

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΗΣ ΡΟΚΑΣ ΣΕ ΠΕΡΛΙΤΗ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ: ΚΩΤΣΙΡΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΜΟΥΡΟΥΤΟΓΛΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΗΣ ΡΟΚΑΣ ΣΕ ΠΕΡΛΙΤΗ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

**ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ: ΚΩΤΣΙΡΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ
ΜΟΥΡΟΥΤΟΓΛΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	5

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΤΟΥ.....	
1.1	ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	6
1.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ.....	7
1.2.1	ΑΝΘΙΚΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ.....	7
1.2.2	ΦΥΛΛΑ.....	8
1.2.3	ΡΙΖΑ.....	8
1.2.4	ΑΝΘΗ.....	8
1.2.5	ΤΑΞΙΑΝΘΙΑ.....	8
1.3	ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	8
1.4	ΣΠΟΡΑ.....	8
1.5	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	10
2.1	ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ.....	11
2.2	ΒΟΤΡΥΤΗΣ (ΦΑΙΑ ΣΗΨΗ).....	11
2.3	ΣΚΛΗΡΩΤΗΝΙΑΣΗ.....	12
2.4	ΡΙΖΟΚΤΟΝΙΑ.....	12
2.5	ΑΛΤΕΝΑΡΙΩΣΗ.....	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	13
3.1	ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	12
3.2	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	14
3.3	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	16
3.3.1	ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	16
3.3.2	ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	19
3.4	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	22
3.4.1	ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ.....	24
3.4.2	ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΦΥΤΩΝ.....	24
3.5	ΑΕΡΟΠΟΝΙΑ.....	29
3.6	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ (ΑΝΟΙΧΤΑ –ΚΛΕΙΣΤΑ).....	30
3.6.1	ΑΝΟΙΧΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	30
3.6.2	ΚΛΕΙΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	32
4.1	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	32
4.2	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	32
4.2.1	ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....	32
4.2.2	ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ.....	33
4.2.3	ΥΛΙΚΑ.....	35

4.2.4.ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	39
4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	41
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	49

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

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. 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. Πολλοί σκανδαλίζονταν ακόμα και στο άκουσμα του ονόματος της, γιατί η αφροδισιακή της ρετσινιά ήταν ισχυρή. Ο Διοσκουρίδης, θεμελιωτής της φαρμακολογίας, μας πληροφορεί 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(Διαδίκτυο1).

Ο Αγάπιος ο Μοναχός ο Κρης εξέδωσε ένα από τα σημαντικότερα συγγράμματα του 15^{ου} 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 λαχανικό είναι περιορισμένη στη Ελλάδα σήμερα. Παρόλα αυτά καλλιεργείται από τα αρχαία χρόνια όπως έχει αναφερθεί και από τον Θεόφραστο. 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. 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 (Διαδίκτυο 2).

Στην Βραζιλία η χρήση της είναι ευρέως διαδεδομένη. Η ρόκα τρώγεται ωμή σε σαλάτες, ένας δημοφιλής συνδυασμός είναι η ρόκα να αναμιγνύεται με τυρί μοτσαρέλα και λιαστή ντομάτα(Διαδίκτυο 3).

Στη Αίγυπτο η ρόκα τρώγεται συνήθως με full me dames και συνοδεύεται με τοπικά πιάτα θαλασσινών (Διαδίκτυο 3).

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 (Διαδίκτυο 3).

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 (Διαδίκτυο 3).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΤΟΥ

1.1 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το γένος *Eruca sativa* είναι κατά κανόνα ένα διπλοειδές πολυετές είδος με την έννοια ότι οι ρίζες του μπορούν να επιβιώσουν τον χειμώνα και να παράγουν νέους βλαστούς την επόμενη άνοιξη. Ανθίζει από αργά την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο και οι σπόροι του είναι έτοιμοι για συγκομιδή το φθινόπωρο.

Στην βοτανική ταξινόμηση κατατάσσεται ως εξής:

ΑΘΡΟΙΣΜΑ: Σπερματοφύτα

ΥΠΟΑΘΡΟΙΣΜΑ: Αγγειόσπερμα

ΚΛΑΣΗ: Δικοτυλήδονα

ΥΠΟΚΛΑΣΗ: *Dilleniidae*

ΤΑΞΗ: *Capparales*

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ: *Brassicaceae*

ΓΕΝΟΣ : *Eruca*

ΕΙΔΟΣ: *sativa*

1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Τα φύλλα της ρόκας είναι δερματώδη, λεπτοφυή, αδενώδη και οδοντωτά. Ο βλαστός της είναι 20-60 εκατοστά ύψος , που διακλαδίζεται και η ρίζα της είναι πασσαλώδης. Το φυτό χάρη στην βαθύτατη, πασσαλώδη ρίζα του απορροφά το νερό. Ευδοκίμει χωρίς φροντίδες στα ξερά χώματα και αντέχει στην ξηρασία. Η ρόκα ευδοκίμει σε όλα τα εδάφη, με μικρή αντοχή στο pH (7-6) (Διαδίκτυο 4).

1.2.1 ΑΝΘΙΚΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ

Είναι ξυλώδες στην βάση του, άτριχο, σχηματίζει κλαδιά στα οποία φέρονται φύλλα με πυκνό αριθμό και ακραίες ταξιανθίες(Διαδίκτυο 4).

1.2.2 ΦΥΛΛΑ

Έχουν χρώμα βαθύ πράσινο , σχηματίζουν βαθιές εγκοπλώσεις , είναι σαρκώδη, λεπτά και το έλασμα τους ποικίλλει από είδος σε είδος. Έχουν ένα κύριο κεντρικό νεύρο.(Διαδίκτυο 4).



Εικόνα 1. φύλλα και άνθη ρόκας

1.2.3 ΡΙΖΑ

Το ριζικό σύστημα του φυτού είναι πασσαλώδες(Διαδίκτυο 4)

1.2.4 ΑΝΘΗ

Τα άνθη έχουν ανοιχτό κίτρινο χρώμα και συνήθως έχουν 15-18mm μήκος. Επισυνάπτονται στο στέλεχος με ένα σχετικά μακρύ ποδίσκο (2 με 3 φορές το μήκος του άνθους). Η στεφάνη αποτελείτε από 4 πέταλα και ο κάλυκας από 4 σέπαλα διατεταγμένα διαγωνίως σε σχήμα σταυρού. Διαθέτει 6 τετραδύναμους στήμονες και την ωοθήκη η οποία βρίσκεται διογκωμένη στη βάση του άνθους με στύλο που καταλήγει σε στίγμα πάνω από το ύψος των στημόνων (υπόγυνο) (Διαδίκτυο 4).

1.2.5 ΤΑΞΙΑΝΘΙΑ

Εμφανίζεται υπό μορφή βότρη. Είναι φυτό ερμαφρόδιτο (φέρει κ αρσενικά και θηλυκά όργανα) και η επικονίαση γίνεται με την βοήθεια των εντόμων (Διαδίκτυο 4).

1.3 ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Ανάλογα με την μορφή των φύλλων η ρόκα που καλλιεργείται σήμερα διακρίνεται σε δυο βασικές κατηγορίες (τύπους):

1^{ος}) Άγρια ρόκα (γένος *Diplotaxis*)

2^{ος}) Ημερη ρόκα (γένος *Eruca*)

1.4 Σπορά

Η σπορά της γίνεται από τη άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο σε βελτιωμένα με κοπριά και με βασικές λιπάνσεις χωράφια σπόρους που σπείρονται με το χέρι (πεταχτά). Μετά την σπορά σκεπάζουμε του σπόρους με χωνεμένη κοπριά, κατόπιν τα συμπιέζουμε λίγο και τέλος γίνεται το

πόπισμα. Όταν έχουμε μεγάλη έκταση καλλιέργειας η σπορά γίνεται με σπαρτικές μηχανές για εξοικονόμηση χρόνου και μείωση κόστους (Διαδίκτυο 5).

1.5 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή των φύλλων μπορεί να αρχίσει 20-60 ημέρες μετά την εμφάνιση ή την μεταφύτευση, ανάλογα με τα είδη που χρησιμοποιούνται, την περίοδο, το περιβάλλον και τον προορισμό της αγοράς. Δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, κατέδειξαν σαφώς, την καταλληλότητα της συγκομιδής όχι αργότερα από 34 ημέρες μετά την εμφάνιση τους. Εκμεταλλευόμενοι την ικανότητα των ειδών να αναβλαστάνουν, μετά την πρώτη συγκομιδή είναι δυνατό να προβούμε σε περαιτέρω συγκομιδές (4-5) σε διαστήματα των 10-20 ημερών για την *Eruca* και 1-3 φορές σε 15-30 ημέρες για την *Diplotaxis*. Το εμπορικού μεγέθους παραγόμενο προϊόν μπορεί να κυμανθεί μεταξύ 1,5 ως 2,5 τόνους το στέμμα ανάλογα με τον αριθμό των συγκομιδών που έχουν πραγματοποιηθεί. Η συγκομιδή πραγματοποιείται κυρίως με το χέρι, με την βοήθεια ενός μαχαιριού ή δρεπανιού στο οποίο ένας δίσκος συγκέντρωσης των φύλλων προσαρμόζεται σε ύψος 10 cm, προκειμένου να συλλέγουν τα φύλλα στο πίσω μέρος της λεπίδας. Για την εκμηχάνιση της συγκομιδής, χρησιμοποιούνται μηχανικά ψαλίδια-κοπτήρες που μπορούν να επιταχύνουν τη διαδικασία. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο ιστός του φύλλου υπόκειται μια ελαφριά σύνθλιψη και γρήγορη οξειδωση στην περιοχή της κοπής, με αποτέλεσμα να τίθεται σε κίνδυνο η ποιότητα του προϊόντος και η διατήρησή του. Αυτές οι αρνητικές παράμετροι έχουν, μέχρι στιγμής εμπόδιση την εξάπλωση αυτής της ενδιαφέρουσας διαδικασίας συγκομιδής.

Κατά την πρώτη συγκομιδή, τα φύλλα πρέπει να κοπούν τουλάχιστον 0,5 εκατοστά (το λιγότερο) πάνω από τις κοτυληδόνες ώστε να αποφεύγεται η βλάβη στην κορυφή, επιτρέποντας έτσι την γρήγορη και άφθονη αναβλάστηση. Στη περίπτωση της *Eruca*, η αναβλάστηση είναι πολύ λιγότερο έντονη και ταχεία και συνεπώς, δεν επιτρέπει περισσότερες από 1 ή 2 κοπές, αφού τα φυτά έχουν την τάση να ανθίζουν γρήγορα. 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 πραγματοποιηθούν μέχρι και 4 κοπές. Όπως και να έχει σε όλες τις συγκομιδές, τα φύλλα πρέπει να είναι πάντα 12-15cm.

Όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής, είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι ορισμένες αγορές προτιμούν τις κοπές μετά την πρώτη, καθώς το άρωμα είναι πιο έντονο και το προϊόν διατηρείται καλύτερα. Φαίνεται επίσης ότι τα φύλλα που λαμβάνονται από αναβλάστηση τείνουν να βελτιώνονται σε ποιότητα όσο η πυκνότητα καλλιέργειας μειώνεται. Πράγματι, μετά από κάθε συγκομιδή, στην προσπάθεια να απομακρυνθούν τα εναπομένοντα φύλλα, ορισμένα φυτά αναπόφευκτα μετατοπίζονται με αποτέλεσμα να ευνοείται η αναβλάστηση τους και αυτή η μέτρια αραίωση πιθανών να ευθύνεται για την βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των φύλλων. Σε άλλες αγορές, ωστόσο, η κατάσταση αυτή μπορεί να αποδειχθεί μια αρνητική παράμετρος, καθώς προτιμώνται μόνο τρυφερά και τραγανά φύλλα, με ελαφρύ άρωμα. Ένα άλλο πρόβλημα που προκύπτει μετά την πρώτη συγκομιδή, στις επόμενες καλλιέργειες, είναι η παραγωγή φύλλων. Οι μίσχοι παραμένουν στο φυτό και μπορεί να αποτελέσουν είσοδο για παθογόνα των φυτών κατά τη διάρκεια του παραγωγικού κύκλου για αυτό και θα πρέπει, να αφαιρούνται πάντα μετά την συγκομιδή, πριν το προϊόν διατεθεί στην αγορά.

