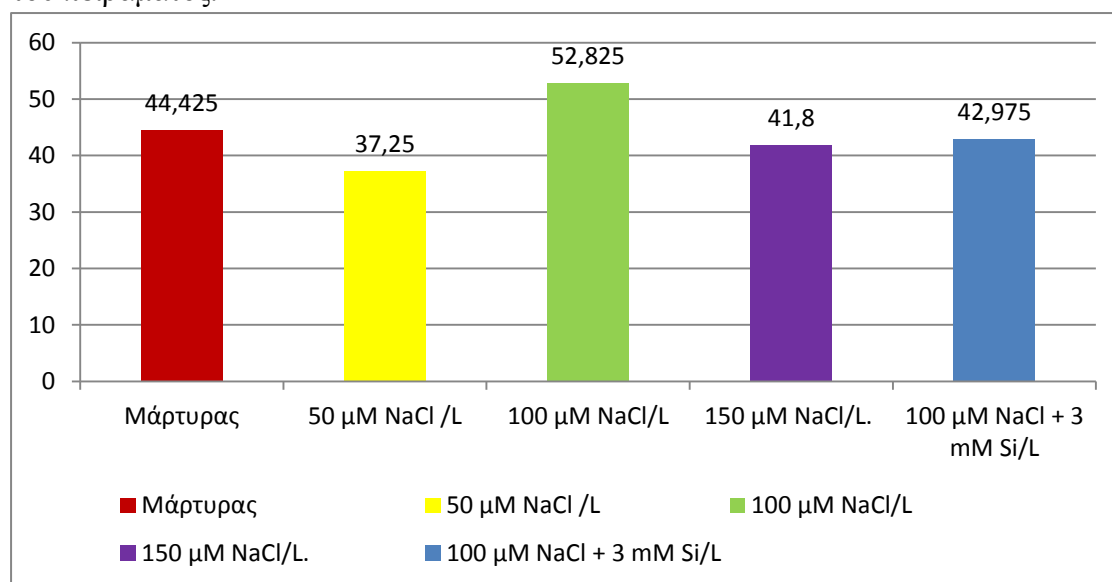
Εικόνα 3.34 : Φθορισμόμετρο τύπου Handy PEA , (α) Κεντρική μονάδα, (β) Κεφαλή, (γ) Leaf chips, (δ) Leaf chips όπου το κλείστρο δεν επιτρέπει την διέλευση του φωτός, (ε) Leaf chips όπου το κλείστρο επιτρέπει την διέλευση του φωτός. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Μέρος Ε΄ :Αποτελέσματα πειράματος.

5.1 ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

5.1.1 Περιεκτικότητα της χλωροφύλλης στα φύλλα της ρίγανης.

Στα παρακάτω γράφημα απεικονίζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα από την μέτρηση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη, στα φύλλα της ρίγανης για κάθε ομάδα του πειράματος.



Πίνακας 3.1 : Επίδραση των NaCl και Si στην συγκέντρωση των φυτών σε χλωροφύλλη. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, παρατηρούμε τις τιμές στην χλωροφύλλη να έχουν μειωθεί στις τιμές τους, στις ομάδες που έγινε ο ψεκασμός σε σύγκριση με τον μάρτυρα.. Πιο συγκεκριμένα, στην ομάδα που ψεκάστηκε με 50μM NaCl/L.,

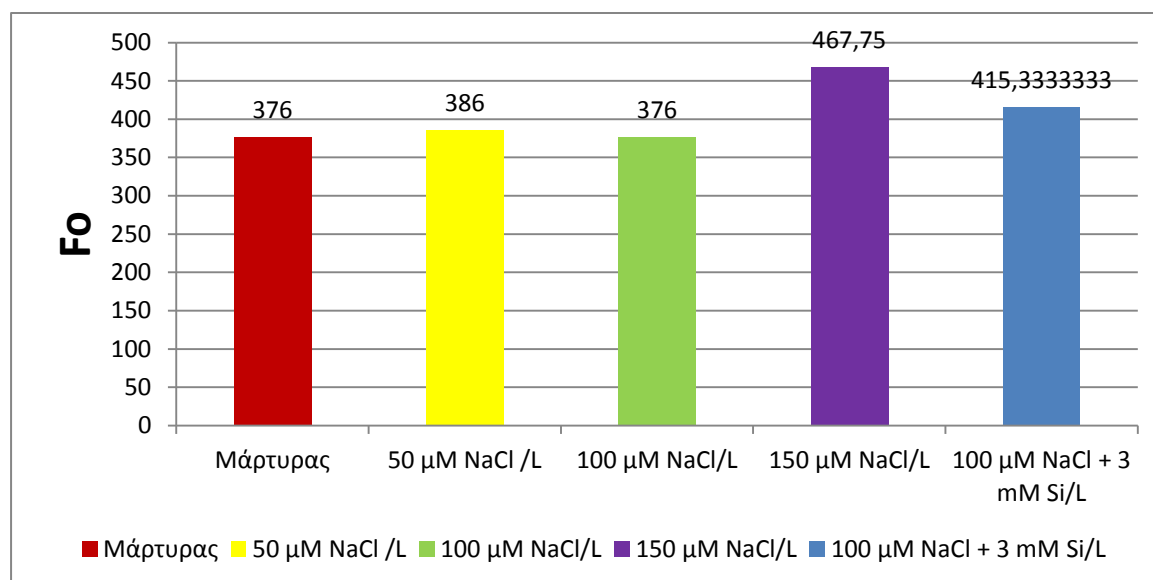
έχουμε μείωση 16,5%, στην ομάδα που ψεκάστηκε με 150μM NaCl/L., έχουμε μείωση 6,58% , και τέλος στην ομάδα που ψεκάστηκε με 100μM NaCl + 3 mM Si/L, έχουμε μείωση 3,26%. Αντίθετα παρατηρείται μία αύξηση στην περιεκτικότητα της χλωροφύλλης , στην ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl/L περίπου 18,9 % .

ΟΜΑΔΕΣ	Μ.Ο	%	STDEV
Μάρτυρας	44,425	100%	1,7095321
50 μM NaCl/L.	37,25	83,85%	8,221313764
100 μM NaCl/L.	52,825	118,90%	8,511707623
150 μM NaCl/L	41.8	93.42%	3,975759885
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	42,975	96,74%	7,680440526

Πίνακας 3.2. : Εκατοστιαία έκφραση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

5.1.2 Φθορισμός της χλωροφύλλης.

Τα αποτελέσματα από την επίδραση του πρώτου ψεκασμού με NaCl και Si , στη φωτοσυνθετική κατάσταση των φυτών , παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες .



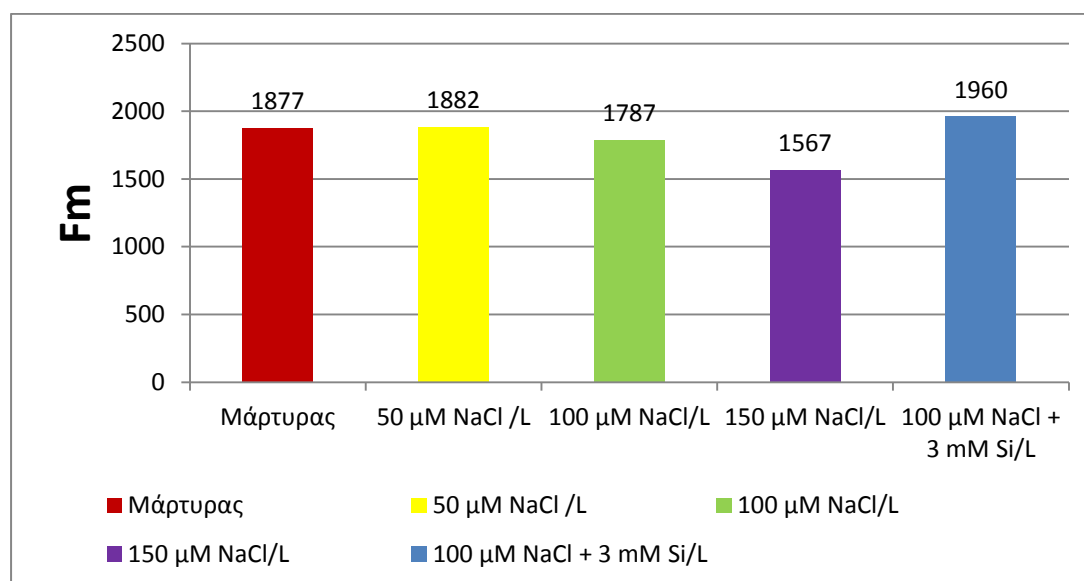
Πίνακας 3.3 : Επίδραση των NaCl και Si στον αρχικό φθορισμό (Fo). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

του αρχικού φθορισμού (Fo) σε σχέση με τον μάρτυρα. Πιο αναλυτικά, αύξηση παρατηρούμε στην ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L, περίπου 2,66%, στην

ομάδα που ψεκάστηκε με 150 $\mu\text{M NaCl/L}$ με αύξηση 24,4% ενώ την μεγαλύτερη αύξηση παρουσιάζει η ομάδα που ψεκάστηκε με 100 $\mu\text{M NaCl} + 3 \text{ mM Si / L}$ με αύξηση 10,45% .Επιπλέον συναντάμε ίδια τιμή στον μάρτυρα και στην ομάδα που ψεκάστηκε με 100 $\mu\text{M NaCl/L}$.

