

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ

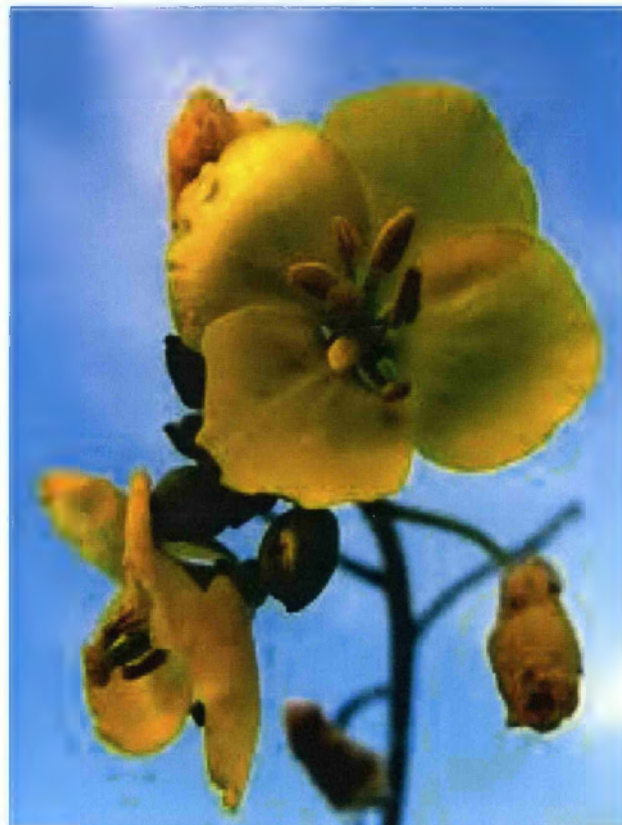
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΘΕΜΑ: «ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΑΓΡΙΑΣ
ΡΟΚΑΣ ΣΕ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ ΚΑΙ ΣΕ ΠΕΡΛΙΤΗ»**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΔΟΥΝΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2012

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ

ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΘΕΜΑ: «ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ
ΑΓΡΙΑΣ ΡΟΚΑΣ ΣΕ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ ΚΑΙ ΣΕ
ΠΕΡΛΙΤΗ»**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΔΟΥΝΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ:

ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΟΥΡΟΥΤΟΓΛΟΥ

ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΩΤΣΙΡΑΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΤΟΥ..3
1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	3
1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗ.....	3
1.3. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	4
1.4. Ο ΒΛΑΣΤΟΣ.....	4
1.5. ΤΟ ΦΥΛΛΟ.....	5
1.6. ΤΟ ΑΝΘΟΣ.....	5
1.7. Ο ΚΑΡΠΟΣ ΚΑΙ Η ΡΙΖΑ.....	6
1.8. ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	6
1.9. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	6
1.10. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....7
2.1. ΕΝΤΟΜΑ.....	7
2.1.1. ΑΛΕΥΡΩΔΗΣ.....	7
2.1.2. ΑΦΙΔΑ.....	8
2.2. ΜΥΚΗΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	8
2.2.1. ΠΕΡΟΝΟΣΠΟΡΟΣ.....	9
2.2.2. ΒΟΤΡΥΤΗΣ (ΦΑΙΑ ΣΥΨΗ).....	9
2.2.3. ΡΙΖΟΚΤΟΝΙΑ.....	10
2.2.4. ΑΛΤΕΡΝΑΡΙΩΣΗ.....	10
2.2.5. ΣΚΛΗΡΩΤΙΝΙΑΣΗ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....11
3.1. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	11
3.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	12
3.3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	13
3.4. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	14
3.5. ΜΥΘΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΝΟΗΣΕΙΣ.....	15
3.6. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΞΑΠΛΩΣΗ.....	16
3.7. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΧΝΙΤΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ.....	18
3.7.1. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	19
3.7.2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ.....	19
3.7.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ.....	20
3.7.4. ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΜΕΣ.....	21
3.7.5. ΤΥΠΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	22
3.7.5.1. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΧΩΡΙΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ.....	22
3.7.5.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ.....	23
3.7.5.2.1. ΣΤΕΡΕΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ.....	23
3.7.5.2.2. ΑΕΡΟΠΟΝΙΑ.....	25
3.8. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	26
3.8.1. ΑΝΟΙΧΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	26
3.8.2. ΚΛΕΙΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	26
3.9. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ <i>FLOATING</i>	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....30
4.1. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	30
4.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	30
4.2.1. ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....	30

4.2.2. ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ.....	31
4.2.3. ΥΛΙΚΑ.....	33
4.2.4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	37
4.3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	38
4.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	40
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ιστορική αναδρομή

Γυρίζοντας πίσω στο χρόνο μπορούμε να βρούμε πολλές αναφορές για την ρόκα και τις θεραπευτικές της ιδιότητες. Ο Αγάπιος Μοναχός ο Κρης το 15ο αιώνα είπε πως η ρόκα, το κάρδαμο και το σέλινο είναι θερμά και χωνευτικά, πως σκανδαλίζουν τη σάρκα και είναι καλύτερο να τα τρώει κανείς μαζί με ψυχρά χόρτα (μαρούλια, αντίδια, γλιστρίδα). Σύμφωνα και με την πορτογαλική ιατρική παράδοση, η ρόκα χρησιμοποιείται για πολλούς σκοπούς: έχει χωνευτική, διουρητική, τονωτική και καθαρτική δράση. Ο Κλαύδιος Γαληνός που ήταν ο δεύτερος σπουδαιότερος ιατρός της αρχαιότητας μετά τον Ιπποκράτη και ο τελευταίος χρονικά από όλους τους σημαντικούς ιατρούς του ελληνορωμαϊκού κόσμου μέσα στα κείμενά του παραθέτει διάσπαρτα για φυτά που παρουσίαζαν αφροδισιακές ιδιότητες. Ένα από αυτά είναι το Εύζωμον, δηλαδή η πασίγνωστη ρόκα. Διοσκουρίδης μας πληροφορεί ότι στην αρχαιότητα συνήθιζαν να χρησιμοποιούν ως άρτυμα το 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 τη χρησιμοποιούσαν σαν παυσίπονο. Ένα ποτήρι κρασί με λίγη ρόκα και άντεχαν μέχρι και τα μαστιγώματα (διαδύκτιο 1).

1.2 Βοτανική ταξινόμηση

Άθροισμα	Σπερματοφύτα
Υποάθροισμα	Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Κλάση	Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
Υποκλάση	Dilleniidae
Τάξη	Capparales
Οικογένεια	Brassicaceae

Γένος	Diplotaxis DC
Είδος	Tenuifolia

1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το γένος *Diplotaxis Tenuifolia* (L.) DC είναι ένα πολυετές είδος. Οι ρίζες του μπορούν να επιβιώσουν κατά τους χειμερινούς μήνες και να παράγουν νέους βλαστούς την επόμενη άνοιξη. Μπορούμε να το βρούμε ενθισμένο από αργά την άνοιξη μέχρι και το φθινόπωρο όπου τότε είναι έτοιμοι και οι σπόροι του για συγκομιδή. Είναι φυτό ευπροσάρμοστο όσον αφορά τη σύσταση του εδάφους αλλά και του περιβάλλοντος (Νικολάου, 2011).



Εικόνα 1 : *Diplotaxis Tenuifolia* (L.) DC

1.4 Ο βλαστός

Η ρόκα αναπτύσσεται κατακόρυφα σε σχέση με το έδαφος. Το κεντρικό της στέλεχος είναι ομαλό και χωρίς τριχίδια ή αγκάθια ενώ φέρει πολυάριθμους πλευρικούς βλαστούς.

1.5 Το φύλλο

Το φύλλο της ρόκας μεγαλώνει σε διαφορετικές θέσεις κατα μήκος του άξονα του στελέχους. Ο μίσχος του είναι λευκός και παρουσιάζεται σε ολο μήκος του. Το φύλλο είναι κανονικό με βαθιές εγκοιλώσεις. Η οσμή των φύλλων της ρόκας είναι χαρακτηριστική με πιο ήπια αυτή της ήμερης ρόκας (*eruca sativa*) και με πιο έντονη και πιπεράτη την οσμή της άγριας (*diplotaxis tenuifolia*).



Εικόνα 2 : Το φύλλο της άγριας ρόκας

1.6 Το άνθος

Το άνθος της ρόκας αποτελείται από τέσσερα ελλειπσοειδή μη επικαλυπτόμενα πέταλα ανοιχτού κιτρινού χρώματος διατεταγμένα διαγώνια μεταξύ τους (σταυροειδής διάταξη) και με έξι τετραδύναμους στήμονες τοποθετημένους κεντρικά και δυο κοντύτερους πιο έξω και κάθετα. Η ωοθήκη βρίσκεται στο κέντρο και έχει ένα διογκωμένο στίγμα. Η ταξιανθία είναι απλός βότρυς. Το μέγεθός του είναι 16-18mm ενώ δεν έχει κάποιο άρωμα.



Εικόνα 3 : Το άνθος

1.7 Ο καρπός και η ρίζα

Ο καρπός της ρόκας είναι αχάινιο χωρίς πάππο. Το χρώμα του είναι χλωμό πρασινο ενώ αυτό γίνεται ανοιχτό καφέ όταν έχει ωριμάσει πλήρως. Το ριζικό σύστημα είναι πασσαλώδες με μια κύρια ρίζα από την οποία προκύπτει ένα δίκτυο μικρότερων ριζών.

1.8 Τύποι και ποικιλίες

Ανάλογα με την μορφολογία των φύλλων της, η ρόκα που καλλιεργείται, διακρίνεται σε δύο τύπους. Την ήμερη ρόκα του γένους *Eruca* και την άγρια ρόκα του γένους *Diplotaxis*. Το γένος *Diplotaxis* περιλαμβάνει πάνω από τριάντα είδη με πολλά από αυτά να χρησιμοποιούνται ως βρώσιμα. Μερικά από τα είδη αυτά είναι τα: *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC που είναι και το υπομέλετη είδος, *Diplotaxis muralis* (L.) DC, *Diplotaxis catholica* (L.) DC, *Diplotaxis erucoides* (L.) DC, *Diplotaxis harra* (Forsk.) Boiss., *Diplotaxis simplex* (L.) DC, *Diplotaxis acris* (Forsk.) Boiss.