Σύμφωνα με αποτελέσματα δοκιμών που διενεργήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή της Βενετίας, ανέφεραν ότι η καλύτερη στιγμή για την συγκομιδή είναι το απόγευμα, αφού το φυτό έχει εκτεθεί σε μια αρκετά μεγάλη περίοδο ηλιακού φωτός. Πράγματι στην περίπτωση αυτή, τα φύλλα παρουσιάζουν πολύ χαμηλότερη συγκέντρωση νιτρικών αλάτων από εκείνα που συγκομίστηκαν ο πρωί (S.Padulosi and D.Pignone,1996).

2. ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΗΝΕΙΕΣ

Η μεγαλύτερη ανησυχία προέρχεται αναμφισβήτητα από προσβολές μυκήτων που βλάπτουν τόσο τα επίγεια όσο και τα υπόγεια μέρη του φυτού, και των οποίων οι επιπτώσεις είναι ακόμα πιο μεγάλες όταν η παραγωγή λαμβάνει χώρα σε ένα προστατευμένο περιβάλλον, όπου η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία ευνοούν συχνά την ανάπτυξη τους.

Στην φάση του κοτυληδονόφυλλου, τα φυτάρια μπορεί να προσβληθούν από *Fusarium spp* και *Rizoctonia spp* στην οποία μπορεί να προκληθεί δευτερογενής σήψη από βοτρυτή. Η *Alternaria* μπορεί επίσης να προσβάλει τα φύλλα, τους μίσχους και τις κοτυληδόνες, ενώ ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι χωρίς αμφιβολία ο περονόσπορος. Αυτοί οι φυκομύκητες

προσβάλλουν τα μικρά φύλλα προκαλώντας αποχρωματισμό. Όπου δε υπάρχει υψηλό επίπεδο υγρασίας, εμφανίζεται ένα λευκό μυκήλιο. Το μυκήλιο αυτό , αναπτύσσεται καλύτερα σε θερμοκρασίες 10-16°C και όταν τα φύλλα είναι υγρά , ο κύκλος ζωής του ολοκληρώνεται γρήγορα με αποτέλεσμα την απώλεια της καλλιέργειας μέσα σε 1-2 μέρες. Στο σημείο αυτό είναι σκόπιμο να αναφέρουμε πως ακόμη και στην περίπτωση ήπιας ζημιάς το προϊόν υποβαθμίζεται σημαντικά. Θα πρέπει επίσης να επισημάνουμε ότι για την ασθένεια αυτή η ήμερη ρόκα (*Eruca sativa*) είναι πολύ ευαίσθητη, σε αντίθεση με την άγρια ρόκα (*Diplotaxis spp*) η οποία είναι πιο ανθεκτική σε αυτή.

Εκτός από αυτούς τους παθογόνους μικροοργανισμούς, έχουν αναφερθεί επιθέσεις σε φύλλα από μικρολεπιδόπτερα και αφίδες, αν και μέχρι σήμερα έχουν προκαλέσει μόνο περιορισμένες ζημιές. Τέλος η προσβολή από *Liriomyza spp* θα μπορούσε να προκαλέσει σοβαρές ανησυχίες στους παραγωγούς, εάν δεν ελέγχεται με προσοχή (S.Padulosi and D. Pignone,1996).

2.1 ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ

Οφείλεται στον μύκητα *Peronospora parasitica*. Ο μύκητας αυτός προκαλεί χλωρωτικές κηλίδες την περίοδο που επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας και στη συνέχεια το φύλλο καλύπτεται από τις υπόλευκες εξανθήσεις του μύκητα.

Προτείνεται για την αντιμετώπιση του :

- Αραιά σπορά καλός αερισμός των φυτών για τον περιορισμό της υγρασίας
- Μεταφύτευση μόνο υγιών φυτών
- Καταστροφή ζιζανίων και υπολειμμάτων της καλλιέργειας
- Αύξηση σχέσεως φωσφόρου προς κάλιο (2:1 ή 3:1)
- Εφαρμογή με εγκεκριμένα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα (7-10 ημέρες)

(Παναγόπουλος 1995).

2.2 ΒΟΤΡΥΤΗΣ (ΦΑΙΑ ΣΗΨΗ)

Οφείλετε στο μύκητα *Botrytis cinerea* . Στην αρχή η προσβολή εμφανίζεται με στίγματα σκούρου χρώματος. Εξελίσσεται σε μαλακή σήψη και στη συνέχεια εμφανίζεται η καρποφορία του

μύκητα που έχει χρώμα γκριζο-καφέ με αποτέλεσμα σε ορισμένες περιπτώσεις την καταστροφή του φυτού. Ελέγχεται με επαρκή αερισμό και έλεγχο και έλεγχο των επικρατουσών συνθηκών. (Παναγόπουλος 1995).

2.3 ΣΛΗΡΩΤΙΝΙΑΣΗ

Οφείλετε στον μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*. Ο μύκητας προσβάλλει το φυτό σε όλα τα στάδια της ανάπτυξης του. Στη διάρκεια συνθηκών υψηλής υγρασίας παρατηρείται υγρή σήψη, στη συνέχεια αναπτύσσεται το λευκό μυκήλιο του μύκητα και ακολουθεί η εμφάνιση των μαύρων σκληροτίων του μύκητα. Η προσβολή του φυτού από το μύκητα έχει ως αποτέλεσμα τη μάρανση και την πλήρη καταστροφή του εάν δεν ληφθούν μέτρα αντιμετώπισης του.

Τρόποι καταπολέμησης :

- Περιορισμός της εδαφικής υγρασίας με κατάλληλα μέτρα
- Απολύμανση του εδάφους μετά τη λήξη της καλλιέργειας με ατμό ή ηλιοαπολύμανση
- Απομάκρυνση και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών αμέσως μετά την εμφάνιση της ασθένειας. (Παναγόπουλος 1995).

2.4 ΡΙΖΟΚΤΟΝΙΑ

Οι προσβολές αυτές οφείλονται στον μύκητα *Rhizoctonia solani*. Προκαλεί καστανά ή μαύρα έλκη στην βάση των νεαρών φυτών, προσβολές των φύλλων και προσυλλεκτικές-μετασυλλεκτικές σήψεις. Για τον έλεγχο της ασθένειας προτείνεται η χρήση κατάλληλων μυκητοκτόνων. (Παναγόπουλος 1995).

2.5 ΑΛΤΕΝΑΡΙΩΣΗ

Η ασθένεια οφείλεται στο *Alternaria brassicae*. Με υγρό καιρό εμφανίζονται στην επιφάνεια των προσβεβλημένων ιστών πλούσιες εξανθήσεις των παθογόνων. Πηγές μόλυνσεων αποτελούν ο σπόρος, τα υπολείμματα της καλλιέργειας και τα ζιζάνια ξενιστές. Συνεπώς η διασφάλιση των παραπάνω εξασφαλίζει έλεγχο της καλλιέργειας (Παναγόπουλος 1995).

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

3.1 Υδροπονική καλλιέργεια

Η υδροπονία είναι μέθοδος καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους, σύμφωνα με την οποία οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται είτε σε στερεά υποστρώματα εμπροτισμένα με τεχνικό θρεπτικό διάλυμα είτε απευθείας στο θρεπτικό διάλυμα από το οποίο τα φυτά απορροφούν τις απαραίτητες για την ανάπτυξή τους ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία μιας υδροπονικής καλλιέργειας είναι η τροφοδότηση των φυτών με θρεπτικό διάλυμα κατάλληλης σύστασης.

Τα υποστρώματα υδροπονικών καλλιεργειών συνήθως είναι πορώδη υλικά, φυσικά η προερχόμενα από βιομηχανική επεξεργασία, τα οποία χάρις στην ύπαρξη των πόρων είναι σε θέση να συγκρατούν νερό (θρεπτικό διάλυμα) και αέρα σε κατάλληλες για την ανάπτυξη των φυτών αναλογίες. Έτσι, στο βαθμό που το θρεπτικό διάλυμα με το οποίο τροφοδοτούνται περιέχει τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών θρεπτικά στοιχεία, τα υποστρώματα μπορούν να υποκαθιστούν το έδαφος. Τα περισσότερα υποστρώματα υδροπονίας στις συνηθισμένες συνθήκες καλλιέργειας συμπεριφέρονται χημικώς ως αδρανή υλικά, δεδομένου ότι πρακτικά δεν αποδίδουν ούτε δεσμεύουν ήδη υπάρχοντα στο θρεπτικό διάλυμα ιόντα.

Στην διεθνή βιβλιογραφία όλες αυτές οι μέθοδοι καλλιέργειας συνήθως χαρακτηρίζονται με τους όρους « καλλιέργειες εκτός εδάφους» (soiless culture) και υδροπονία (hydroponics). Μερικοί ερευνητές κάνοντας μια αυστηρή εννοιολογική ερμηνεία της προερχόμενης από την ελληνική γλώσσα λέξης υδροπονία, θεωρούν τον όρο αυτό κατάλληλο για τον χαρακτηρισμό ενός μόνο μέρους των μεθόδων καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους και συγκεκριμένα εκείνων, στις οποίες δεν χρησιμοποιείται κανένα στερεό υπόστρωμα και οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται απευθείας μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, όπως πχ το σύστημα NFT. Οι περισσότεροι ειδικοί επιστήμονες όμως, χρησιμοποιούν τον όρο υδροπονία ως απολύτως συνώνυμο με τον χαρακτηρισμό «καλλιέργεια εκτός εδάφους» (Λιονουδάκης 2006).

ΓΕΝΙΚΑ

3.2 Ιστορική αναδρομή

Η πρώτη προσέγγιση τέτοιων συστημάτων καλλιέργειας έγινε το 1860. Το 1860 ο Sachs στη Γερμανία ετοίμασε μια ολοκληρωμένη φόρμουλα για υδροπονική καλλιέργεια φυτών. Το 1861 ο Knor περιέγραψε μια βελτιωμένη φόρμουλα η οποία χρησιμοποιήθηκε εκείνη την περίοδο. Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και της πρώτες δεκαετίες του αιώνα μας έγινε μια σοβαρή προσπάθεια βελτίωσης του υδροπονικού συστήματος καλλιέργειας. Τα έξι βασικά μικροστοιχεία και ο σίδηρος είχαν προσδιοριστεί από το 1844, τα υπόλοιπα μικροστοιχεία προσδιορίστηκαν αυτή τη περίοδο. Η σπουδαιότητα του αερισμού και της περιοδικής αντικατάστασης του διαλύματος δεν είχαν ακόμη εντοπιστεί. Παρόλα αυτά, αυτή τη περίοδο η καλλιέργεια σε αδρανή υλικά παρέμεινε μια τεχνική για ερευνητικούς σκοπούς.

Το 1929 στις Η.Π.Α επιχειρήθηκε το εμπορικό ενδεχόμενο των υδατοκαλλιεργειών. Ο Geriche το 1929 εκτίμησε μια πειραματική δεξαμενή θρεπτικού διαλύματος την οποία κάλυψε με συρματόπλεγμα, λινάτσα και 1.3cm από άμμο. Ακολούθησαν 10 στρέμματα εμπορικής καλλιέργειας φυτών.

Η καλλιέργεια σε άμμο ξεκίνησε από μελέτες του Count Salm Horstmar (1849) ο οποίος εισήγαγε την ιδέα της καλλιέργειας σε άμμο αντί άλλου αδρανούς υλικού. Η εμπορική ώθηση έγινε το 1916 στην Αμερική από τον Mc Call και αναδείχθηκαν τα πλεονεκτήματα στον αερισμό και τον εφοδιασμό που εξασφαλίζονται από τη άμμο. Το 1928 ο Robins καλλιέργησε σε άμμο μια σειρά φυτών ενώ ο Laurie υπόδειξε το εμπορικό ενδεχόμενο τέτοιων καλλιεργειών. Το 1935 στον Αγροτικό Πειραματικό Σταθμό του New Jersey καλλιεργήθηκαν γαρύφαλλα. Ακολούθησαν βελτιώσεις : Eaton (1936), Withrow and Biebel (1936), Shine and Robins (1937), Carman and Liebig (1938). Η αμερικάνικη τεχνολογία αντιγράφηκε και προήχθητε στην Αγγλία το 1938 από τους Templeton and Watson.