ΟΜΑΔΕΣ	Μ.Ο	%	STDEV
Μάρτυρας	376	100%	42,9059
50 $\mu\text{M NaCl/L}$.	386	102.66%	29,10326
100 $\mu\text{M NaCl/L}$.	376	100%	95,88535
150 $\mu\text{M NaCl/L}$	467.75	124,40%	48,78097
100 $\mu\text{M NaCl} + 3 \text{ mM Si/L}$.	415,3333333	110,45%	63,3114

Πίνακας 3.4. : Εκατοστιαία έκφραση του αρχικού φθορισμού (Fo) καθώς και παρουσίαση του STDEV.Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

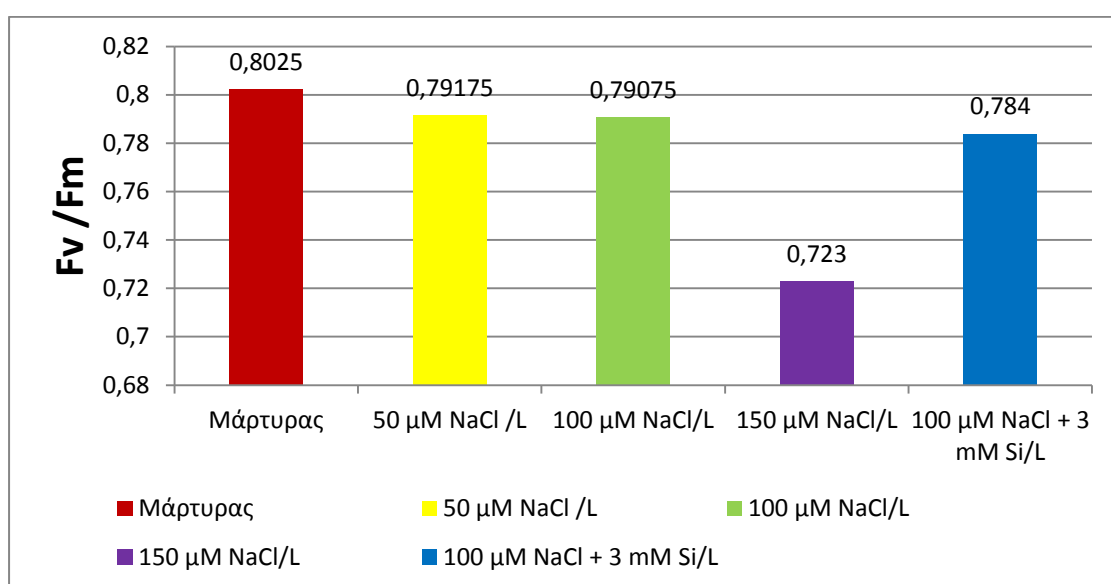


Πίνακας 3.5 : Επίδραση των NaCl και Si στον μέγιστο φθορισμό (Fm). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα υπάρχουν αρκετές μεταβολές της τιμής του μέγιστου φθορισμού (Fm) σε σύγκριση με τον μάρτυρα . Πιο αναλυτικά , αύξηση εμφανίζουν οι ομάδες που ψεκάστηκαν με 50 $\mu\text{M NaCl/L}$. και 100 $\mu\text{M NaCl} + 3 \text{ mM Si/ L}$, περίπου 0,27% και 4,42% αντίστοιχα. Αντίθετα, μείωση παρατηρείται στις ομάδες που ψεκάστηκαν με 100 $\mu\text{M NaCl/L}$. και 150 $\mu\text{M NaCl/L}$., στις οποίες η μείωση είναι 4.8% και 16,52% αντίστοιχα.

ΟΜΑΔΕΣ	M.O	%	STDEV
Μάρτυρας	1877	100%	153,975106
50 μM NaCl/L.	1882	100,27%	106,768831
100 μM NaCl/L.	1787	95,20%	160,318433
150 μM NaCl/L	1567	83,48%	45,5375303
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	1960	104,42%	46,6082968

Πίνακας 3.6. : Εκατοστιαία έκφραση του μέγιστου φθορισμού (Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ



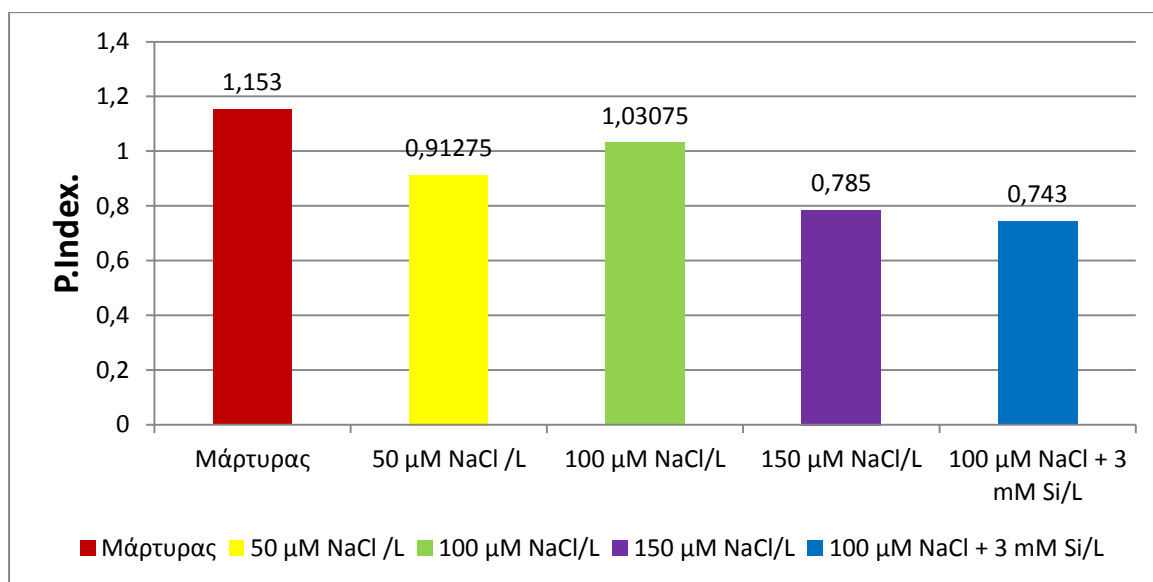
Πίνακας 3.7 : Επίδραση των NaCL και Si στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv/ Fm). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε μείωση στην τιμή της μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης (Fv/ Fm) σε σύγκριση με τον μάρτυρα . Πιο συγκεκριμένα στην ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L., έχουμε μείωση 1,34%, στην ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl/l, έχουμε 1,46%, στην ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl + 3 mM Si/L., έχουμε 2,31%. Στην ομάδα που ψεκάσαμε με 150 μM NaCl/L., παρατηρείται η μεγαλύτερη μείωση , όπου φτάνει το 9,91%.

ΟΜΑΔΕΣ	M.O	%	STDEV
Μάρτυρας	0,8025	100%	0,029648
50 μM NaCl/L.	0,79175	98,66%	0,0075

100 μM NaCl/L.	0,79075	98,54%	0,042153
150 μM NaCl/L	0,723	90,09%	0,01701
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	0,784	97,69%	0,026287

Πίνακας 3.8. : Εκατοστιαία έκφραση της μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης (Fv/ Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

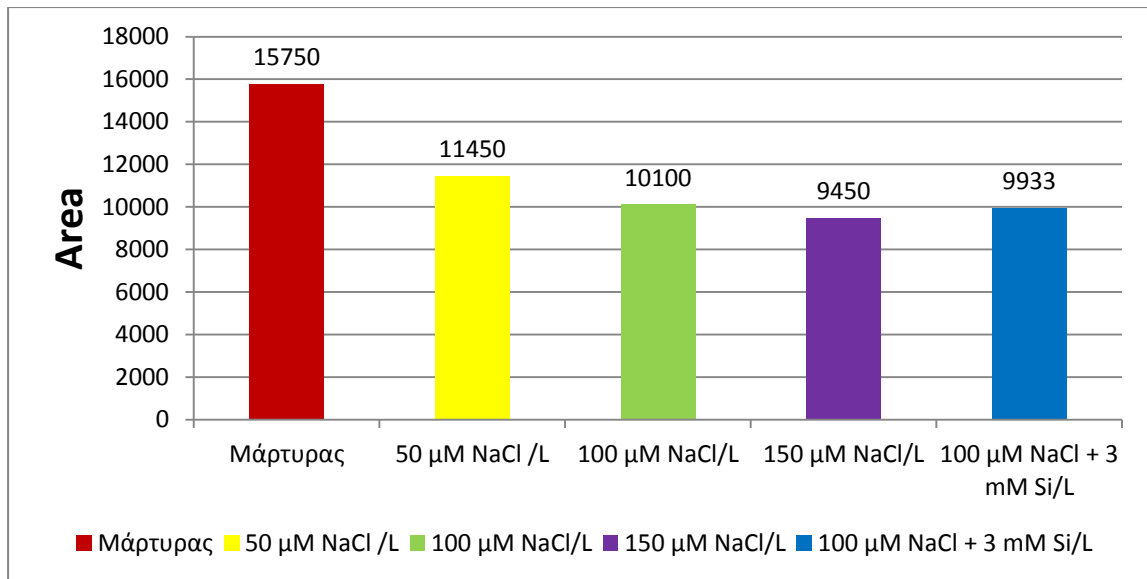


Πίνακας 3.9 : Επίδραση των NaCL και Si στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε μείωση στην τιμή της φωτοσυνθετικής ικανότητας (P.Index) σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Πιο αναλυτικά για την ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L., έχουμε 20,84% μείωση ,για την ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl/., έχουμε 10,6% μείωση, για την ομάδα που ψεκάστηκε με 150 μM NaCl/L, έχουμε μείωση 32% και για την ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl + 3 mM Si/L., έχουμε μείωση 35,56%.

