

**ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

**ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΝΕΡΟΚΡΕΜΜΥΔΟΥ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**



ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΑΛΛΑΜΑΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2014

**ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

(Πρώην Τμ. Φυτικής Παραγωγής)

**ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΝΕΡΟΚΡΕΜΜΥΔΟΥ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΑΛΑΜΑΣ, Α.Μ. 2010006
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΟΥΡΟΥΤΟΓΛΟΥ**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2014

Περίληψη	5
Εισαγωγή	6
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	8
1. Κεφάλαιο 1: Περιγραφή του φυτού.....	8
1.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά.....	9
1.2. Περιγραφή του φυτού	9
1.2.1. Ρίζα	9
1.2.2. Βλαστός.....	9
1.2.3. Φύλλα.....	10
1.2.4. Βολβός.....	10
1.2.5. Ανθικό στέλεχος	11
2. Κεφάλαιο 2: Τεχνική καλλιέργειας	12
2.1. Πολλαπλασιασμός	13
2.2. Πολλαπλασιαστικό υλικό.....	13
3. Κεφάλαιο 3: Ποικιλίες	14
3.1. Καλλιεργούμενα είδη και ποικιλίες.....	14
3.2. Πρώιμες ποικιλίες.....	14
3.3. Όψιμες ποικιλίες.....	15
4. Κεφάλαιο 4: Εχθροί και ασθένειες	16
4.1. Ζωικοί εχθροί.....	16
4.2. Νηματώδεις σκώληκες.....	17
4.3. Ασθένειες.....	18
5. Κεφάλαιο 5 Υδροπονική καλλιέργεια	22
5.1. Γενικά για την υδροπονική καλλιέργεια	22
5.2. Ιστορική αναδρομή.....	22
5.3. Καλλιεργούμενες εκτάσεις	23
7.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδροπονικών καλλιεργειών	26
7.1.1. Τα πλεονεκτήματα των υδροπονικών καλλιεργειών	26
7.1.2. Τα κυριότερα μειονεκτήματα των υδροπονικών καλλιεργειών	27
7.2. Παγκόσμια εξάπλωση της υδροπονίας..... Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
7.3. Εξοπλισμός υδροπονικών εγκαταστάσεων	28
7.3.1. Σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος	28
7.3.2. Σύστημα παροχής θρεπτικού διαλύματος.....	29
7.3.3. Υποδοχείς υποστρωμάτων	31
7.3.4. Υπόστρωμα υδροπονίας	31
7.3.4.1. Ο περλίτης ως υπόστρωμα.....	32
7.4. Καλλιέργεια σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα – καλλιέργεια επίπλευσης ..	33
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	36
8. Κεφάλαιο 8: Πειραματικό μέρος	36
8.1. Γενικά	36
8.2. Σκοπός της εργασίας.....	36

8.3.	Υλικά και μέθοδοι.....	36
8.3.1.	Περιγραφή των συστημάτων	36
8.3.2.	Κεφαλή συστήματος.....	39
8.3.3.	Εργασίες για την εγκατάσταση στις λεκάνες καλλιέργειας	39
8.3.4.	Εργασίες για την εγκατάσταση στις λεκάνες καλλιέργειας	40
8.3.5.	Φυτικό υλικό	40
8.3.6.	Φύτευση.....	41
8.3.7.	Θρεπτικά διαλύματα.....	42
8.3.8.	Μετρήσεις	43
8.3.9.	Αποτελέσματα μετρήσεων.....	44
8.3.10.	Συμπεράσματα	52
9.	Βιβλιογραφία	54

Περίληψη

Στα πλαίσια των υποχρεώσεών μου για την λήψη πτυχίου από το τμήμα τεχνολόγων γεωπόνων (πρώην Φυτικής παραγωγής) του Τ.Ε.Ι Πελοποννήσου, εκπονήθηκε η εργασία με τίτλο << Καλλιέργεια νεροκρέμμου σε διάφορα υδροπονικά συστήματα>>. Σκοπός της εργασίας ήταν να διερευνηθούν και να συγκριθούν παραγωγικά χαρακτηριστικά του ντόπιου πληθυσμού νεροκρέμμου Ζακύνθου σε καλλιέργεια εκτός εδάφους βαθιάς επίπλευσης και υποστρώματος περλίτη. Μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά :

