



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Πανεπιστήμιο Πατρών
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας

**Επίδραση εδαφοβελτιωτικών υλικών στην ανάπτυξη φυτών
ρόκας (*Eruca sativa*) στο θερμοκήπιο**



Πτυχιακή εργασία του φοιτητή
Γεωργίου Σπυρόπουλου

Αμαλιάδα 2020

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: **Α. Λιόπα-Τσακαλίδη**

Αντί προλόγου

Η παρούσα πτυχιακή εκπονήθηκε στο εργαστήριο Βοτανικής και Ζιζανιολογίας του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Πατρών. Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα της πτυχιακής μου εργασίας και Πρόεδρο του Τμήματος Δρ. Α. Λιόπα –Τσακαλίδη για την αδιάκοπη επιστημονική καθοδήγηση, την πολύπλευρη βοήθεια, τις πολύτιμες συμβουλές και το ειλικρινές ενδιαφέρον της καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας.

Περιεχόμενα

	Αντί Προλόγου	2
	Περιεχόμενα	3
	Περίληψη	5
	Σκοπός της Εργασίας	7
1	Θεωρητικό μέρος	8
	Κεφάλαιο 1	9
1.1	Ρόκα (<i>Eruca sativa</i> Mill.)	9
1.1.1	Συστηματική ταξινόμηση-Περιγραφή Φυτού	9
1.1.2	Καταγωγή – Ιστορικό	12
1.1.3	Γεωγραφική εξάπλωση της Ρόκας (<i>Eruca Sativa</i>)	16
1.1.4	Ανάπτυξη φυτού	17
1.1.5	Καλλιέργεια της ρόκας	19
1.1.5.1	Προετοιμασία εδάφους	19
1.1.5.2	Λίπανση	20
1.1.5.3	Σπορά	22
1.1.5.4	Αρδευση	23
1.1.5.5	Συγκομιδή	25
1.1.6	Φαρμακευτικές Ιδιότητες και Χρήσεις	29
1.1.7	Θρεπτική αξία της ρόκας	30
	Κεφάλαιο 2	32
1.2	Βιο-άνθρακας (biochar)	32
1.2.1	Κεφάλαιο 3	36
1.3	Χιτίνη (Chitin)	36
2	Πειραματικό μέρος	39
2.1	Επίδραση της ενσωμάτωσης Χιτίνης και Βιο-άνθρακα ως εδαφοβελτιωτικά στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης φυτών θερμοκηπιακής καλλιέργειας ρόκας	40
2.1.1	Εισαγωγή	40
2.1.2	Υλικά και Μέθοδοι	41
2.1.3	Αποτελέσματα	44

2.1.3.1	Επίδραση Βιο-Άνθρακα και Χιτίνης στην αύξηση του μήκους φυτών της ρόκας	44
2.1.3.2	Επίδραση Χιτίνης και Βίο-Άνθρακα στην αύξηση του μήκους της ρίζας της ρόκας.	48
2.1.3.3	Επίδραση του βιο-άνθρακα και της Χιτίνης στην αύξηση του υπέργειου μήκους της ρόκας\	51
2.1.3.4	Επίδραση του βιο-άνθρακα στην αύξηση του μήκους φύλλων της ρόκας	52
2.1.3.5	2.1.3.5 Επίδραση της Χιτίνης στο μήκος των φύλλων φυτών ρόκας	55
2.4	Συμπεράσματα	56
	Βιβλιογραφία	57

Περίληψη

Η πτυχιακή εργασία αποτελείται από δυο μέρη, το θεωρητικό και το πειραματικό.

Το θεωρητικό μέρος περιέχει δυο σύντομα κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την συστηματική ταξινόμηση και περιγραφή του φυτού την καταγωγή με το ιστορικό, την γεωγραφική εξάπλωση, μια μικρή περιγραφή της ανάπτυξη φυτού της ρόκας, την καλλιέργεια, την προετοιμασία εδάφους, την λίπανση, την σπορά, την άρδευση, την συγκομιδή, τις φαρμακευτικές ιδιότητες, τις χρήσεις και την θρεπτική αξία.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στα υπόστρωμα ανάπτυξης, στα ανόργανα και οργανικά υλικά, την χιτίνη (Chitin) , τον Βιο-Ανθρακα (Biochar) και τα εδαφικά μείγματα.

Στο πειραματικό μέρος παρουσιάζεται η καλλιέργεια ρόκας (*Eruca sativa*) στο θερμοκήπιο με προσθήκη εδαφοβελτιωτικών υλικών.

Το φυτό ρόκα είναι δημοφιλές λαχανικό και έχει χρησιμοποιηθεί στην διατροφή του ανθρώπου από την αρχαιότητα. Είναι πλούσια σε φυτικές ίνες αλλά και σε βιταμίνες. Από τους σπόρους του φυτού, λαμβάνεται ένα ελαφρώς καυστικό λάδι και χρησιμοποιείται στην φαρμακευτική.

Μελετήθηκε η επίδραση της προσθήκης δυο ειδών εδαφοβελτιωτικών στο έδαφος, στα ποσοτικά χαρακτηριστικά ανάπτυξης φυτών ανοιξιάτικης θερμοκηπιακής καλλιέργειας ρόκας (*Eruca sativa* Mill., cv. *Rucola coltivata* της Εταιρίας Geo Store, Ελλάδα).

Τα πειράματα διεξήχθησαν σε φυτοδοχεία χωρητικότητας δύο λίτρων (2l) που περιείχαν:

(α) έδαφος (μάρτυρας)

(β) έδαφος με προσθήκη 4%, 8% Βιο-Ανθρακα (Biochar)

(γ) έδαφος με προσθήκη 2%, 3% Χιτίνη (Chitin).

Στα φυτοδοχεία σπάρθηκαν περίπου 15 σπόροι που μετά την έκπτυξη των φυτών πραγματοποιήθηκε αραίωμα με τέσσερα σπορόφυτα ανά φυτοδοχείο. Οι μετρήσεις των ποσοτικών χαρακτηριστικών γίνονταν ανά δεκαήμερο.

Η παρουσία του 4% βιο-άνθρακα στο έδαφος αύξησε το ύψος των φυτών το μέγεθος του υπέργειου τμήματος των φυτών, των ριζών, και των φύλλων, καθώς και το νωπό βάρος των φύλλων.

Η ενσωμάτωση της χιτίνης στο εδαφικό υπόστρωμα είχε θετική επίδραση στην αύξηση του μεγέθους του υπέργειου τμήματος των φυτών, των ριζών, του ύψους των φυτών και

του μήκους των τεσσάρων πρώτων φύλλων και του βάρους των φύλλων σε σύγκριση με το εδαφικό υπόστρωμα του μάρτυρα

Σκοπός της Εργασίας

Ο σκοπός της εργασίας ήταν να εξεταστεί η επίδραση της ενσωμάτωσης της χιτίνης και του βιο-άνθρακα ως εδαφοβελτιωτικά στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης φυτών θερμοκηπιακής καλλιέργειας ρόκας, μελετώντας την επίδραση της προσθήκης 4% και 8% βιο-άνθρακα στο έδαφος και της προσθήκης 2% και 3% χιτίνης στο έδαφος στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης φυτών ρόκας σε φυτοδοχεία χωρητικότητας δύο λίτρων στο θερμοκήπιο. Περιεγράφηκαν μερικά εισαγωγικά στοιχεία αναφορικά προς στα υπόστρωματά ανάπτυξης, στα υλικά, τον βιο-άνθρακα και την χιτίνη. Έγινε μια σύντομη περιγραφή της ρόκας (*Eruca sativa*).

Θεωρητικό μέρος

Κεφάλαιο 1

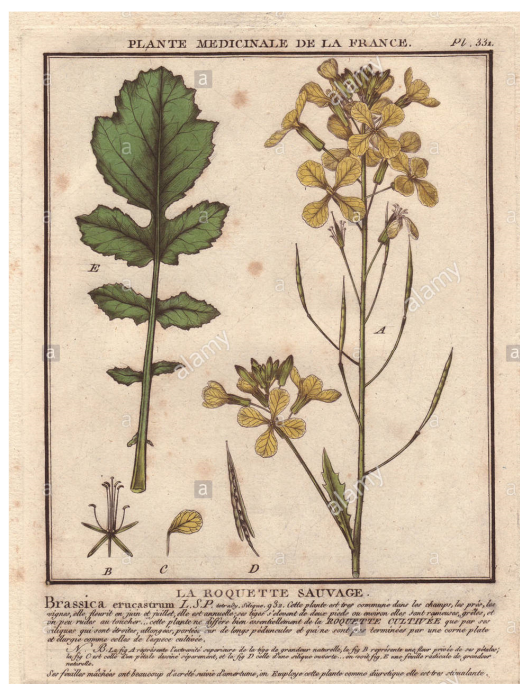
1.1 Ρόκα (*Eruca sativa* Mill.)

1.1.1 Συστηματική ταξινόμηση - Περιγραφή Φυτού

Η ρόκα ανήκει στο γένος *Eruca* και το είδος *sativa*, της οικογενείας των σταυρανθών δηλαδή Brassicaceae και τάξη Brassicales. Η αγγλική ορολογία του φυτού αυτού είναι *E. sativa* Mill. *E. Vesicaria*, *Brassica eruca*, garden rocket (Βρετανία), ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής είναι *eruca*. Rocket salad και arugula.

Ρόκα (*Eruca sativa* Mill.)

Βασίλειο:	Φυτά (Plantae)
Συνομοταξία:	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία:	Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
Υποκλάση:	Rosidae
Τάξη:	Κραμβώδη (Brassicales)
Οικογένεια:	Κραμβοειδή (Brassicaceae) παλαιότερα Σταυρανθή(Cruciferae)
Γένος:	Έρουκα (<i>Eruca</i>)
Είδος:	<i>E. sativa</i> Mill.



Η ρόκα είναι αυτοφυής στις Νότιες Χώρες της Ευρώπης έχει προσαρμοστεί ακόμη και στο κλίμα της Βόρειας Αμερικής. Το ύψος του φυτού φτάνει τα 80 – 100 εκατοστά, λόγω των διακλαδιζομένων βλαστών. Βρίσκεται στις περιοχές της Μεσογείου αυτοφυής (άγρια ρόκα) ή καλλιεργείται, ενώ έχει εγκλιματιστεί και στη Βόρεια Αμερική. Η καταγωγή της είναι από τη Νοτιοανατολική Ασία.

Φυτό ρόκας



Η ρόκα είναι χειμωνιάτικο φυτό ενώ ανθίζει από το Μάρτιο έως τον Ιούνιο. Το ύψος του φυτού φτάνει τα 80 χιλιοστά με βλαστούς που διακλαδίζονται. Τα άνθη της, που έχουν διάμετρο 2-4 εκατοστά, είναι λευκά με πορφυρές φλέβες ή κιτρινωπά διατεταγμένα και σχηματίζουν ταξιανθίες. Τα φύλλα της είναι πτερωτά και ο καρπός είναι μικρός και κωνικός, ραμφοειδής και φέρει σπόρια ωοειδή, κίτρινου χρώματος.

Άνθος φυτού



Τα φύλλα είναι πτερωτά, έμβολα με 4-10 μικρούς λοβούς και ένα μεγάλο ακραίο λοβό.

Φύλλα ρόκας



Καρπός ρόκας



Σπόροι ρόκας



Το ριζικό του σύστημα είναι λεπτό ενώ τα φύλλα του έχουν σκούρο χρώμα. Η ρίζα του φυτού είναι πασσαλώδης.

Ρίζα φυτού



Η ρόκα χαρακτηρίζεται κυρίως για την πολύ έντονη μυρωδιά, την περίεργη και λίγο πικάντικη γεύση καθώς είναι ευχάριστη και τα φύλλα της τρώγονται και χρησιμοποιούνται σε σαλάτες και φαγητά.

1.1.2 Καταγωγή – Ιστορικό

Ο δρόμος της ρόκας προς την μεγάλη δημοτικότητα που απολαμβάνει σήμερα σε όλο τον δυτικό κόσμο δεν ήταν πάντοτε εύκολος. Για πολλούς αιώνες ήταν απαγορευμένη στις

τράπεζες, στις τράπεζες των ευσεβών και φυτό ξορκισμένο από τους κήπους των χριστιανών μοναστηριών.

Οι αρχαίοι Έλληνες την αποκαλούσαν «εύζωμον» που σημαίνει «με καλό χυμό» και κατατασσόταν μεταξύ των λαχανικών που μπορούσαν να σπαρθούν καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου.

Ο Διοσκουρίδης, αναφέρει ότι στην αρχαιότητα συνήθιζαν να χρησιμοποιούν ως άρτυμα τον σπόρο της ρόκας σε βρασμένα χόρτα. Ο ίδιος σημειώνει ότι η ρόκα (και τα πράσινα μέρη αλλά και ο σπόρος) όταν καταναλώνεται σε μεγάλη ποσότητα, προκαλεί ισχυρή σεξουαλική επιθυμία. Στα ρωμαϊκά χρόνια την χρησιμοποιούσαν σαν παυσίπονο. Ένα ποτήρι κρασί με λίγη ρόκα και άντεχαν μέχρι και τα μαστιγώματα.

Ο Αγάπιος, ο Μοναχός, ο Κρης εξέδωσε ένα από τα σημαντικότερα συγγράμματα του 15ου αιώνα στην Βενετία υπό τον τίτλο «Γεωπονικών». Έγραφε σε αυτό: «Η ρόκα, το κάρδαμο και το σέλινο είναι θερμά και χωνευτικά. Σκανδαλίζουν την σάρκα και είναι καλύτερο να τα τρώει κανείς μαζί με ψυχρά χόρτα, μαρούλια, γλιστρίδα». Αξίζει να σημειωθεί ότι ενώ η ρόκα την ημέρα δεν μυρίζει το παραμικρό, την νύχτα αναδίδει ένα ευχάριστο διακριτικό άρωμα και για αυτό χρησιμοποιείται κοσμετολογία. Έχει χωνευτική και διουρητική επίδραση στον οργανισμό τονωτικές και καθαρτικές δράσεις και φτιάχνει ένα πρώτης τάξεως αντιβηχικό και αποχρεμπτικό. Η καλλιέργεια της ρόκας ως λαχανικά είναι περιορισμένη στη Ελλάδα σήμερα. Παρόλα αυτά καλλιεργείται από τα αρχαία χρόνια όπως έχει αναφερθεί και από τον Θεόφραστο. Είναι λαχανικά γνωστό μεταξύ εκείνων που ονομάζονταν «επίσπορα» από τον Θεόφραστο, δηλαδή αυτών που μπορούν να σπαρθούν πολλές φορές κατά την διάρκεια του έτους. Είναι συγγενές με το φυτό *Eruca longirostra* δηλαδή την άγρια ρόκα ή αζούματο που παλαιότερα φύτρωνε σε μεγάλες εκτάσεις, σαν σπαρτό, και θεωρείτο φυτό με μελισσοκομική αξία.

Η χαρακτηριστική μυρωδιά της ρόκας είναι αυτή που πολλές φορές σε υποδέχεται πρώτη όταν μπαίνεις σε ιταλικές πιτσαρίες και γαλλικά μπιστρό, σε όποιο μέρος του κόσμου κι αν βρίσκονται.

Η καταγωγή της καλλιεργήσιμης ρόκας είναι από την νοτιοανατολική Ασία, καλλιεργείται όμως στη βόρειο Αμερική και σε περιοχές της Μεσόγειου. Στην Ελλάδα τους σπόρους ρόκας έφεραν οι προσφυγές της Κωνσταντινούπολης και της Θράκης.

Σήμερα καλλιεργείται σε περιοχές κοντά σε αστικά κέντρα γύρω από την Αθήνα, στην Θεσσαλονίκη, στην Κρήτη και σε συγκεκριμένα νησιά του Αιγαίου, του Ιονίου και ιδιαίτερα στην Κέρκυρα όπου είναι συνδεδεμένη με πασχαλινά εδέσματα Στην Βραζιλία η χρήση της είναι ευρέως διαδεδομένη.