ΟΜΑΔΕΣ	M.O	%	STDEV
Μάρτυρας	1,153	100%	0,439869
50 μM NaCl/L.	0,91275	79,16%	0,239344
100 μM NaCl/L.	1,03075	89,4%	0,398739
150 μM NaCl/L	0,785	68,08%	0,240836
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	0,743	64,44%	0,154477

Πίνακας 3.10. : Εκατοστιαία έκφραση της φωτοσυνθετικής ικανότητας (P.Index) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ



Πίνακας 3.11 : Επίδραση των NaCl και Si στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα υπάρχει μείωση στην τιμή του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Πιο αναλυτικά, στην ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L., η μείωση είναι 27,3%, για την ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl/L., η μείωση είναι 35,87% ,για την ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl + 3 mM Si/L., η μείωση είναι 36,93% ενώ μεγαλύτερη μείωση παρουσιάστηκε στην ομάδα που ψεκάστηκε με 150 μM NaCl/L., όπου η μείωση είναι στο 40%.

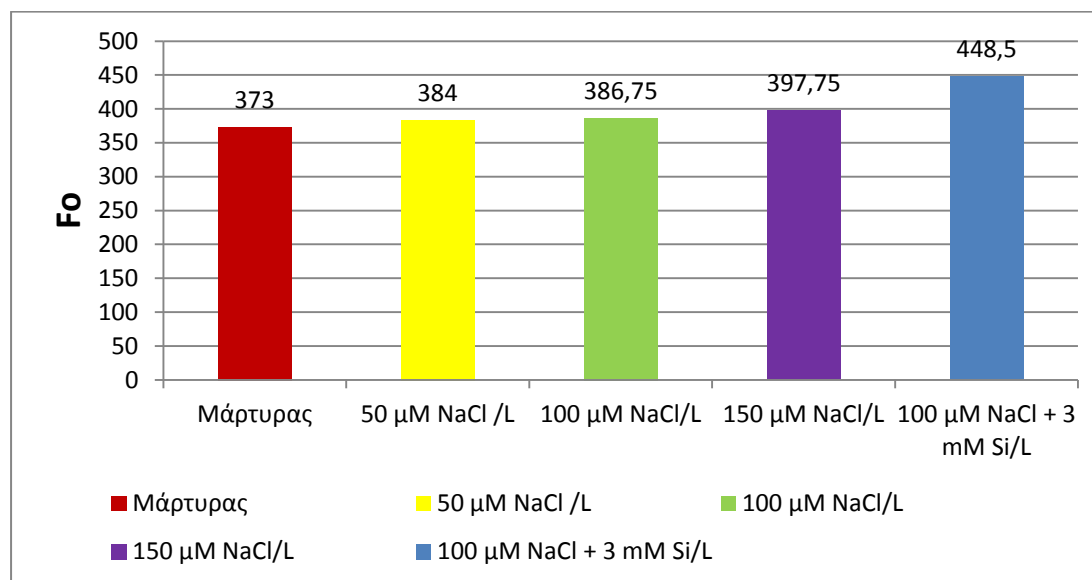
ΟΜΑΔΕΣ	M.O	%	STDEV
Μάρτυρας	15750	100%	4312,385
50 μM NaCl/L.	11450	72,7%	1330,413
100 μM NaCl/L.	10100	64,13%	1858,315
150 μM NaCl/L	9450	60%	1700
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	9933	63,07%	1858,315

Πίνακας 3.12. : Εκατοστιαία έκφραση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

5.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

5.2.1 Φθορισμός της χλωροφύλλης.

Τα αποτελέσματα από την επίδραση του δεύτερου ψεκασμού με NaCl και Si, στη φωτοσυνθετική κατάσταση των φυτών, παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες.

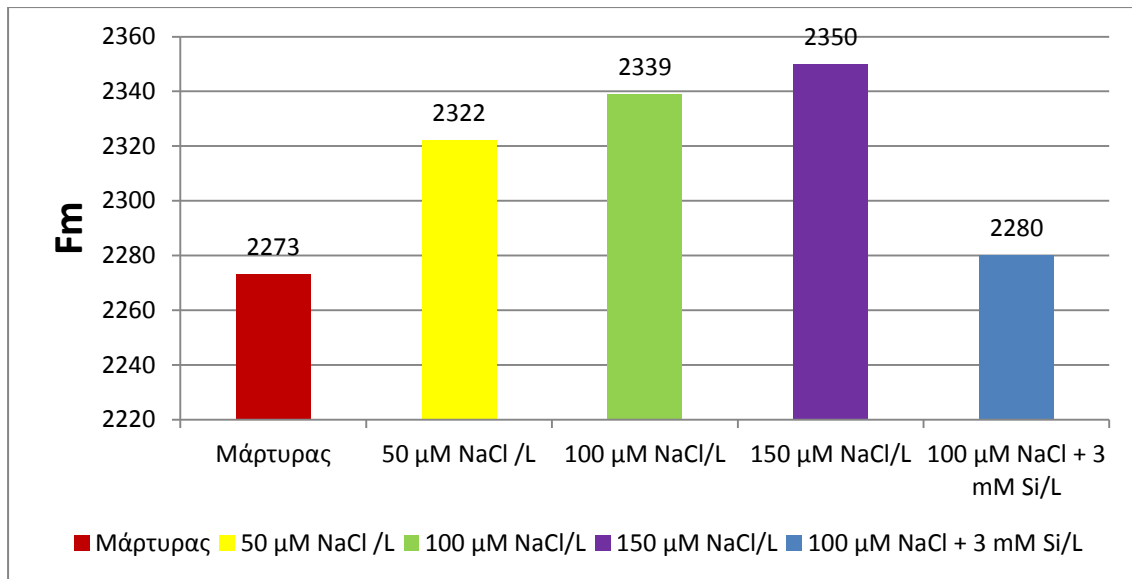


Πίνακας 3.13 : Επίδραση των NaCl και Si στον αρχικό φθορισμό (Fo). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε μια γενική αύξηση στην τιμή του αρχικού φθορισμού (Fo) σε σχέση με τον μάρτυρα. Πιο αναλυτικά, αύξηση παρατηρούμε στην ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L, περίπου 2,95%, στην ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl/L., η αύξηση είναι 3.69% , στην ομάδα που ψεκάστηκε με 150 μM NaCl/L., η αύξηση είναι 6.63%, ενώ στην ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl + 3 mM Si / L., η αύξηση είναι 20,24%.

ΟΜΑΔΕΣ	M.O	%	STDEV
Μάρτυρας	373	100%	10,90489187
50 μM NaCl/L.	384	102,95%	21,10884491
100 μM NaCl/L.	386,75	103,69%	9,215023965
150 μM NaCl/L	397,75	106,63%	51,54528753
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	448,5	120,24%	94,91926394

Πίνακας 3.14. : Εκατοστιαία έκφραση του αρχικού φθορισμού (Fo) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

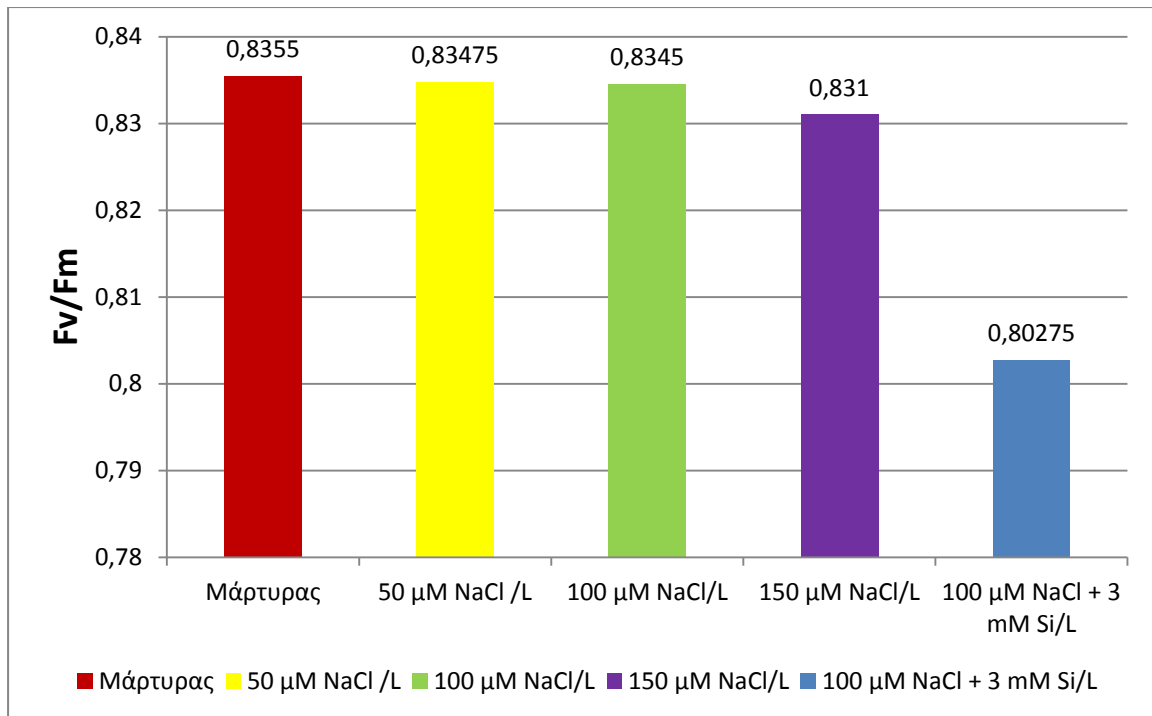


Πίνακας 3.15. : Επίδραση των NaCL και Si στον μέγιστο φθορισμό (Fm). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, υπάρχει αύξηση της τιμής του μέγιστου φθορισμού (Fm) σε σύγκριση με τον μάρτυρα . Πιο αναλυτικά , αύξηση η ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L., έχει 2,16% , η ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl/L., έχει 2,9% αύξηση, η ομάδα που ψεκάστηκε με 150 μM NaCl/L., έχει 3,39% αύξηση , ενώ την μικρότερη αύξηση εμφανίζει η ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl + 3 mM Si/ L., και είναι μόλις 0,30%.