1. Διάμετρος βολβού (cm)
2. Μήκος ψευδοστελέχους (cm)
3. Πάχος λαιμού (cm)
4. Αριθμός φύλλων
5. Μήκος μεγαλύτερου φύλλου (cm)
6. Διάμετρος στο μέσο του μεγαλύτερου φύλλου

σε εβδομαδιαία βάση. Από τα αποτελέσματα διακρίνεται μια υπεροχή της βαθιάς επίπλευσης έναντι του υποστρώματος περλίτη ως προς το μέγεθος του παραγόμενου βολβού. Το νεροκρέμμο Ζακύνθου φαίνεται πως προσαρμόζεται ικανοποιητικά σε υδροπονικά συστήματα. Το καθιστά ενδιαφέρον λόγω της αυξημένης τιμής του. Βεβαίως προτείνεται περαιτέρω πειραματισμός ως προς τον χρονισμό παραγωγής και την συντόμευση αυτού αλλά και χαρακτηριστικά που αφορούν την ποιότητα και την μετασυλλεκτική του συμπεριφορά.

Επιθυμώ να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου και εισηγητή μου κύριο Χρήστο Μουρούτογλου, στον καθηγητή Αναστάσιο Κώστιρας καθώς και σε όσους συνέβαλλαν στην συνολική αποπεράτωση του πειράματος.