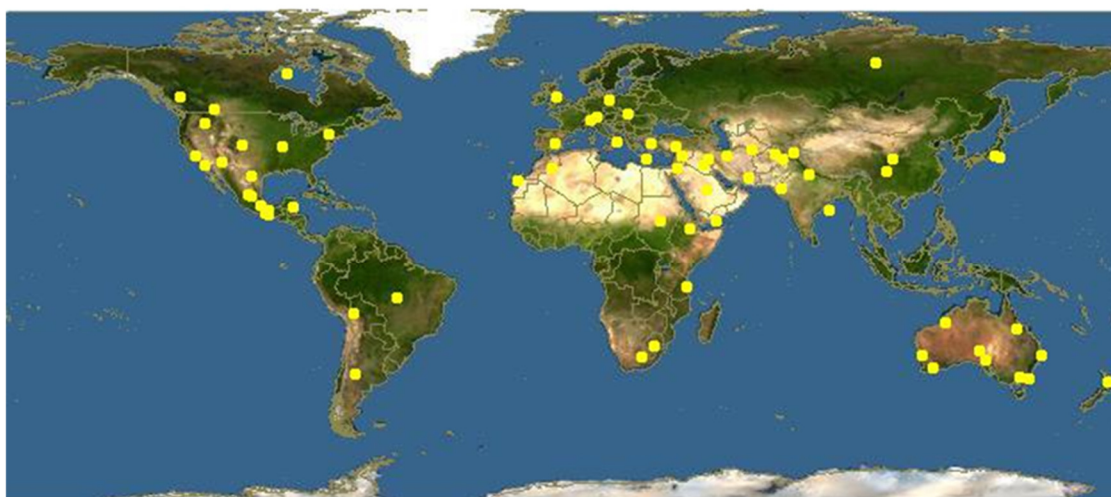
Η ρόκα τρώγεται ωμή σε σαλάτες, ένας δημοφιλής συνδυασμός. Στη Αίγυπτο η ρόκα συνοδεύεται με τοπικά πιάτα θαλασσινών.

Στην Δυτική Ασία και την Βόρεια Ινδία οι σπόροι της ρόκας συμπιέζονται για να κάνουν ένα είδος πετρελαίου (taramira) , που χρησιμοποιείται σε διεργασίες καθαρισμού. Επίσης ο σπόρος της ρόκας γίνεται ένα είδος κέικ που χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή. Στο νησί της Ischia στον κόλπο της Νάπολης παρασκευάζεται ένα είδος ποτού από το φυτό. της ρόκας που ονομάζεται rucolino και το απολαμβάνουν σε μικρές ποσότητες μετά από το γεύμα.

1.1.3 Γεωγραφική εξάπλωση της ρόκας (*Eruca sativa*)

Είναι το πιο γνωστό είδος του γένους και καλλιεργείται σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου, την κεντρική Ευρώπη, το Αφγανιστάν, τη βόρεια Ινδία, την βόρεια Αμερική, τη νότια Αφρική και την Αυστραλία (Pratap and Gupta 2009). Η παγκόσμια και ευρωπαϊκή γεωγραφική εξάπλωση παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες και πίνακα.

Παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση της ρόκας



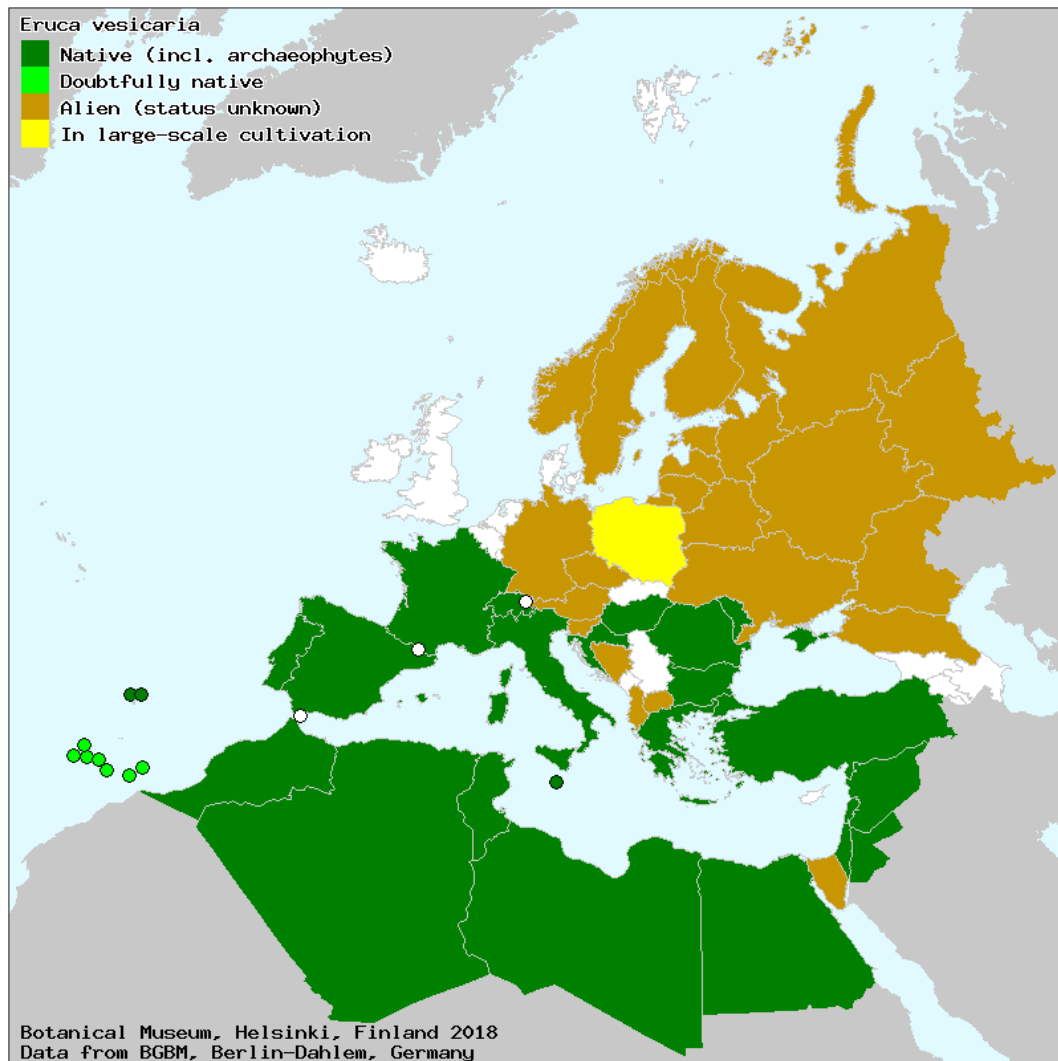
Παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση της ρόκας (*Eruca sativa*)

(Πηγή:

<https://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Eruca+sativa&guide=Brassicaceae>)

Η άγρια ρόκα βρίσκεται στις περιοχές της Μεσογείου, από το Μαρόκο και την Πορτογαλία, ανατολικά στο Λίβανο και την Τουρκία, αυτοφυής ή καλλιεργείται. και έχει εγκλιματιστεί και στη Βόρεια Αμερική.

Γεωγραφική εξάπλωση της ρόκας στις περιοχές της Μεσογείου



Γεωγραφική εξάπλωση του αυτοφυούς (native) και αλλόθρονου (κατάσταση άγνωστη) και σε μεγάλη κλίμακα καλλιέργεια της ρόκας (*Eruca sativa*). (Πηγή: Βοτανικό Μουσείο, Ελσίνκι, Φινλανδία, 2018, στοιχεία από το BGBM, Βερολίνο-Νταλέμ, Γερμανία).

Πίνακας 1: Γεωγραφική εξάπλωση του είδους *Erica sativa*

Χώρα - Περιοχή	Ενδημικό(Ε) Εισαχθέν(Α)	Χώρα - Περιοχή	Ενδημικό(Ε) Εισαχθέν(Α)	Χώρα - Περιοχή	Ενδημικό (Ε)Εισαχ θέν(Α)
Αδριατική	E	Ιράκ	A	Μπαχρέιν	A
Αζερμπαϊτζάν	E	Ιράν	A	Ν. Αφρική	E
Αιγαίο	E	Ισπανία	E	ΝΑ. Ινδία	E
Αίγυπτος	E	Ισραήλ	A	ΝΔ. Πακιστάν	A
Αιθιοπία	E	Ιταλία	E	Νέα Ζηλανδία	A
Αλγερία	E	Καναδάς	A	Ομάν	A
Ανατολία	E	Κανάρια Νησιά	E	Ουγγαρία	A
Αρμενία	E	Κατάρ	A	Πορτογαλία	E
Αυστραλία	A	Κίνα	A	Ρουμανία	E
Αφγανιστάν	E	Κορσική	E	Ρωσία	E
Β. Τσάντ	E	Κουβέιτ	A	Σαουδική Αραβία	E
Βαλεαρίδες Νήσοι	E	Κρήτη	E	Σαρδηνία	A
Βουλγαρία	E	Κριμαία	E	Σικελία	E
Γαλλία	E	Κύπρος	E	Σουδάν	E
Γεωργία	E	Λίβανος	A	Συρία	E
Γιουγκοσλαβία	E	Λιβύη	E	Τουρκία	A
Ελβετία	E	Μαδέρα	E	Τουρκμενιστάν	E
Ελλάδα	E	Μαρόκο	E	Τυνησία	A
Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	A	Μεξικό	A	Υεμένη	E
ΗΠΑ	A	Μογγολία			

(Πηγή: S. Padulosi, 1997)

1.1.4 Ανάπτυξη φυτού

Η αύξηση και η ανάπτυξη του φυτού επηρεάζονται από εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες. Οι εσωτερικοί παράγοντες είναι γενετικοί παράγοντες και διάφορες ορμόνες ή ρυθμιστικές ουσίες αυξησεως του φυτού.

Οι εξωτερικοί παράγοντες αλληλοεξαρτώνται και αλληλεπιδρούν με τον γενότυπο και οι σπουδαιότεροι από αυτούς είναι:

- **θερμοκρασία,**

- *υγρασία,*
- *φωτισμός,*
- *θρεπτικές ουσίες,*
- *καλλιεργητικές εργασίες.*

Η σημασία των παραγόντων αυτών εξαρτάται επίσης από το στάδιο του φυτού. Από τους παράγοντες του περιβάλλοντος ειδικότερα η θερμοκρασία και το φως ασκούν μεγάλη επίδραση στην αύξηση. Ευνοϊκή θερμοκρασία επιταχύνει την αύξηση ενώ το πολύ έντονο φως την επιβραδύνει.

Η βλαστική ανάπτυξη διακρίνεται σε τρεις περιόδους :

- *φύτρωμα του σπόρου (βραδεία ανάπτυξη),*
- *περίοδος φυταρίου (ταχεία ανάπτυξη),*
- *περίοδος ώριμου φυτού (βαθμιαία επιβράδυνση της βλαστήσεως).*

Η ανάπτυξη σταματάει με το γηρασμό. Το φυτό κατά τη διάρκεια της βλαστικής αναπτύξεως υφίσταται διάφορες μεταβολές ανατομικές, μορφολογικές και φυσιολογικές. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το φύτρωμα είναι και εξωτερικοί. Από τους εξωτερικούς παράγοντες οι σπουδαιότεροι είναι οι παρακάτω:

- 1) Υγρασία
- 2) Οξυγόνο
- 3) Θερμοκρασία
- 4) Φως
- 5) Κατάσταση εδάφους.

Η βλάστηση είναι η επανάληψη της αυξήσεως (κυτταροδιαίρεσης) του εμβρύου που διεκόπη με τον λήθαργο.

Φύτρωμα είναι η έξοδος του φυτού στην επιφάνεια του εδάφους.

Όταν ο σπόρος, εφόσον επικρατήσουν κατάλληλες συνθήκες (κυρίως από άποψη υγρασίας θερμοκρασίας και αερισμού), απορροφήσει επαρκή ποσότητα νερού, αρχίζει η δραστηριοποίηση ορισμένων ενζύμων με τα οποία γίνεται η υδρόλυση των αποθησαυριστικών ουσιών· ακολουθεί η μεταφορά των προϊόντων υδρόλυσης με διαπήδηση στα αυξανόμενα τμήματα του εμβρύου και η ανάπτυξη του εμβρύου σε νεαρό φυτό.

1.1.5 Καλλιέργεια της Ρόκας

Η ρόκα αναπτύσσεται όταν ο καιρός είναι ζεστός. Στη χώρα μας η ρόκα αρχίζει να ανθίζει στις πιο ζεστές περιοχές από τα μέσα Απριλίου μέχρι τα τέλη του Μαΐου και η ανθοφορία της μπορεί να παραταθεί μέχρι τα μέσα του Ιουνίου και στις πιο ψυχρές περιοχές. Η ανάπτυξη της ρόκας συντελείται σε 8-10 εβδομάδες.

1.1.5.1 Προετοιμασία εδάφους

Η ρόκα είναι ένα πολύ ανθεκτικό φυτό που μπορεί να ευδοκιμήσει σε όλα τα είδη των εδαφών. Ανθεκτική στο κρύο και το χιόνι αφού μπορεί να αντέξει μέχρι τους -3°C χωρίς σημαντικές ζημιές με εξαίρεση την σκλήρυνση των φύλλων της. Είναι απαιτητικότερη όμως σε νερό και έτσι σε θερμοκρασίες πάνω από 25°C έχει αυξημένες ανάγκες. Αγαπάει τον ήλιο, αλλά μπορούμε να την βρούμε και σε σκιάδη μέρη, αρκεί να την βλέπει ο ήλιος κάποιες ώρες την ημέρα. Σε ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες η ρόκα (*Eruca sativa*) μπορεί να καλλιεργηθεί σχεδόν σε οποιοδήποτε τύπο εδάφους, με την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν δυσκολίες στην εργασία ή την προετοιμασία του εδάφους. Κατά την έναρξη της καλλιέργειας, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην προετοιμασία του εδάφους, που είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την εξασφάλιση της επιτυχίας (ιδιαίτερα στην περίπτωση της άμεσης σποράς). Στα μέσης σύστασης και βαρύτερα εδάφη (αργιλώδη) το όργωμα θα πρέπει να φτάνει τα 30-35 cm βάθος και να πραγματοποιείται πριν από την ημερομηνία της σποράς ή μεταφύτευσης. Έπειτα πρέπει να διεξαχθούν σωστές διαδικασίες για να διασπαστούν οι σβόλοι, χωρίς όμως να προκαλέσουν σχηματισμό επιφανειακής κρούστας στην επιφάνεια του εδάφους. Στα αμμώδη εδάφη, πραγματοποιείται κατεργασία τους με φρέζα σε βάθος 25-30cm. Οι πρακτικές αυτές, εφαρμόζονται επίσης και σε μικρότερο βάθος (20-30cm). Ορισμένες φορές η προετοιμασία του εδάφους τελειώνει με το σχηματισμό βραγιών που ποικίλλουν σε πλάτος (1-3 μέτρα), στις οποίες γίνεται σπορά με ομοιόμορφη διανομή σπόρων (στα πεταχτά) ή σε γραμμές ή ακόμη και με μεταφύτευση.



Ο τρόπος αυτός πραγματοποιείται όταν ο γεωργός πρόκειται να πραγματοποιήσει περισσότερες από μια συγκομιδή. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι, λόγω της ακρίβειας που απαιτείται σε όλες τις παραπάνω ενέργειες, αυτές, δεν θα πρέπει να πραγματοποιούνται έως ότου οι συνθήκες του εδάφους να είναι οι κατάλληλες. Σε όλες τις περιπτώσεις, θεωρείται πολύ σημαντική η ισοπέδωση όλης της επιφάνειας του εδάφους ώστε να εξασφαλιστεί ομοιόμορφο βάθος για τη φύτευση σπόρων.

1.1.5.2 Λίπανση

Λόγω του μικρού βιολογικού κύκλου της ρόκας και την ταχύτητα με την οποία συσσωρεύεται το άζωτο στο φυτό, δεν προτείνεται να χρησιμοποιούνται πάνω από δέκα (10) κιλά/στρέμμα άζωτο σε διάφορες μορφές. Πειράματα που έχουν γίνει στην Ιταλία, έχουν δείξει ότι καλύτερα αποτελέσματα έδωσε η μεταχείριση των δέκα (10) κιλών αζώτου/στρέμμα σε διαφορετικές περιόδους σποράς. Στο Ισραήλ για παραγωγή φύλλου χρησιμοποιούνται δέκα (10) κιλά/στρέμμα φώσφορο και πέντε (5) κιλά/στρέμμα κάλιο, ενώ στην Ιταλία προτείνονται σαν βέλτιστη δόση τα 5-6 κιλά/στρέμμα P_2O_5 και 10-12 κιλά/στρέμμα K_2O . Όταν δουλεύουμε σε περιβάλλον υπό κάλυψη και συγκεκριμένα σε αμμώδη εδάφη όπου αναμένονταν πολλές συγκομιδές, η δόση του αζώτου μπορεί ακόμα και να διπλασιαστεί. Σχετικά με τις απαιτήσεις σε φώσφορο και κάλιο έχουν συγκεντρωθεί δεδομένα κατ' εκτίμηση και είναι ευρέως αποδεκτό ότι πρέπει να χρησιμοποιούνται μέτριες δόσεις. Σχετικά πρόσφατα, έχει εξαπλωθεί η χρήση της υδρολίπανσης σύμφωνα με την οποία δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη βελτίωση της διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων καθώς και στην εξουδετέρωση των όξινων ανθρακικών με την προσθήκη νιτρικού ή φωσφορικού οξέως. Το διάλυμα έχει επίπεδα ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC που κυμαίνονται μεταξύ των 1500-2500 $\mu S/cm$ και pH 6,0-

6,5 σε νερό ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC μεταξύ 350-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Η αναλογία μεταξύ των κύριων τριών μακροστοιχείων ποικίλλει ανάλογα με την φάση της καλλιέργειας και είναι ως εξής: 1,5:0,5:1,0 για την περίοδο από την σπορά ή την μεταφύτευση μέχρι τις πρώτες συγκομιδές και 2,0:0,5:1,5 για επιτυχημένη αναβλάστηση/κοπή. Σε παρόμοια περίπτωση, ορισμένες φορές η υδρολίπανση μπορεί να πραγματοποιηθεί με ένα διάλυμα που αποτελείται μόνο από νιτρικό ασβέστιο (3-4g/L).