ΟΜΑΔΕΣ	M.O	%	STDEV
Μάρτυρας	2273	100%	103,0772364
50 μM NaCl/L.	2322	102,16%	134,3933902
100 μM NaCl/L.	2339	102,90%	36,37306696
150 μM NaCl/L	2350	103,39%	134,9848757
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	2280	100,30%	44,01041543

Πίνακας 3.16. : Εκατοστιαία έκφραση του μέγιστου φθορισμού (Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

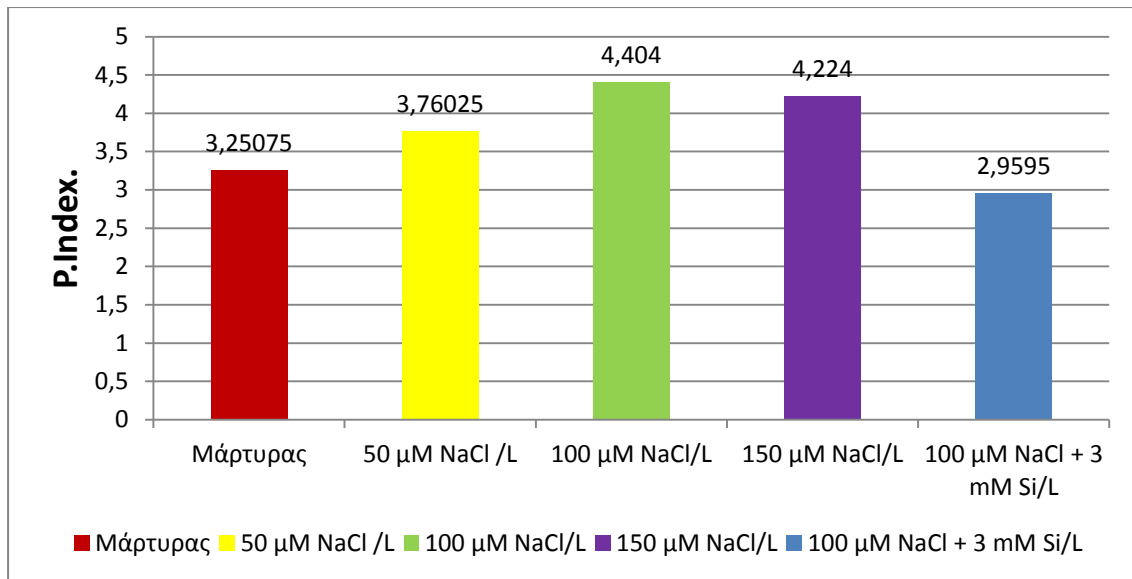


Πίνακας 3.17. : Επίδραση των NaCl και Si στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv /Fm). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα , υπάρχει σταδιακή μείωση στην τιμή της μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης (Fv/Fm). Πιο αναλυτικά, σε σύγκριση με τον μάρτυρα, στην ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L. έχουμε μείωση 0,1%, στην ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl/L. έχουμε μείωση 0,11% και στην ομάδα που ψεκάστηκε με 150 μM NaCl/L. έχουμε μείωση 0,54%. Τέλος ,την μεγαλύτερη μείωση την παρατηρούμε στην ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM Na + 3 mM Si/L. με μείωση 3,92%.

ΟΜΑΔΕΣ	M.O	%	STDEV
Μάρτυρας	0,8355	100%	0,007325754
50 μM NaCl/L.	0,83475	99,90%	0,003947573
100 μM NaCl/L.	0,8345	99,89%	0,006403124
150 μM NaCl/L	0,831	99,46%	0,014445299
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	0,80275	96,08%	0,043323396

Πίνακας 3.18. : Εκατοστιαία έκφραση της μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης (Fv/Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

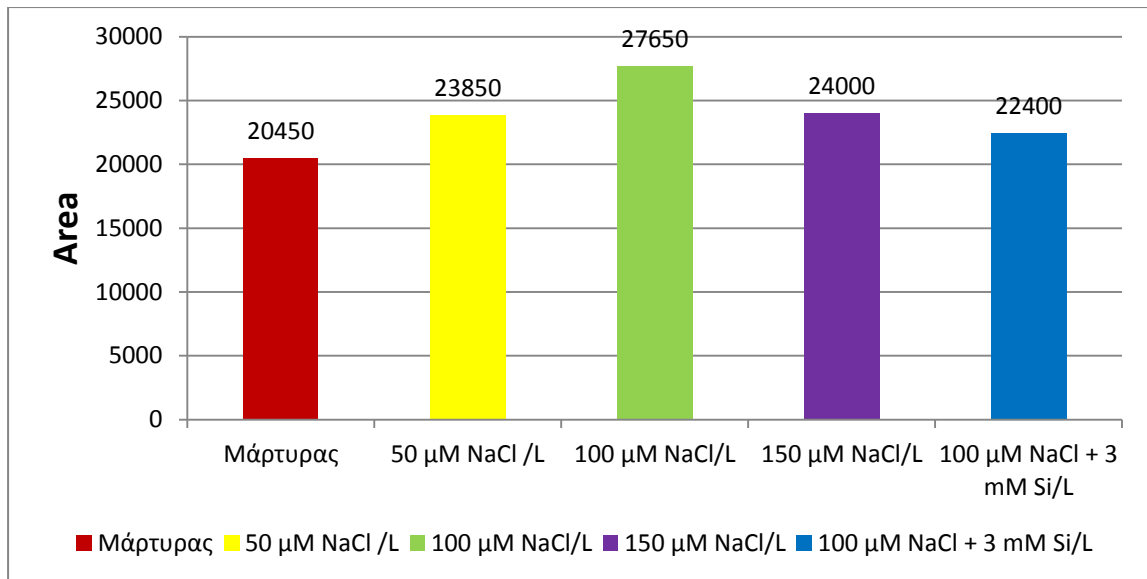


Πίνακας 3.19. : Επίδραση των NaCl και Si στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, παρατηρούμε μια γενική αύξηση στις περισσότερες ομάδες, για την τιμή της φωτοσυνθετικής ικανότητας (P. Index). Πιο αναλυτικά στην ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L. έχουμε αύξηση 15,67%, στην ομάδα που ψεκάσαμε με 100 μM NaCl/L. έχουμε την μεγαλύτερη αύξηση 35,48%, στην ομάδα που ψεκάσαμε με 150 μM NaCl/L. Έχουμε αύξηση 29,94%. Τέλος παρατηρούμε μείωση στην ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl + 3 mM Si /L. περίπου 8,96%.

ΟΜΑΔΕΣ	M.O	%	STDEV
Μάρτυρας	3,25075	100%	0,865908916
50 μM NaCl/L.	3,76025	115,67%	0,744287747
100 μM NaCl/L.	4,404	135,48%	1,063254125
150 μM NaCl/L	4,224	129,94%	1,457026881
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	2,9595	91,04%	2,581038744

Πίνακας 3.20. : Εκατοστιαία έκφραση της φωτοσυνθετικής ικανότητας (P.Index.) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ



Πίνακας 3.21. : Επίδραση των NaCl και Si στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα , παρατηρούμε μια αύξηση στην τιμή του δείκτη της φυλλικής επιφάνειας (Area). Πιο αναλυτικά , σε σύγκριση με τον μάρτυρα, στην ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L. έχουμε αύξηση 16,62%, στην ομάδα 100 μM NaCl/L. έχουμε την μεγαλύτερη αύξηση 35,2%, στην ομάδα 150 μM NaCl/L. έχουμε αύξηση 17,36% και τέλος στην ομάδα 100 μM NaCl + 3 mM Si/L. έχουμε αύξηση 9,54%.