1.9 Πολλαπλασιασμός και βιολογικός κύκλος

Η ρόκα πολλαπλασιάζεται εγγενώς δηλαδή με σπόρο που έχει πολύ υψηλό ποσοστό βλαστικότητας. Ο βιολογικός κύκλος της αυτοφυούς άγριας ρόκας έχει ως εξής: Οι σπόροι βλαστάνουν μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Το φυτό αυτή την περίοδο αναπτύσσεται αργά αλλά με τη αύξηση της θερμοκρασίας κατά την άνοιξη, η ανάπτυξη επιταχύνεται κατά πολύ. Τα πρώτα άνθη εμφανίζονται κατά τον Οκτώβριο-Νοέμβριο ενώ η ανθοφορία συνεχίζεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες μέχρι και το επόμενο φθινόπωρο όπου και έχει σχηματιστεί μια πολυετής πασσαλώδης ρίζα. Το υπέργειο τμήμα ξηρύνεται αργά το φθινόπωρο και νέα βλάστηση παρατηρείται νωρίς τον χειμώνα μετά τις πρώτες βροχές. Μερικά φυτά ανθίζουν καθόλη τη διάρκεια του έτους ιδιαίτερα σε περιπτώσεις τραυματισμών (βόσκησις, αφαίρεση-κοπή στελεχούς) (W. T. Parsons and E. G. Cuthbertson, 2001)

1.10 Συγκομιδή

Οι σπόροι της ρόκας βλαστάνουν σε 5-15 ημέρες μετά τη φύτευσή τους. Η συγκομιδή των φύλλων της ρόκας γίνεται σε περίπου 60 ημέρες μετά τη σπορά αλλά αυτός ο χρόνος ποικίλει ανάλογα με χρησιμοποιούμενο είδος, το περιβάλλον ανάπτυξης και την περίοδο καθώς και την αγορά στην οποία προορίζεται το προϊόν. Εμπορικές πηγές αναφέρουν πως η πλήρης ανάπτυξη του *Diplotaxis tenuifolia* γίνεται σε 50 ημέρες (Genesis Seeds Ltd.). Λόγω του ότι η ρόκα έχει την

ικανότητα να αναβλαστάνει μετά την πρώτη συγκομιδή και οσον αφορά την *Diploaxis tenuifolia* μπορούμε να προβούμε σε 1 έως 3 ακόμη συγκομιδες των φυλλων της σε 15-30 ημέρες. Η μέση στρεμματική απόδοση της ροκας είναι 1,5 με 2,5 τόνους ανάλογα με τον αριθμό των συγκομιδών που έχουν πραγματοποιηθεί. Η συγκομιδή της ροκας γίνεται συνήθως με το χέρι και με την βοήθεια μαχαιριού σε απόσταση 2 περίπου εκατοστών από την επιφάνεια του εδάφους έτσι ώστε να υπάρξει αναβλάστηση. Σε κάθε περίπτωση όμως τα φύλλα πρέπει να είναι πάντα μεγαλύτερα από 12-15 εκατοστά (S. Padulosi and D. Pignone, 1996).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Εχθροι και ασθένειες

2.1 Έντομα

Τα έντομα τα οποία φαίνεται να είναι οι κυριότεροι εχθροι και να προκαλούν ζημιές στην ρόκα είναι ο αλευρώδης και η αφίδα.

2.1.1 Ο Αλευρώδης

Ο αλευρώδης ή αλευρώδης των θερμοκηπίων (*Trialeurodes vaporariorum*) ανοικει στην οικογένεια των αλευρώδων. Ο αλευρώδης είναι έντομο που μπορεί να δημιουργήσει μεγάλα προβλήματα όταν αυξηθεί ο πλυθησμός του. Μπορούμε εύκολα να τον αντιμετωπίσουμε όταν είναι μικρός ο πλυθησμός τους απλά δεν γίνεται εύκολα αντιληπτή η παρουσία τους αφού βρίσκονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Εκεί κάτω από την επιφάνεια των φύλλων αρχίζει και το πρόβλημα. Ο αλευρώδης ρουφά τους χυμούς του φυτού και αρχίζει να αποδυναμώνει τα φύλλα του φυτού άρα και όλο το φυτό. Επίσης τα κολλώδη εκκρίματα του εντόμου λερώνουν τα φύλλα του φυτού και στην συνέχεια κάτω από κατάλληλες συνθήκες μπορούν να δημιουργηθούν και μύκητες. Συνήθως βρίσκεται σε εσωτερικούς χώρους όπως στα θερμοκήπια. Εάν ο πληθυσμός δεν είναι μεγάλος προτείνεται ψεκασμός των φύλλων με νερό που περιέχει πράσινο σαπούνι και οινόπνευμα. Επίσης για την αντιμετώπισή του, πηγές του διαδυκίου ποτείνουν παράσιτα όπως τα: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus* (διαδύκτιο 2).



Εικόνα 4 : Αλευρώδης

2.1.2 Η αφίδα

Δυο φαίνεται να είναι τα είδη αφίδας τα οποία μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στην καλλιέργεια της ρόκας. Η αφίδα του λαχάνου *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) που προσβάλλει κυρίως τα άνθη και το *Hyadaphis coriandri* (Das) του οποίου οι πληθυσμοί εντοπίζονται στα φύλλα καθώς στους μίσχους του φυτού. Οι αφίδες τρέφονται από τους χυμούς του φυτού. Τα προσβεβλημένα σπορόφυτα μπορούν να γίνουν καχεκτικά και παραμορφωμένα. Η συνεχιζόμενη σίτιση σε ώριμα φυτά προκαλεί μαρασμό, κιτρίνισμα και γενικά νανισμό των φυτών (extento.hawaii.edu)



Εικόνα 5 : *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus)



Εικόνα 6 : *Hyadaphis coriandri* (Das)

2.2 Μυκητολογικές ασθένειες

Μεγάλη ανησυχία αναμφισβήτητα προέρχεται από προσβολές μυκήτων που βλάπτουν τόσο τα

επίγεια όσο και τα υπόγεια μέρη του φυτού και των οποίων οι επιπτώσεις είναι μεγαλύτερες όταν η παραγωγή γίνεται σε θερμοκήπια, όπου η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία ευνοούν την ανάπτυξή τους. Στη φάση του κατυληδονόφυλλου, τα φυτάρια υπάρχει περίπτωση να προσβληθούν από *Fusarium Spp* και *Rhizoctonia Spp* στην οποία μπορεί να προκληθεί δευτερογενής σήψη από βοτρυτία ή και *Sclerotinia Spp*. Η *Alternaria Spp* μπορεί και αυτή να προσβάλλει φύλλα, μίσχους και τις κοτυληδόνες, παρ'όλα αυτά ο πιο μεγάλος κίνδυνος είναι ο περονόσπορος. Οι παραπάνω μύκητες με την προσβολή τους προκαλούν αποχρωματισμό στα μικρά φύλλα. Όπου δεν υπάρχει υψηλό ποσοστό υγρασίας εμφανίζεται ένα λευκό μυκήλιο. Οι θερμοκρασίες που ευνοούν την ανάπτυξη αυτού του μυκηλίου είναι 10-16° C και όταν τα φύλλα είναι υγρά ο κύκλος ζωής του ολοκληρώνεται γρήγορα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να χαθεί η καλλιέργεια μέσα σε 1-2 μέρες. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί πως ακόμη και αν η ζημιά είναι ήπια, το προϊόν υποβαθμίζεται σημαντικά. Θα πρέπει τέλος να αναφερθεί ότι η αγρια ρόκα *Diplotaxis spp* είναι πιο ανθεκτική σε αυτήν την ασθένεια από την ήμερη ρόκα *ErUCA sativa* που είναι πολύ ευαίσθητη (S. Padulosi and D. Pignone, 1996)

2.2.1 Περονόσπορος

Ο περονόσπορος οφείλεται στον μύκητα *Peronospora parasitica* και προκαλεί χλωρωτικές κηλίδες κατά τις περιόδους που επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας. Στη συνέχεια το φύλλο καλύπτεται από τις υπόλευκες εξανθήσεις του μύκητα. Προτείνεται :

- Αραιή σπορά και καλός αερισμός των φυτών για περιορισμό του ποσοστού υγρασίας,
- Μεταφύτευση (όπου εφαρμόζεται) μόνο υγιών φυτών,
- καταστροφή ζιζανίων και υπολλειμάτων της καλλιέργειας,
- αύξηση της σχέσης φωσφόρου προς το κάλιο 2:1 ή 3:1,
- εφαρμογή με συγκεκριμένα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα ανα 7-10 ημέρες (Παναγόπουλος, 1995)

2.2.2 Βοτρυτίας (Φαιά σήψη)

Οφείλεται στον μύκητα *Botrytis cinerea*. Στην αρχή η προσβολή εμφανίζεται με στίγματα σκούρου χρώματος έπειτα εξελίσσεται σε μαλακή σύψη και στη συνέχεια εμφανίζεται η καρποφορία του μύκητα με κριζο-καφέ χρώμα. Σε ορισμένες περιπτώσεις έχουμε καταστροφή του

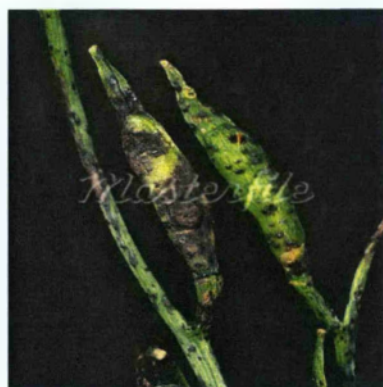
φυτου. Μπορει να ελεγχθει με επαρκη αερισμο και ελεγχο των συνθηκων που επικρατουν (Παναγόπουλος, 1995)

2.2.3 Ριζοκτονία

Ο μύκητας *Rhizoctonia solani* είναι υπεύθυνος για την ασθένεια αυτή. Προκαλεί καστανά ή μαυρά έλκη στη βάση των νεαρών φυτών, προσβολές των φύλλων και προσυλλεκτικές – μετασυλλεκτικές σήψεις. Για την καταπολέμηση της ασθένειας αυτής προτείνεται χρήση κατάλληλων μυκητοκτόνων.