1.1.5.3 Σπορά

Το είδος *ErUCA sativa* μπορεί να πολλαπλασιαστεί με σπόρους ή και κάποιες φορές με μεταφύτευση. Όταν προορίζονται για παραγωγή φύλλων, συνήθως δεν είναι απαραίτητο τα φυτά ήμερης ρόκας να μεταφυτευθούν, εκτός εάν σπαρθούν σε προστατευόμενο και ελεγχόμενο περιβάλλον και η μεταφύτευσή τους πραγματοποιηθεί την άνοιξη ή το καλοκαίρι.



Οι σπόροι πρέπει να σπέρνονται σε βάθος 0,5-1cm, σε σειρές 15-20cm επί της γραμμής φύτευσης. Συνήθως απαιτούνται περίπου 3kg σπόρου ανά στρέμμα, ακολουθώντας αυτή την διαδικασία. Για παραγωγή σπόρων, χρησιμοποιούνται σειρές 40cm, με φυτά των 20-30cm εντός της γραμμής φύτευσης. Κατά την βλάστηση (η οποία είναι επίγεια), απαιτούνται τουλάχιστον 10°C και το φύτρωμα των σπόρων λαμβάνει χώρα σε 6-8 μέρες. Η βλαστικότητα των σπόρων της ρόκας είναι κοντά στο 85% με μείωση 15-20% όταν ο

σπόρος λαμβάνεται από τον Σεπτέμβριο έως τον Οκτώβριο.



Την χειμερινή περίοδο σποράς, προτιμάται η αύξηση της ποσότητας του σπόρου κατά 20-30% λόγω της μειωμένης βλαστικότητας. Για να επιτευχθούν καλύτερα αποτελέσματα στην παραγωγή, συνίσταται να αποφεύγεται η εντατική μονοκαλλιέργεια, η οποία εάν εφαρμοστεί για συνεχόμενους κύκλους, ευνοεί την ανάπτυξη παρασιτικών ασθενειών. Δεν ενδείκνυται η καλλιέργεια της ρόκας να ακολουθεί καλλιέργειες όπως φασολιών ή άλλων ειδών που ανήκουν στις οικογένειες *Apiaceae*, *Cucurbitaceae* και *Solanaceae*.

1.1.5.4 Άρδευση

Μετά την επιλογή και τον προσδιορισμό των καλλιεργητικών απαιτήσεων και πρακτικών, ακολουθεί η επιλογή του συστήματος άρδευσης, το οποίο πρέπει να διασφαλίζει επαρκή ομοιομορφία εφαρμογής, την ακεραιότητα των φυτικών ιστών και την καθαριότητα των φυτικών ιστών. Με την ομοιόμορφη εφαρμογή του νερού άρδευσης, εξασφαλίζεται ομοιόμορφη παραγωγή καθώς διαβρέχεται το ίδιο βάθος ριζοστρώματος. Αυτό επιτυγχάνεται μετά από σωστό σχεδιάσμά του δικτύου άρδευσης, ο οποίος περιλαμβάνει την πυκνότητα σποράς, το προτιμώμενο με οικονομικά κριτήρια σύστημα άρδευσης, (καταιονισμός ή στάγδην άρδευση, με το δεύτερο να αξιοποιείται είτε επιφανειακά είτε υπογείως). Μια λάθος τοποθέτηση ενός δικτύου άρδευσης με σταγόνες, (μεγάλη απόσταση μεταξύ των αγωγών εφαρμογής) μπορεί να οδηγήσει σε ανομοιόμορφη παραγωγή και κατ' επέκταση μείωση της παραγωγής. Στην περίπτωση της άρδευσης με καταιονισμό η αυξημένη ταχύτητα πρόσπτωσης των σταγόνων της τεχνητής βροχής στα φύλλα μπορεί να καταστρέφει το φύλλο υποβαθμίζοντας την παραγωγή. Το σύστημα

άρδευσης το οποίο χρησιμοποιείται περισσότερο στην καλλιέργεια ήμερης ρόκας, είναι αυτό του καταιονισμού με καταιονιστήρες μέσης παροχής (120 L/h) και ακτίνας διαβροχής (3-5m).



Η μεγαλύτερη δόση άρδευσης εφαρμόζεται αμέσως μετά τη σπορά. Σε εδάφη τα οποία σχηματίζεται εύκολα επιφανειακή κρούστα, είναι καλύτερο να μειώνεται η δόση άρδευσης και να αυξάνεται η συχνότητα μέχρι το πλήρες φύτερωμα. Ενδέχεται η άρδευση με καταιονισμό να προκαλέσει πολλά προβλήματα στην καλλιέργεια καθώς λόγω της αυξημένης πυκνότητας σποράς, τα φυτά αναπτύσσουν λεπτά και τρυφερά φύλλα, τα οποία σε περίπτωση που παραμένουν βρεγμένα για μεγάλα χρονικά διαστήματα, υπάρχει σοβαρός κίνδυνος εμφάνισης σοβαρών μυκητολογικών ασθενειών όπως βοτρύτης, περονόσπορος κ.λ.π. Σε γενικές γραμμές προτείνεται η συχνή και προσεκτική παρακολούθηση της καλλιέργειας για την περαιτέρω άρδευση της καλλιέργειας, όπου και εάν κρίνεται απαραίτητο. Όταν δεν υπάρχει διαθέσιμο νερό, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, τα φυτά εμφανίζουν μειωμένη ανάπτυξη, σκούρο πράσινο χρώμα και τα φύλλα αναδύουν ένα έντονο άρωμα. Αξίζει πάντως να σημειωθεί ότι η ρόκα είναι πολύ πιο ανθεκτική στην ξηρασία από ότι στην υπερβολική υγρασία, όμως πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία γιατί ξηρασία αυτή μπορεί να θέσει σε κίνδυνο το προσδοκώμενο εμπορικό αποτέλεσμα.

1.1.5.5 Συγκομιδή

Η ρόκα αναπτύσσεται όταν ο καιρός είναι ζεστός. Η ανάπτυξη της ρόκας συντελείται σε 8-10 εβδομάδες. Η συγκομιδή ξεκινάει 20-60 μέρες μετά την εμφάνιση ή τη μεταφύτευση του φυτού, συγκομίζοντας τα φύλλα.



Ο χρόνος διαφέρει ανάλογα με το είδος, την περίοδο, το περιβάλλον και τον προορισμό της αγοράς. Σύμφωνα με έρευνες έδειξαν πως δεν πρέπει να γίνεται η συγκομιδή αργότερα από 34 μέρες από την εμφάνισή τους. Λόγω της ιδιότητας αναβλάστησης, μετά την πρώτη συλλογή μπορούν να πραγματοποιηθούν και άλλες 4-5 συλλογές σε διάστημα 10-20 ημερών για την *Eruca sativa*. Από την άλλη, στην άγρια μόνο 1-3 φορές σε 15-30 μέρες.



Το εμπορικού μεγέθους παραγόμενο προϊόν μπορεί να κυμανθεί μεταξύ 1,5 και 2,5 τόνους/στρέμμα ανάλογα με τον αριθμό των συγκομιδών που έχουν πραγματοποιηθεί. Η συγκομιδή γίνεται κυρίως με το χέρι, με τη χρήση μαχαιριού ή δρεπανιού συνοδεία με ένα δίσκο συγκέντρωσης φύλλων. Παρόλα αυτά γίνεται και μηχανικά, με τη χρήση μηχανημάτων «ψαλίδια- κοπτήρες» με μοναδικό μειονέκτημα την ελαφριά σύνθλιψη του ιστού του φύλλου και τη γρήγορη οξείδωση στην περιοχή της κοπής. Αυτό επιφέρει κίνδυνο στην ποιότητα του προϊόντος και στη διατήρησή του αργότερα. Έτσι ο μηχανικός τρόπος συγκομιδής δεν χρησιμοποιείται ευρέως.



Κατά την πρώτη συγκομιδή, τα φύλλα πρέπει να κοπούν τουλάχιστον 0,5 εκατοστά πάνω από τις κοτυληδόνες ώστε να αποφεύγεται η βλάβη στην κορυφή, επιτρέποντας έτσι την γρήγορη και άφθονη αναβλάστηση. Σε όλες τις συγκομιδές, τα φύλλα πρέπει να είναι πάντα μεγαλύτερα από 12-15cm. Στην περίπτωση της *ErUCA sativa*, η αναβλάστηση είναι εντονότερη από την *Diplotaxisspp*, επιτρέποντας έτσι περισσότερες κοπές. Αυτό συμβαίνει κυρίως όταν η φύτευση γίνεται κατά την άνοιξη-καλοκαίρι, με άμεση σπορά ενώ, όπως έχει παρατηρηθεί, στην περίπτωση της μεταφύτευσης το φθινόπωρο-χειμώνα, είναι δυνατόν να γίνουν λιγότερες. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου σε ορισμένες αγορές προτιμούν τις κοπές μετά την πρώτη, γιατί το άρωμα είναι πιο έντονο και το προϊόν διατηρείται καλύτερα. Παράλληλα έχει παρατηρηθεί πως τα φύλλα που λαμβάνονται από αναβλάστηση τείνουν να βελτιώνονται σε ποιότητα όσο η πυκνότητα καλλιέργειας μειώνεται. Μετά από κάθε συγκομιδή, στην προσπάθεια να απομακρυνθούν τα εναπομένοντα φύλλα, ορισμένα φυτά αναπόφευκτα μετατοπίζονται ώστε να ευνοείται η αναβλάστησή τους κι η μέτρια αραιώση πιθανόν να επηρεάζει θετικά την ποιότητα των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των φύλλων. Σε άλλες περιπτώσεις αυτό να μην είναι αποδεκτό και να προτιμούνται μόνο τρυφερά και τραγανά φύλλα έχοντας ένα ελαφρύ άρωμα.



Μετά την πρώτη συγκομιδή μπορεί να απαιτεί ένα προϊόν αποτελούμενο σε μεγάλο βαθμό από ελάσματα φύλλων. Αυτό συμβαίνει επειδή οι μίσχοι παραμένουν στο φυτό και πιθανόν αποτελέσουν εστία μόλυνσεως από παθογόνους κατά τον παραγωγικό τους κύκλο.



Προτείνεται η άμεση αφαίρεσή τους μετά τη συγκομιδή πριν εκτεθεί το τελικό προϊόν στην αγορά. Έχοντας πραγματοποιηθεί δοκιμές στη Βενετία, αναφορές παρουσιάζουν

πως η καλύτερη στιγμή συλλογής της ρόκας είναι το απόγευμα γιατί έχει ήδη εκτεθεί αρκετά από το ηλιακό φως. Δηλαδή, τα φύλλα παρουσίασαν χαμηλότερη συγκέντρωση νιτρικών αλάτων από εκείνα που είχαν συγκομισθεί το πρωί.

1.1.6 Φαρμακευτικές Ιδιότητες και Χρήσεις

Στην ιατρική δεν χρησιμοποιούνται τα φύλλα της ρόκας αλλά οι σπόροι οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την παράγωγη ελαίου απαραίτητο για τη φαρμακοποιία. Το έλαιο είναι ιδιαίτερα καυστικό όπως είναι λογικό αφού και η ρόκα έχει μια καυστική και πιπεράτη γεύση. Η ρόκα είναι ένα φυτό πλούσιο σε θρεπτικές ουσίες, αποτελεί πηγή ασβεστίου, καλίου, βιταμινών του συμπλέγματος Β αλλά και βιταμίνης Α, C και Κ, καθώς είναι πλούσια σε φυλλικό οξύ.

Από την αρχαιότητα, εποχή του Μεσαίωνα μέχρι και σήμερα χρησιμοποιείται λόγω των αφοροδισιακών ιδιοτήτων της. Οι θεραπευτικές της ιδιότητες οφείλονται σε ενώσεις που διαθέτουν διουρητική, στυπτική, ενυδατική, αποτοξινωτική, αφοροδισιακή και διεγερτική δράση.

Η επεξεργασία των σπόρων και του ελαίου του αποδίδει ιδιότητες αντιφλεγμονώδεις και αντιβακτηριδιακές που οφείλονται στις ισοθειοκυανιούχες ενώσεις και το ερουκικό οξύ. Κάνει καλό στα οστά λόγω της βιταμίνης Κ η οποία ενδυναμώνει το σκελετικό σύστημα. Η ρόκα είναι ευεργετική για το συκώτι αφού βοηθάει στη πέψη και καταπολεμά την παρουσία φυσικών αέριων στα έντερα. Επίσης βοηθάει στην τόνωση και την ενίσχυση του οργανισμού σε περιπτώσεις εξασθένησης. Η ρόκα που χρησιμοποιείται για φαρμακευτικούς και θεραπευτικούς σκοπούς πρέπει να συγκομίζεται κατά την ανθοφορία του φυτού. Το έλαιο που περιέχεται μέσα στους σπόρους της ρόκας μπορεί να καταπολεμήσει την καταρροή που προκαλεί το συνάχι και τη φλεγμονή στο λαιμό. Επιπλέον ενεργεί κατά του διαβήτη και της παχυσαρκίας. Ωστόσο είναι γνωστό από τα αρχαία χρόνια ότι τονώνει τη σεξουαλική λειτουργία και προκαλεί σεξουαλική επιθυμία (από τις πληροφορίες του Διοσκουρίδη).

Αν θερμανθεί (βραστά ή στον ατμό) η ρόκα χάνει γρήγορα την πικρή γεύση της, και αποκτά μια χαρακτηριστική, μάλλον λεπτή γεύση που ταιριάζει καλά σε ορισμένα είδη νόστιμα φαγητά, για παράδειγμα, Ιταλικά ζυμαρικά και ριζότο. Σε τέτοιες εφαρμογές, ωστόσο, χρειάζεται πολλή ρόκα για να προσδώσουν αισθητή γεύση, και πρέπει κανείς να κρατήσει την περίοδο θέρμανσης όσο το δυνατόν συντομότερη (Katzner, 2002).

Θεωρείται πως βοηθά στην ενίσχυση του εγκεφάλου βελτιώνοντας τις μεταβολικές λειτουργίες του και επιβραδύνοντας με αυτό τον τρόπο την εξέλιξη της νόσου Alzheimer

1.1.7 Θρεπτική αξία της ρόκας

Η ρόκα έχει χρησιμοποιηθεί σαν τροφή σε πολλές ευρωπαϊκές καθώς καταναλώνεται ωμή, μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλα μείγματα πράσινων φυλλωδών λαχανικών.



Η ρόκα ως φυλλώδες, νωπό λαχανικό είναι μια από τις τροφές με υψηλή διατροφική αξία, καθώς είναι πλούσια σε βιταμίνη Α και φολικό οξύ, ενώ αποτελεί εξαιρετική πηγή καλίου και βιταμίνης C. Είναι ιδιαίτερα περιεκτική σε βιταμίνες E, B1 και B3, καθώς και σε ποσότητες σιδήρου, ασβεστίου και φωσφόρου. Περιέχει σε μεγάλο ποσοστό μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, φυτικές ίνες, μαγνήσιο και μαγγάνιο ενώ η περιεκτικότητά της σε λίπη και υδατάνθρακες είναι πολύ μικρή (Cernava, etal 2019). Η ρόκα έχει πολύ μικρή θερμιδική αξία που αντιστοιχεί σε μόλις 5 θερμίδες ανά 50g. Επιπλέον, 100g. ρόκας καλύπτουν το 6% της Ενδεικτικής Ημερήσιας Πρόσληψης των πολύτιμων για τον οργανισμό φυτικών ινών. Η ρόκα φημίζεται και για την αντικαρκινική της δράση εξαιτίας της πληθώρας αντιοξειδωτικών που έχει (Benitoetal, 1990).



Οι ουσίες που προσδίδουν στην ρόκα την ιδιαίτερα έντονη και πικρή γεύση είναι αυτά που όταν μασηθούν και διασπαστούν από τον οργανισμό κατά την διαδικασία της πέψης αποκτούν μέγιστη αντικαρκινική δραστηριότητα (LeónCastro and Whalen,2019).