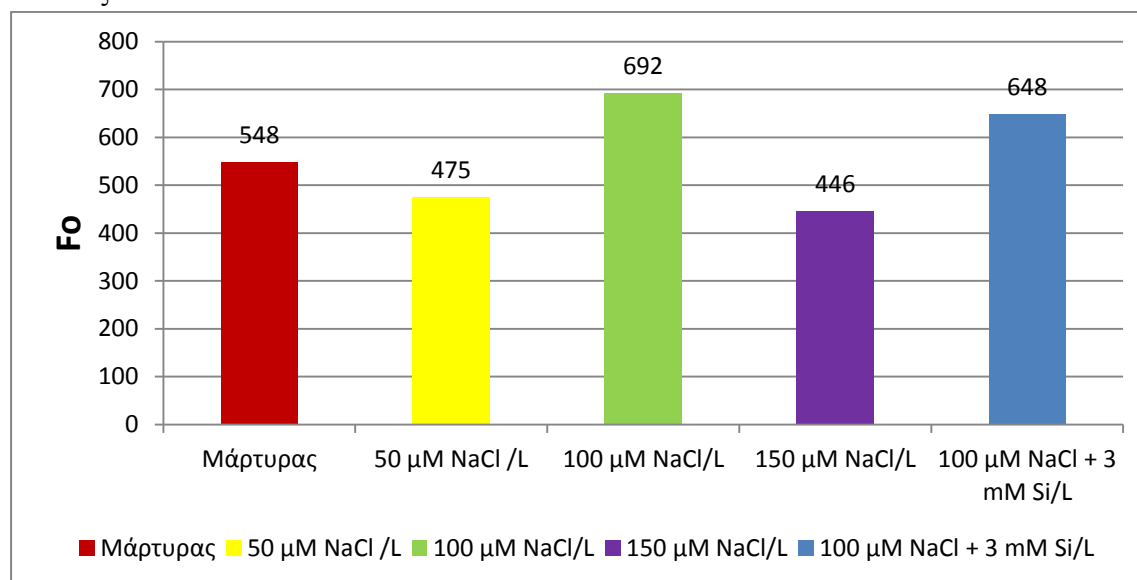
ΟΜΑΔΕΣ	M.O	%	STDEV
Μάρτυρας	20450	100%	4177,32
50 μM NaCl/L.	23850	116,62%	1340,398
100 μM NaCl/L.	27650	135,2%	3403,43
150 μM NaCl/L	24000	117,36%	5894,63
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	22400	109,54%	9720,082

Πίνακας 3.22. : Εκατοστιαία έκφραση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

5.3 ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

5.3.1 Φθορισμός της χλωροφύλλης.

Τα αποτελέσματα από την επίδραση του τρίτου ψεκασμού με NaCl και Si , στη φωτοσυνθετική κατάσταση των φυτών ,παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες .

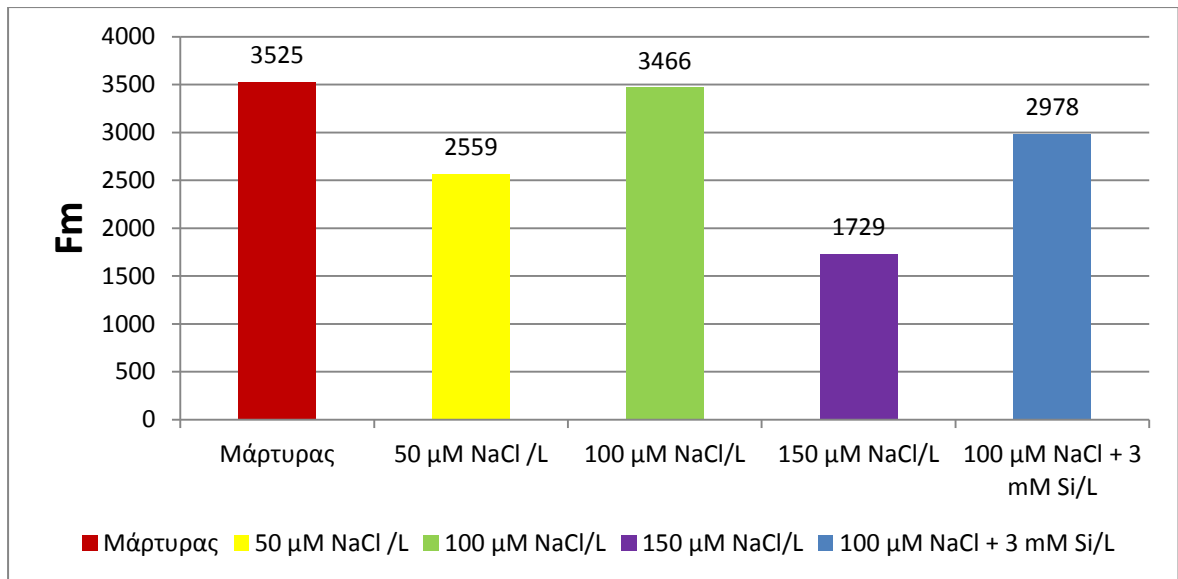


Πίνακας 3.23 : Επίδραση των NaCl και Si στον αρχικό φθορισμό (Fo). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα , παρατηρούμε πολλές μεταβολές στην τιμή του αρχικού φθορισμού (Fo). Πιο αναλυτικά, σε σύγκριση με τον μάρτυρα , έχουμε μείωση για τις ομάδες που ψεκάστηκαν με 50 μM NaCl/l. και 150μM NaCl/l. που κυμαίνεται στο 13,32% και 18,61% αντίστοιχα. Αντίθετα παρατηρούμε αύξηση στις ομάδες που ψεκάστηκαν με 100 μM NaCl/l. και 100 μM NaCl + 3 mM/l. που κυμαίνεται στο 26,28% και 18,24% ,αντίστοιχα.

ΟΜΑΔΕΣ	Μ.Ο	%
Μάρτυρας	548	100%
50 μM NaCl/L.	475	86,68%
100 μM NaCl/L.	692	126,28%
150 μM NaCl/L	446	81,39%
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	648	118,24%

Πίνακας 3.24. : Εκατοστιαία έκφραση του αρχικού φθορισμού (Fo) καθώς και παρουσίαση του STDEV.Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

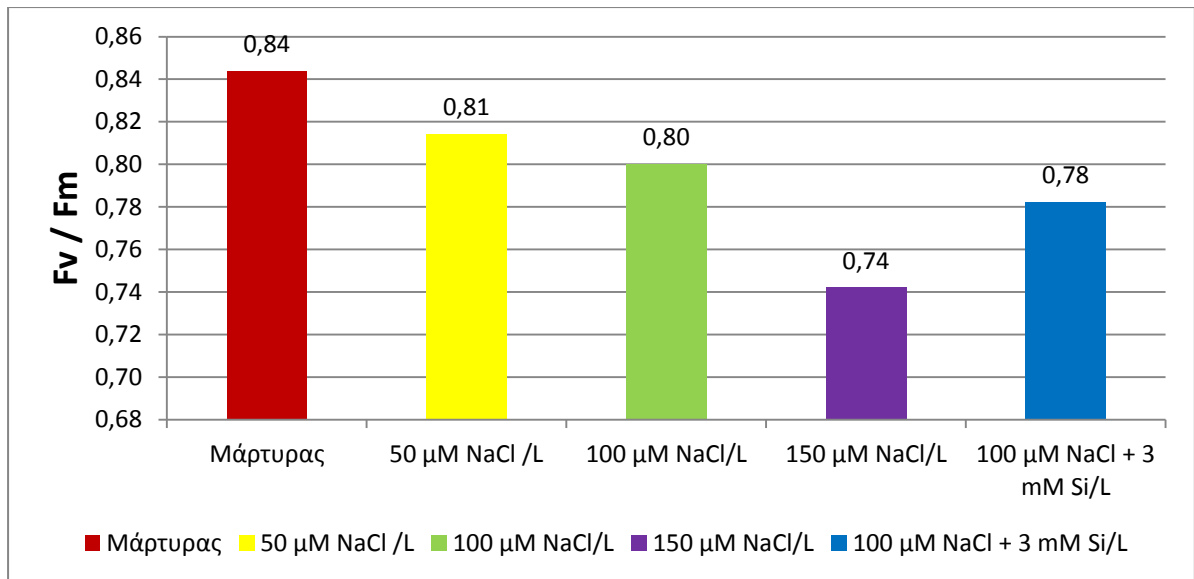


Πίνακας 3.25. : Επίδραση των NaCl και Si στον μέγιστο φθορισμό (Fm). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα , παρατηρείται μια μείωση στην τιμή του μέγιστου φθορισμού (Fm). Πιο αναλυτικά ,σε σύγκριση με τον μάρτυρα , για την ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L. έχουμε μείωση 27,4%, στην ομάδα 100 μM NaCl/L. έχουμε την μικρότερη μείωση 1,67%, στην ομάδα 150 μM NaCl/L. έχουμε την μεγαλύτερη μείωση 50,95% και τέλος έχουμε μείωση 15,52% στην ομάδα 100 μM NaCl + 3 mM Si/L.