2.2.4 Αλτεροναρίωση

Οφείλεται στον παθογόνο μύκητα *Alternaria brassicae*. Με υγρό καιρο εμφανίζονται στην επιφάνεια των προσβεβλημένων ιστών πλούσιες εξανθήσεις των παθογόνων. Πηγές μόλυνσεων είναι ο σπόρος, τα υπολείματα της καλλιέργειας και τα ζιζάνια – ξενιστές. Ο έλεγχος των προαναφερθέντων διασφαλίζει και την καλλιέργεια. Ένα άλλο είδος παθογόνου μύκητα, ο *Alternaria brassicicola* φαίνεται να προσβάλλει στην ήμερη ρόκα (*Eruca sativa*) τους λοβούς. (διαδύκτιο 4)



Εικόνα 7 : *Alternaria brassicicola* στην ήμερη ρόκα (*Eruca sativa*)

2.2.5 Σκληρωτινίαση

Οφείλεται στον μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum*. Ο μύκητας αυτός προσβάλλει το φυτό σε όλα τα στάδια της ανάπτυξής του. Κατά την 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 τον μύκητα έχει ως αποτέλεσμα τη

μάρανση και την πλήρη καταστροφή του αν δεν ληφθούν μέτρα για την αντιμετώπισή του.Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Περιορισμός της εδαφικής υγρασίας με κατάλληλα μετρα,
- απολύμανση του εδάφους μετα το πέρας της καλλιέργειας με ηλιοαπολύμανση ή ατμο,
- απομάκρυνση και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών αμέσως μετα την εμφάνιση της ασθένειας (Νικολάου Μαρια, 2011)

Κεφάλαιο 3

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

3.1 Υδροπονική καλλιέργεια

Κατά καιρούς έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί για την ιδροπονική καλλιέργεια.Για παράδειγμα η εγκυκλοπαίδεια <<*Encyclopedia Americana,international edition,2000*>>ορίζει ως υδροπονία την ανάπτυξη φυτών σε υγρά θρεπτικά υποστρώματα αντι της καλλιέργειας τους στο έδαφος.Η εγκυκλοπαίδεια <<*The new encyclopedia Britannica,1997*>>την ορίζει ως την καλλιέργεια φυτων σε νερό εμπλουτισμένο με θρεπτικά στοιχεία,με ή χωρίς τη μηχανικη υποστήριξη ενός αδρανούς μέσου όπως αυτό της άμμου ή χαλικιού.

Με την πλατιά έννοια του όρου,υδροπονία ή ανέδαφος καλλιέργεια είναι η χρήση οποιασδήποτε μεθόδου καλλιέργειας φυτών που δεν έχει σχέση με το φυσικό έδαφος ή με ειδικά μείγματα εδάφους.Με τη μέθοδο της υδροπονίας τα φυτά καλλιεργούνται είτε πάνω σε αδρανή υποστρώματα στα οποία προστίθεται θρεπτικό διάλυμα ή σε σκέτο θρεπτικό διάλυμα.

3.2 Ιστορική αναδρομή

Απο το Μεσαίωνα μέχρι το δέκατο όγδοο αιώνα ήταν κοινή πίστη ότι τα φυτά τρέφονταν μόνο με νερό και ότι το έδαφος τους πρόσφερε μόνο τη στήριξη. Η υδροπονία ξεκίνησε μετά το δέκατο όγδοο αιώνα, ως εργαλείο για ακαδημαϊκή έρευνα στη θρέψη των φυτών και πολύ αργότερα (εικοστό αιώνα) εξελίχθηκε σε μέθοδο παραγωγής.

Κατα την περίοδο 1860 έως το 1900 στη Γερμανία η υδροπονική καλλιέργεια αποτελεί ένα γενικά παραδεκτό εργαλείο έρευνας. Η πυκνότητα των διαλυμάτων σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία κυμαινόταν από 0.1% μέχρι 0.6%. Την εποχή αυτή προσδιορίστηκαν ως απαραίτητα 10 από τα αναγκαία ανόργανα στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών. Μετά το 1900, εκτός από τις χημικές ιδιότητες των στοιχείων, δόθηκε προσοχή και στις φυσικές ιδιότητες του υποστρώματος ανάπτυξης και του περιβάλλοντος της ρίζας γενικά (ωσμωτική πίεση, θερμοκρασία, συγκέντρωση οξυγόνου, οξύτητα). Το 1914 ο W.E. Tottingham δημοσίευσε μια ερευνητική εργασία για την ποσοτική σύνθεση των στοιχείων του διαλύματος και τη φυσιολογική τους επίδραση στο φυτό (προτείνει συνολική συγκέντρωση 0.6% ή 2.5atm ωσμωτική πίεση, με βάση το διάλυμα Knops). Το 1919-1920 ο Hoagland βρήκε ότι διαλύματα με συγκέντρωση λυπαντικών στοιχείων από 0.48% έως 1.45% έδιναν πολύ καλό αποτέλεσμα, αρκεί να ανανεώνονταν συχνά. Κατά την περίοδο αυτή όλες οι πειραματικές εργασίες γίνονταν σε υπόστρωμα άμμου. Το 1923 από εργασίες των A.L. Bakke και L.W. Erdman αποδείχθηκε ότι η ανάπτυξη των φυτών με υδροπονική μέθοδο ήταν πολύ καλύτερη από αυτήν του εδάφους. Το 1938 αρχίζει η πρώτη εμπορική εκμετάλλευση της υδροπονικής καλλιέργειας στις ΗΠΑ και την Β. Ευρώπη, όπου γύρω από τις μεγάλες πόλεις αρκετοί καλλιεργητές ξεκίνησαν υδροπονική καλλιέργεια στο θερμοκήπιο. Γρήγορα την εγκατέλειψαν όμως λόγω διαφόρων τεχνικών προβλημάτων και της υψηλής τιμής των χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούσαν. Από το Β' Παγκόσμιο πόλεμο και μετά γίνονταν στίς ΗΠΑ μερικές εγκαταστάσεις υδροπονικής καλλιέργειας, για παραγωγικούς σκοπούς, σε υπόστρωμα άμμου. Το 1950 αναπτύχθηκε από το Steiner (Wabben and Steiner, 1953, patent) η τεχνική καλλιέργειας σε φίλμ θρεπτικού διαλύματος (NFT) , που από το 1966 πήρε σημαντική εξάπλωση στη Μ. Βρετανία, με τις προσπάθειες του A. Cooper. Το 1976 αναπτύχθηκε στη Δανία η τεχνική καλλιέργειας με αδρανές υλικό τον ορυκτοβάμβακα που είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη εμπορική μέθοδος στη Β. Ευρώπη σήμερα.

Σήμερα χρησιμοποιούνται σε εμπορική κλίμακα, σε όλο τον κόσμο, πάρα πολλές μέθοδοι

υδροπονικής καλλιέργειας . Ο διεθνής οργανισμός international society of soilless culture (ISOSC) , καθώς και πολλά εθνικά Ινστιτούτα, ασχολούνται δραστήρια με το θέμα των υδροπονικών καλλιεργειών και προωθούν την έρευνα στον τομέα αυτό (Μαυρογιαννοπουλος 2006).

3.3 Καλλιεργούμενες εκτάσεις

Η υδροπονική καλλιέργεια φυτών έχει γίνει δημοφιλής σε πάρα πολλές περιοχές του κόσμου και ιδιαίτερα στις οικονομικά αναπτυγμένες χώρες. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις στην Ολλανδία, περίπου 6000 στρέμματα κατά την περίοδο 1981-1982, έφθασαν πάνω από 100.000 στρέμματα σήμερα. Σχεδόν ,όλα τα παραγόμενα κηπευτικά σε αυτή τη χώρα παράγοντε υδροπονικά. Στη Β. Αμερική εκτιμάται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των καρποφόρων λαχανικών, που καταναλώνονται, παράγονται υδροπονικά, ανεξάρτητα απο τη χώρα παραγωγής τους. Κατ' εκτίμηση, η καλλιεργούμενη έκταση με υδροπονικές μεθόδους σε διαφορες χώρες είναι:

Ιαπωνία	120000 στρέμματα
Αυστραλία	100,000
Ολλανδία	100,000
Ισπανία	40,000
Γαλλία	20,000
Καναδάς	15,000
Μ. Βρετανία	8,000
Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	5,000
Ιταλία, Βέλγιο, Δανία	5,000
Ισραήλ	5,000
Ελλάδα	2,000
Κίνα	1,500

Πίνακας 1: καλλιεργούμενες εκτάσεις φυτών με υδροπονική μεθοδο

Η Συνολική έκταση σε όλο τον κόσμο εκτιμάται κάπως μικρότερη από 600,000 στρέμματα. Οι κυριότερες εμπορικές μέθοδοι καλλιέργειας είναι :καλλιέργεια σε υπόστρωμα ορυκτοβάμβακα (Rockwool Culture), καλλιέργεια σε σάκους ινών καρύδας, καλλιέργεια σε περλίτη και καλλιέργεια σε φιλμ θρεπτικού διαλύματος (NFT) .Άλλες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σε σημαντικό βαθμό, είναι η καλλιέργεια σε άμμο (κυρίως σε τοπική άμμο) και καλλιέργεια σε πριονίδι (Καναδάς). Περιπτωσιακά χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο και η καλλιέργεια σε χαλίκι μικρής διαμέτρου (φυσικό ή τεχνητό), (Κώτσιρας, 2011)

3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδροπονικών καλλιεργειών

Οι σημαντικότερες θετικές πτυχές (πλεονεκτήματα) τις υδροπονίας παρουσιάζονται παρακάτω :

- Η ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες,
 - Δεν υφίσταται ανάγκη για απολύμανση του εδάφους ενώ παράλληλα μειώνεται δραστικά η ανάγκη εφαρμογής φυτοφαρμάκων,
 - Λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου,
 - Ιδιαίτερη χρήσιμη είναι η υδροπονία όταν το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα,
 - Στις υδροπονικές καλλιέργειες το κόστος θέρμανσης είναι μειωμένο,
 - Έχει αποδειχτεί ότι η καλλιέργεια τόσο σε υποστρώματα όσο και σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα επιφέρει σημαντική προώμιση,
 - 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 γίνει κάποιο λάθος,
-
- 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,
-
- Αύξηση των αποδόσεων, οι αποδόσεις των υδροπονικών καλλιεργειών είναι κατά μέσο όρο γύρω στο 15-20% υψηλότερες,
-
- Τα παραγόμενα στις υδροπονικές καλλιέργειες καλλωπιστικά φυτά είναι καλύτερης ποιότητας, και τέλος,

Υπάρχει η δυνατότητα αποτελεσματικότερης προστασίας του περιβάλλοντος όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε κλειστό υδροπονικό σύστημα με την πλήρη - ορθολογική αξιοποίηση των λιπασμάτων μέσα στο θρεπτικό διάλυμα.