Πίνακας 1.5: Μέση Διατροφική Αξία ανά 100 g φύλλων ρόκας

Ενέργεια	188 KJ/ 45 Kcal
Πρωτεΐνες	2.7 g
Υδατάνθρακες	9.2 g (εκ των οποίων 0.7 g σάκχαρα)
Λιπαρά	0.7 g (εκ των οποίων τα 0.2 g σάκχαρα)
Φυτικές Ίνες	3.5 g
Νάτριο	0.08 g
Κάλιο	0.4 g
Βιταμίνη A	712 mg
Βιταμίνη C	15 mg
Φολικό Οξύ	97 mg

Κεφάλαιο 2

1.2 Βιο-άνθρακας (biochar)

Το biochar είναι στερεό οργανικό υλικό που λαμβάνεται από την απανθράκωση της βιομάζας και παράγεται μέσω της πυρόλυσης πρώτων υλών (βιομάζας) που έχουν ως βασικό στοιχείο τον άνθρακα. Το αποτέλεσμα της πυρόλυσης είναι ένα πορώδες, χαμηλής πυκνότητας και πλούσιο σε άνθρακα υλικό το οποίο περιγράφεται καλύτερα ως «εδαφοβελτιωτικό» (Κουτσουμπή, 2015).

Η προέλευση του biochar συνδέεται με τους αρχαίους πληθυσμούς στη περιοχή του Αμαζονίου, γνωστή σε τοπικό επίπεδο ως «Terra Preta de Indio» (στα πορτογαλικά: terra=γη, preta=μαύρη), όπου ανθρακοποιημένο οργανικό υλικό μαζί με άλλα οργανικά ή ανόργανα υλικά, πιθανόν να είχαν προστεθεί στο έδαφος από τους ιθαγενείς με σκοπό τη βελτίωση της γονιότητάς του. Οι αρχαίοι πληθυσμοί στην περιοχή του Αμαζονίου χρησιμοποιούσαν την τεχνική αυτή για να δημιουργήσουν το Terra Preta (Μαύρη Γη), ένα είδος πολύ γόνιμου και σκούρου στο χρώμα εδάφους. (Αγραφιώτη, 2014).



Το biochar είναι κάρβουνο (βιομάζα που έχει υποστεί πυρόλυση σε συνθήκες περιβάλλοντος μηδενικής ή χαμηλής περιεκτικότητας σε οξυγόνο) το οποίο ως: «κάρβουνο προς εφαρμογή σε εδάφη» και χάρη στις έμφυτες ιδιότητές του, δεσμεύει

άνθρακα και βελτιώνει τις λειτουργίες του εδάφους αποφεύγοντας επιβλαβείς επιδράσεις στο περιβάλλον, καθώς και στην υγεία ανθρώπων και ζώων. (Verheijenetal., 2010).

Στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας που προωθείται ολοένα και περισσότερο τα τελευταία χρόνια τόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και παγκοσμίως, η ιδέα της αξιοποίησης αγροτικών αποβλήτων για την παραγωγή βιο-εξανθρακώματος με σκοπό τη χρήση του ως βελτιωτικού εδάφους αποτελεί μία καινοτόμο, περιβαλλοντικά φιλική και οικονομικά συμφέρουσα τεχνολογία. (Ράγκας, 2016). Το biochar είναι πλέον ευρέως γνωστό ως εδαφοβελτιωτικό και η χρήση του αυξάνεται συνεχώς σε παγκόσμια κλίμακα. Αυτό απορρέει από το γεγονός ότι το biochar είναι αποτελεσματικό: στη βελτίωση των ιδιοτήτων του εδάφους και στην ενίσχυση της γονιμότητάς του αφού συμβάλλει στην διατήρηση της υγρασίας και των θρεπτικών συστατικών και στη βελτίωση της μικροβιακής δραστηριότητας, με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών (Κουτσουμπή, 2015).

Το biochar κατά τη διάρκεια της πυρόλυσης η βιομάζα αποσυντίθεται απουσία αέρα και τα παραγόμενα προϊόντα από τη θερμοχημική αυτή μετατροπή είναι αέρια (Syngas -κυρίως CO, H₂ και CH₄) πυρολιγνιτικά υγρά (βιοέλαιο) και βιοάνθρακας σε στερεάφάση, που αντιπροσωπεύει περίπου το 20-30%. Η πυρόλυση γίνεται σε κλειστά δοχεία απουσία αέρα σε θερμοκρασίες 500-600 0 C. Κατά τη διάρκεια της πυρόλυσης δεν απαιτείται παρά η πρόσδοση μικρών ποσοτήτων θερμότητας. Μέσω αυτής της τεχνικής, ο άνθρακας παγιδεύεται στο βιοάνθρακα και δεν απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα

Το biochar παραμένει στο έδαφος σταθερό για χιλιάδες χρόνια, και συγκρατεί τα θρεπτικά συστατικά καλύτερα από την οργανική ύλη του εδάφους και συνεισφέρει στη βελτίωση της γονιμότητας εδάφους και την απόδοση των καλλιεργειών. Το biochar έχει εφαρμογή του στο έδαφος. Οι ιδιότητές του αυτές το καθιστούν ικανό όχημα να βοηθά την ανάπτυξη των καλλιεργειών, αλλά παράλληλα να μειώνει τις απαιτήσεις τους σε λιπάσματα και να περιορίζει ενδεχόμενη περιβαλλοντική ρύπανση από τη διήθηση των θρεπτικών.

Το biochar μπορεί να αυξήσει τη γονιμότητα του εδάφους, να αυξήσει την αγροτική παραγωγικότητα.



Η προσθήκη βιο-άνθρακα καθώς και οργανικής ύλης, όπως λίπασμα, μπορεί να βοηθήσει στην αποκατάσταση της γονιμότητας σε υποβαθμισμένα εδάφη, αφού αυξάνει την περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό και δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για μικροβιακή δραστηριότητα. <http://project-biochar.weebly.com>



Η μετατροπή βιομάζας σε βιοάνθρακα ίσως έχει θετικά αποτελέσματα:

- Αποθηκεύει τον άνθρακα στο έδαφος για αιώνες ή και ακόμα περισσότερο,συνεπώς συμβάλλοντας στη μείωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα.
- Βελτιώνει την ποιότητα του εδάφους και του νερού.
- Αυξάνει τις σοδειές
- Αυξάνει την βιοποικιλότητα
- Απορροφά τα ζιζανιοκτόνα
- Αποτελεί πιθανή πηγή βιοενέργειας

Η προσθήκη του biochar στο έδαφος μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στο pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, την κατιοντεναλλακτική ικανότητα και τα επίπεδα των θρεπτικών συστατικών, ιδίως του φωσφόρου και του καλίου (Atkinsonetal., 2010).Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί αξιολογώντας τις επιδράσεις του biochar όσοναφορά στην απόδοση και ανάπτυξη των καλλιεργειών αποδίδουν τη θετική ανταπόκρισητων καλλιεργειών στις έμμεσες επιδράσεις του biochar στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών (αύξηση στο pH του εδάφους, διατήρηση της υγρασίας(αυξημένη διαθεσιμότητα νερού στο έδαφος), η οποία επηρεάζεται από τη θερμοκρασίακαι κάλυψη του εδάφους, την εξατμισοδιαπνοή και τηνκαι την εξάτμιση) (Venturaetal., 2012).

Κεφάλαιο 3

1.3 Χιτίνη (Chitin)

Η (Chitin) είναι μια οργανική ουσία που λαμβάνεται ως άφθονος και ανανεώσιμος πόρος από θαλάσσια ασπόνδυλα, έντομα, μύκητες και φύκη. Η είναι το δεύτερο σε αφθονία βιοπολυμερές στη φύση, με πρώτο την κυτταρίνη (Sandford, 1989). Από χημική άποψη η είναι βιομακρομόριο, δηλαδή μια μεγάλη αλυσίδα από επαναλαμβανόμενες μονάδες και μοιάζει με την κυτταρίνη. Η είναι η κύρια δομική συνιστώσα των μυκήτων και του εξωσκελετού των αρθρόποδων. Δεν την βρίσκουμε στα σπονδυλωτά.

Η χιτίνη ($C_8H_{13}O_5 N$)_n είναι ένα φυσικό πολυμερές, ένας βασικός δομικός πολυσακχαρίτης, ο οποίος βρίσκεται σε αφθονία στη φύση. Η χιτίνη, είναι γραμμικό πολυμερές της Ν-ακετυλογλυκοζαμίνης στο οποίο συμμετέχουν γλυκοζιτικοί δεσμοί. Η διαμόρφωση β, που αποκτά, επιτρέπει τον σχηματισμό μακρών γραμμικών αλυσίδων που χρησιμεύουν ως δομικά στοιχεία.



Εμφανίζεται με την μορφή διατεταγμένων κρυσταλλικών μικροϊνιδίων προσδιορίζοντας σταθερότητα στη δομή. Χαρακτηρίζεται από εξαιρετικές ιδιότητες, καθώς είναι σκληρή και αδιάλυτη, αλλά ταυτόχρονα εύκαμπτη και παρουσιάζει άριστη βιοσυμβατότητα. Σήμερα έχουν ήδη υιοθετηθεί χημικές τεχνικές για την εξαγωγή της από τα κελύφη των αρθρόποδων και οστρακόδερμων, όπως επίσης και για τον καθαρισμό και τον αποχρωματισμό της. Η χιτίνη είναι άχρωμη, αλλά οι διαστάσεις των διάφορων στρωμάτων από παράλληλα μικροϊνίδια δημιουργούν διάφορες αποχρώσεις.

Χρησιμοποιείται συνήθως από τα αρθρόποδα για σχηματισμό του εξωσκελετού. Η χιτίνη περιβάλλεται συνήθως από στρώμα ανθρακικού ασβεστίου και γίνεται μια εξαιρετικά ανθεκτική και ελαστική συνάμα ουσία. Τα μονομερή της χιτίνης είναι αμινοσάκχαρα (σάκχαρα με άζωτο). Η χιτίνη με επεξεργασία δίνει την χιτοσίνη ή χιτοζάνη (chitozan)

(Kolybabaetal. 2003). Στην αρχική της μορφή η χιτίνη είναι ημιδιαφανής, εύκαμπτη, διαθέτει ελαστικότητα αλλά και ανθεκτικότητα. Στα αρθρόποδα τροποποιείται συχνά σε μια πιο σκληρή μορφή για την προστασία τους από το εξωτερικό περιβάλλον. Η χιτίνη είναι αδιάλυτη στο νερό και στην αιθυλική αλκοόλη και βιοαποικοδομείται από συγκεκριμένα βακτήρια.

Η χιτίνη και τα παράγωγά της μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένα εύρος βιοϊατρικών εφαρμογών, με κυριότερη τη θεραπεία ασθενών με εγκαύματα, λόγω της εξαιρετικής βιοσυμβατότητας. Είναι ελάχιστα τοξική, αδρανής στο γαστρεντερικό σύστημα των θηλαστικών, βιοδιασπώμενη, υδρόφιλη, έχει αντιβακτηριδιακές ιδιότητες, και επιταχύνει τη διαδικασία επούλωσης πληγών. Εφαρμόζεται απ' ευθείας σε πληγές ή χειρουργικές γάζες οπότε και επιταχύνει την επουλωτική διαδικασία μέχρι 30%. Η οικολογική σημασία της ανακύκλωσης της χιτίνης είναι σημαντική. Το περιεχόμενο των ωκεανών σε άνθρακα και άζωτο θα είχε τελείως εξαντληθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα, εάν η αδιάλυτη χιτίνη δεν επέστρεφε στο περιβάλλον σε βιολογικά χρήσιμη μορφή, με τη δράση των χιτινολυτικών ενζύμων (Bassler et al. 1991).

Διάφοροι οργανισμοί παράγουν μια μεγάλη ποικιλία από υδρολυτικά ένζυμα που παρουσιάζουν διαφορετική εξειδίκευση ως προς το υπόστρωμα καθώς και άλλα χαρακτηριστικά, χρήσιμα για βιοτεχνολογικές εφαρμογές. Για παράδειγμα στα βακτήρια οι χιτινάσες παίζουν ρόλο στη θρέψη και στον παρασιτισμό. Επίσης, στα φυτά οι χιτινάσες έχουν αμυντικό ρόλο (Gooday, 1995). Η χιτίνη έχει σπουδαία οικολογική σημασία επειδή περιέχει άζωτο. Το άζωτο είναι ένας σπάνιος πόρος στα περισσότερα συστήματα και η χιτίνη είναι μια σημαντική πηγή αζώτου. Στα εδάφη όπου υπάρχει μεγάλη κυκλοφορία χιτίνης (εδάφη με πολλούς μύκητες) πολλοί οργανισμοί τρώνε την χιτίνη. Οι νηματώδεις και οι μύκητες χρησιμοποιούν την χιτίνη ως οπλοστάσιο. Το έδαφος με ένα υψηλό ρυθμό δομών και κατάλυσης της χιτίνης είναι λιγότερο φιλόξενο στους νηματώδεις και στους μύκητες. Η γλωρίδα πρέπει να διαθέσει περισσότερη ενέργεια. Τα φυτά έχουν τους τρόπους τους να εκμεταλλευτούν αυτήν την κατάσταση στην αλληλεπίδραση ρίζας-εδάφους. Οι δημοσιευμένες αναφορές σε θέματα επίδρασης της χιτιζάνης για παράδειγμα στην παραγωγή κηπευτικών είναι λίγες. Για παράδειγμα μια αύξηση στην παραγωγή ντοματών συσχετίστηκε ιδιαίτερα με την συγκέντρωση χιτιζάνης που εφαρμόστηκε στο έδαφος πριν τη μεταφύτευση των σποροφύτων (Lafontaine and Benhamou, 1996). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται στα πειράματα με το *grandiflorum Eustoma (Lisianthus)* όπου το έδαφος τροποποιήθηκε με χιτιζάνη 1% και είχε ως αποτέλεσμα την επιτάχυνση της περιόδου ανθίσματος και αύξηση του αριθμού

των άνθεων (Ohta et al, 1999). Μελέτες έδειξαν ότι η εδαφολογική τροποποίηση με χιτίνη σε συνδυασμό με την χρήση των ανθεκτικών υβριδίων και φυλλώδη ψεκασμό με χιτιζάνη ή εκχυλίσματα φυτών, μπορεί να αυξήσει την αντίσταση των καλλιεργειών στις φυλλώδεις ασθένειες (όπως για παράδειγμα το αγγούρι). Η χρήση τέτοιων μεταχειρίσεων αποδείχθηκε επίσης να έχει επιπτώσεις στη θρεπτική σύσταση των καλλιεργούμενων φυτών (Dafermosetal, 2007). Στα φυτά οι χιτινάσες ενισχύουν την άμυνα έναντι των μυκήτων, που περιέχουν χιτίνη στο κυτταρικό τους τοίχωμα (Colligne et al. 1993).

Πειραματικό μέρος

Επίδραση εδαφοβελτιωτικών υλικών στην ανάπτυξη φυτών ρόκας (*Eruca sativa*) στο θερμοκήπιο

2.1 Επίδραση της ενσωμάτωσης Χιτίνης και Βιο-άνθρακα ως εδαφοβελτιωτικά στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης φυτών θερμοκηπιακής καλλιέργειας ρόκας

2.1.1 Εισαγωγή.

Η ρόκα (*Eruca sativa* Mill.) είναι ετήσιο, ποώδες, επίσπορο φυτό χαμηλής βλάστησης ύψους 40 εκατοστών. Είναι χειμερινό φυτό και ανθίζει από τον Μάρτιο έως τον Ιούνιο. Η ρόκα καταναλώνεται ως φρέσκο λαχανικό σε σαλάτες (Hall κ.ά., 2012, Hetta, κ.ά., 2017). Αυτή είναι ένα πολύ ανθεκτικό φυτό που μπορεί να ευδοκιμήσει σε όλα τα είδη εδαφών. Ανθίζει από τα μέσα της άνοιξης μέχρι τέλη καλοκαιριού. Είναι ανθεκτική στο κρύο και στο χιόνι αφού μπορεί να αντέξει έως τους -3°C χωρίς σημαντικές ζημιές με εξαίρεση την σκλήρυνση των φύλλων της. Το έδαφος σποράς πρέπει να είναι ελαφρύ, καλά δουλεμένο, απαλλαγμένο από άλλους σπόρους. Προτιμά τα θερμά, ξηρά κλίματα, όμως σε θερμοκρασία πάνω από 25°C . Η συγκομιδή ξεκινάει στις δύο με τέσσερις εβδομάδες από την ημέρα που έγινε η σπορά. Σκοπός της μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση της ενσωμάτωσης Χιτίνης και Βιο Άνθρακα εδαφοβελτιωτικά στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης φυτών θερμοκηπιακής καλλιέργειας ρόκας.