ΟΜΑΔΕΣ	Μ.Ο	%
Μάρτυρας	3525	100%
50 μM NaCl/L.	2559	72,60%
100 μM NaCl/L.	3466	98,33%
150 μM NaCl/L	1729	49,05%
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	2978	84,48%

Πίνακας 3.26 : Εκατοστιαία έκφραση του μέγιστου φθορισμού (Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

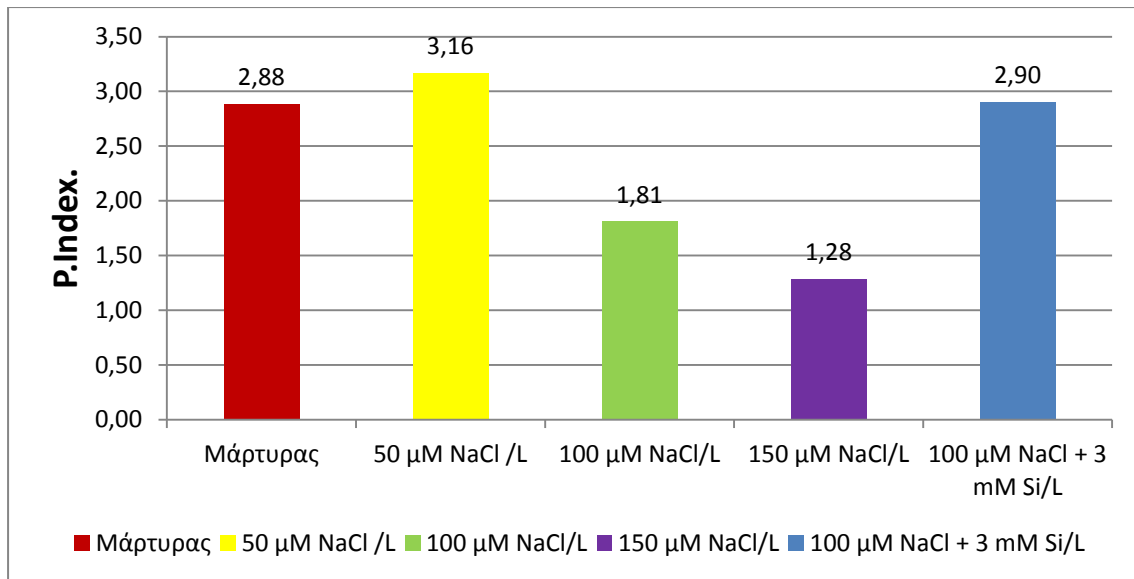


Πίνακας 3.27. : Επίδραση των NaCl και Si στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv /Fm). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, παρατηρείται μείωση στη μέγιστη φωτοχημική απόδοσης (Fv/Fm). Πιο αναλυτικά ,σε σύγκριση με τον μάρτυρα, στην ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L. έχουμε την μικρότερη μείωση 3,58% , στην ομάδα 100 μM NaCl/L. έχουμε μείωση 4,76% , στην ομάδα 150 μM NaCl/L έχουμε τη μεγαλύτερη μείωση 11,9% και στην ομάδα 100 μM NaCl + 3 mM Si/L. έχουμε μείωση 7,14%

ΟΜΑΔΕΣ	Μ.Ο	%
Μάρτυρας	0,84	100%
50 μM NaCl/L.	0,81	96,42%
100 μM NaCl/L.	0,80	95,24%
150 μM NaCl/L	0,74	88,10%
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	0,78	92,86%

Πίνακας 3.28. : Εκατοστιαία έκφραση της μέγιστης φωτοχημικής απόδοσης (Fv/Fm) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

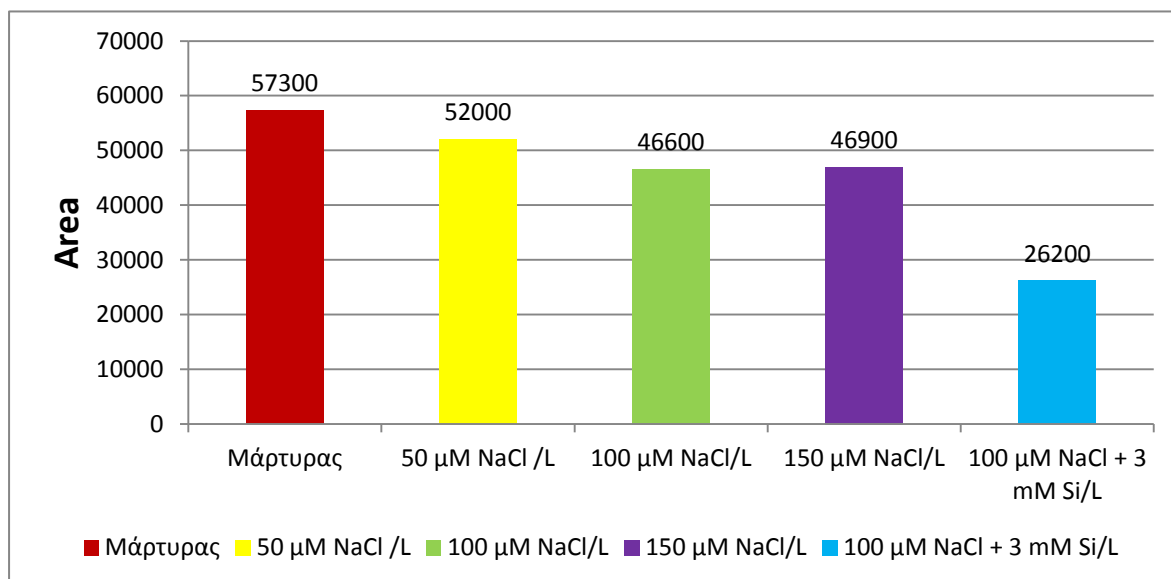


Πίνακας 3.29 : Επίδραση των NaCl και Si στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα , παρατηρούμε πολλές μεταβολές στην τιμή της φωτοσυνθετικής ικανότητας (P.Index). Πιο αναλυτικά , σε σύγκριση με τον μάρτυρα, για την ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L. έχουμε την μεγαλύτερη αύξηση 9,73%, για την ομάδα που ψεκάστηκε με 100 μM NaCl/L. έχουμε την μικρότερη μείωση 37,15%, για την ομάδα 150 μM NaCl/L έχουμε την μεγαλύτερη μείωση 55,55% και για την ομάδα 100 μM NaCl + 3 mM Si/L. έχουμε την μικρότερη αύξηση 0,69%.

ΟΜΑΔΕΣ	Μ.Ο	%
Μάρτυρας	2,88	100%
50 μM NaCl/L.	3,16	109,73%
100 μM NaCl/L.	1,81	62,85%
150 μM NaCl/L	1,28	44,45%
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	2,90	100,69%

Πίνακας 3.30. : Εκατοστιαία έκφραση της φωτοσυνθετικής ικανότητας (P.Index.) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.



Πίνακας 3.31. : Επίδραση των NaCl και Si στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area). Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα , παρατηρούμε μείωση στην τιμή του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area). Πιο αναλυτικά ,σε σύγκριση με τον μάρτυρα, για την ομάδα που ψεκάστηκε ,με 50 μM NaCl/L. έχουμε την μικρότερη μείωση 9,25% , για την ομάδα 100 μM NaCl/L. έχουμε μείωση 18,67% και για την ομάδα 150 μM NaCl/L έχουμε μείωση 18,15%. Τέλος για την ομάδα 100 μM NaCl + 3 mM Si/L. έχουμε την μεγαλύτερη μείωση 54,28%.

ΟΜΑΔΕΣ	M.O	%
Μάρτυρας	57300	100%
50 μM NaCl/L.	52000	90,75%
100 μM NaCl/L.	46600	81,33%
150 μM NaCl/L	46900	81,85%
100 μM NaCl + 3 mM Si/L.	26200	45,72%

Πίνακας 3.32. : Εκατοστιαία έκφραση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) καθώς και παρουσίαση του STDEV. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

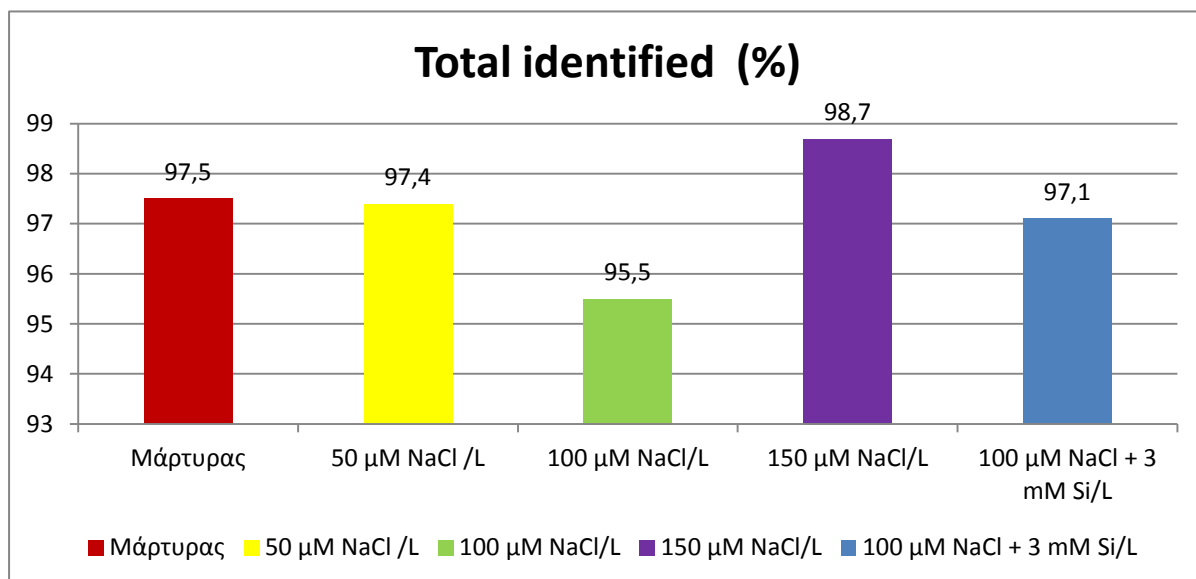
5.3.2 Απόδοση σε αιθέριο έλαιο.