Όμως, μια νέα μορφή καλλιέργειας φυτών, έχει και ορισμένα μειονεκτήματα:

- Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μιας υδροπονικής μονάδας είναι σημαντικό,
- Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες,
- Η εφαρμογή υδροπονίας σε μία θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει ότι ο επικεφαλής της επιχείρησης θα πρέπει να διαθέτει ένα ελάχιστο μορφωτικό επίπεδο,
- Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μίας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος εφόσον προσβληθεί ένα φυτό, και τέλος,

Ορισμένοι παραγωγοί παραπονιούνται ότι στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με το έδαφος(Ευάνθης Μαρίνου ,2011)

3.5 Μύθοι και παρανοήσεις που αφορούν τις υδροπονικές καλλιέργειες

Η εφαρμογή της υδροπονίας στην Ελλάδα έχει αρχίσει να γίνεται σταδιακά περισσότερο γνωστή

απο τους παραγωγούς και τους καταναλωτές κατα τα τελευταία χρόνια. Όπως κάθε καινούρια τεχνική αντιμετωπίζεται με επιφύλαξη και έχουν δημιουργηθεί πολλοί μύθοι και παρανοήσεις σχετικά με την χρήση της. Μερικοί απο τους μύθους αυτούς είναι διασκεδαστικοί ενώ άλλοι είναι επιζήμιοι για τη λειτουργία και εξάπλωση των υδροπονικών μονάδων. Παρακάτω θα αναφερθούν κάποιες παρανοήσεις τις οποίες θεωρώ πως είναι σημαντικές και πρέπει να τσιπροσεγγισθούν.

1. Η υδροπονία είναι πολύπλοκη

Πριν λίγα χρόνια, η άποψη αυτή έδειχνε να είναι αληθινή λόγω της απουσίας της τεχνογνωσίας, των ειδικών του χώρου αλλά και του εξοπλισμού. Όμως η εκτεταμένη πλέον παρουσία πίο απλών υδροπονικών συστημάτων, η αύξηση των ειδικών επιστημόνων και η εξέλιξη της υδροπονικής τεχνολογίας καθιστά την εφαρμογή της πιο εύκολη και για ερασιτεχνική χρήση.

2. Τα υδροπονικά προϊόντα έχουν τεχνητή γεύση

Ανεξαρτήτως του τρόπου καλλιέργειας, είτε στο έδαφος, είτε εκτός εδάφους, όταν στο φυτο παρέχονται οι σωστές ποσότητες των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων, το τελικό προϊόν θα έχει άριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Στις υδροπονικές καλλιέργειες, τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που προστίθεναι στο νερό αρδέυσεως είναι ακριβώς τα ίδια με αυτά που υπάρχουν στο έδαφος. Έτσι η γένυση και το άρωμα θα είναι τα ίδια ή ακόμη και καλύτερα στα υδροπονικά προϊόντα, λόγω των καλύτερων συνθηκών καλλιέργειας.

3. Η εφαρμογή της υδροπονίας σινιστάται μονο σε υπό κάλυψη καλλιέργειες με πολύ καλό έλεγχο των συνθηκών

Η υδροπονία μπορεί να εφαρμοσθεί εξίσου αποτελεσματικά και σε υπαίθριες καλλιέργειες (πχ φράουλα, μαρούλι) όταν οι κλιματολογικές συνθήκες επιτρέπουν την επιμήκυνση της καλλιεργητικής περιόδου (Κώτσιρας, 2011)

3.6 Παγκόσμια εξάπλωση της υδροπονίας

Η συνολική εκταση των υδροπονικών καλλιεργειών παγκοσμίως εκτιμάται οτι είναι γύρω στα 250,000 στρέμματα (έτος 2001) και αναφέρεται κυρίως σε καλλιέργεια πετροβάμβακα (rockwool), σε φιλμ θρεπτικού διαλύματος (NFT), σε επιπέδουσα υδροπονία και σε σάκους τύρφης. Άλλα συστήματα που χρησιμοποιούνται σε σημαντικό βαθμό είναι η καλλιέργεια σε άμμο (Ισραήλ), σε σάκους με περλίτη (Μ.Βρετανία, Ιταλία, Ελλάδα).

Πίνακας 2: Πίνακας της παγκόσμιας εξάπλωσης των υδροπονικών καλλιεργειών κατά τα έτη 1980-2001 (Κώτσιρας, 2011)

Χώρα	Έτος	Έκταση(στρ.)	Υδροπονικό σύστημα	Κύριες καλλιέργειες
Ολλανδία	1987 2001	35,000 100,000	Πετροβάμβακας	Τομάτα, αγγούρι, πιπεριά, μελιτζάνα, φασόλι, μαρούλι, δρεπτά άνθη
Ισπανία	1996 2001	10,000 40,000	Περλίτης, άμμος, πετροβάμβακας	Μαρούλι, αγγούρι, πιπεριά, τομάτα
Καναδάς	1987 2001	1,000 15,740	Πετροβάμβακας, πριονίδι, NFT, περλίτης	Τομάτα, αγγούρι, μαρούλι, πιπεριά
Γαλλία	1996	1,000	Πετροβάμβακας	Αγγούρι, πιπεριά, τομάτα, μελιτζάνα, δρεπτά άνθη
Ιαπωνία	1984	2,930	Πετροβάμβακας, floating, NFT	Τομάτα, κρεμμύδι, μαρούλι, πεπόνι, αγγούρι
Ισραήλ	1996	6,500	Περλίτης, άμμος, αεροπονία	
Βέλγιο	1996	6,000	Πετροβάμβακας	
Νέα Ζηλανδία	1996 2001	2,000 5,500	Ελαφρόπετρα, NFT	δρεπτά άνθη, φράουλα, τομάτα, πιπεριά, αγγούρι, μαρούλι
Αυστραλία	1996	5,000	Άμμος, περλίτης, πετροβάμβακας, NFT	Τομάτα, αγγούρι, μαρούλι, δρεπτά άνθη, αρωματικά-φαρμακευτικά, φράουλα
Αγγλία	1988	3,920	Πετροβάμβακας	Τομάτα, αγγούρι, πιπεριά

Νότιος Αφρική	1984 1996	750 4,200	Διάφορα στερεά υποστρώματα	Τομάτα,αγγούρι, μαρούλι
Ιταλία	1990 1999	500 4,000		Τριαντάφυλλο, ζέρμπερα, φράουλα, τοματα
ΗΠΑ	1984 1999	2,280 4,000	Πέρλιτης, χαλίκι, άμμος, NFT	Τομάτα,αγγούρι, μαρούλι
Φινλανδία	1996	3,700		
Κορέα	1987 1996	2,740	Περλίτης,αεροπον ία, NFT, DFT, πετροβάμβακας	Τομάτα,αγγούρι, μαρούλι
Μεξικό	1996 1999	150 1,200		
Κίνα	1987	50	χαλίκι	Τομάτα,αγγούρι, μαρούλι, πράσο
Ελλάδα	1996 1999	330 600	Πετροβάμβακας, περλίτης, ελαφρόπετρα, cocosoil, NFT	Τομάτα, αγγούρι, μαρούλι, πιπεριά, τριαντάφυλλο
Βραζιλία	1999	500	NFT	Μαρούλι
Ταϊβάν	1996	350		
Σιγκαπούρη	1996	300	Αεροπονία, NFT	

3.7 Γενική περιγραφή καλλιέργειας σε τεχνητά υποστρώματα

Η καλλιέργεια σε τεχνητά υποστρώματα αποτελείται από τέσσερα βασικά συστατικά μέρη τα οποία συνθέτουν την οργάνωση και λειτουργία του όλου συστήματος. Τα συστατικά αυτά μέρη που θεωρητικά είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, θα πρέπει να οργανωθούν κατά αρμονικό τρόπο ώστε να επέλθει ένα ολοκληρωμένο σύνολο, που είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη επιτυχή λειτουργία της μονάδας. Τα μέρη που αποτελούν τη μονάδα αυτή είναι:

- Το περιβάλλον του θερμοκηπίου
- Το σύστημα τροφοδοσίας νερού και θρεπτικών στοιχείων
- Το υπόστρωμα και η υποδομή που χρειάζεται
- Οι αυτοματισμοί και οι δικλίδες ασφάλειας.

3.7.1 Εξοπλισμός υδροπονικών εγκαταστάσεων

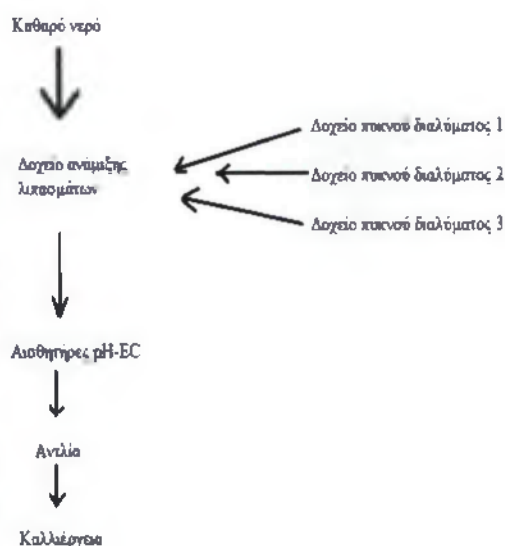
Οι εγκαταστάσεις και εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στις διάφορες μεθόδους αφορά κυρίως τα κανάλια, τις δεξαμενές ανακύκλωσης, τα ικριώματα στήριξης των καναλιών, τα πορώδη υποστρώματα, τα δοχεία, τους αναδευτήρες για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων, τις αντλίες, τις σωληνώσεις, τα όργανα και αισθητήρες για τη ρύθμιση και την τροφοδοσία του θρεπτικού διαλύματος (Μαρίνου, 2011).