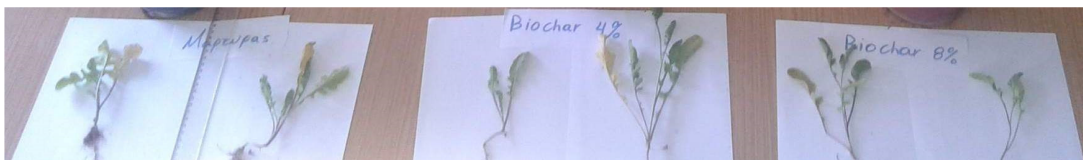
2.1.2 Υλικά και Μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το έτος 2016-2017 στο του Τμήματος Γεωπονίας της Σχολής Γεωπονικών επιστήμων του Πανεπιστήμιου Πατρών. Για να μελετηθεί η επίδραση της ενσωμάτωσης Biochar και Chitin στο εδαφικό υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία *Rucola coltivata* της Εταιρίας GeoStore. Τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε φυτοδοχεία την άνοιξη του 2016 στο θερμοκήπιο. Χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω υποστρώματα: έδαφος (μάρτυρας) (Πίν. 1), έδαφος με προσθήκη 4% ή 8% (v/v) Biochar και 2% ή 3% Chitin. Σε κάθε φυτοδοχείο χωρητικότητας δύο λίτρων (2l) σπάρθηκαν 10-12 σπόροι και μετά την έκπτυξη των φυταρίων πραγματοποιήθηκε αραίωμα (πέντε σπορόφυτα ανά φυτοδοχείο).

Πίνακας 1: Μερικά χαρακτηριστικά του εδάφους του πειράματος

CEC (mmolc kg ⁻¹)	pH	pH-value (CaCl ₂)	C _{inorg} content (%)	C _{org} (%)	N _{tot} (%)	pB(g cm ⁻³)	WHC (g/100g)
17.2	7.4	7.2	0.42	0.7	0.5	1.20	41.6





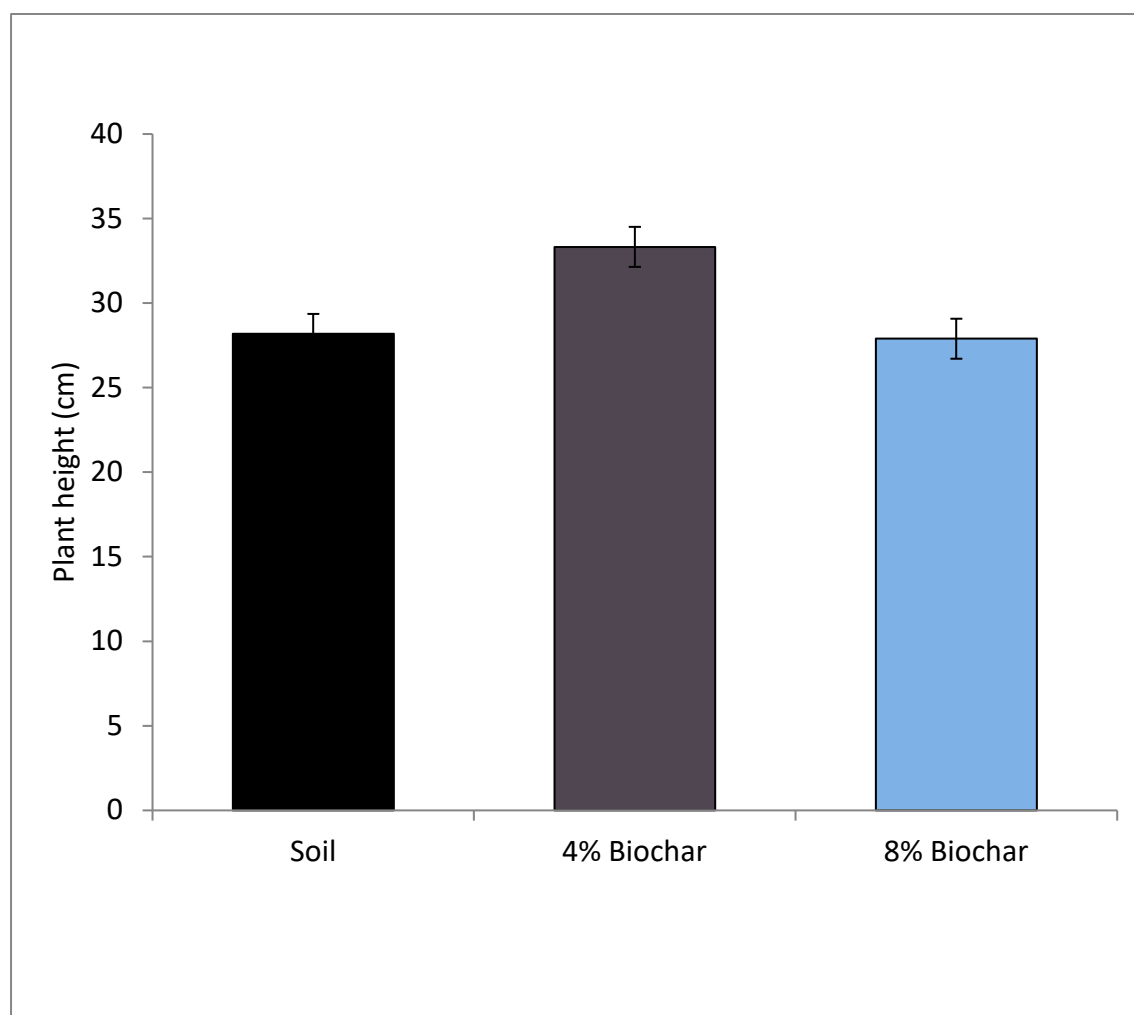
Σε κάθε μεταχείριση υπήρχαν πέντε επαναλήψεις των τεσσάρων φυτών η κάθε μία, τυχαία κατανομημένες στο χώρο του θερμοκηπίου. Για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της ενσωμάτωσης της των εδαφοβελτιωτικών στην αύξηση των φυτών, γίνονταν μετρήσεις ανά δεκαήμερο, από την 27^η μέρα μετά την σπορά έως την

49^η ημέρα. Οι μετρήσεις αυτές αφορούσαν τα παρακάτω γνωρίσματα: ύψος φυτού, υπέργειο τμήμα φυτού, βάρος και μήκος ρίζας, βάρος και μήκος του πρώτου, δεύτερου, τρίτου και τέταρτου φύλλου. Το μήκος των φυτών μετρήθηκε με τη βοήθεια μιας ταινίας χιλιοστόμετρων σε ακρίβεια 1mm. Η αξιολόγηση των πειραματικών δεδομένων έγινε με ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) και η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο Duncan ($\alpha < 0,05$), χρησιμοποιώντας το στατιστικό πρόγραμμα SPSS22. Για τον έλεγχο των Post Hoc συγκρίσεων χρησιμοποιήθηκαν εναλλακτικά κατά περίπτωση οι μέθοδοι Student-Newman-Keuls (SNK), Dunnett και Tukey.

2.1.3 Αποτελέσματα

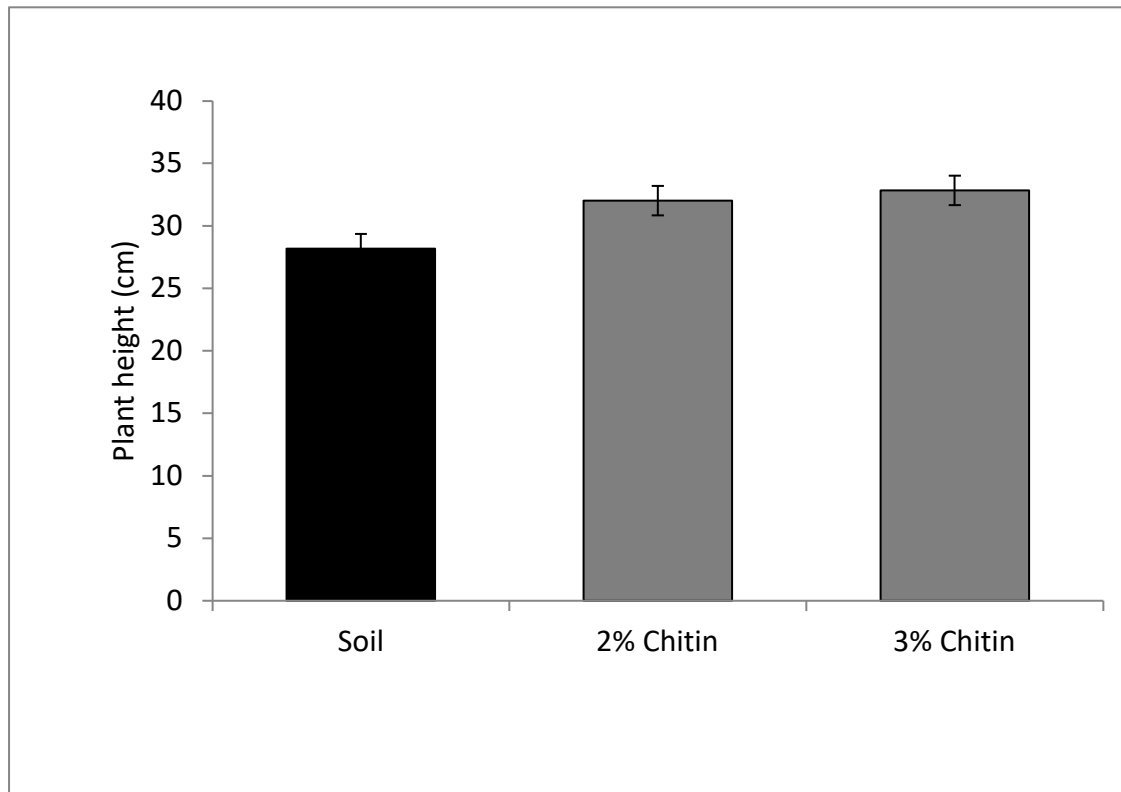
2.1.3.1 Επίδραση Βιο-Άνθρακα και Χιτίνης στην αύξηση του μήκους φυτών της ρόκας.

Η επίδραση της προσθήκης των δυο εδαφαβελτιωτικών στο έδαφος στα ποσοτικά χαρακτηριστικά ανάπτυξης φυτών εαρινής θερμοκηπιακής καλλιέργειας ρόκας έδειξε ότι το ύψος των φυτών στο εδαφικό υπόστρωμα (μάρτυρας) ήταν 28,2cm. Η ενσωμάτωση 4% και 8% Biochar στο εδαφικό υπόστρωμα αύξησαν και αυξήσαν το ύψος σε 33,3cm και 27,9cm αντιστοίχως, σε σχέση με το αντίστοιχο ύψος των φυτών στο εδαφικό υπόστρωμα (μάρτυρας) (Εικ. 1).



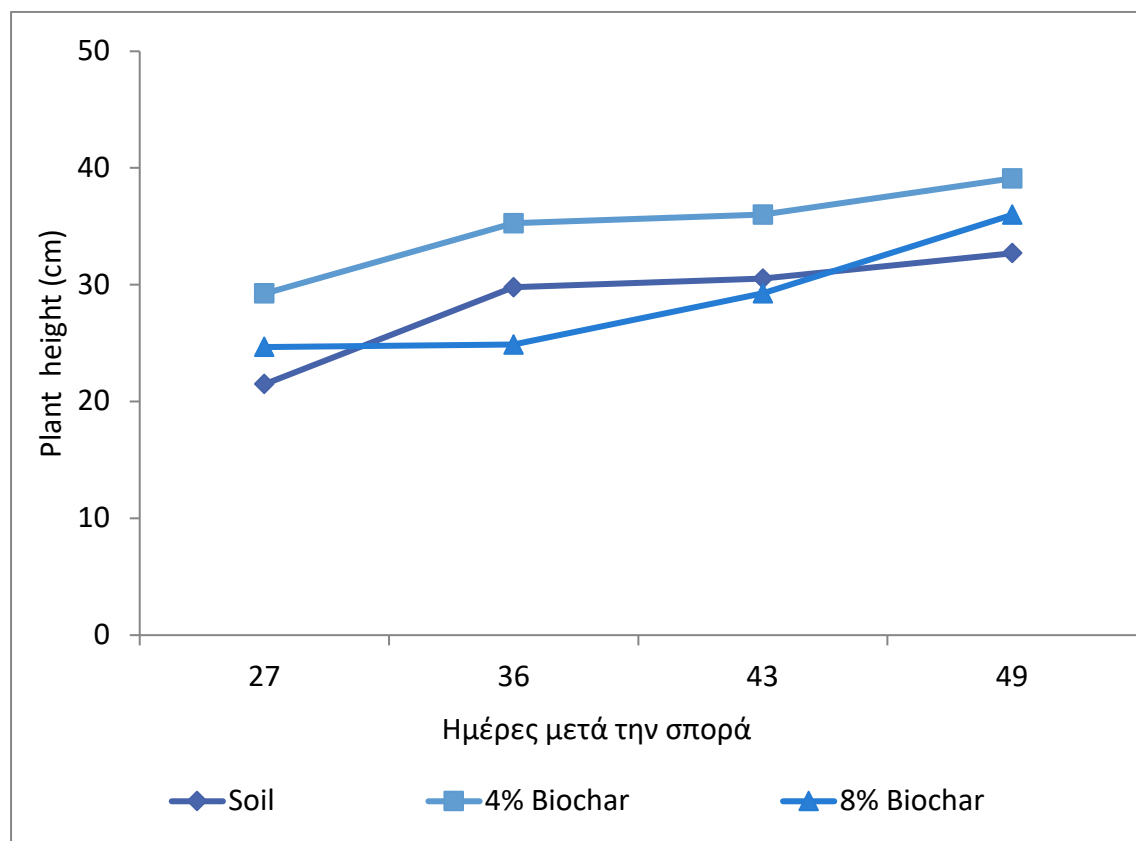
Εικ. 1: Επίδραση Biochar στο ύψος των φυτών ρόκας σε πλαστικά φυτοδοχεία και κατά την καλλιεργητική περίοδο.

Η ενσωμάτωση 2% Chitin στο εδαφικό υπόστρωμα αύξησε στατιστικά σημαντικά το ύψος 32cm από το αντίστοιχο ύψος στο έδαφος 28.1cm. Επίσης και η ενσωμάτωση 3% Chitin αύξησε λίγο το ύψος των φυτών στα 32,84cm από το αντίστοιχο ύψος που αναπτύχθηκαν στο έδαφος κατά την καλλιεργητική περίοδο, αλλά το ύψος των φυτών ήταν σχεδόν ίδιο από το αντίστοιχο ύψος των 2% της Χιτίνης (Εικ. 2).



Εικ. 2: Επίδραση Chitin στο ύψος των φυτών ρόκας σε πλαστικά φυτοδοχεία και κατά την καλλιεργητική περίοδο.