Η επόμενη αρκετά εκτεταμένη εφαρμογή της καλλιέργειας σε αδρανή υλικά ήρθε κατά τη διάρκεια του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου, όταν η Ιαπωνία και οι Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποίησαν τις καλλιέργειες σε άμμο και χαλίκι για να παράγουν φρέσκα λαχανικά για τις ανάγκες του πολέμου. Η πρώτη Αμερικανική εγκατάσταση έγινε το 1945 στο Ascension Island,

ένα νησί σχεδόν χωρίς χώμα. Επιπλέον εγκαταστάσεις έγιναν στο Artinson Field στη Βρετανική Γουιάνα και στο Iwo Jimo αργότερα τον ίδιο χρόνο. Στην ίδια περίοδο η Ιαπωνία κατασκεύασε 20 στρέμματα σε γυάλινο θερμοκήπιο, 20 στρέμματα υπαίθρια στο Chofu και 100 στρέμματα υπαίθρια στο Otsu. Αυτές οι εγκαταστάσεις χρησιμοποιήθηκαν αργότερα από τον Αμερικανικό στρατό κατά την διάρκεια του πολέμου στην Κορέα.

Οι Hoagland and Arnon (1950) ανέπτυξαν το γνωστό διάλυμα το οποίο χρησιμοποιείται ακόμη μέχρι και σήμερα στη έρευνα και σε εμπορικές καλλιέργειες, Χρησιμοποιώντας αυτό το διάλυμα βρήκαν ότι η ανάπτυξη των φυτών της τομάτας ήταν ίδια στο έδαφος, σε άμμο, σε νερό και η χρησιμοποίηση ενός τέτοιου συστήματος ή του άλλου υπαγορεύεται από οικονομικούς παράγοντες.

Το πλέον κοινό εμπορικό σύστημα έγινε αρχικά το 1970 σε άμμο και χαλίκι Epstein and Krantz (1965), Hewitt (1966), Kiplinger (1956), Maww and Adamson (1971), Marvel (1966), Maquard and Backer(1970), Sowell (1972), Weinard and Fosler (1970). Για να κρατηθούν τα χαλίκια χρησιμοποιήθηκαν υδατοστεγή κρεβάτια ή πάγκοι. Το θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν πολύ κοντά με το προτεινόμενο από τον Hoagland το οποίο περνούσε μέσα από τα χαλίκια με δοσμένη ταχύτητα, 1 έως 4 φορές τν ημέρα, λιγότερο συχνά στην άμμο, πράγμα που εξαρτάται από την εποχή και το μέγεθος της καλλιέργειας. Γινόταν περιοδική ανάλυση του διαλύματος και ρύθμιση όσο αφορά τον όγκο, το pH και την περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία. Το ίδιο διάλυμα χωρίς αντικατάσταση χρησιμοποιείται για πολλές εβδομάδες. Ο αερισμός δεν είναι πρόβλημα καθώς το άθροισμα των πόρων είναι γεμάτοι με θρεπτικό διάλυμα μόνο για μικρή περίοδο (Λιονουδάκης 2006).

3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

3.3.1 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

1. Το πρώτο και προφανέστερο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες (φουζάριο, βερτισιλλίο, πύθιο, πυρηνοχαίτη, έντομα εδάφους, νηματώδεις, ορισμένα βακτήρια και φυτοϊοί, κ.τ.λ.). Πρέπει βέβαια να διευκρινισθεί ότι προβλήματα με ορισμένα μεταδιδόμενα μέσω του εδάφους παθογόνα, όπως το πύθιο, η φυτόφθορα, το φουζάριο κ.λπ. δεν είναι απίθανο να εμφανιστούν ακόμη και στις υδροπονικές καλλιέργειες, μολονότι η πιθανότητα είναι πολύ μικρότερη σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος. Συνήθως όμως τέτοια προβλήματα στην υδροπονία μπορούν να εμφανισθούν μόνο όταν η απομόνωση του υποστρώματος ή του θρεπτικού διαλύματος από το έδαφος του θερμοκηπίου δεν είναι πλήρης ή όταν το νερό άρδευσης είναι έντονα μολυσμένο με κάποιο παθογόνο.

2. Εφόσον στις υδροπονικές καλλιέργειες το χώμα δεν έρχεται καθόλου σε επαφή με το φυτό και ιδιαίτερα με τις ρίζες του, δεν υφίσταται ανάγκη για απολύμανση του εδάφους. Αποφεύγεται επομένως η εφαρμογή χημικών απολυμαντικών υψηλής τοξικότητας όπως το βρομιούχο μεθύλιο, η χρήση των οποίων εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για την υγεία τόσο των παραγωγών όσο και των καταναλωτών. Παράλληλα, μειώνετε δραστικά η ανάγκη εφαρμογής φυτοφαρμάκων για την αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών.

3. Μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου, είτε λόγω υπερεντατικής εκμετάλλευσης και μονοκαλλιέργειας (κόπωση εδαφών) είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων (π.χ. πολύ βαρεία ή πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, εναλατωμένα εδάφη, κ.λπ.). Σε τέτοιες περιπτώσεις η υδροπονία αποτελεί πιο ριζική και πιο αποτελεσματική λύση από την βελτίωση και τη ανάπλαση του προβληματικού εδάφους.

4. Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η υδροπονία όταν το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα (ηλεκτρική αγωγιμότητα πάνω από 1-1,5 ds/m). Στις περιπτώσεις αυτές η υδροπονία είναι ίσως ο μόνος τρόπος επιτυχημένης αντιμετώπισης του προβλήματος. Πρέπει όμως να διευκρινισθεί ότι, όταν υφίσταται πρόβλημα υπερβολικά υψηλής αλατότητας του νερού άρδευσης, λύση αποτελεί μόνο η καλλιέργεια σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα. Αντίθετα, τα κλειστά υδροπονικά συστήματα στα οποία εφαρμόζετε ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα όταν η περιεκτικότητα του νερού άρδευσης σε ανόργανα άλατα είναι υψηλή και συνεπώς σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να αποφεύγεται η υιοθέτησή τους.

5. Στις υδροπονικές καλλιέργειες το κόστος θέρμανσης είναι μειωμένο. Όπως είναι γνωστό η εξάτμιση νερού συνοδεύεται πάντοτε από κατανάλωση ενέργειας υπό μορφή λανθάνουσας θερμότητας. Σε ένα θερμοκήπιο που καλλιεργείται υδροπονικά όμως, η εξάτμιση νερού από την επιφάνεια του εδάφους είναι πρακτικά αμελητέα, δεδομένου ότι αυτό είναι καλυμμένο με πλαστικά φύλλα. Συνεπώς οι ανάγκες σε ενέργεια για την θέρμανση του αέρα μειώνονται.

Εκτός όμως από την εξοικονόμηση ενέργειας λόγω ελαχιστοποίησης της εξάτμισης νερού από το έδαφος, μειωμένες δαπάνες για θέρμανση προκύπτουν και από το γεγονός ότι η καλλιέργεια παύει να εξαρτάται από την θερμοκρασία του εδάφους του θερμοκηπίου. Γενικά η διατήρηση της θερμοκρασίας του εδάφους του θερμοκηπίου σε ικανοποιητικά επίπεδα τον χειμώνα είναι δύσκολη και απαιτεί την διατήρηση υψηλών θερμοκρασιών στον εναέριο χώρο ή εναλλακτικά την εγκατάσταση επιδαπέδιου ή υπόγειου συστήματος θέρμανσης του εδάφους. Στην υδροπονία αντίθετα, οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα στον περιορισμένο όγκο των υποστρωμάτων ή των θρεπτικών διαλυμάτων, τα οποία μάλιστα είναι τοποθετημένα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, χωρίς να έρχονται σε επαφή με το χώμα. Κατά συνέπεια η ανύψωση της θερμοκρασίας στον χώρο του ριζοστρώματος μπορεί να επιτευχθεί γρηγορότερα κατά την διάρκεια της ημέρας και με χαμηλότερη δαπάνη την καύσιμα.

6. Έχει αποδειχθεί ότι η καλλιέργεια τόσο σε υποστρώματα όσο και σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα (π.χ. NFT) επιφέρει σημαντική πρωίμηση. Αυτό οφείλεται κυρίως στις υψηλότερες θερμοκρασίες που διαμορφώνονται στον χώρο του ριζοστρώματος όταν τα φυτά καλλιεργούνται εκτός εδάφους.

7. Στις υδροπονικές καλλιέργειες η θρέψη των φυτών είναι πολύ πιο ακριβής, μπορεί να ελέγχεται και να εποπτεύεται καλύτερα και με μεγαλύτερη αξιοπιστία και επίσης μπορεί να διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα σε περίπτωση που έχει διεπραχθεί κάποιος λάθος. Στην υδροπονία όλα τα θρεπτικά στοιχεία παρέχονται σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις και αναλογίες μεταξύ τους, μέσω του θρεπτικού διαλύματος. Κατά συνέπεια, μια σειρά από μεταβλητές του εδάφους που επηρεάζουν την τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικά στοιχεία, όπως π.χ. η μηχανική του σύσταση, η δομή του, η περιεκτικότητα του σε οργανική ουσία, η ανταλλακτική του ικανότητα, κ.λπ. αλλά και άλλοι παράγοντες όπως π.χ. αυτοί που επηρεάζουν την ταχύτητα ανοργανοποίησης της οργανικής ουσίας δεν ασκούν πλέον καμία επίδραση στη καλλιέργεια, με τελικό αποτέλεσμα η σχεδίαση ενός κατάλληλου σχήματος θρέψης των φυτών να καθίσταται πολύ πιο εύκολη.

8. Η καλλιέργεια των φυτών εκτός εδάφους απαλλάσσει τον καλλιεργητή από τις εργασίες της προετοιμασίας του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα, βασική λίπανση, κ.λπ.) με αποτέλεσμα, αφενός μεν να μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά και αφετέρου να είναι δυνατή η φύτευση νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης. Αυτή η τελευταία δυνατότητα είναι πολύ χρήσιμη όταν το θερμοκήπιο αξιοποιείται όλο τον χρόνο με περισσότερες από μια καλλιέργειες ανά ημερολογιακό έτος (π.χ. διαδοχικές καλλιέργειες μαρουλιού, χρυσάνθεμων κτλ).

9. Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε σύγκριση με το έδαφος, η αριστοποίηση της θρέψης και η διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά την διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων. Σύμφωνα με μαρτυρίες αρκετών ερευνητών που έχουν ασχοληθεί με το θέμα αυτό, οι αποδόσεις των υδροπονικών καλλιεργειών είναι κατά μέσο όρο γύρω στο 15-20% υψηλότερες, συγκρινόμενες καλλιέργειες που λαμβάνουν χώρα σε γόνιμα, καλής ποιότητας εδάφη. Όταν όμως το έδαφος του θερμοκηπίου παρουσιάζει προβλήματα, όπως εδαφογενείς ασθένειες, κόπωση λόγω μονοκαλλιέργειας, χαμηλή γονιμότητα, αλατότητα, κ.λπ., τότε η αύξηση της παραγωγής που επιτυγχάνεται στη υδροπονία είναι υψηλότερη και όχι σπάνια μπορούν να ληφθούν διπλάσιες αποδόσεις.

10. Η αριστοποίηση της θρέψης που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία αλλά και η αποφυγή μιας σειράς προβλημάτων τα οποία έχουν ήδη εκτεθεί πιο πάνω, έχει σαν συνέπεια τα παραγόμενα στις υδροπονικές καλλιέργειες καλλωπιστικά φυτά να είναι καλύτερης ποιότητας (μεγαλύτερο μέγεθος, καλύτερο χρώμα φυλλώματος, αύξηση του χρόνου διατήρησης των ανθέων κ.λπ.).