Για τον προσδιορισμό της απόδοσης της κάθε ομάδας ψεκασμού σε αιθέριο έλαιο , συλλέχθηκε κατάλληλη ποσότητα ανθέων από τα φυτά της ρίγανης και στην συνέχεια με την μέθοδο της απόσταξης, μετρήθηκε η ποσοστιαία απόδοση της κάθε ομάδας ψεκασμού σε αιθέριο έλαιο.

Στον παρακάτω πίνακα ακολουθούν οι αποδόσεις των φυτών σε αιθέριο έλαιο ανά ομάδα ψεκασμού

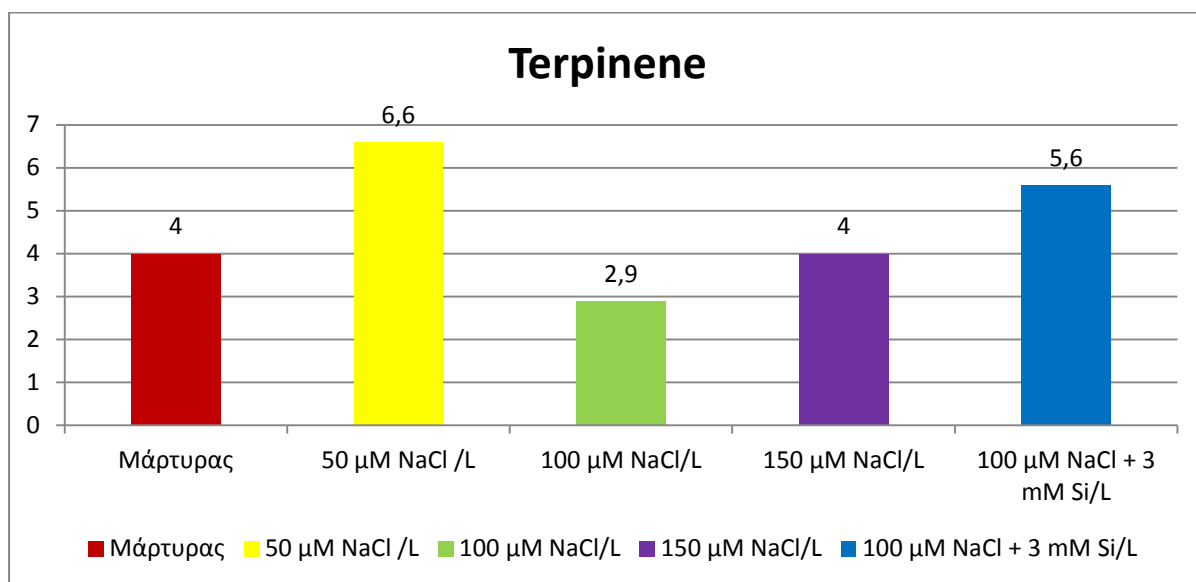
	Μάρτυρας	50 μ M NaCl/L.	100 μ M NaCl/L.	150 μ M NaCl/L	100 μ M NaCl + 3 mM Si/L.
Compounds ^a					
3-Octanone	0.6	0.7	0.6	n.d.	1.1
Myrcene	0.5	0.4	0.4	0.3	0.9
p-Cymene	1.2	2.6	6.1	1.6	1.6
1,8-Cineole	0.3	0.3	n.d.	0.3	0.8
Terpinene	4.0	6.6	2.9	4.0	5.6
Thujole	0.7	0.5	0.8	0.7	1.1
Thymol	0.1	0.1	2.6	0.1	2.1
Carvacrol	89.3	83.2	82.1	90.9	89.9
Caryophyllene	0.6	1.3	n.d.	0.5	1.1
Germacrene A	0.2	1.7	n.d.	0.3	1.9
Caryophyllene oxide	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.6
Total identified (%)	97.5	97.4	95.5	98.7	97.1
<i>Monoterpene Hydrocarbons</i>	5.7	9.6	9.4	5.9	5.9
<i>Oxygenated monoterpenes</i>	91.0	84.8	86.1	92.0	92.0
<i>Sesquiterpene hydrocarbons</i>	0.8	3.0	n.d.	0.8	0.8
<i>Oxygenated sesquiterpenes</i>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Πίνακας 3.33 : Απόδοση αιθέριου ελαίου ανά ομάδες ψεκασμού. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ



Πίνακας 3.34 : Εκατοστιαία απόδοση σε αιθέριο έλαιο. Πηγή : Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ

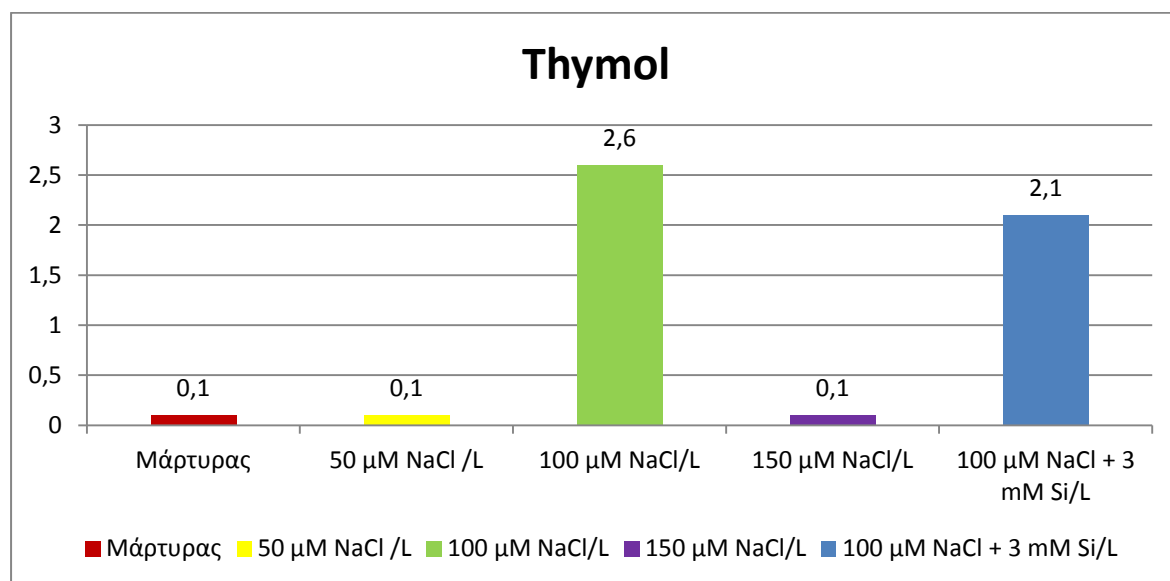
Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα , παρατηρείται ανομοιομορφία στις τιμές του total identified (%) , σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Πιο αναλυτικά παρατηρούμε μια ελάχιστη μείωση για την ομάδα που ψεκάστηκε με 50 μM NaCl/L περίπου 0,1 % , στην ομάδα 100 μM NaCl/L μείωση περίπου 2 % και στην ομάδα 100 μM NaCl + 3 mM Si/L , μείωση 0,4 % . Αντίθετα, παρατηρείται αύξηση στην ομάδα 150 μM NaCl/L. περίπου 1,2 %.



Πίνακας 3.35 : Απόδοση του αιθέριου ελαίου σε τερεπένια. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

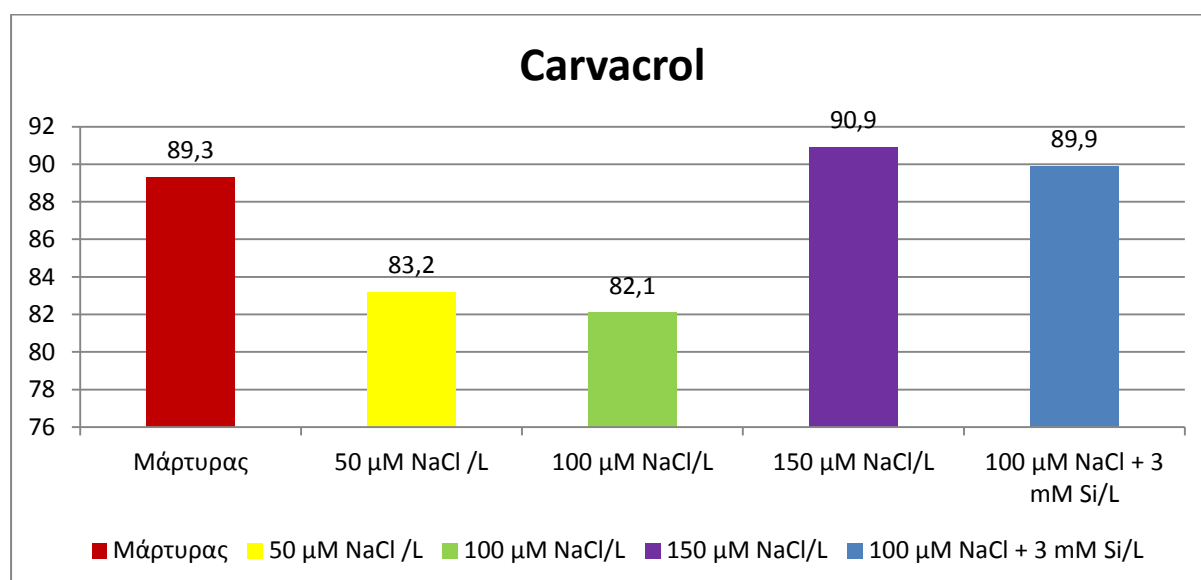
Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα , παρατηρείται μια αύξηση στην τιμή της απόδοσης του αιθέριου ελαίου σε τερεπένια, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Πιο αναλυτικά αύξηση έχουμε για τις ομάδες 50 μM NaCl/L περίπου 2,6 % και 100 μM

NaCl + 3 mM Si/L. περίπου 1,6 %. Μείωση παρατηρήθηκε στην ομάδα 100 μM NaCl/L. περίπου 1,1% ενώ για την ομάδα 150 μM NaCl/L. η τιμή του ήταν ίδια με τον μάρτυρα.