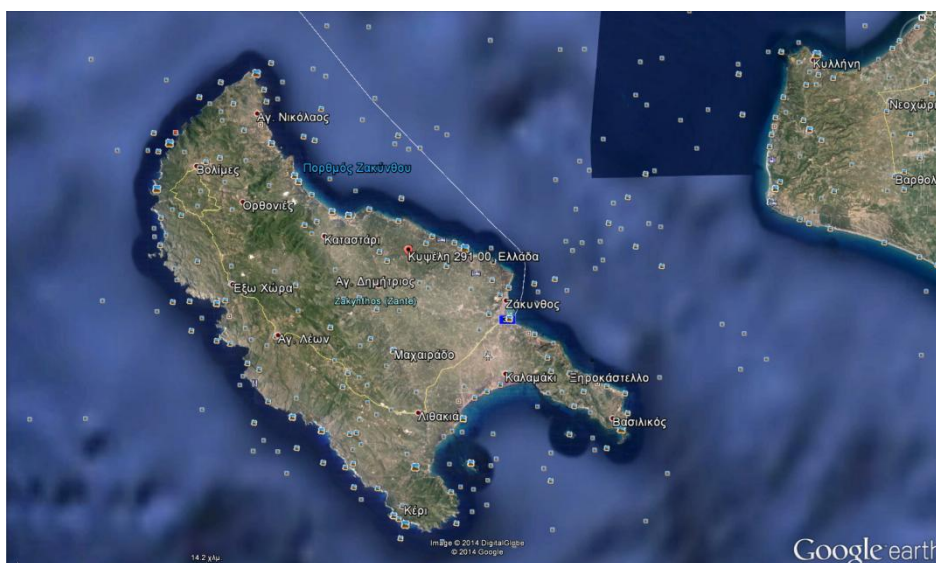
Εισαγωγή

Το Ζακυνθινό νεροκρέμμυδο είναι μια ντόπια ποικιλία κρεμμυδιού, η οποία καλλιεργείται σήμερα σε μικρή έκταση σε περιοχές της Ζακύνθου. (Ολύμπιος, 2008). Η παράδοση βέβαια λέει πως στη Ζάκυνθο ήρθαν την περίοδο της ενετοκρατίας. Είναι υπό διερεύνηση εάν πρόκειται για την ίδια ποικιλία με αυτή που καλλιεργείται σε μια περιοχή της Σικελίας που λέγεται Giarratana, και που είναι κι αυτή γνωστή για την παραγωγή κρεμμυδιών, παραπλήσιων χαρακτηριστικών σε μέγεθος και χρώμα (διαδίκτυο 1). Η κύρια περιοχή καλλιέργειας του νεροκρέμμυδου είναι το χωριό Κυψέλη (πρώην Μπελούσι) Η καλλιέργειά του στην περιοχή αναφέρεται μάλιστα σε εκκλησιαστικά βιβλία του 16ου αιώνα, όπου το χωριό αναφέρεται ως «κρεμμυδότοπος» (Διαδίκτυο 2). Σήμερα, σύμφωνα με μελέτη της ΕΑΣ Ζακύνθου, στα κηπευτικά (τα οποία καταλαμβάνουν μόλις το 3% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης), η καλλιέργεια του Ζακυνθινού νεροκρέμμυδου εκτείνεται σε έκταση περίπου 200 στρεμμάτων. Η ΕΑΣ Ζακύνθου ανέλαβε στο πρόσφατο παρελθόν πρωτοβουλία για την αναγνώρισή του ως προϊόν ΠΟΠ η οποία ωστόσο δεν τελεσφόρησε. (Διαδίκτυο 3)

Το νεροκρέμμυδο Ζακύνθου, έχει χαρακτηριστικό βολβό ιδιαίτερα πλατύ και το μέγεθος του ποικίλει ανάλογα με τις συνθήκες καλλιέργειας. Το βάρος του κυμαίνεται από 0,5 – 1kg, αν και αναφέρονται περιπτώσεις που φτάνει τα 2 kg. Η μέση απόδοση ανά στρέμμα κυμαίνεται στους 2,5-4,0 τόννους. Είναι ευπρόσβλητο σε αρκετούς εχθρούς και ασθένειες, που αυτό συνεπάγεται την ανάγκη εκπόνησης ενός σχεδίου φυτοπροστασίας για την εξασφάλιση της παραγωγής. Πληροφορίες γύρω από την καλλιέργεια και τις εφαρμοζόμενες καλλιεργητικές πρακτικές παρατίθενται στο κεφάλαιο 4 Το κρεμμύδι γενικά είναι γνωστό για τις αυξημένες θερμίδες του (350/ 100γρ. ξηρού κρεμμυδιού). Έχει πολύ γλυκιά δροσερή και ευχάριστη γεύση και καταναλώνεται κυρίως νωπό σε σαλάτες. Δεν διατηρείται πολύ μετά την συγκομιδή γι' αυτό πρέπει να καταναλώνεται γρήγορα. μερικούς μήνες μετά τη συγκομιδή. Ζητήματα γύρω από την περιεκτικότητά του σε άλατα και βιταμίνες στο αναπτύσσονται στο κεφάλαιο 4.

Τα συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους (κοιν. υδροπονία) αξιοποιούν μεγάλο μέρος της καλλιεργούμενης επιφάνειας, με πλεονεκτήματα έναντι των

καλλιιεργειών στο έδαφος, όπου, η παρουσία ορισμένων εχθρών ή ασθeneιών εκεί, μπορούν να καταστήσουν αδύνατη την καλλιέργεια του νεροκρέμμυδου. Στο κεφάλαιο 5 γίνεται εκτενής αναφορά στην χρήση των υδροπονικών συστημάτων και των δυνατοτήτων αξιοποίησής τους. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση παρουσιάζει ελλειπείς αναφορές σχετικά με την ορθή εφαρμοζόμενη λιπαντική αγωγή σε καλλιέργεια κρεμμυδιού (ποσώ μάλλον) του νεροκρέμμυδου Ζακύνθου. Με σκοπό λοιπόν την διερεύνηση της ανταπόκρισης της εν λόγω καλλιέργειας σε συστήματα εκτός εδάφους (*καλλιέργεια σε περλίτη και καλλιέργεια σε σύστημα βαθιάς επίπλευσης*) μελετήθηκε η καλλιέργεια του νεροκρέμμυδου Ζακύνθου με συγκεκριμένη λιπαντική αγωγή. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν παραγωγικά χαρακτηριστικά και πραγματοποιούνταν ανά εβδομάδα. Λεπτομέρειες σχετικά με το πείραμα και τα χρησιμοποιηθέντα συστήματα, δίνονται στο κεφάλαιο 6.