11. Τέλος, τελευταίο στη σειρά αναφοράς αλλά όχι και σε σπουδαιότητα πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η δυνατότητα αποτελεσματικότερης προστασίας του περιβάλλοντος όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε κλειστό υδροπονικό σύστημα. Χάρης στην δυνατότητα συνεχούς ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος, όλα τα λιπάσματα που χορηγούνται στην καλλιέργεια αξιοποιούνται από τα φυτά με συνέπεια να μην διαφεύγουν κάποιες ποσότητες στο περιβάλλον και το επιβαρύνουν. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιοχές στις οποίες το πόσιμο νερό είναι επιφανειακό ή προέρχεται από μικρό βάθος, με συνέπεια να μολύνεται εξαιτίας της έκπλυσης ενός μέρους των λιπασμάτων. Σε τέτοιες περιπτώσεις δημιουργείται σοβαρό πρόβλημα κυρίως με τα αζωτούχα λιπάσματα, τα οποία μετατρέπονται στο έδαφος σε νιτρικά άλατα με συνέπεια η περιεκτικότητα του πόσιμου νερού σε νιτρικά να αυξάνεται πάνω από τα ανώτερα επιτρεπτά όρια και να δημιουργούνται κίνδυνοι για την δημόσια υγεία. Στις περιπτώσεις αυτές, η καλλιέργεια των φυτών θερμοκηπίου σε κλειστά υδροπονικά συστήματα είναι η μόνη λύση η οποία μπορεί να παράσχει αποτελεσματική προστασία στο πόσιμο νερό χωρίς να καθίστανται αναγκαία η εφαρμογή περιορισμών στην καλλιέργεια φυτών με υψηλές λιπαντικές απαιτήσεις, όπως είναι οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες (Νικολετάκης 2008).

3.3.2 ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

1. Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μιας υδροπονικής μονάδας είναι σημαντικό. Το κόστος αυτό συνίσταται κυρίως στην δαπάνη αγοράς των πάγιων εγκαταστάσεων παρασκευής

και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος καθώς και στα έξοδα προμήθειας του υποστρώματος καλλιέργειας (εφόσον χρησιμοποιείτε υπόστρωμα). Το καθαρό κόστος που απαιτείται για την εγκατάσταση μιας υδροπονικής μονάδας είναι βέβαια χαμηλότερο από το άθροισμα των παραπάνω δαπανών, δεδομένου ότι παράλληλα εξοικονομούνται τα έξοδα προετοιμασίας, κατεργασίας και απολύμανσης του εδάφους. Επιπλέον, ένα σύστημα παρασκευής και διανομής θρεπτικού διαλύματος είναι απαραίτητο και στις καλλιέργειες εδάφους για την εφαρμογή υδρολίπανσης.

2. Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες. Στην προκειμένη περίπτωση, σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος η υδροπονία χαρακτηρίζεται από ταχύτερη αντίδραση σε ορισμένους καλλιεργητικούς χειρισμούς, ιδιότητα η οποία άλλοτε μεν αποτελεί πλεονέκτημα (όταν πρόκειται για επιθυμητούς χειρισμούς που αποσκοπούν σε συγκεκριμένο θετικό αποτέλεσμα) άλλοτε δε μειονέκτημα (όταν πρόκειται για λανθασμένους ή άστοχους χειρισμούς).

3. Η εφαρμογή υδροπονίας σε μια θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει ότι ο επικεφαλής της επιχείρησης θα πρέπει να διαθέτει ένα ελάχιστο μορφωτικό επίπεδο. Η ισχύς αυτής της προϋπόθεσης είναι σχετική, δεδομένου ότι όταν υπάρχει η κατάλληλη τεχνική υποστήριξη από ειδικευμένο σύμβουλο-γεωπόνο, η εφαρμογή υδροπονίας είναι δυνατή ακόμη και από έναν επιμελή αγρότη με στοιχειώδες επίπεδο γραμματικών γνώσεων.

4. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μιας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος εφόσον προσβληθεί ένα φυτό. Στην πράξη βέβαια ο κίνδυνος αυτός είναι σχετικά μικρός. Από την πρακτική εμπειρία όσο και από σχετικά πειράματα έχει αποδειχθεί ότι ακόμη και αν μολυνθούν κάποια φυτά η υπόλοιπη καλλιέργεια συνήθως δεν μολύνεται εφόσον αυτά απομακρυνθούν αμέσως από την υδροπονική εγκατάσταση. Η ύπαρξη μικρής ποσότητας μολύσματος (σπόρια, κτλ.) μέσα στο θρεπτικό διάλυμα δεν οδηγεί αυτόματα στην προσβολή των υπόλοιπων φυτών εφόσον δεν συντρέχουν ορισμένες άλλες προϋποθέσεις, όπως η ύπαρξη πληγών στις ρίζες κ.λπ. Άλλωστε η έγκαιρη εφαρμογή ενός ριζοποτίσματος αμέσως μόλις διαγνωσθεί έστω και σε ένα μόνο φυτό ασθένεια, συνήθως μειώνει ακόμη περισσότερο τις πιθανότητες μιας εκτεταμένης προσβολής λόγω

μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος. Παρόλα αυτά, ο κίνδυνος γρήγορης εξάπλωσης τυχόν μολύνσεων δεν θα πρέπει να αγνοείται και γι' αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις που λειτουργεί κλειστό υδροπονικό σύστημα, το διάλυμα που συλλέγεται ως απορροή μετά από κάθε εφαρμογή άρδευσης, πριν ανακυκλωθεί, είναι σκόπιμο να απολυμαίνεται.

5. Ορισμένοι παραγωγοί παραπονιούνται ότι στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με το έδαφος. Είναι γεγονός ότι στην υδροπονία, ο καλλιεργητής θα πρέπει να χορηγεί όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά, ενώ αντίθετα, στις καλλιέργειες εδάφους, ορισμένα θρεπτικά στοιχεία όπως το ασβέστιο και τα περισσότερα ιχνοστοιχεία χορηγούνται σπάνια μέσω της λίπανσης, δεδομένου ότι περιέχονται σε επαρκείς ποσότητες στο χώμα. Οι ποσότητες των ιχνοστοιχείων που χορηγούνται στα φυτά στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι πολύ μικρές, ενώ χορήγηση μαγνησίου συνηθίζεται και στις καλλιέργειες εδάφους, ιδιαίτερα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Επίσης οι χορηγούμενες στη υδροπονία ποσότητες αζώτου, φώσφορου και καλίου σε γενικές γραμμές δεν ξεπερνούν τις αντίστοιχες ποσότητες που απαιτούνται σε μια καλλιέργεια εδάφους, δεδομένου ότι και στις δύο περιπτώσεις ισχύει η γενική αρχή ότι οι προστιθέμενες ποσότητες θα πρέπει να ισούνται με το ύψος της κατανάλωσης από τα φυτά συν τις απώλειες μέσω έκπλυσης, ακινητοποίησης, κ.λπ. Επομένως, στην πραγματικότητα, οι μόνες άξιες λόγου ποσότητες λιπασμάτων που είναι αναγκαίες ειδικά στις υδροπονικές καλλιέργειες, ενώ στο έδαφος εξοικονομούνται, είναι αυτές που αφορούν λιπάσματα ασβεστίου (κατά κανόνα υδατοδιαλύτο νιτρικό ασβέστιο). Όμως και οι ποσότητες λιπασμάτων ασβεστίου που απαιτούνται, συνήθως δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες γιατί, στις περισσότερες περιπτώσεις, το νερό που χρησιμοποιείτε για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων περιέχει ασβέστιο σε σημαντικές συγκεντρώσεις.

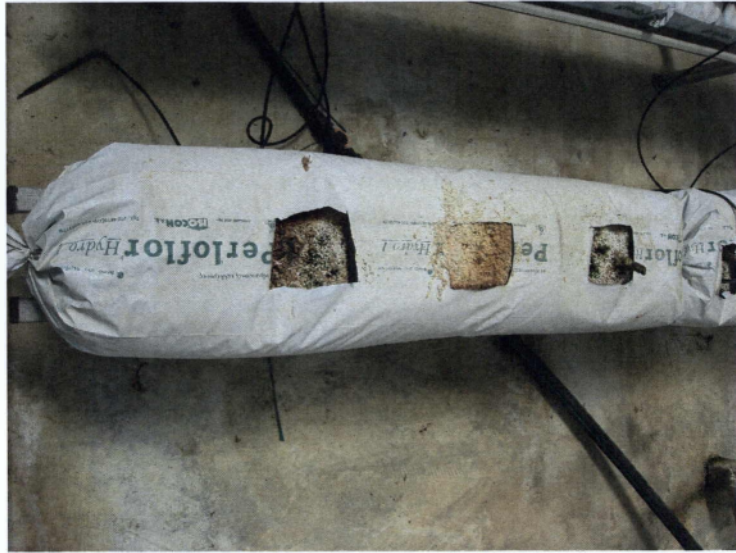
Στην πραγματικότητα, υπαρκτό πρόβλημα υπερβολικής κατανάλωσης λιπασμάτων υφίσταται μόνο σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα και μόνο όταν το χορηγούμενο νερό άρδευσης είναι αρκετά περισσότερο από τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας. Συνεπώς το μειονέκτημα αυτό της υδροπονίας δεν είναι απόλυτο αλλά σχετικό και μπορεί να αντιμετωπιστεί ικανοποιητικά μέσω προσαρμογής του προγράμματος άρδευσης στις ανάγκες της καλλιέργειας(Νικολετάκης 2008).

3.4 ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Στις υδροπονικές καλλιέργειες το υπόστρωμα αποτελεί ένα υποκατάστατο του εδάφους και επομένως θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτελεί όλες τις λειτουργίες που γίνονται από το χώμα και μάλιστα με καλύτερο τρόπο, Μόνο όταν εκπληρώνεται αυτή η προϋπόθεση είναι οικονομικά σκόπιμη η χρήση υποστρώματος αντί της καλλιέργειας του εδάφους.

Η χρησιμότητα του εδάφους για τα φυτά συνίσταται στην εξασφάλιση της ανόργανης θρέψης τους και στην παροχή μηχανικής σύστασης σε αυτά. Πρόβλημα στήριξης των φυτών όμως δεν υφίσταται στις υδροπονικές καλλιέργειες. Στις οποίες γίνεται χρήση υποστρώματος, εφόσον αυτές λαμβάνουν χώρα στο θερμοκήπιο. Τα φυτά που αναπτύσσονται αρκετά σε ύψος (χρυσάνθεμο, τριαντάφυλλο, κ.λπ.) προσδένονται και υποστυλώνονται, με συνέπεια να μην έχουν ανάγκη την στήριξη που τους παρέχει το έδαφος, ενώ τα χαμηλής σε ύψος φυτά (π.χ. ζέρμπερα) στηρίζονται ικανοποιητικά από το υπόστρωμα. Επομένως η βασική λειτουργία την οποία καλούνται να επιτελέσουν επιτυχώς τα υποστρώματα είναι η εξασφάλιση καλής ισόρροπης θρέψης στα φυτά.

Ο προφανέστερος τρόπος εξασφάλισης καλής και ισόρροπης θρέψης στα φυτά των υδροπονικών καλλιεργειών είναι η χρησιμοποίηση υποστρωμάτων που συμπεριφέρονται όπως ένα πολύ καλό και γόνιμο έδαφος. Σύμφωνα με αυτή τη προσέγγιση του προβλήματος, τα χρησιμοποιούμενα υποστρώματα θα πρέπει να έχουν πολύ καλή και ομοιόμορφη δομή, υφή, σύσταση και να διαθέτουν υψηλό επίπεδο ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων. Θα πρέπει δηλαδή να μπορούν να συγκρατούν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών ιόντων όταν αυτά υπάρχουν σε περίσσεια στο εδαφικό διάλυμα και αντίστοιχα να μπορούν άμεσα να απελευθερώσουν αξιόλογες ποσότητες από αυτά όταν στον χώρο του ριζοστρώματος δημιουργούνται συνθήκες ανεπάρκειας. Τα υποστρώματα αυτά συνήθως περιέχουν οργανική ουσία (όπως η τύρφη) και μπορούν να χαρακτηριστούν ως χημικώς ενεργά υποστρώματα. Στην πραγματικότητα τα υποστρώματα αυτά υπερτερούν μόνο χάρις στην ομοιομορφία τους και στην επιλογή των πλέον κατάλληλων υλικών για την παρασκευή τους σε σύγκριση με τα περισσότερα φυσικά εδάφη. Παράλληλα όμως μειονεκτούν με το χώμα λόγω του πολύ μικρότερου όγκου υποστρώματος ανά φυτό (Νικολετάκης 2008).