Η ενσωμάτωση 4% Biochar στο εδαφικό υπόστρωμα αύξησε σταδιακά το ύψος των φυτών από την 27^η ημέρα έως την 49^η ημέρα. Συναντήθηκε μια πιο αργή ανάπτυξη από την 36^η έως την 43^η ημέρα αλλά συνεχίστηκε ανοδικά έως την 49^η η οποία είναι και η μεγαλύτερη τιμή ύψους φυτού για το Biochar τα δηλαδή τα 39.1cm. (Εικ 3)



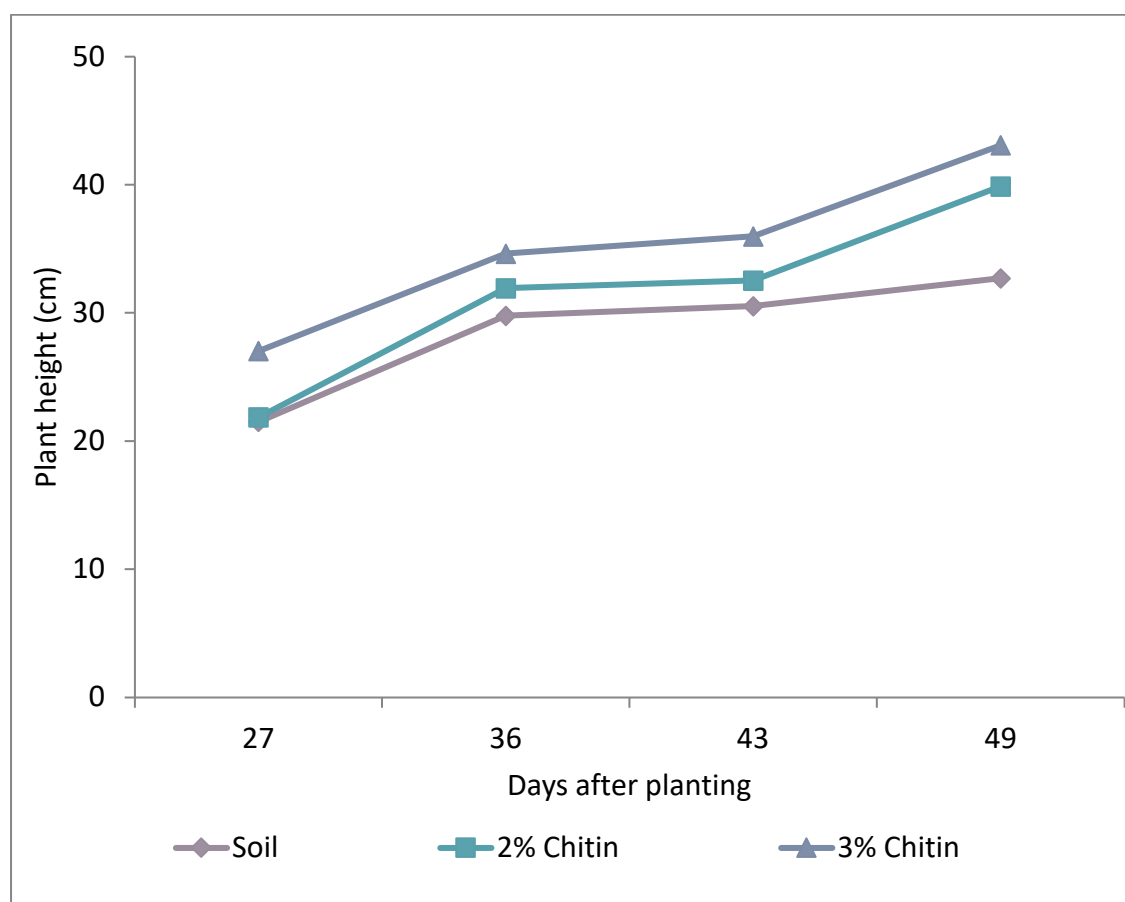
Εικ. 3: Επίδραση Biochar στο ύψος των φυτών ρόκας σε πλαστικά φυτοδοχεία και κατά την καλλιεργητική περίοδο.

Ο μάρτυρας είχε σταθερή συνεχόμενη ανάπτυξη φτάνοντας τα 32.7cm. (Εικ 3)

Το ύψος των φυτών του εδαφικού υποστρώματος προσθήκης 8% Biochar από την 27^η ημέρα έως την 36^η ημέρα παρατήρησης παρέμεινε σταθερό σε χαμηλές τιμές ύψους φυτού στα 24.8cm . Αξιοσημείωτη είναι όμως η ανάπτυξη του από την 36^η ημέρα έως την 49^η όπου έφθασε τα 36 εκατοστά (Εικ 3).

Παρατηρείται πως η προσθήκη Χιτίνης 2% και 3% δίνει στα φυτά μεγάλη ανάπτυξη από την 27^η ημέρα μετά την σπορά έως την 49^η σε σχέση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν στο έδαφος .

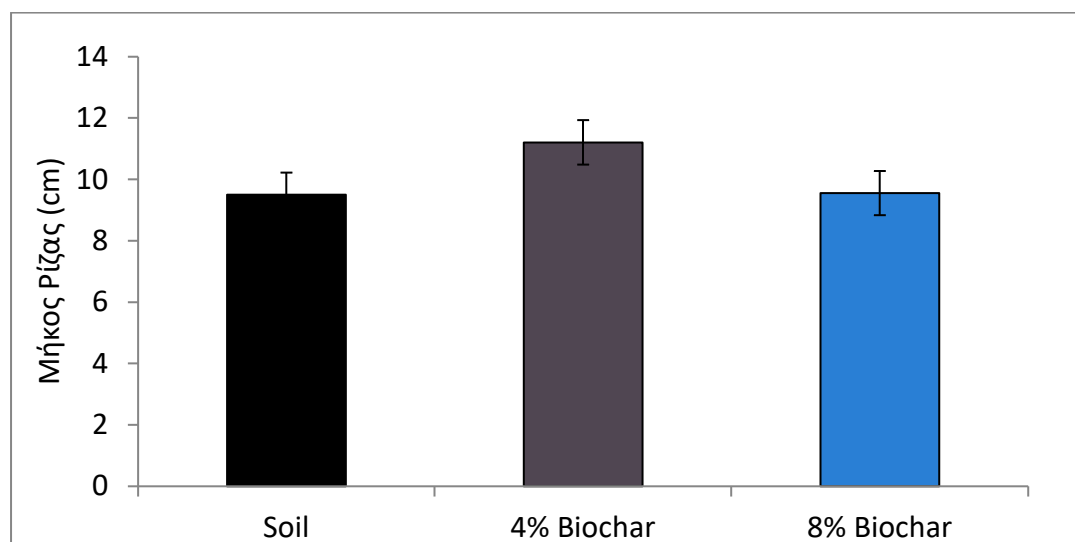
Η μεγαλύτερη ανάπτυξη παρουσιάζεται από τις πρώτες ημέρες μετρήσεων έως τις τελευταίες μετά από την προσθήκη 3% Chitin στο υπόστρωμα. Τα φυτά έφτασαν τα 43cm όπου την ίδια ημέρα τα φυτά με προσθήκη 2% Chitin έφτασαν τα 39.9 cm.



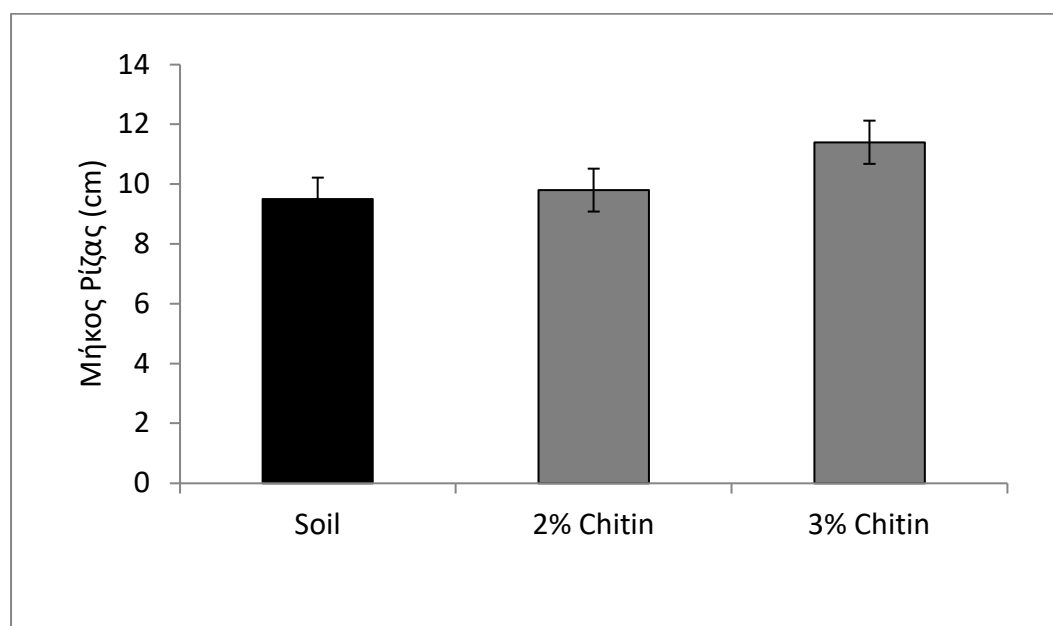
Εικ. 4: Επίδραση Chitin στο ύψος των φυτών ρόκας σε πλαστικά φυτοδοχεία και κατά την καλλιεργητική περίοδο.

2.1.3.2 Επίδραση Χιτίνης και Βίο-Άνθρακα στην αύξηση του μήκους της ρίζας της ρόκας.

Το μήκος των ριζών μετά την ενσωμάτωση 4% και 8% Biochar στο εδαφικό υπόστρωμα ήταν 11,21cm και 9,5cm αντίστοιχα, ενώ μετά την προσθήκη 2% και 3% Chitin ήταν 9,8cm και 11,4cm αντίστοιχα (Εικ. 5, 6).

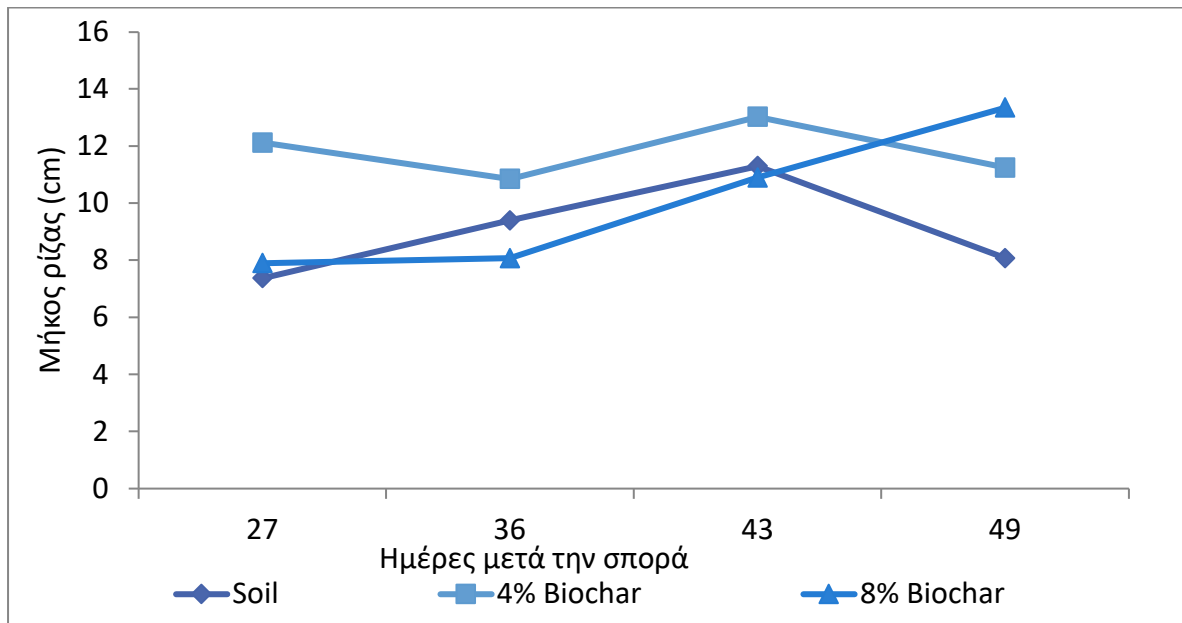


Εικ 5: Επίδραση Biochar στο μήκος της ρίζας των φυτών ρόκας σε πλαστικά φυτοδοχεία κατά την καλλιεργητική περίοδο.

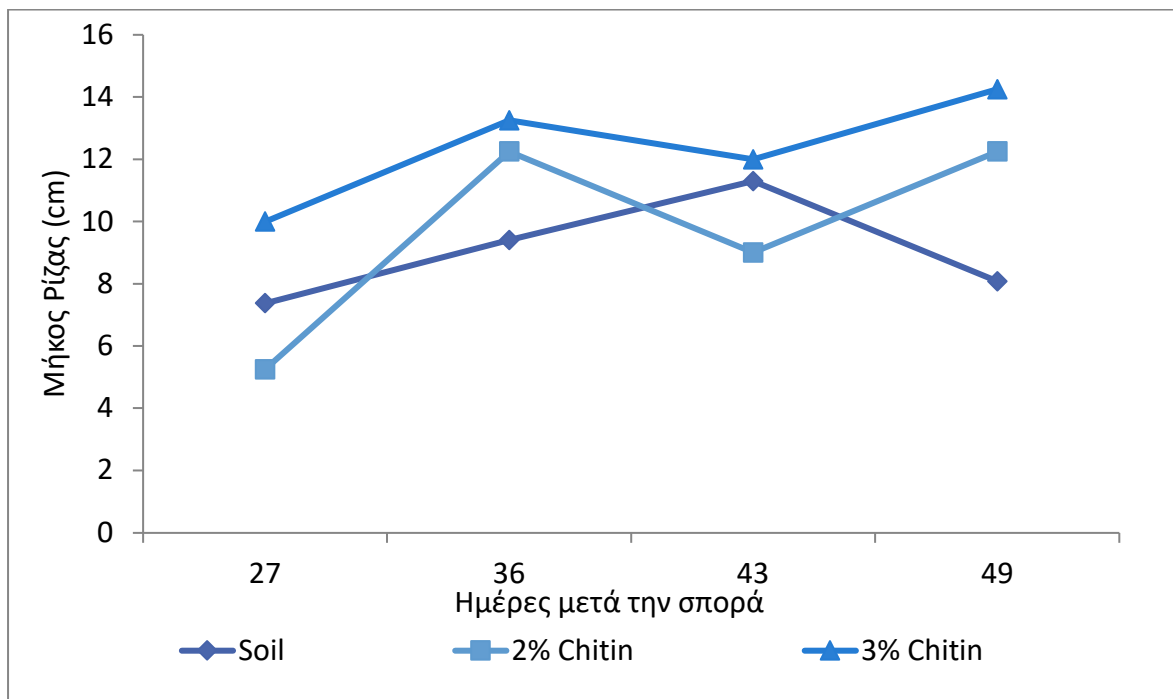


Εικ 6: Επίδραση Chitin στο μήκος της ρίζας των φυτών ρόκας σε πλαστικά φυτοδοχεία κατά την καλλιεργητική περίοδο.

Παρατηρήθηκε ότι το 8% Biochar και το 2% Chitin είχαν την πιο αργή ανάπτυξη και σχεδόν ίδια με τον μάρτυρα ο οποίος ήταν 9,5cm.(Εικ 7)



Εικ 7: Επίδραση Biochar στο μήκος της ρίζας των φυτών ρόκας σε πλαστικά φυτοδοχεία κατά την καλλιεργητική περίοδο.



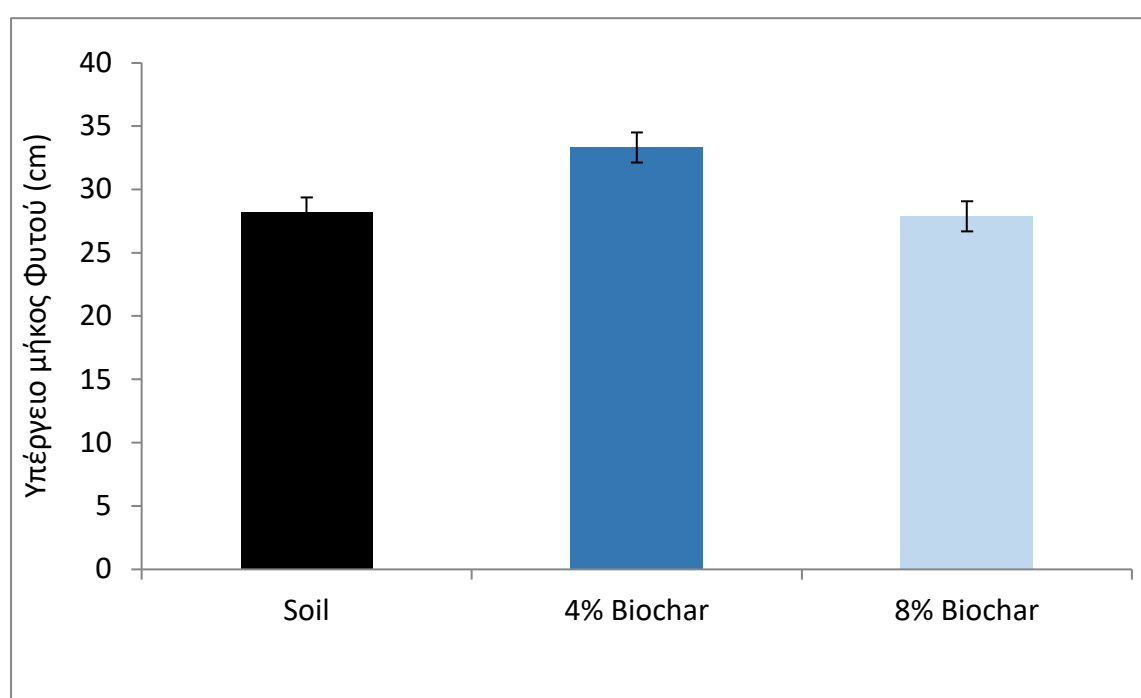
Εικ 8: Επίδραση Chitin στο μήκος της ρίζας των φυτών ρόκας σε πλαστικά φυτοδοχεία κατά την καλλιεργητική περίοδο.

Η προσθήκη των δυο εδαφοβελτιωτικών ουσιών στο έδαφος αύξησε σημαντικά το μήκος των ριζών των φυτών εαρινής θερμοκηπιακής καλλιέργειας ρόκας από το αντίστοιχο μήκος των ριζών που αναπτύχθηκαν στο έδαφος κατά την διάρκεια των ημερών παρατήρησης από την από την 36^η ημέρα έως την 43^η ημέρα παρατήρησης όσων αφορά τον βιο-ανθρακα και από την 27^η έως την 36^η για την χιτίνη (Εικ. 7,8).