3.7.2 Σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος

Σε μια υδροπονική μονάδα, το σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα:

- Εγκατάσταση παροχής νερού.
- Φίλτρα καθαρισμού του νερού.
- Δοχεία πυκνών διαλυμάτων.
- Μονάδα αραιώσης πυκνών διαλυμάτων (με δοσομετρικές αντλίες ή με αυτόματο μείκτη λιπασμάτων).
- Σύστημα αυτόματου ελέγχου.

Γενική απεικόνιση του συστήματος παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων στις υδροπονικές καλλιέργειες



Πίνακας 3: Σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος

3.7.3 Σύστημα τροφοδοσίας νερού και θρεπτικών στοιχείων

Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα άρδευσης είναι το στάγδην άρδευσης. Αν και ο σχεδιασμός αλλά και η επιλογή των κατάλληλων εξαρτημάτων παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με το σχεδιασμό του συστήματος όταν πρόκειται για συμβατική καλλιέργεια στο έδαφος, εντούτοις υπάρχουν ορισμένες ιδιαιτερότητες που πηγάζουν από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του συστήματος. Το είδος του υποστρώματος, το είδος και η μορφή του δοχείου στο οποίο τοποθετείται το υπόστρωμα και το είδος της φυτείας είναι στοιχεία που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Επίσης, βασικά σημεία που πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα κατά την εφαρμογή του συστήματος είναι, η ομοιομορφία στην πίεση λειτουργίας και στην παροχή των σταγόνων ώστε να λειτουργούν απόλυτα ομοιόμορφα και να παρέχουν ακριβώς την ίδια ποσότητα νερού και θρεπτικών στοιχείων σε όλα τα φυτά.

Στην υδροπονία, λόγω της ακρίβειας στις συγκεντρώσεις που απαιτούνται κατά την ετοιμασία του θρεπτικού διαλύματος, του μεγάλου αριθμού λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται, σε συνδυασμό με τον έλεγχο και την ρύθμιση της αγωγιμότητας και του pH του θρεπτικού διαλύματος που απαιτείται, η χρήση πολύπλοκων μηχανημάτων που έχουν δημιουργηθεί για το σκοπό αυτό και ονομάζονται αναμίκτες λιπασμάτων (Fertigation Manager). Οι συσκευές αυτές έχουν την

δυνατότητα να ετοιμάζουν το θρεπτικό διάλυμα σύμφωνα με το πρόγραμμα που του έχει δοθεί. Παράλληλα, ρυθμίζουν τόσο την άρδευση όσο και το περιβάλλον του θερμοκηπίου με την προσθήκη των απαραίτητων συσκευών- αισθητήρων (Sensors) και των κατάλληλων ρυθμίσεων, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται οι άριστες συνθήκες άρδευσης-θρέψης και κλιματισμού (Μαρίνου, 2011).

3.7.4 Υποστρώματα και υποδομές

Η επιλογή του είδους του υποστρώματος που θα χρησιμοποιηθεί διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην όλη διαμόρφωση της μονάδας αλλά και επηρεάζει σημαντικά όλες τις άλλες παραμέτρους που συμμετέχουν στην οργάνωση της. Σαν υπόστρωμα έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί αρκετά υλικά φυτικής προέλευσης χωρίς να έχουν εξαντληθεί όλες οι δυνατές επιλογές. Κριτήρια για την επιλογή ενός υλικού για χρήση ως υπόστρωμα αποτελούν:

- Η δυνατότητα εξεύρεσης του υλικού αυτού στις αναγκαίες ποσότητες.
- Το υλικό να μην παρουσιάζει τοξικές επιδράσεις στο υπό καλλιέργεια φυτό.
- Να μην υπάρχουν τοξικές και/ή επικίνδυνες ουσίες για την ανθρώπινη υγεία.
- Το υλικό να είναι σχετικά αδρανές από πλευράς θρεπτικών στοιχείων ή οι συγκεντρώσεις να είναι τέτοιες που να μην επηρεάζουν το θρεπτικό ισοζύγιο του φυτού.
- Τα φυσικά χαρακτηριστικά να είναι τέτοια που να εξασφαλίζουν τη διατήρηση υγρασίας και αερισμού στις άριστες συνθήκες για την ανάπτυξη του φυτού.
- Το κόστος του υλικού να είναι σε χαμηλά επίπεδα.
- Να παρουσιάζει σταθερότητα στην δομή του για όλη την καλλιεργητική περίοδο.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι ο περλίτης, ο πετροβάμβακας, ο βερμικουλίτης, η άμμος, μικρής διαμέτρου χαλίκια όσον αφορά τα αδρανή υλικά και οι διάφορες κομπόστες οργανικής προέλευσης (Coconut, Peat moss, κτλ). Ανάλογα με την επιλογή του υποστρώματος, πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια ούτως ώστε να δημιουργούνται και οι κατάλληλες υποδομές τοποθέτησης του υποστρώματος έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερότητα στο ριζικό σύστημα, η σωστή στράγγιση, ο αερισμός και η θέρμανση. Για το σκοπό αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν, επίσης, διάφορα υλικά προερχόμενα κυρίως από πλαστικές ύλες (γλάστρες, σωλήνες, πλαστικά, κανάλια κτλ). (Benton Jones Jr, 2005).

3.7.5 Τύποι υδροπονικών συστημάτων

Τα ποικίλα υδροπονικά συστήματα που έχουν αναπτυχθεί ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τα συστήματα στα οποία δε συμμετέχει κάποιο υπόστρωμα και η καλλιέργεια των φυτών λαμβάνει χώρα απευθείας επάνω στο θρεπτικό διάλυμα. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει υδροπονικά συστήματα στα οποία χρησιμοποιείται υπόστρωμα, οργανικής ή ανόργανης φύσης.

ΤΥΠΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ		
ΜΕ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ		ΧΩΡΙΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ
ΣΤΕΡΕΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ Ο ΑΕΡΑΣ	ΝΕΡΟ
Ανόργανα	Αεροπονία	N.F.T
Οργανικά		Επιπλέουσα Υδροπονία
Μίγματα		

	Συστήματα ανοιχτά ή κλειστά
	Συστήματα μόνο κλειστά

Πίνακας 4: Τύποι υδροπονικών συστημάτων

3.7.5.1 Σύστημα καλλιέργειας χωρίς υπόστρωμα

Στα συστήματα της πρώτης κατηγορίας (συστήματα χωρίς υπόστρωμα) οι ρίζες αναπτύσσονται σε κανάλια συνεχούς ή μη συνεχούς ροής θρεπτικού διαλύματος. Ένα παράδειγμα συστήματος χωρίς υπόστρωμα με συνεχή ροή διαλύματος είναι το γνωστό N.F.T. (Nutrient Film Technique – καλλιέργεια σε μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος) στο οποίο οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε κανάλια μεγάλου μήκους, μέσα στα οποία ρέει μία λεπτή στρώση θρεπτικού διαλύματος. Τα κανάλια του NFT είναι συνήθως επενδεδυμένα με ειδικό πλαστικό, το οποίο είναι λευκό από την εξωτερική πλευρά και μαύρο από την εσωτερική. Το NFT είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας στον κόσμο, κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους εγκατάστασης που απαιτείται. Στην περίπτωση που δεν έχουμε ροή του θρεπτικού διαλύματος, το υδροπονικό σύστημα διαθέτει μεγάλη αποθήκη διαλύματος μέσα στην οποία αναπτύσσονται τα φυτά. Για τον εμπλουτισμό του διαλύματος με το απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών οξυγόνο, το σύστημα είναι εφοδιασμένο με ειδική αντλία, η οποία διοχετεύει αέρα στον χώρο της δεξαμενής(διαδύκτιο 5)

3.7.5.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ

Στις καλλιέργειες αυτές το ριζικό σύστημα των φυτών αναπτύσσεται σε στερεά υποστρώματα. Αυτή τη φορά το θρεπτικό διάλυμα τους παρέχεται μέσω ενός αρδευτικού δικτύου. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι κλειστά ή ανοιχτά (Κώτσιρας, 2011).

3.7.5.2.1 ΣΤΕΡΕΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

Τα στερεά υποστρώματα είναι τεχνητά υλικά, τα οποία έχουν τέτοιες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες ώστε να διατηρούν ιδανικές αναλογίες νερού και αέρα στην περιοχή της ρίζας για την καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει ένα υπόστρωμα ώστε να είναι κατάλληλο για την υδροπονία είναι τα ακόλουθα: να είναι αδρανές (δηλαδή να μην αντιδρά με το θρεπτικό διάλυμα) να έχει ουδέτερο pH, να έχει υψηλό πορώδες, να είναι χαμηλής πυκνότητας (μικρού βάρους), να είναι υδρόφιλο, να έχει διάρκεια ζωής μεγαλύτερη από τρία χρόνια, να είναι χαμηλού κόστους και να είναι απαλλαγμένο από φυτονόσους. Τα διάφορα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία διακρίνονται σε ανόργανα, οργανικά και διάφορα μίγματα.

Απο τα ανόργανα υποστρώματα αυτά που χρησιμοποιούνται πιο συχνά είναι ο πετροβάμβακας, ο περλίτης, η ελαφρόπετρα και η άμμος.

Ο Πετροβάμβακας σαν υπόστρωμα

Ο πετροβάμβακας ή ορυκτοβάμβακας είναι ένα διογκωμένο ανόργανο υλικό. Ο βασάλτης, ο ασβεστόλιθος και ο γαιάνθρακας είναι οι πρώτες ύλες από τις οποίες παραγεται και βρίσκονται σε αναλογίες 4: 1: 1. Τα υλικά αυτά θερμενόμενα λιώνουν σε θερμοκρασία 1500-1600 βαθμούς Κελσίου και εξωθούνται σε καλούπι, έτσι ώστε να διαμορφωθούν σε ίνες. Κατά το κρύωμα ψεκάζεται με φαινοληρήνη, που μειώνει την επιφανειακή τάση και αυξάνει τη διαβρεκτικότητα του ορυκτοβάμβακα στο νερό. Οι πόροι καταλαμβάνουν 87-96% του όγκου του. Το pH του είναι περίπου 7. Ο πετροβάμβακας χρησιμοποιείται για 1 έως 3 χρόνια και μετά πρέπει να ανακυκλώνεται. (Μαυρογιαννόπουλος, 2006)

Ο πετροβάμβακας είναι σήμερα το πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα στις

υδροπονικές καλλιέργειες παρά το γεγονός ότι γίνονται προσπάθειες για εύρεση υποστρώματος,



Εικόνα 8: Πλάκες πετροβάμβακα

το οποίο θα τον αντικαταστήσει. Οι προσπάθειες αυτές γίνονται με σκοπό να βρεθεί λύση στο οικολογικό πρόβλημα που δημιουργεί η διάθεση των χρησιμοποιημένων πλακών του πετροβάμβακα στο περιβάλλον.