Εικόνα 2. υποστρώματα περλιτη



Εικόνα 3. υποστρώματα έτοιμα να δεχτούν φυτά

3.4.1 ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Οι υποδοχείς που σήμερα χρησιμοποιούνται στις διάφορες υδροπονικές καλλιέργειες με υποστρώματα μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

- Κανάλια στο έδαφος ή υπεράνω του εδάφους με επένδυση από πλαστικό
- Πλαστικοί σάκοι διαφόρων μεγεθών
- Γλάστρες από διάφορα υλικά και σε διάφορα μεγέθη
- Υποδοχείς κατακόρυφης τοποθέτησης
- Υποδοχείς από πετρομβάβακα
- Υποδοχείς για αεροπονία

(Μάνιος 2006).

3.4.2 ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΦΥΤΩΝ

Οι υποδοχείς που χρησιμοποιούνται για τα φυτά είναι διαφόρων τύπων. Οι σημαντικότεροι είναι οι εξής:

- Κανάλια πλαστικού πολυαιθυλενίου: Το πλαστικό είναι δίχρωμο με το γαλακτώδες χρώμα εξωτερικά και το μαύρο εσωτερικά. Το πλαστικό αυτό κανάλι στηρίζεται συνήθως πάνω σε κατάλληλη ανοξειδωτή λαμαρινοκατασκευή ή και επί τσιμεντένιου δαπέδου.

- Πλαστικοί σάκοι διαφόρων μεγεθών (Grow bags) τοποθετούνται σε κανάλια στο έδαφος ή υπεράνω του εδάφους. Το βασικό υλικό για την κατασκευή αυτών των υποδοχέων είναι το φύλλο πλαστικού πολυαιθυλαίνιου. Το χρώμα του είναι συνήθως μαύρο ή μαύρο από την μια πλευρά και γαλακτώδες από την άλλη. Το πλάτος του είναι φύλλου είναι ανάλογο με την κατασκευή του καναλιού. Οι αποστάσεις εγκατάστασης των φυτών είναι παραπλήσιες με εκείνες

που τηρούνται στις αντίστοιχες καλλιέργειες στο έδαφος. Σε αυτή την ομάδα υποδοχέων διακρίνουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις σάκων: *Σάκοι μικρού αριθμού φυτών*: Το πλαστικό είναι διαμορφωμένο σε σωλήνα πλάτους 30-40 cm, με το γαλακτώδες χρώμα εξωτερικά. Το μήκος του κάθε σάκου είναι γύρω στο 1-1.5 μέτρο για δύο έως τρία φυτά. *Σάκοι μεγάλου μήκους οριζόντιας τοποθέτησης*: Το μήκος τους μπορεί να φτάσει μέχρι και 20 μέτρα. Για την διαμόρφωση αυτών των σάκων μπορεί να χρησιμοποιηθεί και φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου, αντί σωλήνα, πλάτους γύρω στα 70cm. Η διαμόρφωση του σάκου γίνεται με την συρραφή των δύο κατά μήκος άκρων του φύλλου του πλαστικού, αφού προηγουμένως τοποθετηθεί σε αυτό το επιθυμητό υπόστρωμα. Οι έτοιμοι σάκοι τοποθετούνται πάνω σε πλάκες από φελιζόλ και τσιμεντόλιθους για την δημιουργία κλίσης 1,5%, προκειμένου να διευκολύνεται η απορροή του αρδευτικού διαλύματος (Νικολετάκης 2008).

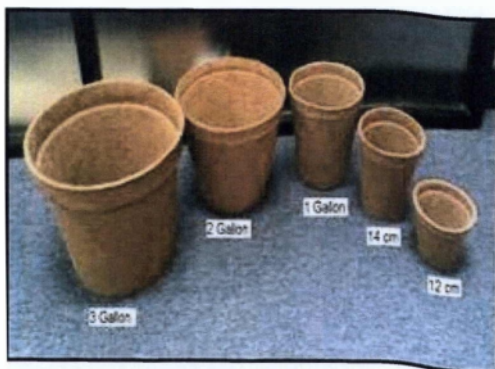


Εικόνα 4. πλαστικοί σάκοι grow bags

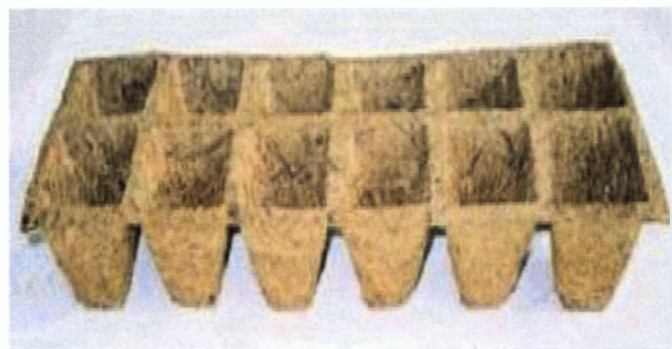
- Γλάστρες από διάφορα υλικά και διάφορα μεγέθη. Υπάρχουν σε μεγάλη ποικιλία από σχήματα και μεγέθη, το υλικό κατασκευής είναι πλαστικό λόγω του μικρού κόστους του. Γλάστρες από πλαστικό υλικό το οποίο είναι διάτρητο προσφέρουν καλό αερισμό στο ριζικό σύστημα του φυτού (net pots) (Νικολετάκης 2008).



Εικόνα 5. γλαστράκια net pot

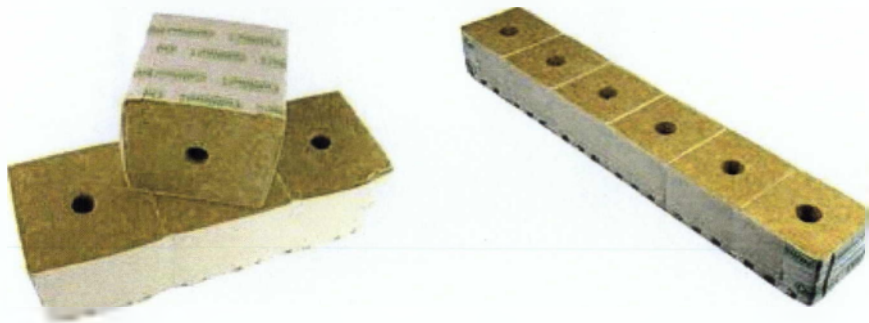


Εικόνα 6. γλαστράκι coco pots



Εικόνα 7. γλαστράκι coco pots

- Υποδοχείς από πετροβάμβακα (Rockwool) . Διατίθεται σε μορφή κύβων όσο και σε μορφή ορθογώνιων πλακών με διαστάσεις ανάλογες με το είδος του φυτού που πρόκειται να καλλιεργηθεί πάνω τους. Επιπλέον, το μήκος και το πλάτος των πλακών και των κύβων επιλέγεται και ανάλογα με την διάταξη των φυτών στο θερμοκήπιο και κυρίως ανάλογα με τον επιζητούμενο όγκο υποστρώματος ανά φυτό. Το ύψος όμως τόσο των πλακών όσο και των κύβων εκλέγεται κυρίως με βάση τις υδραυλικές ιδιότητες του υλικού (Νικολετάκης 2008)



Εικόνα 8.υποδοχείς πετροβάμβακα

- Υποδοχείς κατακόρυφης τοποθέτησης. Οι υποδοχείς αυτοί είναι δυο τύπων. Ο ένας τύπος είναι μαλακοί πλαστικοί σωλήνες πολυαιθυλενίου, διαμέτρου γύρω στα 16cm, με γαλακτώδες χρώμα εξωτερικά και μαύρο εσωτερικά. Το πάχος του πολυαιθυλενίου είναι γύρω στο 0,2mm. Ο άλλος τύπος υποδοχέα είναι γλάστρα από διογκωμένη πολυστερίνη, τετράγωνης διατομής με ακμή κορυφής εξωτερικά 10,75cm, πάτους 12,30cm και ύψους 20,50cm. Το πάχος των τοιχωμάτων είναι 2cm. Με βάση τις ανωτέρω διαστάσεις της γλάστρας η χωρητικότητα της φτάνει τα 3,31L. Στον πάτο της η γλάστρα φέρει μια τρύπα στο κέντρο , διαμέτρου 1,5cm και τέσσερις τρύπες διαμέτρου 0,5 cm η κάθε μια, περιφερειακά της μεγάλης. Στη μέση μέση της κάθε ακμής της κορυφής υπάρχει τριγωνική εγκοπή, κατάλληλα διαμορφωμένη ώστε να είναι δυνατή η προσαρμογή του πάτου της επόμενης γλάστρας σε σταυροειδή τοποθέτηση κι έτσι κι έτσι με την τοποθέτηση της μιας γλάστρας να διαμορφώνεται η άλλη (Νικολετάκης 2008).



Εικόνα 9. κατακόρυφη καλλιέργεια φράουλας σε σάκους

3.5 ΑΕΡΟΠΟΝΙΑ

Η αεροπονία είναι μια παραλλαγή της υδροπονίας σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα χωρίς την χρήση υποστρώματος. Στις αεροπονικές μεθόδους καλλιέργειας το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσια πάνω στο αναπτυσσόμενο μέσα σε κενά κιβώτια ή φυτοδοχεία ριζικό σύστημα, έτσι ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος σε υγρασία. Κατά αυτόν τον τρόπο η ρίζα του φυτού παραμένει συνεχώς υγρή και μπορεί να απορροφά από το θρεπτικό διάλυμα που ψεκάζεται πάνω της τόσο νερό όσο και θρεπτικά στοιχεία. Το θρεπτικό διάλυμα που δεν απορροφάτε από τις ρίζες των φυτών αλλά αποστραγγίζει μετά από κάθε ψεκασμό, συνήθως συλλέγεται και ανακυκλώνεται. Η ύπαρξη ανοιχτών αεροπονικών συστημάτων είναι επίσης δυνατή. Στην περίπτωση αυτή όμως είναι αναπόφευκτη η σπατάλη νερού και λιπασμάτων. Η συλλογή του απορρέοντος διαλύματος γίνεται με την βοήθεια υδρορροών, οι οποίες το οδηγούν σε μια κεντρική δεξαμενή συγκέντρωσης. Από εκεί μπορεί να επαναπροωθείται απευθείας στα φυτά αφού πρώτα συμπληρωθεί με νερό και θρεπτικά στοιχεία. Μπορεί επίσης αρχικά να επιστρέφει στην κεντρική μονάδα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος και να συμπληρώνεται εκεί με νερό και θρεπτικά στοιχεία.

Εφόσον εφαρμόζεται ανακύκλωση, η αεροπονία έχει όλα τα μειονεκτήματα των κλειστών υδροπονικών συστημάτων, δηλαδή αναγκαιότητα συχνών αναλύσεων και εκτεταμένων αναπροσαρμογών στη σύνθεση του μετά από κάθε ανάλυση, συσσώρευση ιόντων Na και Cl σε περίπτωση που το χρησιμοποιούμενο νερό έχει αυξημένη περιεκτικότητα στα δυο αυτά ιόντα, κ.λπ. Όπως και με το σύστημα NFT, η έλλειψη ενός στερεού υποστρώματος αυξάνει σημαντικά το ρίσκο της καταστροφής της καλλιέργειας σε περίπτωση που είτε η αντλία, είτε ο μείκτης των λιπασμάτων είτε κάποια ακροφύσια ψεκασμού παρουσιάσουν βλάβη με συνέπεια να διακοπεί για σημαντικό χρονικό διάστημα ο ψεκασμός των ριζών των φυτών με θρεπτικό διάλυμα. Όπως σε όλα τα κλειστά υδροπονικά συστήματα έτσι και στην αεροπονία είναι αυξημένος ο κίνδυνος εξάπλωσης παθογόνων σε όλη την καλλιέργεια μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος σε περίπτωση που προσβληθεί έστω και ένα φυτό από κάποιο παθογόνο. Γι' αυτό το λόγο, όταν τα φυτά καλλιεργούνται σε αεροπονικό σύστημα

στο οποίο εφαρμόζεται ανακύκλωση, είναι σκόπιμη η χρησιμοποίηση κάποιας εγκατάστασης για την απολύμανση του επαναχρησιμοποιούμενου θρεπτικού διαλύματος (Μπάδα 2001).

3.6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ (ανοιχτά-κλειστά)

Ένα υδροπονικό σύστημα ονομάζεται ανοιχτό, όταν μέρος του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει ως πλεονάζον από το χώρο των ριζών δεν συλλέγεται αλλά αφήνεται να χαθεί στο περιβάλλον (συνήθως απορροφάτε από το έδαφος του θερμοκηπίου).