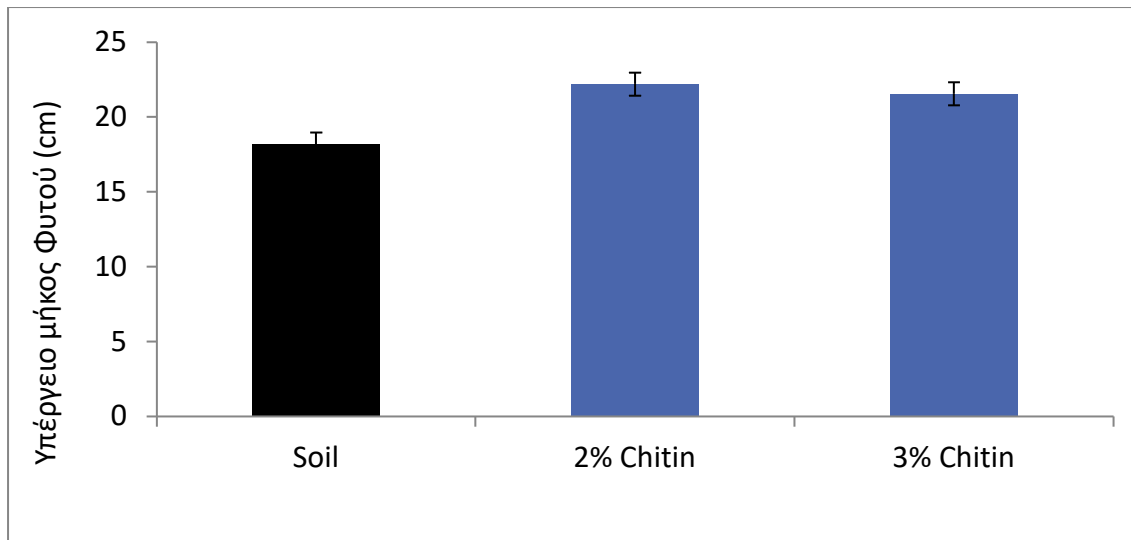
Την μεγαλύτερη τιμή μήκους ρίζας την 49^η ημέρα μέτρησης μας έδωσε το 3% Chitin με 14,25cm. Αμέσως δεύτερη μεγαλύτερη ήταν το 8% Biochar με 13,35cm. Ακολουθούν τα 2% Chitin και 4% Biochar με 12,25cm και 11,25cm αντίστοιχα (Εικ. 7,8).

2.1.3.3 Επίδραση του Βιο-Άνθρακα και Χιτίνης στην αύξηση του υπέργειου μήκους της ρόκας\

Επίδραση biochar και chitin στο μήκος του υπέργειου τμήματος των φυτών ρόκας σε πλαστικά φυτοδοχεία και κατά την καλλιεργητική περίοδο. Το μήκος του υπέργειου τμήματος των φυτών ρόκας σε πλαστικά φυτοδοχεία και κατά την καλλιεργητική περίοδο ήταν στον μάρτυρα του Biochar 28.1cm και της Χιτίνης 18.1 με ενσωμάτωση 4% και 8% βιο-άνθρακα στο εδαφικό υπόστρωμα ήταν 33.3cm και 27.8cm, με ενσωμάτωση 2% και 3% Χιτίνης ήταν 22,2 cm και 21,5cm αντιστοίχως Το μεγαλύτερο μήκος του υπέργειου τμήματος των φυτών ρόκας είχε η προσθήκη 4% Biochar στο έδαφος (Εικ. 9, 10).

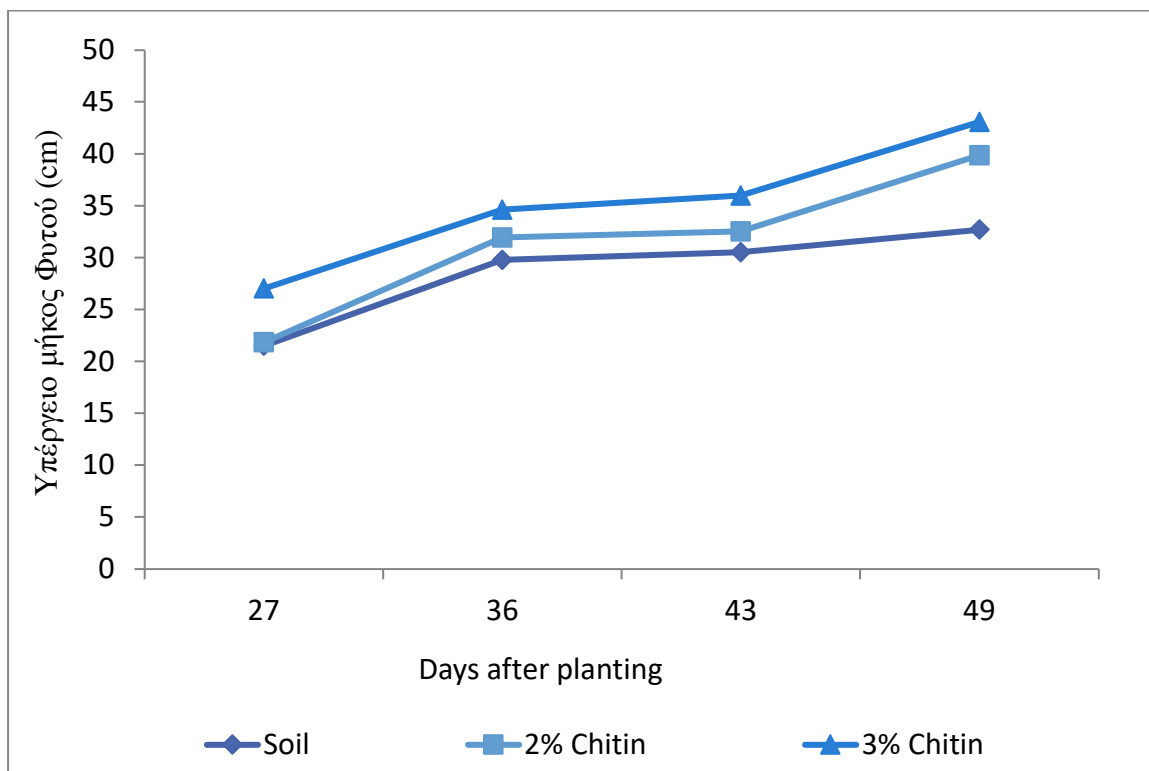


Εικ 9: Επίδραση του βιο-άνθρακα στην αύξηση του υπέργειου μήκους της ρόκας



Εικ 10: Επίδραση της Χιτίνης στην αύξηση του υπέργειου μήκους της ρόκας

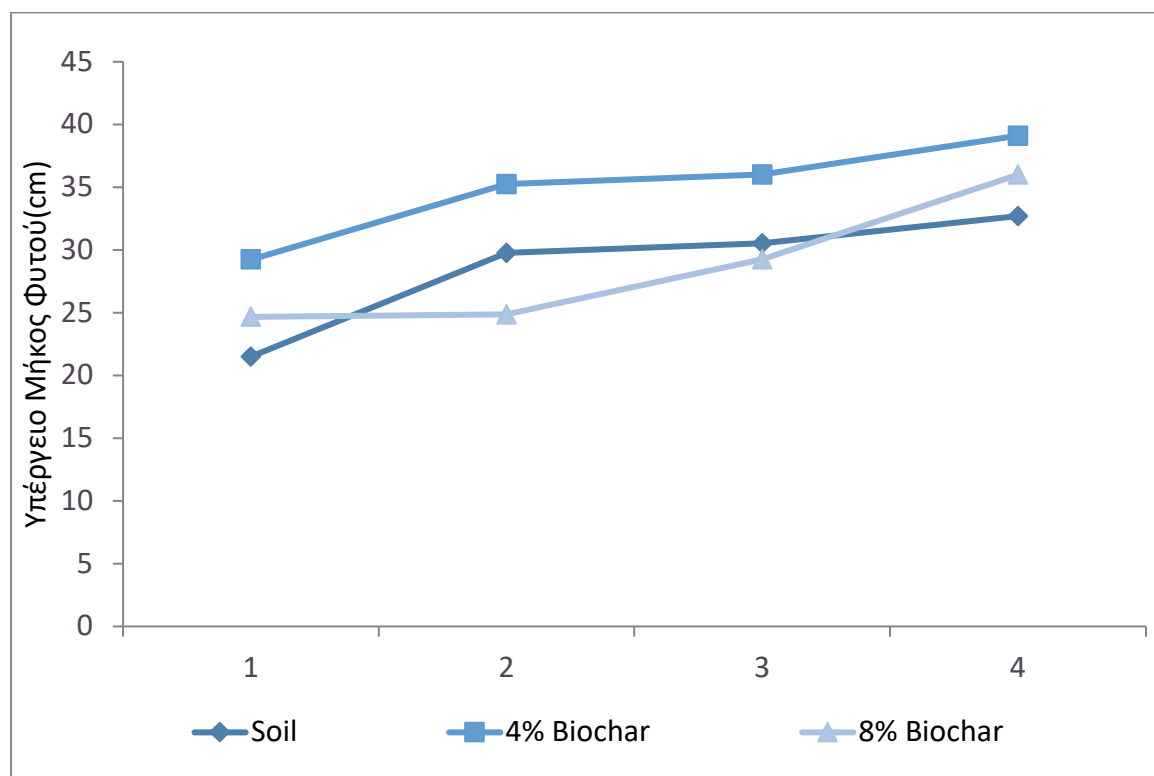
Παρατηρήθηκε αύξηση των υπέργειων μερών των φυτών καθ'όλη την διάρκεια της περιόδου. Τις μεγαλύτερες τιμές την τελευταία ημέρα μέτρησης έδωσαν τα 3% και 2% Χιτίνης με 43cm και 39,9cm αντίστοιχα (Εικ 11).



Εικ 11: Επίδραση της Χιτίνης στην αύξηση του υπέργειου μήκους της ρόκας κατά τις μετρήσεις.

Ακολούθησαν τα 4% και 8% του Βιο Άνθρακα με 39,1cm και 36cm αντίστοιχα (Εικ 12).

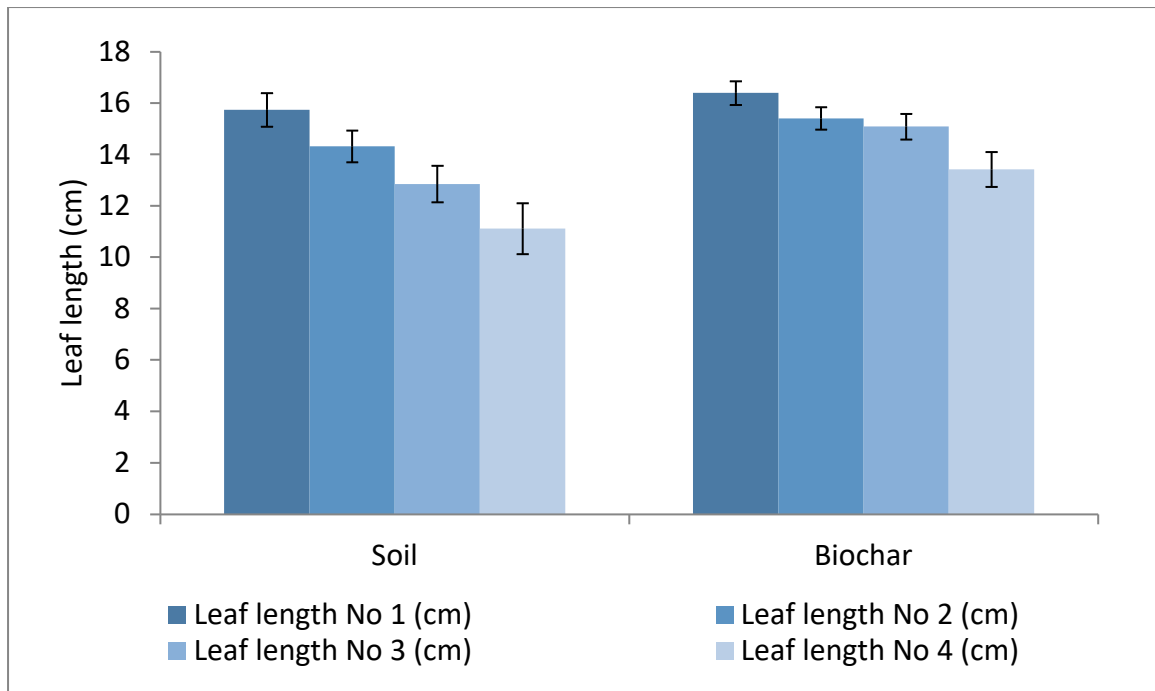
Όλες οι τιμές που ελήφθησαν ήταν υψηλές σε σχέση με τον μάρτυρα ο οποίος έφθασε τα 32,7cm.



Εικ 12: Επίδραση του Biochar στην αύξηση του υπέργειου μήκους της ρόκας κατά τις μετρήσεις.

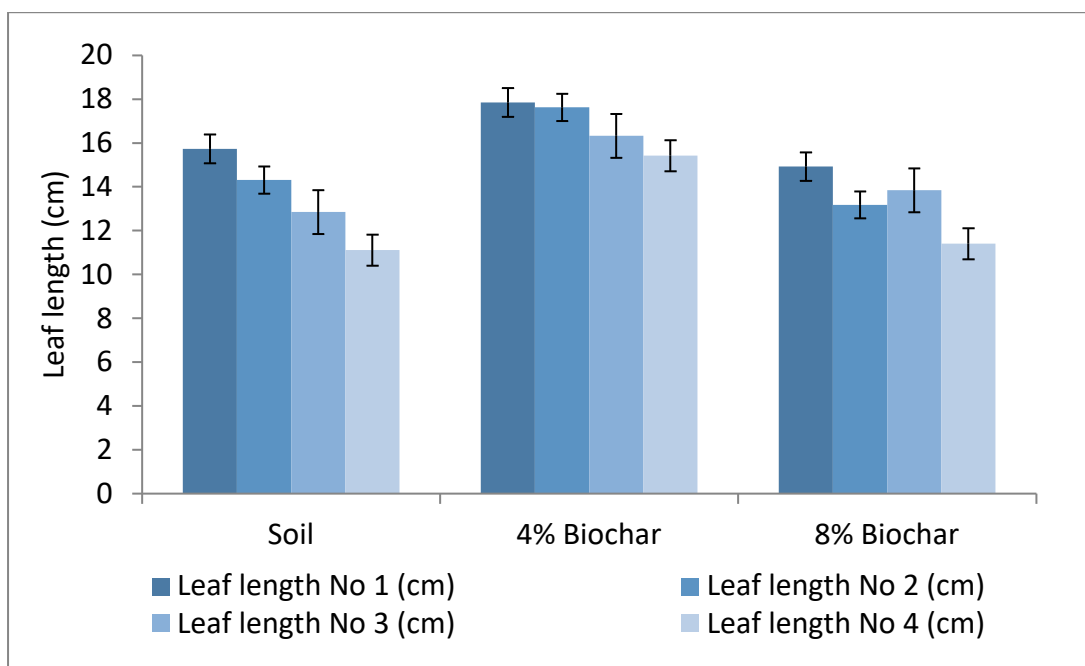
2.1.3.3 Επίδραση του βιο-άνθρακα στην αύξηση του μήκους φύλλων της ρόκας

Κατά την καλλιεργητική περίοδο το μήκος των φύλλων στο εδαφικό υπόστρωμα (μάρτυρας) ήταν στο No 1 15,7cm, στο No 2 14,3cm στο No 3 12,9cm, No 4 11,1cm. (Εικ 13)



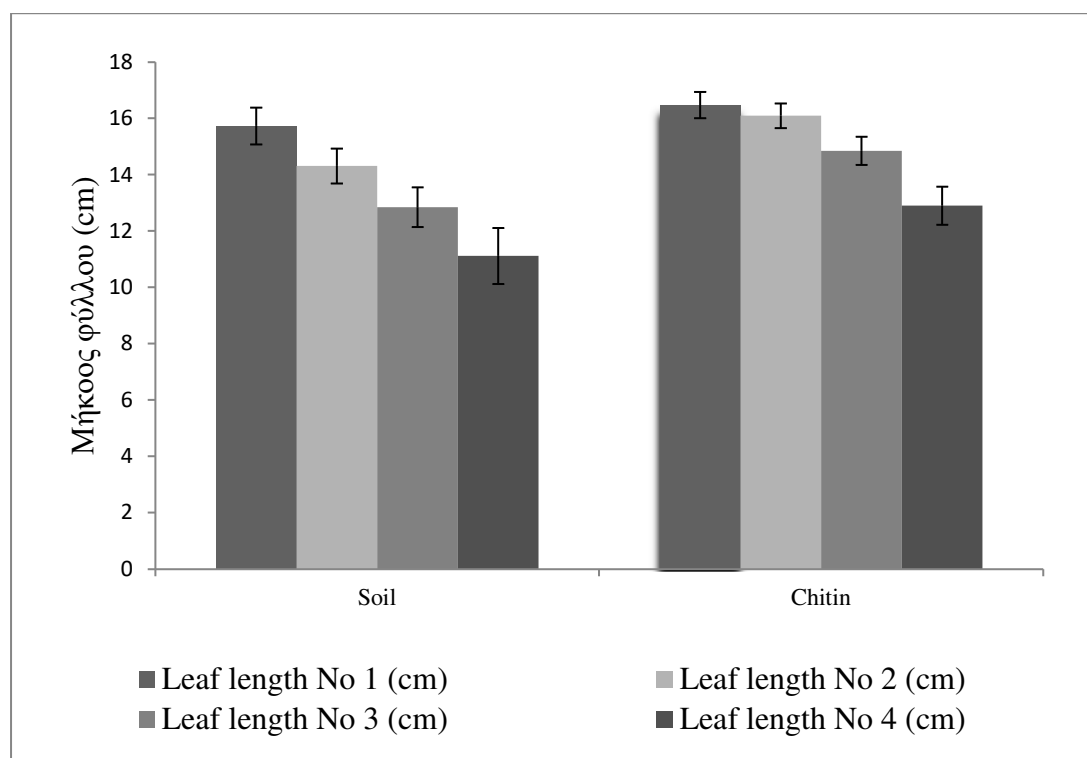
Εικ 13: Επίδραση του βιο-άνθρακα στο μήκος των φύλλων φυτών ρόκας του υπέργειου μήκους της ρόκας κατά τις μετρήσεις σε πλαστικά φυτοδοχεία κατά την καλλιεργητική περίοδο.