Ο περλίτης σαν υπόστρωμα



Εικόνα 9: Περλίτης σε διάφορες μορφές

Ο περλίτης είναι ορυκτό, αργιλοπυριτικό, ηφαιστειογενούς προέλευσης που περιέχει κρυσταλλικό νερό σε ποσοστό 3-4%. Για την παρασκευή του διογκωμένου περλίτη που χρησιμοποιείται στις υδροπονικές καλλιέργειες, οι κόκκοι του ορυκτού αυτού θερμαίνονται στους 1000 βαθμούς Κελσίου, όπου λόγω του κρυσταλλικού νερού που περιέχει,

διογκώνεται. Έχει υψηλό πορώδες 65-82%, αλλά ένα μέρος του είναι κλειστό πορώδες. Σε σχέση με το βάρος του μπορεί να συγκρατήσει 3-4 φορές περισσότερο νερό. Το pH στην αρχή είναι 6,5-7,5, δεν έχει σημαντική ρυθμιστική ούτε και εναλλακτική ικανότητα ιόντων και δεν περιέχει άλατα.

Ο περλίτης και ο πετροβάμβακας που αναφέρθηκε πιο πριν λόγω του τροπου παρασκευής τους με τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες, θεωρούνται υλικά που είναι αποστειρωμένα και κατα συνέπεια απαλλαγμένα από μικροοργανισμούς.

Από τα οργανικά υποστρώματα μπορούμε να αναφέρουμε την τύρφη, τη διογκωμένη άργιλλο, το coco soil κ.ά. Θεωρούνται ότι δίδουν καλύτερο περιβάλλον ρίζας (πχ ανάπτυξη ωφέλιμων μικροβίων) και είναι λιγότερο επιζήμια για το περιβάλλον, καθότι αποδομούνται και ενσωματώνονται με το έδαφος. Αντιδρούν όμως με τα χημικά στοιχεία του διαλύματος γιατί η συνταγή χρειάζεται παρακολούθηση και ρύθμιση. Η τύρφη σχηματίζεται κατά την μερική αποδόμηση των φυτών κάτω από αναερόβιες ή ημιαερόβιες συνθήκες. Έχει χαμηλό pH και χαμηλά επίπεδα σε θρεπτικά στοιχεία. Οι τυρφώδεις εκτάσεις σχηματίζονται σε κλιματικές συνθήκες υψηλής βροχόπτωσης, χαμηλής εξάτμισης, χαμηλής ηλιακής ακτινοβολίας και χαμηλών

θερμοκρασιών. Το υψηλό κόστος της τύρφης είναι περιοριστικός παράγοντας για την χρησιμοποίησή της ακόμα και ως συστατικό μιγμάτων, ιδιαίτερα σε χώρες που δεν διαθέτουν πηγές τύρφης, όπως η Ελλάδα.

Εκτός από τα οργανικά και τα ανόργανα υποστρώματα χρησιμοποιούνται και διάφορα μίγματα, όπως για παράδειγμα μίγμα τύρφης, βερμικουλίτη και περλίτη ή μίγμα τύρφης και άμμου.

3.7.5.2.2 Αεροπονία

Η βασική αρχή της αεροπονίας είναι η ανάπτυξη φυτών που αιωρούνται σε κλειστό ή ημίκλειστο περιβάλλον ενώ οι ρίζες τους, όπως και το κατώτερο τμήμα των φυτών, ποτίζονται διά ψεκασμού από ένα υδατικό διάλειμμα πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά. Το περιβάλλον τους διατηρείται απαλλαγμένο από μικρόβια και φορείς ασθενειών, οπότε τα φυτά αναπτύσσονται υγιέστερα και ταχύτερα από ό,τι σε οποιοδήποτε χωμάτινο περιβάλλον. Όπως διαπιστώθηκε, οι ευνοϊκότερες αυτές συνθήκες ανάπτυξης ισχύουν για κάθε είδος φυτών, φρούτων, λουλουδιών ή άλλης φυτικής καλλιέργειας. Συγκρινόμενη με την ευρύτερα γνωστή υδροπονία, η αεροπονία απαιτεί πολύ μικρότερη παροχή νερού και ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο καλλιέργειας. Επίσης, ο ψεκασμός των θρεπτικών ιχνοστοιχείων στις ρίζες επιφέρει και μεγαλύτερη οξυγόνωση της «ριζόσφαιρας», με αποτέλεσμα την ταχύτερη ανάπτυξη των φυτών και την αποφυγή παθογενειών.

Το αποτέλεσμα όλων αυτών συνοψίζεται στην άκρως εντυπωσιακή επίδοση επίτευξης σοδειών με 99% λιγότερο νερό και 50% λιγότερα θρεπτικά στοιχεία. (ΤΟ ΒΗΜΑ science, 2010)



Εικόνα 10 : Σύστημα D.F.T

3.8 Συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών

Ένας τρόπος διαχωρισμού των υδροπονικών συστημάτων είναι αυτός που γίνεται με βάση τον τρόπο διαχείρισης του θρεπτικού διαλύματος. Με βάση αυτόν τον διαχωρισμό τα υδροπονικά συστήματα διακρίνονται σε ανοικτά και κλειστά (ανακυκλούμενα).

3.8.1 Ανοικτά συστήματα

Τα ανοικτά συστήματα είναι τα πιο απλά και χρονολογικά τα πρώτα που αναπτύχθηκαν. Έχουν διαδοθεί περισσότερο και έχουν λιγότερες απαιτήσεις. Στα συστήματα αυτά, τα υγρά της αποστράγγισης δεν ανακυκλώνονται αλλά απορρίπτονται. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή και ρύπανση του εδάφους και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι δύο αυτοί λόγοι οδήγησαν στην ανάπτυξη των κλειστών συστημάτων, που σε λίγα χρόνια θα διαδεχθούν τα ανοιχτά.

3.8.2 Κλειστά συστήματα

Στα κλειστά συστήματα το διάλυμα της απορροής ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό. Με τον τρόπο αυτό έχουμε οικονομία στην κατανάλωση λιπασμάτων και σημαντική μείωση της ρύπανσης. Κατά την εφαρμογή του κλειστού συστήματος συνιστάται, για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων, η χρησιμοποίηση μεμονωμένων δεξαμενών για κάθε θρεπτικό στοιχείο. Αυτό κρίνεται απαραίτητο γιατί σε κάθε κύκλο του θρεπτικού διαλύματος λόγω της διαφορετικής απορρόφησης του κάθε στοιχείου από τα φυτά το ανακυκλούμενο διάλυμα χάνει την σωστή του σύσταση ακόμα και αν εμπλουτίζεται με φρέσκο διάλυμα. Με το σύστημα όμως των μεμονωμένων δεξαμενών η ρύθμιση του ανακυκλούμενου διαλύματος είναι ακριβής γιατί βασίζεται στην απορρόφηση κάθε στοιχείου χωριστά. Στην πράξη, αυτή η τεχνική δεν εφαρμόζεται ακόμα αλλά θα επικρατήσει στο εγγύς μέλλον. Τα κλειστά συστήματα είναι πιο ευαίσθητα σε επιμολύνσεις του ριζικού συστήματος και ένα σημαντικό μειονέκτημά τους είναι η πιθανή εξάπλωση ασθενειών σε όλα τα φυτά της καλλιέργειας. Το υψηλό κόστος επένδυσης σε εξοπλισμό απολύμανσης της επανακυκλοφορίας, είναι ένας από τους περιοριστικούς παράγοντες διάδοσης αυτού του τύπου υδροπονικών συστημάτων. Όταν ληφθούν ιδιαίτερα μέτρα επιμολύνσεων και διατήρησεκαλών συνθηκών στην ανακυκλοφορία είναι δυνατό να αποφευχθεί η ανάγκη για

απολύμανση του διαλύματος. Από μελέτες οικονομικών, τεχνικών και περιβαλλοντικών στοιχείων κλειστών συστημάτων, για διάφορες ομάδες φυτών, έγινε ξεκάθαρο το γεγονός ότι με τα κλειστά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση νερού και λιπασμάτων μπορεί να μειωθεί σημαντικά. Η διατήρηση εύρωστων φυτών και καλού εναερίου και ριζικού περιβάλλοντος καθώς και η προσεκτική ρύθμιση της ανακύκλωσης είναι φυσικοί τρόποι της μείωσης της πιθανότητας μόλυνσης. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται καλή γνώση και συνεχής παρακολούθηση ώστε να γίνεται ελάχιστη χρήση χημικών απολυμαντικών και μόνο όταν οι συνθήκες επιβάλλουν προληπτικά μέτρα. Η χρήση βιολογικών φίλτρων είναι μία νέα φυσική μέθοδος η οποία χρήζει διερεύνησης στις ελληνικές κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες. Σε πολλές χώρες, η νομοθεσία θα οδηγήσει στην υποχρεωτική χρήση κλειστών συστημάτων, αποβλέποντας στην μείωση της ρύπανσης των εδαφών και των υπογείων υδάτων. Κατά την εγκατάσταση κλειστού συστήματος πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στο κύκλωμα επιστροφής (σκότος, καθαριότητα, χαμηλή θερμοκρασία, φίλτρο άμμου). Η χρήση κλειστών υδροπονικών συστημάτων σε θερμοκήπια, με σωστή διαχείριση της παροχής των θρεπτικών στοιχείων, μπορεί να μειώσει σημαντικά τόσο την μόλυνση όσο και τις ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται. Αυτό είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό πλεονέκτημα των κλειστών υδροπονικών συστημάτων διότι το πρόβλημα με το νερό αποτελεί ίσως το σπουδαιότερο πρόβλημα της σύγχρονης γεωργίας και είναι συνεχώς αυξανόμενο.