Κλειστό αντίθετα καλείται ένα υδροπονικό σύστημα όταν το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα που απομακρύνεται από τον χώρο των ριζών συλλέγεται, ανανεώνεται, συμπληρώνεται και με την βοήθεια μιας αντλίας οδηγείται ξανά στα φυτά προς επαναχρησιμοποίηση. Στα κλειστά συστήματα έχουμε δηλαδή ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει.

3.6.1 Ανοιχτά συστήματα

Αυτά τα συστήματα αναπτύχθηκαν πρώτα και είναι τα πιο απλά, με τις λιγότερες απαιτήσεις. Στα ανοιχτά συστήματα, το κλάσμα απορροής (leaching fraction), δηλαδή το ποσοστό του θρεπτικού διαλύματος απορροής σε σχέση με το διάλυμα εφαρμογής, εξαρτάται από το σύστημα άρδευσης, τον τρόπο ελέγχου και το υπόστρωμα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το κλάσμα απορροής θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 15-25%. Η ελκυστικότητα των ανοιχτών συστημάτων οφείλεται κυρίως στην σχετική ομοιότητα με τις καλλιέργειες στο έδαφος, λόγω της χρήσης ποικίλων στερεών υποστρωμάτων. Υπάρχουν όμως δύο βασικά μειονεκτήματα κατά την λειτουργία των ανοιχτών συστημάτων: α) μόλυνση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα

και β) σπατάλη νερού και λιπασμάτων. Τα μειονεκτήματα αυτά οδήγησαν στα κλειστά συστήματα. (Δρ. Αναστάσιος Ι. Κότσιρας 2009)

3.6.2 Κλειστά συστήματα

Στα κλειστά συστήματα το διάλυμα απορροής ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται οικονομία στην κατανάλωση λιπασμάτων και σημαντική μείωση της ρύπανσης. Το βασικό μειονέκτημα τους είναι πιθανή εξάπλωση ασθενειών σε όλα τα φυτά της καλλιέργειας. Η διατήρηση εύρωστων φυτών, καθώς και η προσεκτική ρύθμιση της ανακύκλωσης αποτελούν δυο πολύ καλούς τρόπους αντιμετώπισης των κινδύνων μόλυνσης.

Η επαναχρησιμοποίηση του θρεπτικού διαλύματος απορροής μπορεί να οδηγήσει σε συσσώρευση κάποιων ανεπιθύμητων ιόντων (πχ Na, Cl), ειδικά σε περιπτώσεις που το νερό άρδευσης είναι μέτριας ή κακής ποιότητας. Γι' αυτό το λόγο ένα μικρό ποσοστό του θρεπτικού διαλύματος απορροής μπορεί να απορρίπτεται κατά αραιά χρονικά διαστήματα.

Το ψηλό κόστος επένδυσης σε εξοπλισμό απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος, είναι επίσης ένας από τους περιοριστικούς παράγοντες εξάπλωσης του συστήματος αυτού.

Τα τελευταία χρόνια έχει αποδειχθεί η πιθανότητα μετάδοσης αρκετών μυκήτων, βακτηρίων και ιών, μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος. Σε συνθήκες καλλιεργητικής πράξης βέβαια, η βαθμιαία δημιουργία μιας φυσικής ανταγωνιστικής μικροχλωρίδας, ως αντίδραση στην εμφάνιση παθογόνων μέσα στο κλειστό υδροπονικό σύστημα, είναι πιθανόν να ελέγχει βιολογικά την εξάπλωση τους. Η παραπάνω θεώρηση είναι πιθανή εξήγηση για το γεγονός ότι στην καλλιεργητική πράξη τα προβλήματα μετάδοσης ασθενειών, μέσω του διαλύματος ανακύκλωσης, είναι μικρότερα και λιγότερο συχνά από ότι αναμενόταν συχνά. (Δρ. Αναστάσιος Ι. Κότσιρας 2009)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Πραγματοποιήθηκαν δύο καλλιέργειες φυτών ήμερης ρόκας σε μη θερμαινόμενο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου λαχανοκομίας του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας:

- **Η πρώτη καλλιέργεια** πραγματοποιήθηκε από τις 10 Νοεμβρίου 2010 (σπορά) έως τις 14 Ιανουαρίου 2011 (συγκομιδή), (9 εβδομάδες).
- **Η δεύτερη καλλιέργεια** πραγματοποιήθηκε από τις 15 Φεβρουαρίου 2011 έως τις 05 Απριλίου 2011 (συγκομιδή) (7 εβδομάδες).

Σκοπός της πειραματικής μελέτης ήταν η διερεύνηση της ανταπόκρισης της ήμερης ρόκας σε υπόστρωμα περλίτη και πως επηρεάζει η πυκνότητα φύτευσης την παραγωγή.

4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.2.1 Φυτικό υλικό

Χρησιμοποιήθηκαν σπόροι ήμερης ρόκας (*Eruca sativa*) (συσκευασία των 300gr), κατηγορίας standard.

Η σπορά πραγματοποιήθηκε απευθείας στο υπόστρωμα του περλίτη. Οι σπόροι επικαλύφθηκαν αμέσως με μια ελαφριά στρώση τύρφης για την διατήρηση της υγρασίας και για καλύτερο φύτρωμα. Ο περλίτης τοποθετήθηκε σε μεταλλικούς υποδοχείς. Ο κάθε υποδοχέας είχε μήκος 80, πλάτος 25 και ύψος 20 εκ.

Οι μεταλλικοί υποδοχείς του περλίτη ήταν αυτοσχέδιοι και ντυμένοι εσωτερικά με πλαστικό διπλής όψεως (μαύρου εσωτερικά λευκό εξωτερικά) και στηρίζονταν σε ειδικές βάσεις ύψους 50 εκατοστών.

Οι σπόροι τοποθετήθηκαν στην οριστική τους θέση, με οδηγό δίσκο σποράς από διογκωμένη πολυστερίνη (φελιζόλ), 84 θέσεων με διαστάσεις 53,5 cm πλάτος και 32,5 cm μήκος και υποδοχές διαμέτρου 4,1 cm. Κατ' αυτόν τον τρόπο διατηρήθηκαν οι επιθυμητές πυκνότητες σποράς (4,5 εκ επί της γραμμής και από γραμμή σε γραμμή).

Στην πρώτη καλλιέργεια εφαρμόστηκαν 2 πυκνότητες σποράς με 2 και 4 σπόρους ανά θέση του δίσκου-οδηγού με 4 επαναλήψεις των 200 φυτών στην αραιή φύτευση και 400 φυτών στην πυκνή φύτευση. Στην δεύτερη καλλιέργεια εφαρμόστηκαν επίσης 2 πυκνότητες σποράς με 2 και 3 σπόρους ανά θέση του δίσκου-οδηγού με 4 επαναλήψεις των 200 φυτών στην αραιή φύτευση και 300 φυτών στην πυκνή φύτευση. Πιο αναλυτικά, οι εφαρμοσθείσες πυκνότητες με αναγωγή ανά μονάδα επιφάνειας (m^2) αναφέρονται παρακάτω:

1. Στην 1^η καλλιέργεια:

- **Πυκνή φύτευση** με 4 φυτά ανά θέση (**1932 φυτά/ m^2**).
- **Αραιή φύτευση** με 2 φυτά ανά θέση (**966 φυτά/ m^2**).

2. Στην 2^η καλλιέργεια:

- **Πυκνή φύτευση** με 3 φυτά ανά θέση (**1449 φυτά/ m^2**).
- **Αραιή φύτευση** με 2 φυτά ανά θέση (**966 φυτά/ m^2**).

4.2.2 Θρεπτικά διαλύματα

Σε όλα τα φυτά εφαρμόστηκε θρεπτικό διάλυμα με την ίδια σύσταση η οποία προσαρμόστηκε ανάλογα στην ποιότητα του νερού αρδεύσεως. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα δεδομένα της συστάσεως του θρεπτικού διαλύματος αντλήθηκαν από προηγούμενα πειραματικά δεδομένα υδροπονικής καλλιέργειας ρόκας σε θερμοκήπια του ΑΤΕΙ Καλαμάτας, καθώς και από βιβλιογραφικά δεδομένα.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα διατηρήθηκε στο 1.9-2.0mS/cm και το pH στο 5.8-6.0 με την ανάλογη προσθήκη νιτρικού οξέος (πίνακας 1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 Σύσταση νερού άρδευσης και θρεπτικού διαλύματος.

ο Στοιχείο	Σύσταση νερού άρδευσης (σε meq/l για τα μακροστοιχεία και σε μmol/l για τα μικροστοιχεία)	Σύσταση θρεπτικού διαλύματος (σε meq/l για τα μακροστοιχεία και σε μmol/l για τα μικροστοιχεία)
NO ₃ ⁻	0,00	11,14
H ₂ OP ₄ ⁻	-	1,14
SO ₄ ²⁻	2,25	2,92
NH ₄ ⁺	-	0,84
Ca ²⁺	5,11	6,82
K ⁺	0,07	6,65
Mg ²⁺	2,63	2,78
Na ⁺	1,09	1,09
Cl ⁻	1,77	1,77
Mn	-	3,00
Fe	-	25,00
Zn	1,07	2,00
B	5,56	20,00
Cu	-	0,75
Mo	-	0,50
HCO ₃ ⁻	4,85	1,21
meq/L		
Αγωγιμότητα	0,70 dS/m	1,9-2,0
pH	7,78	5,8-6,0

*Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Αγροτικό Ινστιτούτο Καλαμάτας

Χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα λιπάσματα : νιτρικό ασβέστιο, θειικό μαγνήσιο, θειικό κάλιο, νιτρικό κάλιο, φωσφορικό μονοκάλιο, νιτρική αμμωνία, χηλικός σίδηρος, θειικό μαγγάνιο, θειικός χαλκός, βόρακας, μολυβδαινικό αμμώνιο.

Ο υπολογισμός των ποσοτήτων των μακροστοιχείων πραγματοποιήθηκε μέσω της μετατροπής των συγκεντρώσεων (meq/l) σε συγκεκριμένες ποσότητες λιπασμάτων, σε kg για τα

στερεά και σε L για τα υγρά. Τα θρεπτικά διαλύματα παρασκευάστηκαν σύμφωνα με την μέθοδο των Savvas και Adamides (1999).

Για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

1. προσδιορισμός των επιθυμητών συγκεντρώσεων του κάθε στοιχείου στο θρεπτικό διάλυμα.
2. υπολογισμός των ποσοτήτων που προστίθενται στο νερό από κάθε λίπασμα για την επίτευξη των επιθυμητών συγκεντρώσεων.
3. Παρασκευή μητρικών (πυκνών) διαλυμάτων.
4. Παρασκευή αραιού θρεπτικού διαλύματος.
5. έλεγχος χαρακτηριστικών θρεπτικού διαλύματος (αγωγιμότητα, pH).

Τα θρεπτικά στοιχεία που απαιτήθηκαν για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών εισάγονταν σε δεξαμενή, από τα δοχεία πυκνών διαλυμάτων (μητρικά διαλύματα). Τα μητρικά διαλύματα παρασκευάζονταν έτσι ώστε, τα διάφορα ιόντα που απαιτούνταν για την ανάπτυξη των φυτών να βρίσκονται στην απαιτούμενη αναλογία μεταξύ τους και ακολουθούσε αραιώση μέχρι του όγκου της δεξαμενής.

Τα μητρικά διαλύματα παρασκευάζονταν σε 3 δοχεία. Το πρώτο δοχείο (Α) περιείχε το νιτρικό ασβέστιο, μέρος της ποσότητας του νιτρικού καλίου που απαιτούνταν, τη νιτρική αμμωνία και το χηλικό σίδηρο. Το δεύτερο δοχείο (Β) περιείχε το θειικό μαγνήσιο, το υπόλοιπο νιτρικό κάλιο, το θειικό κάλιο, το φωσφορικό μονοκάλιο και τα ιχνοστοιχεία. Το τρίτο δοχείο (Γ) περιείχε το νιτρικό οξύ που ήταν απαραίτητο για την διόρθωση του pH.

Η ανάμιξη και η αραιώση των πυκνών διαλυμάτων με το νερό γίνονταν σε όλες τις επεμβάσεις μέσω της κεφαλής του συστήματος.