Εικ. 1(νησί Ζακύνθου)

Γενικά γνωρίσματα

Κρεμμύδι με βαριά ιστορία λοιπόν είναι τα νεροκρέμμυδα και για συνεχίσουν να καλλιεργούνται έχουν ενταχθεί στο Αγροπεριβαλλοντικό μέτρο «Διατήρηση εκτατικών καλλιεργειών που κινδυνεύουν από Γενετική Διάβρωση» του Άξονα 3 του Εγγράφου Προγραμματισμού Αγροτικής Ανάπτυξης (ΕΠΑΑ) 2000-2006 και στο οποίο συμμετέχουν 6 άτομα με επιλέξιμη έκταση 26,5 στρέμματα.

Λίγα λόγια για την καλλιέργειά τους

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Κεφάλαιο 1: Περιγραφή του φυτού

Το γένος *Allium* περιλαμβάνει πάνω 300 είδη. Τα περισσότερα είναι βολβόριζα, μερικά χρησιμοποιούνται σαν λαχανικά ή αρωματικά, άλλα

φαρμακευτικά και άλλα διακοσμητικά. Στην ελληνική χλωρίδα συναντώνται περίπου 4 είδη. (Ολύμπιος, 2008) Η αρχική χώρα καταγωγής του κρεμμυδιού (*Allium cepa*) δεν είναι απόλυτα γνωστή. Οι πιο πολλοί βοτανολόγοι πιστεύουν ότι κατάγεται από τις περιοχές γύρω από την Περσία, το Δυτικό Πακιστάν και Αφγανιστάν.

1.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Το κρεμμύδι είναι φυτό ποώδες, διετές ή τριετές (πολυετές) εφόσον απαιτούνται 2 - 3 χρόνια για την συμπλήρωση του βιολογικού του κύκλου, από σπόρο σε σπόρο. Συνήθως καλλιεργείται σαν μονοετές, για παραγωγή βολβών, εκτός εάν καλλιεργείται για παραγωγή σπόρου.

1.2. Περιγραφή του φυτού

Το νεροκρέμμυδο Ζακύνθου αποτελεί έναν ντόπιο πληθυσμό κρεμμυδιού. Πρόκειται για λευκόχρωμο ή με ελαφρώς μοβ απόχρωσης ξερό κρεμμύδι, μεγάλου μεγέθους, καθώς ο ένας βολβός μπορεί να φτάσει και τα 2 κιλά. Είναι ιδιαίτερα γλυκά, ενώ βασικό χαρακτηριστικό τους είναι το ότι δεν «καίνε» πολύ, σε αντίθεση με τα άλλα κρεμμύδια. Οι παραγωγοί της Ζακύνθου, μάλιστα, λένε ότι αν «τύχει» νεροκρέμμυδο της Ζακύνθου να «καίει», αυτό σημαίνει ότι δεν έχει ποτιστεί αρκετά το καλοκαίρι. (Ολύμπιος, 2008)

1.2.1. Ρίζα

Το κρεμμύδι έχει επιφανειακό ριζικό σύστημα θυссανώδες που εκτείνεται σε βάθος περίπου 30εκ. στο έδαφος. Από την βάση του στελέχους εξέρχονται ρίζες διαμέτρου περίπου 1,5 χιλιοστόμετρου οι οποίες δεν διακλαδίζονται ή ελάχιστα διακλαδίζονται και καθώς το φυτό αναπτύσσεται σχηματίζονται συνεχώς καινούργιες ρίζες με ρυθμό 3 ή 4/εβδομάδα.

Κατά την διάρκεια της πρώτης ανάπτυξης του φυτού ο αριθμός των εν ενεργεία ριζών αυξάνει, ενώ όταν ο βολβός αρχίζει να ωριμάζει, ο ρυθμός ανανέωσης του ριζικού συστήματος είναι μικρότερος από τον ρυθμό απώλειάς του. καλλιέργεια κρεμμυδιού για σποροπαραγωγή.