Εικόνα 11: Κλειστό υδροπονικό σύστημα

3.9 Περιγραφή του συστήματος Floating

Αποτελεί ένα από τα πλέον εξελιγμένα συστήματα υδατοκαλλιέργειών χαμηλού κόστους και είναι κατάλληλο κυρίως για την καλλιέργεια φυλλωδών λαχανικών υπό κάλυψη.

Η πλέον ευδιάκριτη διαφορά του συστήματος αυτού είναι ότι ο ακριβής έλεγχος του κλίματος και η ενσωμάτωση του συμπληρωματικού φωτισμού (όπου χρειάζεται), εξασφαλίζουν την ταχεία ανάπτυξη των φυτών καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μεγαλύτερη παραγωγή του συστήματος επιπλέουσας σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο από τα υπάρχοντα υδροπονικά συστήματα. Στο σύστημα αυτό τα φυτά ουσιαστικά καλλιεργούνται σε επιπλέουσες "σχεδίες" που είναι κατασκευασμένες από ελαφρά συνθετικά υλικά (π.χ. Εξηλασμένη πολυστερίνη). Οι σχεδίες αυτές επιπλέουν στο θρεπτικό διάλυμα μέσα σε ειδικά κατασκευασμένες



Εικόνα 12: Floating

δεξαμενές. Οι δεξαμενές στεγανοποιούνται μέσω της επιστρώσεως φύλλων πολυαιθυλενίου και γεμίζονται με θρεπτικό διάλυμα. Μια παραλλαγή του συστήματος αυτού είναι η χρήση καναλιών αντί δεξαμενής. Το ύψος πλήρωσεως της δεξαμενής ή των καναλιών με θρεπτικό διάλυμα, ποικίλει ανάλογα με το ακολουθούμενο σύστημα (συνήθως από 5-30 cm).

Τα σπορόφυτα αναπτύσσονται με τους κλασσικούς τρόπους σε δίσκους με

διάφορα υποστρώματα (πετροβάμβακας, περλίτης, βερμικουλίτης, ή οργανικά υποστρώματα).

Όταν τα φυτά φθάσουν το στάδιο της μεταφυτεύσεως, τοποθετούνται στις "σχεδίες" στις οποίες έχουν δημιουργηθεί οι αντίστοιχες υποδοχές. Οι σχεδίες αποτελούν ουσιαστικά το μέσο στήριξης των φυτών και οι ρίζες των φυτών "κρέμονται" προς το θρεπτικό διάλυμα. Με αυτόν τον τρόπο οι ρίζες βρίσκονται σε ένα περιβάλλον ιδανικής συνθέσεως και επομένως το φυτό παρουσιάζει μία αλματώδη ανάπτυξη, που μόνο περιορισμό έχει την γενετική ταχύτητα μεταβολισμού του φυτού. Η σύσταση του διαλύματος σε θρεπτικά στοιχεία ελέγχεται συνεχώς μέσω των συστημάτων αυτόματου ελέγχου (όπως και στα κλασσικά υδροπονικά συστήματα) και διορθώνεται κατάλληλα έτσι ώστε το φυτό να δέχεται την ιδανική θρέψη σε όλα τα στάδια αναπτύξεώς του.

Παράλληλα, με συχνές εγχύσεις αέρα στην δεξαμενή καλλιέργειας (μέσω της συνεχούς ή διακοπτόμενης ανακυκλώσεως του θρεπτικού διαλύματος, μέσω ειδικών αεροσυμπιεστών ή με

άλλους τρόπους) επιτυγχάνεται ο επαρκής αερισμός του διαλύματος και του ριζικού συστήματος του φυτών, γεγονός που προκαλεί την μέγιστη δυνατή επιτάχυνση του ρυθμού ανάπτυξεως. Το αποτέλεσμα είναι να λαμβάνονται ποσοτικά μεγαλύτερες, ποιοτικά καλύτερες και αριθμητικά περισσότερες καλλιέργειες ανά έτος, από οποιοδήποτε άλλο γνωστό σύστημα καλλιέργειας (διαδύκτιο 6).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1 Σκοπός της εργασίας

Πραγματοποιήθηκε καλλιέργεια φυτών άγριας ρόκας (*Diplotaxis tenuifolia*) σε μη θερμαινόμενο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου λαχανοκομίας του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας:

·Η καλλιέργεια πραγματοποιήθηκε από τις 15 Φεβρουαρίου 2011 έως τις 05 Απριλίου 2011 (συγκομιδή) (7 εβδομάδες).

Σκοπός του πειράματος ήταν η μελέτη της παραγωγής της άγριας ρόκας σε υπόστρωμα περλίτη και πετροβάμβακα.

4.2 Υλικά και μέθοδοι

4.2.1 Φυτικό υλικό

Χρησιμοποιήθηκαν σπόροι αγριας ρόκας(στενόφυλλη) (*Diplotaxis tenuifolia*) (συσκευασία των 300gr), κατηγορίας standard.

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

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 καλλιέργεια εφαρμόστηκαν 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:

- Πυκνή φύτευση με 3 φυτά ανά θέση (1449 φυτά/m²).
- Αραιή φύτευση με 2 φυτά ανά θέση (966 φυτά/m²).

4.2.2 Θρεπτικά διαλύματα

Σε όλα τα φυτά εφαρμόστηκε θρεπτικό διάλυμα με την ίδια σύσταση η οποία προσαρμόστηκε ανάλογα στην ποιότητα του νερού άρδευσης. 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 5).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Σύσταση νερού άρδευσης και θρεπτικού διαλύματος.

Στοιχείο	Σύσταση νερού άρδευσης(σε meq/l για μακροστοιχεία και σε μmol/l για μικροστοιχεία)	Σύσταση θρεπτικού διαλύματος (σε meq/l για μακροστοιχεία και σε μmol/l για μικροστοιχεία)
NO ₃ ⁻	0,00	11,14
H ₂ OP ₄ ⁻	-	1,14
SO ₄ ⁻⁻	2,25	2,92
NH ₄ ⁺	-	0,84
Ca ⁺⁺	5,11	6,82
K ⁺	0,07	6,65
Mg ⁺⁺	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 meq/L	4,85	1,21
Αγωγιμότητα	0,70 dS/m	1,90-2,00
pH	7,78	5,80-6,00

*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 κλιοδοκός 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 13 : 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 .



Εικόνα 14: κεφαλή υδροπονικού συστήματος

Αντλίες επανακυκλοφορίας

Το σύστημα περιλαμβάνει:

- 3 αντλίες επανακυκλοφορίας παροχής 4.8m³/h και πίεσης 1.8atm, ανοξείδωτες.
- 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 15: δεξαμενές συλλογής θρεπτικού διαλύματος



Εικόνα 16: δεξαμενές πυκνών διαλυμάτων και οξό.

4.2.4 Μετρήσεις

Η συγκομιδή των φυτών 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 άγριαςρόκας 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”**)

Η συγκομιδή της άγριας 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.** Προσδιορίστηκε 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:

Πίνακας 6. Επίδραση της πυκνότητας φύτευσης (1: 1449 φυτά/ m^2 και 2: 966 φυτά/ m^2) και του υποστρώματος (περλίτης και πετροβάμβακας) στον αριθμό παραγόμενων φύλλων ανά m^2 ανάλογα με το μέγεθος τους και στο συνολικό αριθμό φύλλων

Πυκνότητα φύτευσης / Υπόστρωμα	ΜΕΓΕΘΟΣ ΦΥΛΛΟΥ		
	Μικρό (<12 cm)	Μεσαίο (12-18 cm)	Μεγάλο (>18 cm)
P1	3098,49 b	2490,29 a	1598,85 a
P2	1370,23 c	2048,88 a	1342,92 b
G1	3723,94 b	1025,16 b	171,1 c
G2	4943,21 a	1453,63 b	316,32 c

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρατίθενται στον πίνακα 6 συμπεραίνονται τα εξής:

Ο αριθμός των μικρών φύλλων (<12 cm) είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος όταν τα φυτά καλλιεργούνται σε μικρή πυκνότητα φύτευσης στον πετροβάμβακα σε σχέση με την μεγάλη πυκνότητα στο ίδιο υπόστρωμα. Φαίνεται πως ενώ υπάρχει διαφορά μεταξύ της αυξημένης πυκνότητας σποράς του περλίτη με την αντίστοιχη αραιή, δεν διαφέρει με την αντίστοιχη πυκνή σπορά του πετροβάμβακα. Στον αριθμό των μεσαίου (12-18 cm) μεγέθους φύλλων, παρατηρείται σαφής υπεροχή του περλίτη έναντι του πετροβάμβακα για τις δύο μεταχειρίσεις σποράς, ενώ για την κατηγορία (>18 cm) μεγέθους φύλλων ανά m^2 η διαφορά μεταξύ των υποστρωμάτων παραμένει, ενώ η αραιή πυκνότητα σποράς διαφέρει από την πυκνή για το υπόστρωμα του περλίτη.

Πίνακας 7. Επίδραση της πυκνότητας φύτευσης και του υποστρώματος (περλίτης και πετροβάμβακας στο νωπό βάρος (g) των φύλλων ανά m² ανάλογα με το μέγεθος τους και στο συνολικό νωπό βάρος (g) των φύλλων ανά m².

Πυκνότητα φύτευσης	ΜΕΓΕΘΟΣ ΦΥΛΛΟΥ		
	Μικρό (<12 cm)	Μεσαίο (12-18 cm)	Μεγάλο (>18 cm)
P1	705,58 ab	1109,62 a	872,28 a
P2	386,44 c	837,19 b	655,71 b
G1	666,22 b	512,33 c	151,82 c
G2	843,82 a	621,09 c	255,53 c

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

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρατίθενται στον πίνακα 7 συμπεραίνονται τα εξής:

Το νωπό βάρος των μικρών φύλλων (<12 cm) ανά m² διαφέρει μεταξύ πυκνοτήτων για το ίδιο υπόστρωμα με την πυκνή να υπερέχει της αραιής για την περίπτωση του περλίτη το οποίο αντιστρέφεται για τις δύο πυκνότητες του υποστρώματος του πετροβάμβακα. Αντιθέτως, το νωπό βάρος των μεσαίων και μεγάλων φύλλων είναι σημαντικά μεγαλύτερο στην πυκνή φύτευση στον περλίτη σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις. Επίσης, το νωπό βάρος των μεσαίων και μεγάλων φύλλων δεν επηρεάζεται από την πυκνότητα φύτευσης στην περίπτωση του πετροβάμβακα.