4.2.3 Υλικά

- Υποδοχείς περλίτη
- Υλικό στεγανοποίησης: μαύρη γεωμεμβράνη κατάλληλη για τρόφιμα, πάχους 0.5mm.
- Υλικό υποδοχέων περλίτη: σκληρό γαλβανιζέ πλέγμα
- Υλικό βάσεων των υποδοχέων: γαλβανιζέ κιλιοδοκός μικρής διαμέτρου
- Διαστάσεις υποδοχέων:
- Σωληνώσεις PVC 16 χιλιοστών διαμέτρου για άρδευση του συστήματος

- Το υδροπονικό σύστημα που πραγματοποιήθηκε το πείραμα ήταν ανοιχτού τύπου

Ηλεκτρικός πίνακας

Ηλεκτρικός πίνακας με λογικό ελεγκτή τροφοδοσίας, για υδροπονικό σύστημα ,υδρονέφωση και ανεμιστήρες του θερμοκηπίου.

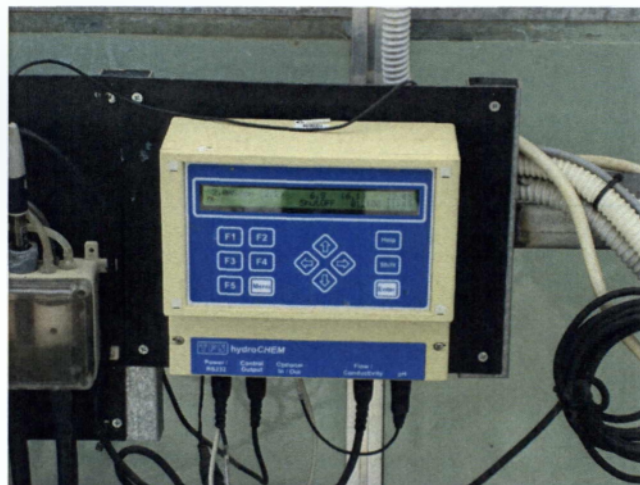


Εικόνα 10:ηλεκτρικός πίνακας ελέγχου υδροπονικού συστήματος, υδρονέφωσης και ανεμιστήρων.

Κεφαλή υδροπονικού συστήματος

Η κεφαλή περιλαμβάνει:

- Αυτόνομο ρυθμιστή pH και EC.
- 3 περισταλτικές αντλίες παροχής 5L/h (για 2 λιπάσματα και 1 οξύ) με ρυθμιζόμενη αναλογία μεταξύ των 2 λιπασμάτων
- Αισθητήρες pH, EC και θερμοκρασίας με ακρίβεια $\pm 0,01$ pH, $\pm 0,01$ ms/cm, $\pm 0,2$ οc με temperature compensation σε pH και EC.
- Ρολόι πραγματικού χρόνου, καταγραφές pH,EC και θερμοκρασίας.
- Οθόνη LCD και πληκτρολόγιο.
- Σειριακή σύνδεση με Η/Υ μέσω κατάλληλου προγράμματος επικοινωνίας, alarms από pH και EC και διακόπτη λειτουργίας από διακοπή ροής .



Εικόνα11: κεφαλή υδροπονικού συστήματος

Αντλίες επανακυκλοφορίας

Το σύστημα περιλαμβάνει:

- 3 αντλίες επανακυκλοφορίας παροχής 4.8m³/h και πίεσης 1.8atm, ανοξειδωτες.
- Αισθητήρας ροής στις αντλίες επανακυκλοφορίας.

Δεξαμενές θρεπτικών διαλυμάτων

- 3 δεξαμενές 200L με 2 ψηφιακές στάθμες (συλλογή, έλεγχος και αναπροσαρμογή του θρεπτικού διαλύματος).
- 2 δεξαμενές των 100L για τα πυκνά λιπάσματα και 1 δεξαμενή για των 50L για το οξύ.



Εικόνα 13: δεξαμενές συλλογής θρεπτικού διαλύματος



Εικόνα 14: δεξαμενές πυκνών διαλυμάτων και οξυ.

4.2.4 Μετρήσεις

Η συγκομιδή των φυτών και στις δυο καλλιέργειες έγινε με βάση την εκτίμηση του μεγέθους των φύλλων. Για τον σκοπό αυτό σε τακτικά διαστήματα λαμβάνονταν παρατηρήσεις του μήκους των φύλλων, τυχαία σε μία από τις επαναλήψεις για την κάθε πυκνότητα. Η συγκομιδή πραγματοποιείτο όταν στα 100 τυχαία μετρούμενα φύλλα ο μέσος όρος του μήκους τους προσέγγιζε το μήκος των 18 cm.

Η κατηγοριοποίηση προέκυψε από συνέντευξη με υπεύθυνους υπεραγορών και καταστημάτων τροφίμων. Σύμφωνα με την έρευνα, τα μεγέθη της ήμερης ρόκας μπορούν να καταταγούν στις εξής κατηγορίες:

- **<12 cm** (από τούδε και στο εξής θα παρουσιάζεται ως κατηγορία **“μικρό μέγεθος”**)
- **Μεταξύ 12 και 18 cm** (από τούδε και στο εξής θα παρουσιάζεται ως κατηγορία **“μεσαίο μέγεθος”**)
- **>18cm** (από τούδε και στο εξής θα παρουσιάζεται ως κατηγορία **“μεγάλο μέγεθος”**)

Στην πρώτη καλλιέργεια, η συγκομιδή της ήμερης ρόκας πραγματοποιήθηκε στις 14-1-2011 δηλαδή 75 ημέρες μετά την σπορά.

Στην δεύτερη καλλιέργεια, η συγκομιδή της ήμερης ρόκας πραγματοποιήθηκε στις 5-4-2011 δηλαδή 49 ημέρες μετά την σπορά.

Οι μετρήσεις αφορούσαν τις εξής παραμέτρους:

1. **Μέτρηση δείκτη SPAD.** Η μέτρηση αυτή πραγματοποιήθηκε την ημέρα της συγκομιδής σε 2 φύλλα (ανεξαρτήτως μεγέθους) από το κάθε ένα από 10 τυχαία φυτά κάθε επαναλήψεως με το φορητό όργανο Konica Minolta Sensing, Chlorophyll meter Spad – 502.
2. **Μήκος των φύλλων.** Μετά την συγκομιδή γινόταν μέτρηση του μήκους με την βοήθεια υποδεκάμετρου όλων των φύλλων του κάθε φυτού και στην συνέχεια πραγματοποιείτο ταξινόμηση των φύλλων στις τρεις κατηγορίες:
 - <12 εκ
 - 12-18 εκ
 - >18 εκ.
3. **Νωπό βάρος των φύλλων.** Όλες οι μετρήσεις που αφορούσαν το βάρος έγιναν με ζυγό ακριβείας χωρίς καθυστέρηση αμέσως μετά την κοπή και την ταξινόμησή τους σε κατηγορίες. Κατ' αυτόν τον τρόπο, αποκτήθηκαν δεδομένα για το νωπό βάρος της κάθε κατηγορίας ξεχωριστά.
4. **Αριθμός των φύλλων.** Προσδιορίσθηκε ο αριθμός των φύλλων της κάθε κατηγορίας.
5. **Ξηρά ουσία των φύλλων.** Μετά τους προηγούμενους προσδιορισμούς τα δείγματα των φύλλων τοποθετούνταν σε θάλαμο ξήρανσης στους 72°C. Η διάρκεια παραμονής τους στο ξηραντήριο ήταν μέχρι σταθεροποίησης του ξηρού τους βάρους (με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του βάρους).

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας και η σύγκριση των μέσων όρων πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος Statistica (κριτήριο Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$).

4.3 Αποτελέσματα μετρήσεων

Ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων:

Πρώτη καλλιέργεια

Πίνακας 1. επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στον αριθμό παραγόμενων φύλλων ανά m² ανάλογα με το μέγεθος τους και στο συνολικό αριθμό φύλλων (1^η καλλιέργεια).

Πυκνότητα φύτευσης	ΜΕΓΕΘΟΣ ΦΥΛΛΟΥ			
	Μικρό (<12 cm)	Μεσαίο (12-18cm)	Μεγάλο (>18cm)	Σύνολο φύλλων
ΑΡΑΙΗ 966 φυτά/m ²	4226,2 b	1655,9 b	260,71 ns	6142,8 b
ΠΥΚΝΗ 1932 φυτά/m ²	8375,0 a	2601,2 a	271,4 ns	11247,6 a

Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα στην ίδια στήλη δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το κριτήριο Duncan ($p=0,05$).

Από την εξέταση του παραπάνω πίνακα, συμπεραίνεται ότι η πυκνότητα επηρεάζει τον αριθμό των μικρών, των μεσαίων και των συνολικών παραγόμενων φύλλων ανά m², ενώ δεν επιδρά στον παραγόμενο αριθμό μεγάλου μεγέθους φύλλων.

Πίνακας 2. επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στο νωπό βάρος (g) των φύλλων ανά m² ανάλογα με το μέγεθος τους και στο συνολικό νωπό βάρος (g) των φύλλων ανά m² (1^η καλλιέργεια)

Πυκνότητα φύτευσης	ΜΕΓΕΘΟΣ ΦΥΛΛΟΥ			
	Μικρό (<12cm)	Μεσαίο(12-18 cm)	Μεγάλο (>18cm)	Συνολικό νωπό βάρος απόδοση
Αραιή (966 φυτά/m ²)	96,16 b	75,14 ns	21,43 ns	192,7 b
Πυκνή (1932 φυτά/m ²)	167,6 a	96,1 ns	16,77 ns	280,5 a

Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα στην ίδια στήλη δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το κριτήριο Duncan (p=0,05).

Από την εξέταση των αποτελεσμάτων του πίνακα 2, διαπιστώνεται ότι η μεγάλη πυκνότητα φύτευσης επηρεάζει σημαντικά το παραγόμενο νωπό βάρος των μικρών φύλλων καθώς και το συνολικά παραγόμενο νωπό βάρος φύλλων ανά m².

Πίνακας 3. επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στη περιεκτικότητα (%) των φύλλων σε ξηρά ουσία ανάλογα με το μέγεθος τους (1^η καλλιέργεια).

Πυκνότητα φύτευσης	ΜΕΓΕΘΟΣ ΦΥΛΛΟΥ		
	Μικρό <12 cm	Μεσαίο 12-18 cm	Μεγάλο >18 cm
Αραιή 966 φυτά/m ²	9,38 ns	9,17 ns	9,32 ns
Πυκνή 1932 φυτά/m ²	9,02 ns	9,44 ns	9,87 ns

Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα στην ίδια στήλη δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το κριτήριο Duncan (p=0,05).

Από την εξέταση του πίνακα 3 διαπιστώνεται ότι η περιεκτικότητα (%) των φύλλων σε ξηρά ουσία δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από την πυκνότητα φύτευσης ανεξάρτητα από το μέγεθος του φύλλου.

Πίνακας 4. Επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στις τιμές του δείκτη SPAD (1^η καλλιέργεια).

Πυκνότητα φύτευσης	Δείκτης SPAD
Αραιή 966φυτά/m ²	32,93 ns
Πυκνή 1932φυτά/m ²	32,23 ns

Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα στην ίδια στήλη δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το κριτήριο Duncan ($p=0,05$).

Από τα αποτελέσματα του πίνακα 4, προκύπτει ότι ο δείκτης SPAD δεν επηρεάζεται από την πυκνότητα φύτευσης.

Δεύτερη καλλιέργεια

Πίνακας 5. επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στον αριθμό παραγόμενων φύλλων ανά m² ανάλογα με το μέγεθος τους και στο συνολικό αριθμό φύλλων (2^η καλλιέργεια).

Πυκνότητα φύτευσης	ΜΕΓΕΘΟΣ ΦΥΛΛΟΥ			
	Μικρό <12cm	Μεσαίο 12-18 cm	Μεγάλο >18 cm	Σύνολο φύλλων
Αραιή 966 φυτά/m ²	1401,2 ns	1634,5 ns	439,3 ns	3475,0 ns
Πυκνή 1449 φυτά/m ²	1854,8 ns	1519,0 ns	347,6 ns	3721,4 ns

Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα στην ίδια στήλη δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το κριτήριο Duncan ($p=0,05$).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 5, δεν προκύπτει η πυκνότητα φύτευσης να επηρεάζει τον αριθμό των παραγόμενων φύλλων για οποιοδήποτε μέγεθος φύλλου.