Πίνακας 3.36 : Απόδοση του αιθέριου ελαίου σε θυμόλη. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε μια ακραία αύξηση στην απόδοση του αιθέριου ελαίου σε θυμόλη, σε σύγκριση με τον μάρτυρα . Πιο αναλυτικά αύξηση παρατηρείται στην ομάδα 100 μM NaCl/L. περίπου 2,5 % και στην ομάδα 100 μM NaCl + 3 mM Si/L. περίπου 2% . Στις υπόλοιπες ομάδες η τιμή είναι ίδια με τον μάρτυρα.



Πίνακας 3.37 : Απόδοση του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη. Πηγή : Σισμανίδης Γ., Σωτηρίου Μ.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρείται μεταβολές στην τιμή της απόδοσης του αιθέριου ελαίου σε καρβακόλη , σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Πιο

αναλυτικά αύξηση παρατηρείται στις ομάδες 150 μM NaCl και 100 μM NaCl + 3 mM Si/L., περίπου 1,6 % και 0,6 %, αντίστοιχα. Αντίθετα , μείωση παρατηρείται στις ομάδες 50 μM NaCl και 100 μM NaCl., περίπου 6,1 % και 7,2 % , αντίστοιχα.

ΜΕΡΟΣ ΣΤ'

6.1 Συμπεράσματα – συζήτηση

Στην εργασία αυτή , μελετήθηκε η επίδραση του NaCl και του Si ,στα φυτά ρίγανης σε διαφορετικές περιεκτικότητες καθώς και η επίδραση αυτών στην χλωροφύλλη , στον αρχικό φθορισμό (Fo), στο μέγιστο φθορισμό (Fm), στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv /Fm), στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index.) , στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) και στην περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια.

Οι συγκεντρώσεις ήταν , α) 50 μM NaCl/L β) 100 μM NaCl/L γ)150 μM NaCl/L δ)100 μM NaCl + 3 Si mM/L και ε) ο μάρτυρας.

Στην μέτρηση της χλωροφύλλης , η μέγιστη τιμή ήταν στα 100 μM NaCl/L (52,825) , ενώ η μικρότερη τιμή ήταν στα 50 μM NaCl/L (37,25) , σε σύγκριση με τον μάρτυρα (44,425) . Η προσθήκη Si βελτίωσε την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη (42,975) , με βάση σχετικής έρευνας των Ahmad R., Zaheer SH., Ismail S., 1992.

Στην μέτρηση του αρχικού φθορισμού η μέγιστη τιμή παρατηρείται στα 100 μM NaCl (692) , ενώ η ελάχιστη στα 150 μM NaCl (446) σε σύγκριση με τον μάρτυρα, καθώς και με την προσθήκη Si έχουμε αύξηση στα (648).Στην μέτρηση για τον μέγιστο φθορισμό , η μέγιστη τιμή βρέθηκε στον μάρτυρα (3525) , την ελάχιστη τιμή είχαν τα 150 μM NaCl (1729) ενώ με την προσθήκη Si έχουμε αύξηση (2978) . Στην μέτρηση για την μέγιστη φωτοχημική απόδοση , η μέγιστη τιμή βρίσκεται στον μάρτυρα (0,84) αντίθετα η ελάχιστη στα 150 μM NaCl (0,74) ενώ βλέπουμε αύξηση με την προσθήκη Si (0,78) . Στην μέτρηση της φωτοσυνθετικής ικανότητας , η μέγιστη τιμή βρίσκεται στα 50 μM NaCl (3,16) ενώ η ελάχιστη στα 150 μM NaCl (1,28) . Επιπλέον βλέπουμε μεγάλη αύξηση με την προσθήκη Si (2,90) . Στην μέτρηση για την φυλλική επιφάνεια έχουμε την μέγιστη τιμή στον μάρτυρα (57300) και την μικρότερη στην προσθήκη Si (26200) .

Όσον αφορά τις κυριότερες ουσίες των αιθέριων ελαίων , βρέθηκαν τα εξής αποτελέσματα. Στα τερπένια η μέγιστη περιεκτικότητα βρίσκεται στα 50 μM NaCl/L (6.6) ενώ η ελάχιστη στα 100 μM NaCl/L (2,9) και έπειτα αύξηση με προσθήκη Si (5.6).

Για την καρβακρόλη , η μέγιστη περιεκτικότητα βρίσκεται στα 150 μM NaCl/L (90,9) ενώ η ελάχιστη στα 100 μM NaCl/L (82,1) καθώς και με την προσθήκη Si , έχουμε αύξηση (89,9) .

Τέλος , για την θυμόλη παρατηρούμε ότι στα 50 μM NaCl/L και στα 150 μM NaCl/L έχουμε τις ίδιες περιεκτικότητες με τον μάρτυρα (0,1) που είναι και οι ελάχιστες , ενώ με προσθήκη 100 μM NaCl βρίσκουμε την μέγιστη τιμή (2,6). Αντίθετα με την προσθήκη Si βρίσκουμε μείωση (2,1) κάτι που είναι αντίθετο με

σχετική εργασία των Agaries S., Hanaoca N., Ueno O., Miyazaki A., Kubota F., Kaufman., 1998.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ :

7.1 Ελληνική

Δόρδας ,Χ. ,2009 .Μαθήματα γενικής γεωργίας .Εκδόσεις Σύγχρονη παιδεία
.Θεσσαλονίκη

Παναγιώτου ,Ε., Παπανικολάου Κ. ,Ζαμανίδης Σ. 2001 .Η καλλιέργεια των
αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα .Γεωργία και κτηνοτροφία 1
,36-42

Σκρουμπής Β. 1985 .Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια
,Θεσσαλονίκη .Γιαχουδή-Γιαπούλη

Μίνη Γ., Παρχαρίδου Δ., 2019. Η επιδραση του σαλικυλικου οξεος σε φυτα πιπεριας
που εχουν υποστει περιβαλλοντικη καταπονηση, 57-59

7.2 Ξενόγλωσση

Schauenberg P and Paris 1981 .Οδηγός των φαρμακευτικών φυτών .Μ .Γκιούρδας .

Adam , K., Sivropoulou , A., Kokkini , S. Lanaras , T., Arsenakis , M. 1998
.Antifungal activities of *Origanum vulgare* susp. *Hirtum* ,*Mentha spicata* ,*Lavandula*
angustifolia ,and *Salvia fruticosa* essential oils against human pathogenic fungi
.Journal of Agricultural & Food Chemistry ,46 ,1739-1745 .

Azizi A., Yan F., Honermeier, B., 2009. Herbage yield ,essential oil content and
composition of three *Oregano* populations as affected by soil moisture regimes and
nitrogen supply .Industrial Crops Products 29, 554-561

Bariceric ,D., Bartal, T., 2002 .The biological/pharmacological activity of the
Origanum genus . In Kintzios , S.E., (Ed) , *Oregano : The genera Origanum and*
Lippia .Taylor and Francis, London , pp. 177-214.

Baser, K., Tumen, G., Sezik ,E. 1991 .The essential oil of *Oreganum minutiflorum* .
Carcinogenesis 4, 331-333

Baser K., Tumen, G.,Sezik, E. 1993 .Composition of the essential oils of Turkish
Origanum species with commercial importance .*Journal of Essential Oil Research*
5(6) :619-623

Brewer ,M. S. 2011 .Natural Antioxidants :Sources ,Compounds Mechanisms of Action ,and potential Applications .Comprehensive reviews in food science and food safety .10(4) :221-247.

Agarie S, Hanaoka N, Ueno O, Miyazaki A, Kubota F, Agata W, Kaufman PB (1998) Effects of silicon on tolerance to water deficit and heat stress in rice plants (*Oryza sativa* L.) monitored by electrolyte leakage. Plant Prod Sci 1:96–103

Ahmad R, Zaheer SH, Ismail S (1992) Role of silicon in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Sci 85:43–50

Al-Aghabary K, Zhu ZJ, Shi QH (2004) Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. J Plant Nutr 27:2101–2115

Alexieva V, Sergiev I, Mapelli S, Karanov E (2001) The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. Plant Cell Environ 24:1337–1344

AOAC (1990) Official methods of analysis, 15th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington

Bradbury M, Ahmad R (1990) The effect of silicon on the growth of *Prosopis juliflora* growing in saline soil. Plant Soil 125:71–78

Epstein E (1999) Silicon. Ann Rev Plant Physiol Plant Mol Biol 50:641–664

7.3 Ιστότοποι

<https://www.itrofi.gr/fytika/votana/article/965/ta-antikarkinika-ofeli-tis-riganis>

<https://www.iatropedia.gr/diatrofi/pou-voithaei-rigani-therapeftikes-kai-threptikes-idiotites/103073/>

<https://www.diatrofi.gr/food/βότανα/ta-panta-gia-thn-riganh/>