Η ενσωμάτωση 4% βιο-άνθρακα στο εδαφικό υπόστρωμα αύξησε το μήκος όλων των φύλλων σε σχέση με τα αντίστοιχα φύλλα στο έδαφος (μάρτυρας). Η ενσωμάτωση 8% βιο-άνθρακα στο εδαφικό υπόστρωμα είχε την τάση να μειώνει το μήκος των φύλλων No1, No2, σε σχέση με το έδαφος (Εικ 14).



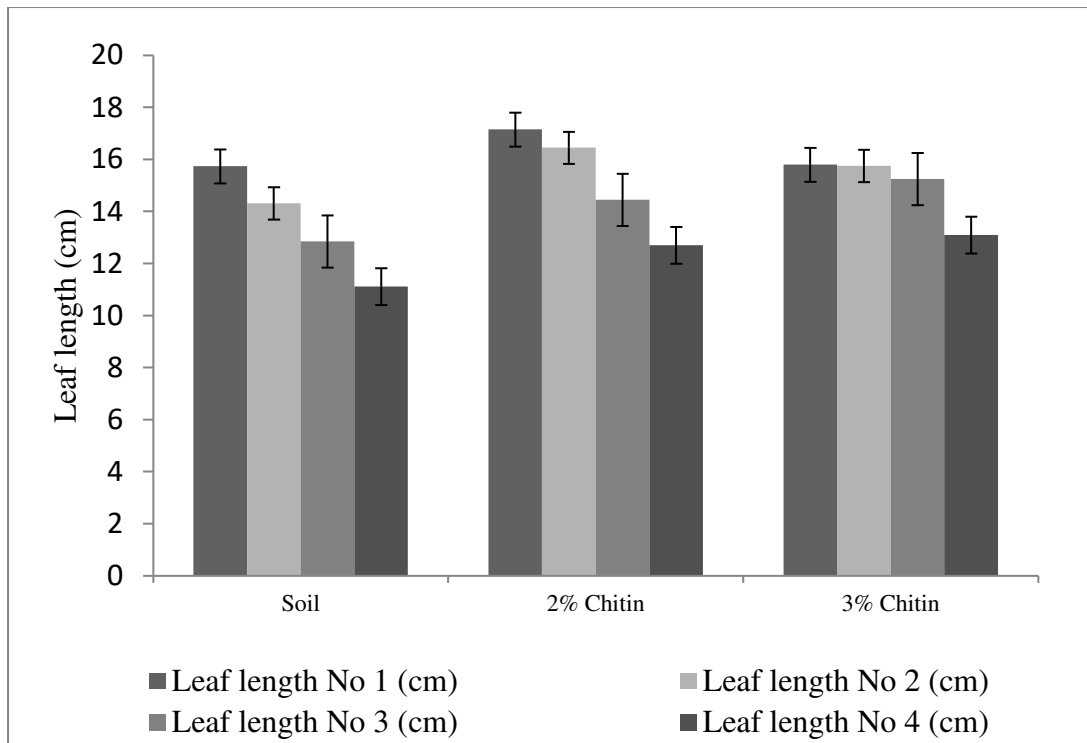
Εικ. 14: Επίδραση του βιο-άνθρακα στο μήκος των φύλλων των φυτών ρόκας σε πλαστικά σποροδοχεία και κατά την καλλιεργητική περίοδο.

2.1.3.5 Επίδραση της Χιτίνης στο μήκος των φύλλων φυτών ρόκας



Εικ 15: Επίδραση της Χιτίνης στο μήκος των φύλλων φυτών ρόκας του υπέργειου μήκους της ρόκας κατά τις μετρήσεις σε πλαστικά φυτοδοχεία κατά την καλλιεργητική περίοδο.

Η παρουσία της χιτίνης (2% και 3%) αύξησε τα μήκη των τεσσάρων πρώτων φύλλων, σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η αύξηση αυτή ήταν εν μέρει μεγαλύτερη στο εδαφικό υπόστρωμα που περιείχε 3% χιτίνη σε σύγκριση με το υπόστρωμα που περιείχε 2% χιτίνη (Εικ 16).



Εικ 16: Επίδραση της Χιτίνης στο μήκος του πρώτου, δεύτερου, τρίτου και τέταρτου φύλλου ρόκας κατά τις μετρήσεις σε πλαστικά φυτοδοχεία κατά την καλλιεργητική περίοδο.

2.4 Συμπεράσματα

- Η παρουσία του 4% βιο-άνθρακα στο έδαφος αύξησε το ύψος των φυτών το μέγεθος του υπέργειου τμήματος των φυτών, των ριζών, και των φύλλων No 1, 2, 3 και 4, καθώς και το νωπό βάρος των φύλλων.
- Η ενσωμάτωση της χιτίνης στο εδαφικό υπόστρωμα είχε θετική επίδραση στην αύξηση του μεγέθους του υπέργειου τμήματος των φυτών, των ριζών, του ύψους των φυτών και του μήκους των τεσσάρων πρώτων φύλλων και του βάρους των φύλλων σε σύγκριση με το εδαφικό υπόστρωμα του μάρτυρα.

Βιβλιογραφία

- Abubaker, J. A. A., Elnesairy, N., and S. Ahmad, (2017). Effects non-digested and anaerobically digested farmyard manures on wheat crop cultivated in desert soil.
- Al-Mohammad, M. H., and D. K. Al-Taey, (2019). Effect of tyrosine and sulfur on growth, yield and antioxidant compounds in arugula leaves and seeds. *Research on Crops*, 20(1), 116-120.
- Apahidean, A. S., Apahidean, M., and F. Pacurar, (2004). Experimental results on the possibilities of vegetable growing in the area of western Carpathian Mountains from Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 32, 30.
- Atkinson, C., Fitzgerald, J., & Hips, N. (2010). Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant Soil*, 337(1-2), 1-18.
- Benito C., Núñez E., Tolón R. M., Carrier E. J., Rábano A., Hillard C. J. and J. Romero (2003) Cannabinoid CB2 receptors and fatty acid amide hydrolase are selectively overexpressed in neuritic plaque-associated glia in Alzheimer's disease brains. *J. Neurosci.* 23, 11
- Carter, S., Shackley, S., Sohi, S., Suy, T. B., & Haefele, S. (2013). The impact of biochar application on soil properties and plant growth of pot grown lettuce (*Lactuca sativa*) and cabbage (*Brassica chinensis*). *Agronomy*, 3(2), 404-418.
- Cernava, T., Erlacher, A., Soh, J., Sensen, C. W., Grube, M., and G. Berg (2019). Enterobacteriaceae dominate the core microbiome and contribute to the resistome of arugula (*Eruca sativa* Mill.). *Microbiome*, 7(1), 13.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., and Joseph, S. (2007). Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Aust. J. Soil Res.*, 45, 629–634.
- Chan, K.Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., and Joseph, S. (2008). Using poultry litter biochars as soil amendments. *Aust. J. Soil Res.*, 46, 437–444.
- De Leonardis W., De Santis C., Fichera G., Padulosi S. and A. Zizza 1997. Seed morphology of some taxa belonging to genus *Diplotaxis* D.C. and *Eruca* Miller, pp. 25-35. In: Padulosi S. & Pignone D. (ed.). *Rocket: a Mediterranean crop for the world*. International Plant Genetic Resources Institute, Legnaro, Italy, 13-14 December, 1996.
- Hall, M., Jobling, J. and Rogers, G. 2012. Some perspectives on rocket as a vegetable crop: A review. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 76: 21-41.

- Hall, M., Jobling, J., and Rogers, G. 2012 The germination of perennial wall rocket (*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.) and annual garden rocket (*Eruca sativa* Mill.) under controlled temperatures. *Plant Breeding Seed Sci*, 65(1), 15-28.
- Hetta, MH, Owis, AI, Haddad, PS, and HM Eid, (2017). Το πλούσιο σε λιπαρά κλάσμα εκχύλισμα φύλλων *Eruca sativa* (φυτικά σαλάτα) ασκεί αντιδιαβητικά αποτελέσματα σε καλλιεργημένους σκελετικούς μύες, λιποκύτταρα και ηπατικά κύτταρα. *Pharmaceutical biology*, 55 (1), 810-818.
- Katzer G., 2002, Rocket (*Eruca sativa* L.). Available at: http://gernot-katzers-spice-pages.com/engl/Eruc_sat.html?redirect=2
- Kontonasaki, E., Κοντονασάκη, Ε. (2019). Αυτοφυή και καλλιεργούμενα φυτικά είδη της περιοχής της Βιάννου και οι χρήσεις τους από τους κατοίκους της.
- Krull, E.S., Macdonald, L., Singh, B., Singh, B.P., Fang, Y., Cowie, A.L., Cowie, A.J., Van Zwieten, L., Murphy, D.V., Farrell, M., Kookana, R., Dandie, C., 2012. From Source to Sink: A National Initiative for Biochar Research. Climate Change Research Program Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, Canberra, (Final Project report, last accessed February 28, 2014).
- Ladner, D.C., Tchounwou, P.B. and Lawrence, G.W. 2008. Evaluation of the effect of ecologic on root knot nematode, *Meloidogyne incognita*, and tomato plant, *Lycopersicon esculentum*. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 5(2):104-110.
- Lehmann, J., Rillig, M. C., Thies, J., Masiello, C.A., Hockaday, W.C. and Crowley, D. 2011. Biochar effects on soil biota—a review. *Soil Biology and Biochemistry*, 43: 1812-1836.
- León Castro, L. X., & Whalen, J. K. (2019). Nitrogen Supply from Green Manure Enhanced with Increased Tillage Frequency: A Note. *Agronomy Journal*, 111(2), 935-941.
- Liopa-Tsakalidi, A. and Barouchas, P.E. 2011. Growth of chervil (*Anthriscus cerefolium*) seedlings as influenced by salinity, chitin and GA. *Austr. J. Crop Sci.* 5(8):979.
- Liopa-Tsakalidi, A., Chalikiopoulos, D. and Papisavvas, A. 2010. Effect of chitin on growth and chlorophyll content of two medicinal plants. *J. Med. Plants Res.* 4(7):499-508.
- Marwat, S. K., ur Rehman, F., and Khan, A. A. 2016. Phytochemistry and Pharmacological Values of Rocket (*Eruca sativa* Miller)--A Review. *International Journal of Horticulture*, 6: 1-11.

- Motsenbocker, C.E 1996. In-row plant spacing affects growth and yield of pepperoncini pepper. *HortScience* 31(2):198-200.
- Padulosi S, Pignone D (Eds.) (1997). *Rocket: A Mediterranean crop for the world*. Report of a workshop 13-14 December 1996, Legnaro (Padova), Italy.
- Plaksenkova, I., Jermaļonoka, M., Bankovska, L., Gavarāne, I., Gerbreders, V., Sledevskis, E., ... and I. Kokina, (2019). Effects of Fe₃O₄ Nanoparticle Stress on the Growth and Development of Rocket *Eruca sativa*. *Journal of Nanomaterials*, 2019.
- Pratap A., Gupta S.K. 2009. Biology and ecology of wild crucifers, pp. 37-67. In: Gupta S.K. (ed.). *Biology and Breeding of Crucifers*. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Selma, M. V., Martinez-Sanchez, A., Allende, A., Ros, M., Hernandez, M. T. and M. I. Gil, (2010). Impact of organic soil amendments on phytochemicals and microbial quality of rocket leaves (*Eruca sativa*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(14), 8331-8337.
- Spiegel, Y., Cohn, E. and Chet, I. 1986. Use of chitin for controlling plant-parasitic nematodes. I. Direct effects on nematode reproduction and plant performance. *Plant and Soil* 95: 87-95
- Taffner, J., Cernava, T., Erlacher, A., and G. Berg, (2019). Novel insights into plant-associated archaea and their functioning in arugula (*Eruca sativa* Mill.). *Journal of Advanced Research*.
- Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A. C., Van der Velde, M., & Diafas, I. (2010). *Biochar application to soils. A critical scientific review of effects on soil properties, processes, and functions*. EUR 24099 EN, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Αγραφιώτη, Ε. (2014). Παραγωγή εξανθρακώματος από βιομάζα για περιβαλλοντικές εφαρμογές (Doctoral dissertation, Πολυτεχνείο Κρήτης. Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος).
- Γούλιος, Ι. (2014). Καλλιεργούμενα φυτά σε αμμοθίνες διαφόρων περιοχών της Ελλάδας.
- Κουτσουμπή Μ. Ε. (2015) Μελέτη επίδρασης της προσθήκης βιο εξανθρακώματος (biochar) σε έδαφος τεχνητά ρυπασμένο με ψευδάργυρο. Χανιά.
- Μαρίνου Χριστίνα, 2011. Η καλλιέργεια της ρόκας (*Eruca sativa*). ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Πτυχιακή εργασία, Θεσσαλονίκη, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Τομέας Οπωροκηπευτικών-Βοτανικής.

- Νάση, Κ., Κυργιάκη, Ε. (2019). Μελέτη της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα σε φυτά ρόκας (*Eruca sativa*) που καλλιεργήθηκαν σε μείγμα περλίτη-τύρφη κατά την εαρινή περίοδο.
- Πανταζή Β., 2013. Επίδραση της αζωτούχου και θειικής λίπανσης στη συσσώρευση νιτρικών σε φυτά ρόκας που καλλιεργούνται σε επεξεργασμένο υπόστρωμα. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, ΔΠΜΣ «Αγροχημεία και Βιολογικές Καλλιέργειες». Διπλωματική Εργασία. Ιωάννινα.
- Ράγκας, Ι. (2016). Χρήσεις εξανθρακώματος (biochar) παραγόμενου από στερεά αγροτικά απόβλητα ως βελτιωτικό εδάφους.
- Σουΐπας, Σ. Δ. (2014). Χαρακτηριστικά βιολογίας, μορφολογίας, ανταγωνιστικότητας, αντιμετώπισης και Γεωργίας Ακριβείας του ζιζανίου μυρώνι (*Scandix pecten-veneris*).
- Τσουκάτου, Γ. (2012). Η επίδραση της θειικής λίπανσης στην παραγωγή γλυκοσινολικών οξέων στους ιστούς της ρόκας (*Eruca sativa*) (Bachelor's thesis).
- Χιτίνη. (2019, Οκτωβρίου 17). Βικιπαίδεια, Η Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια. Ανακτήθηκε 22:13, Φεβρουαρίου 4, 2020 από το [//el.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%A7%CE%B9%CF%84%CE%AF%CE%BD%CE%B7&oldid=7835442](http://el.wikipedia.org/w/index.php?title=%CE%A7%CE%B9%CF%84%CE%AF%CE%BD%CE%B7&oldid=7835442).
- http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=343669&size=medium
- http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=344426&size=medium
- <http://project-biochar.weebly.com/>
- <http://project-biochar.weebly.com/>
- <https://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Eruca+sativa&guide=Brassicaceae>