Πίνακας 6. επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στο νωπό βάρος (g) των φύλλων ανά m^2 ανάλογα με το μέγεθος τους και το συνολικό νωπό βάρος (g) των φύλλων ανά m^2 (2^η καλλιέργεια).

Πυκνότητα φύτευσης	ΜΕΓΕΘΟΣ ΦΥΛΛΟΥ			
	Μικρό <12cm	Μεσαίο 12-18 cm	Μεγάλο >18cm	Συνολικό νωπό βάρος(απόδοση)
Αραιή 966 φυτά/ m^2	66,3 ns	147,8 ns	64,42 ns	278,6 ns
Πυκνή 1449 φυτά/ m^2	85,7 ns	144,7 ns	61,12 ns	291,5 ns

Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα στην ίδια στήλη δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το κριτήριο Duncan ($p=0,05$).

Από τον πίνακα 6 προκύπτει ότι το νωπό βάρος στην 2^η καλλιεργητική περίοδο δεν επηρεάζεται από την πυκνότητα φύτευσης.

Πίνακας 7. επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην περιεκτικότητα (%) των φύλλων σε ξηρά ουσία ανάλογα με το μέγεθος τους (2^η καλλιέργεια).

Πυκνότητα φύτευσης	ΜΕΓΕΘΟΣ ΦΥΛΛΟΥ		
	Μικρό <12cm	Μεσαίο 12-18cm	Μεγάλο >18cm
Αραιή 966 φυτά/ m^2	7,25 ns	7,09 ns	7,41 ns
Πυκνή 1449 φυτά/ m^2	7,79 ns	7,23 ns	7,59 ns

Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα στην ίδια στήλη δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το κριτήριο Duncan ($p=0,05$).

Από τα δεδομένα του πίνακα 7, διαπιστώνεται ότι η πυκνότητα φύτευσης για την δεύτερη καλλιεργητική περίοδο, δεν επηρεάζει την περιεκτικότητα (%) των φύλλων σε ξηρή ουσία.

Πίνακας 8. επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στον δείκτη SPAD (2^η καλλιέργεια)

Πυκνότητα φύτευσης	ΜΕΓΕΘΟΣ ΦΥΛΛΟΥ
Αραιή 966 φυτά/m ²	36,27 ns
Πυκνή 1449 φυτά/m ²	35,65 ns

Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα στην ίδια στήλη δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με το κριτήριο Duncan ($p=0,05$).

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 8, ο δείκτης SPAD δεν επηρεάζεται από την πυκνότητα φύτευσης για τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο.

Συμπεράσματα- συζήτηση

Η καλλιέργεια της ρόκας κατά τα τελευταία χρόνια φαίνεται να διαδραματίζει έναν διαρκώς αυξανόμενο ρόλο στον τομέα καλλιέργειας φυλλωδών λαχανικών για την παραγωγή ελαίων αλλά και για νωπή κατανάλωση. Η συνεχής αύξηση των εκτάσεων καλλιέργειας ρόκας έχει οδηγήσει σε εξέλιξη της οργάνωσης μονάδων παραγωγής και εμπορίας της.

Η καλλιέργεια κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες (σε έδαφος ή και εκτός εδάφους) οδηγεί και σε ζητήματα βελτιστοποίησης των καλλιεργητικών πρακτικών, για την αύξηση της παραγωγής αλλά και της ζητούμενης από την αγορά ποιότητας. Ως γνωστόν (Νικολάου 2011), λόγω των δυσμενών καιρικών συνθηκών, η πλειονότητα της καλλιέργειας ρόκας γίνεται σε θερμοκήπια, (ιδιαίτερα σε βόρεια πλάτη). Έτσι, απαιτείται έρευνα σε σχέση με την εφαρμοζόμενη πυκνότητα φύτευσης στον υπό κάλυψη χώρο, τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό, τα υλικά (υποστρώματα, μείγματα υποστρωμάτων), ζητήματα ελέγχου του κλίματος και την υδρολίπανση.

Ελλείπει πληροφοριών, η έρευνα της παρούσης εργασίας βασίστηκε στην βιβλιογραφία από την γειτονική Ιταλία, όπου η καλλιέργεια της ρόκας τυγχάνει μεγάλης αποδοχής. Στην Ελλάδα, παρά το γεγονός ότι καλλιεργείται από τα αρχαία χρόνια, η καλλιέργειά της σε εμπορική κλίμακα είναι πολύ περιορισμένη και γεωγραφικά αφού σε επίπεδο συστηματικής εκμετάλλευσης εντοπίζεται στην περιοχή της Βάρδας, αλλά και χρονικά καθώς η περίοδος καλλιέργειάς της είναι κατά κανόνα μεταξύ του Νοεμβρίου και του Απριλίου (Νικολάου, 2011). Σε ερασιτεχνικό επίπεδο απαντάται σε οικιακούς λαχανόκηπους κοντά σε αστικά κέντρα, αν και εκτιμάται ότι υπάρχει αυξανόμενο αγοραστικό ενδιαφέρον για την ήμερη ρόκα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η καλλιέργεια της ρόκας εκτός εδάφους καθώς εξασφαλίζει καλό έλεγχο των ασθενειών, παράγοντας ένα καθαρό, ομοιογενές, απαλλαγμένο από επιβλαβείς οργανισμούς προϊόν. Η βέλτιστη διαχείριση δε του θρεπτικού διαλύματος, κατά κανόνα καθιστά καλύτερα τα προϊόντα από οργανοληπτική άποψη. Είναι επομένως πολύ σημαντικό να πραγματοποιηθεί ειδική έρευνα σχετικά με αυτό τον πρόσφατα αναπτυγμένο τομέα που αποσκοπεί συγκεκριμένα στην αντιμετώπιση των πολλών άλυτων προβλημάτων που σχετίζονται με την καλλιέργεια ρόκας.

Αφορμή για την πραγματοποίηση του πειράματος καλλιέργειας ήμερης ρόκας σε υπόστρωμα περλίτη – κοκκοφοίνικα ήταν η μειωμένη διάθεση πληροφοριών σχετικά με την καλλιεργητική πρακτική, τις πυκνότητες φύτευσης και τις εν γένει επικρατούσες συνθήκες ανάπτυξης της

καλλιέργειας. Αν και η πυκνότητα φύτευσης, η αζωτούχος λίπανση και η άρδευση έχουν οδηγήσει σε αυξημένες αποδόσεις στα περισσότερα είδη φυλλωδών λαχανικών, τα αποτελέσματα από πειράματα σε ήμερη ρόκα είναι ελάχιστα. Μετά από στοιχεία που αντλήθηκαν από την εμπορία της ρόκας από μεγάλες αλυσίδες καταστημάτων τροφίμων, φαίνεται ότι αυτό το είδος παρουσιάζει αυξημένο αγοραστικό ενδιαφέρον. Η αγορά, σε ότι αφορά την ποιότητα των φύλλων της ήμερης ρόκας, επιζητά κυρίως ομοιομορφία και μέγεθος μεγαλύτερο των 12 cm, όταν προορίζεται για την κλασική μορφή διάθεσης που είναι το μάτσο.

Είναι γνωστό από τα διεθνή βιβλιογραφικά δεδομένα σε άλλα φυλλώδη λαχανοκομικά φυτά ότι η αύξηση της πυκνότητας φύτευσης έχει σαν αποτέλεσμα αφ' ενός την αύξηση της παραγωγής και αφ' ετέρου *την παραγωγή μικρότερων φύλλων*, και άλλων βρώσιμων φυτικών ιστών με δεδομένη την επάρκεια νερού και θρεπτικών στοιχείων.

Αντιθέτως υπάρχουν και ερευνητικά δεδομένα σε διάφορα λαχανικά, όπου φαίνεται να μην υπάρχει επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην παραγωγή (Νικολάου 2011).

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η ήμερη ρόκα προσαρμόζεται πολύ καλά σε υδροπονικές καλλιέργειες με την χρήση στερεών υποστρωμάτων, ενώ διαπιστώνεται μια διαφοροποίηση στα παραγωγικά δεδομένα σε σχέση με την πυκνότητα φύτευσης και την εποχή καλλιέργειας. (1^η καλλιέργεια: Νοέμβριος 2010 Ιανουάριος 2011 και 2^η καλλιέργεια: Φεβρουάριος 2011 –Απρίλιος 2011)

Θεωρώντας τις καλλιεργητικές περιόδους στο σύνολό τους, παρατηρείται ότι στην 1^η καλλιέργεια, αυξανόμενη της πυκνότητας φύτευσης (966 φυτά/m² και 1932 φυτά/m²), αυξάνεται και ο αριθμός των παραγόμενων φύλλων στις κατηγορίες «μικρό» και «μεσαίο», καθώς και στο σύνολο. Αντιθέτως, στην 2^η καλλιέργεια, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο πυκνοτήτων (966 φυτά/m² και 1449 φυτά/m²).

Όσον αφορά το νωπό βάρος, θεωρώντας τις καλλιεργητικές περιόδους στο σύνολό τους, παρατηρείται ότι στην 1^η καλλιέργεια, αυξανόμενη της πυκνότητας φύτευσης (966 φυτά/m² και 1932 φυτά/m²), αυξάνεται μόνο η παραγωγή των μικρών φύλλων, επηρεάζοντας σημαντικά και το συνολικό παραγόμενο νωπό βάρος. Στην 2^η καλλιέργεια, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο πυκνοτήτων (966 φυτά/m² και 1449 φυτά/m²), υποδηλώνοντας ότι οι δύο αυτές πυκνότητες είναι παραπλήσιες σε απόδοση.

Συνοψίζοντας τα ανωτέρω αποτελέσματα, συνιστάται επανάληψη της ερευνητικής προσπάθειας και σε άλλες εποχές με διάφορες πυκνότητες φύτευσης και σε διαφορετικά

υποστρώματα, έτσι ώστε να διεξαχθούν πλήρη και ασφαλή συμπεράσματα. Ιδιαίτερα θα πρέπει να προσεχθεί η περίοδος μετά τον Απρίλιο όπου η σημαντική άνοδος των θερμοκρασιών και της ηλιοφάνειας πιθανότατα να δράσουν αρνητικά στα ποιοτικά και παραγωγικά δεδομένα της ρόκας.

Οι άριστες αποστάσεις φύτευσης σε υδροπονικές μονάδες αποτελούν αντικείμενο έρευνας δεδομένου ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες παραμένουν σχεδόν σταθερές, ενώ η παραγωγική περίοδος είναι ταχύτερη και σε ορισμένες περιπτώσεις προσεγγίζει και τις 30 ημέρες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<http://www.fooddaily.gr/arthro.php?=24> (2-5-2011) Διαδίκτυο 1

<http://ellinikaanothefta.blodspot.com/2010/11/eruca-sativa.html> (2-5-2001) Διαδίκτυο 2

<http://en.wikipedia.org/wiki/eruca-sativa>. (20-3-2005) Διαδίκτυο 3

http://www.maltawildplants.com/CRUC/Eruca_sativa_php (Διαδίκτυο 4)

Περιγραφή των γεωργικών επιχειρήσεων στην περιοχή των μεγάρων (Διαδίκτυο 5)

Μάνιος Θ.,2006. Εργαστήριο υποστρωμάτων και συστημάτων καλλιεργειών εκτός εδάφους.

Μπάδα Κ.,2001. Ν.Φ.Τ-Αεροπονία

Λιονουδάκης Μ., 2006. Υδροπονική καλλιέργεια- Τα προτερήματα της χρησιμοποίησης υδροπονίας.

Νικολετάκης Μ., Η τεχνική της υδροπονίας και η εφαρμογή της μέσα από διάφορα συστήματα

Παναγόπουλος Χ.Γ., 1995. Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών. Εκδόσεις Σταμούλης.

Padulosi, S. and Pignose, D., 1996. Rocket: a Mediterranean crop for the world, Report of a workshop, Legnaro (Padova), Italy.

Savvas, D., Adamidis K., 1999. Automated management of nutrient solution based on target electrical conductivity, Ph, and nutrient concentration ratios. J. Plant Nutr.

Νικολάου Μαρία., 2011. Η καλλιέργεια της άγριας ρόκας σε υδροπονικό σύστημα βαθιάς επίπλευσης και η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην παραγωγή.