Πίνακας 8. Επίδραση της πυκνότητας φύτευσης και του υποστρώματος (περλίτης και πετροβάμβακας) στη περιεκτικότητα (%) των φύλλων σε ξηρά ουσία ανάλογα με το μέγεθός τους.

Πυκνότητα φύτευσης	ΜΕΓΕΘΟΣ ΦΥΛΛΟΥ		
	Μικρό (<12 cm)	Μεσαίο (12-18 cm)	Μεγάλο (>18 cm)
P1	6,64 b	6,74 b	7,16 c
P2	7,22 b	7,01 b	6,87 c
G1	12,25 a	11,96 a	12,13 b
G2	12,08 a	11,92 a	12,98 a

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

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του πίνακα 8, η % ξηρά ουσία των φύλλων στα μικρά και μεσαία φύλλα είναι σημαντικά μεγαλύτερη στον πετροβάμβακα σε σχέση με τον περλίτη και στις δύο πυκνότητες σποράς. μεταξύ των οποίων στο ίδιο υπόστρωμα παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στα μεγάλα φύλλα όπου η % ξηρά ουσία είναι σημαντικά μεγαλύτερη στην μικρότερη πυκνότητα για το υπόστρωμα του πετροβάμβακα.

4.4 Συμπεράσματα – συζήτηση

Η ρόκα αποτελεί ένα λαχανικό «4^{ης} γενιάς» αυξανόμενης οικονομικής σημασίας. Στην Ιταλία, αλλά και παγκοσμίως, παρουσιάζει έναν διαρκώς αυξανόμενο ρόλο στον τομέα καλλιέργειας κηπευτικών, παραγωγής ελαίων σε σημείο να έχει γίνει μια ανεξάρτητη υπολογίσιμη δραστηριότητα. Η συνεχής αύξηση των εκτάσεων καλλιέργειας ρόκας έχει οδηγήσει σε εξέλιξη της οργάνωσης μονάδων παραγωγής και του δικτύου εμπορίας της.

Το αυξανόμενο ενδιαφέρον σε καταναλωτικό και συνεπώς και εμπορικό επίπεδο, έχει οδηγήσει στην αναζήτηση νέων τεχνικών παραγωγής, που περιλαμβάνουν την καλλιέργειά της σε ελεγχόμενες συνθήκες ή και σε συστήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους. Η καλλιέργεια υπό ελεγχόμενες συνθήκες (σε έδαφος ή και εκτός εδάφους) οδηγεί και σε ζητήματα βελτιστοποίησης των καλλιεργητικών πρακτικών, για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής αλλά και της ζητούμενης από την αγορά ποιότητας. Για παράδειγμα, επειδή η πλειονότητα της καλλιέργειας ρόκας γίνεται σε θερμοκήπια, (ιδιαίτερα σε βόρεια πλάτη) λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών, είναι επιβεβλημένη

η 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. Επιπλέον η διαχείριση των συνθηκών καλλιέργειας μπορεί να οδηγήσει σημαντικά σε έλεγχο του χρονισμού της παραγωγής.

Ελλείπει πληροφοριών, η έρευνα της παρούσης εργασίας βασίστηκε στην βιβλιογραφία από την γειτονική Ιταλία, όπου τυγχάνει μεγάλης αποδοχής ως καλλιέργεια. 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 (Πετρόπουλος, 2011). Σε ερασιτεχνικό επίπεδο απαντάται σε οικιακούς λαχανόκηπους κοντά σε αστικά κέντρα, αν και εκτιμάται ότι υπάρχει αυξανόμενο αγοραστικό ενδιαφέρον για την ήμερη ρόκα.

Αφορμή για την πραγματοποίηση του πειράματος καλλιέργειας σε υπόστρωμα περλίτη και πετροβάμβακα άγριας ρόκας 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 άγρια ρόκα είναι ελάχιστα.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η άγρια ρόκα προσαρμόζεται πολύ καλά στο σύστημα καλλιέργειας με υποστρώματα, ενώ διαπιστώνεται μια διαφοροποίηση στα παραγωγικά δεδομένα σε σχέση με την πυκνότητα φύτευσης και το χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα.

Πιο συγκεκριμένα, η αραιή φύτευση δίνει μεγαλύτερο αριθμό φύλλων μικρού μεγέθους, κατά τη χρήση υποστρώματος πετροβάμβακα, ενώ στην περίπτωση της κατηγορίας φύλλων μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ο περλίτης δείχνει να υπερτερεί του πετροβάμβακα χωρίς να έχει επίδραση η πυκνότητα φύτευσης στην μεσαία κατηγορία.

Αναφορικά με το παραγόμενο νωπό βάρος ανά m^2 στις κατηγορίες των “μεσαίων” και “μεγάλων” φύλλων, παρατηρείται διαφορά μεταξύ των υποστρωμάτων, με τον περλίτη να υπερτερεί έναντι του πετροβάμβακα, με την πυκνή φύτευση στο υπόστρωμα του περλίτη να λαμβάνει μεγαλύτερη τιμή έναντι της αραιής για το ίδιο υπόστρωμα.

Η περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία, για τις κατηγορίες “μικρών” και “μεσαίων” φύλλων, είναι μεγαλύτερη στον πετροβάμβακα ανεξαρτήτως πυκνότητας σποράς. Αυτό συμβάνει και στην κατηγορία των “μεγάλων” φύλλων, μόνο που εδώ η αραιή πυκνότητα σποράς είναι μεγαλύτερη από

την πυκνή.

Είναι γνωστό από τα διεθνή βιβλιογραφικά δεδομένα σε άλλα λαχανοκομικά φυτά ότι η αύξηση της πυκνότητας φύτευσης έχει σαν αποτέλεσμα αφ' ενός την αύξηση της παραγωγής και αφ' ετέρου την παραγωγή μικρότερων καρπών, 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).

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 άγριας ρόκας, επιζητά κυρίως ομοιομορφία και μέγεθος μεγαλύτερο των 12 cm. Αναφορικά με τον αριθμό φύλλων κάτω από αυτό το μέγεθος, θα πρέπει να σημειωθεί η δυνατότητα αξιοποίησής του από τη βιομηχανία τυποποίησης τροφίμων, όπου τα μεγέθη αυτά μπορούν και αξιοποιούνται ως κομμένη σαλάτα σε συσκευασία ελεγχόμενης ατμόσφαιρας.

Όπως τονίσθηκε και στις καλλιεργητικές απαιτήσεις, οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν κίτρινη απόχρωση στα φύλλα. Παράλληλα, η ελλειπής οξυγόνωση του ριζικού συστήματος, μπορεί να οδηγήσει σε κόκκινο μεταχρωματισμό των φύλλων με δυσάρεστες επιπτώσεις σε ότι αφορά την ποιότητα του προϊόντος. Οι καταστάσεις αυτές σε μια επιχειρηματική μονάδα μπορούν να αντιμετωπισθούν με έλεγχο των συνθηκών που θα επικρατούν στο θερμοκήπιο (δροσισμός, σκίαση, ψύξη του θρεπτικού διαλύματος κλπ) με ταυτόχρονη οικονομική προσέγγιση των τεχνικών παρεμβάσεων. Σε αρκετές ερευνητικές εργασίες έχουν προταθεί διάφορα μαθηματικά μοντέλα που προσεγγίζουν τις άριστες αποστάσεις φύτευσης φυλλωδών λαχανικών σε σχέση με τις αυτόματα ελεγχόμενες συνθήκες σε θερμοκήπια εργοστασιακού τύπου "plant factory" (Ioslovich και Gutman, 2000; Seginer και Ioslovich, I., 1999). Οι εργοστασιακές αυτές μονάδες ήδη έχουν αρχίσει να διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στην παραγωγή φυλλωδών λαχανικών σε γεωργικά προηγμένες χώρες, ενώ επεκτείνονται και σε αναπτυσσόμενες. Οι άριστες αποστάσεις φύτευσης σε αυτές τις 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

- Νικολάου Μαρία, 2011. <<Η καλλιέργεια της άγριας ρόκας σε υδροπονικό σύστημα βαθιάς επίπλευσης και η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην παραγωγή.>>
- W. T. Parsons and E. G. Cuthbertson, 2001. Noxious Weeds of Australia second edition. CSIRO Publishing.
- Padulosi, S and Pignone, D., 1996. Rocket: a Mediterranean crop of the world, Report of a workshop, Legnaro (Padova), Italy.
- Παναγόπουλος, Χ. Γ., 1995. Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών, Εκδόσεις Σταμούλης.
- Μαυρογιαννόπουλος, Ν. Γ., 2007. Υδροπονικές Εγκαταστάσεις, Εκδόσεις Σταμούλης.
- Μαρίνου Ε, Γκούμα Σ, Μανιός Θ, Τζωρτζάκης Ν. 2011. Επίδραση υποστρώματος σε υδροπονική καλλιέργεια φράουλας σε ανοιχτό σύστημα. 25ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 1-4 Νοεμβρίου, Λεμεσός, Κύπρος.
- Δρ. Κώτσιρας, Ι. Α., 2011. Σημειώσεις από τις παραδόσεις του μαθήματος λαχανοκομίας IV, Υδροπονικές καλλιέργειες.
- Benton Jones Jr, 2005
- ΤΟ ΒΗΜΑ science, 14-02-2010. <<Γεωργία χωρίς...γή!>>

Πηγές από το διαδύκτιο

- http://meletw-syntages.blogspot.gr/2009/09/blog-post_7566.html (Διαδύκτιο 1)
- <http://forensic-entomology.com/> (διαδύκτιο 2)
- <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/default.htm> (EXTension ENTOMology & UH-CTAHR Integrated Pest Management Program)(διαδύκτιο 3)
- <http://www.masterfile.com/?smid=1353588962074> (διαδύκτιο 4)
- <http://www.geomations.com/GR/Hydroponics-Hortimed2001.pdf> (διαδύκτιο 5)
- <http://olivenews.gr/el/article/478> (διαδύκτιο 6)

Οι φωτογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι αποτέλεσμα αναζητήσεων με τις κατάλληλες λέξεις “κλειδιά” στο <https://www.google.gr/>.