1.2.2. Βλαστός

Το φυτό δεν σχηματίζει κανονικό στέλεχος ή καλύτερα το στέλεχος έχει μειωθεί στο μέγεθος μιας πλάκας ή δίσκου από την κάτω πλευρά του οποίου σχηματίζεται ένας μεγάλος αριθμός απλών, χονδρών, λευκών ριζών και στην

πάνω επιφάνεια σχηματίζονται φύλλα σαρκώδη, διογκωμένα, με επικαλυπτόμενες τις βάσεις τους. Αυτά τα φύλλα σχηματίζουν τον βολβό του κρεμμυδιού. Η διάμετρος του πραγματικού στελέχους αυξάνει με την ανάπτυξη του φυτού και κατά την ωρίμανση του βολβού εμφανίζεται σαν ένας μικρός ανεστραμμένος κώνος. Η βάση ή λαιμός του φυτού είναι σαν έναν ψευδοστέλεχος που σχηματίζεται από τις αλληπάλληλες βάσεις των φύλλων.

1.2.3. Φύλλα

Τα φύλλα σχηματίζονται από την μεριστωματική κορυφή του πραγματικού στελέχους και αναπτύσσονται διαμέσου του ψευδοστελέχους, που διαμορφώνεται από την βάση (σαν θήκη) των παλαιών φύλλων. Το ελεύθερο άκρο των φύλλων, είναι επίμηκες, στρογγυλής διατομής, κενό εσωτερικά και διογκωμένο στο κατώτερο 1/3 του μήκους τους.

1.2.4. Βολβός

Ο βολβός του κρεμμυδιού είναι οι διογκωμένοι κολεοί των φύλλων και περιβάλλουν, συνήθως ένα, αλλά και μερικές φορές περισσότερα, υποτυπώδη κωνικά στελέχη. Ο βολβός σχηματίζεται από τις βάσεις των φύλλων, εκ των οποίων οι εσωτερικές παχύνονται και αποτελούν τους εσωτερικούς σαρκώδεις χιτώνες του βολβού ενώ οι εξωτερικές γίνονται λεπτές και παίρνουν το χαρακτηριστικό χρώμα της ποικιλίας (άσπρο).



Εικ.2(βολβός νεροκρεμμυδιού)

1.2.5. Ανθικό στέλεχος

Το ανθικό στέλεχος παράγεται κατά το δεύτερο χρόνο αφού ικανοποιηθούν οι ανάγκες του φυτού σε ψύχος και σχηματίζεται από το κέντρο του ψευδοστελέχους. Έχει μήκος πολύ μεγαλύτερο από τα φύλλα, περίπου ένα μέτρο, αναπτύσσεται κατακόρυφα, είναι κενό στο εσωτερικό του και παρουσιάζει διόγκωση στο κατώτερο 1/3 του μήκος του.

Τα άνθη αναπτύσσονται σε σφαιρική ταξιανθία, τύπου σκιάδιο, στην κορυφή του ανθικού στελέχους. Κάθε ταξιανθία περιέχει 50-2000 άνθη, τα οποία στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της ανθοταξίας είναι κλεισμένα σε ειδικά διασκευασμένο φύλλο, τη σπάθη. Η άνθηση είναι τελείως ανεπιθύμητη στο νεροκρέμμυδο όταν η καλλιέργεια προορίζεται για παραγωγή βολβών, ενώ είναι βέβαια επιθυμητή σε καλλιέργειες σποροπαραγωγής.

Τα άνθη του νεροκρέμμυδου παρουσιάζουν το φαινόμενο της πρωτανδρίας (δηλαδή το άνοιγμα των ανθών και η ελευθέρωση της γύρης γίνεται πριν ακόμα το στίγμα να είναι δεχτικό γονιμοποίησης), αποτέλεσμα του οποίου είναι η σταυρογονιμοποίηση των ανθέων. Η μεταφορά της γύρης γίνεται συνήθως με τη βοήθεια και συχνά παρατηρείται επικονίαση και μεταξύ των ανθέων του ίδιου σκιαδίου. (Βαρβαρίγος, 2014)

2. Κεφάλαιο 2: Τεχνική καλλιέργειας

Η τεχνική της καλλιέργειας που εφαρμόζεται στη Ζάκυνθο είναι η σπορά του σπόρου σε ανοικτό ή προστατευόμενο σπορείο κατά τις αρχές Δεκεμβρίου και η μεταφύτευση στο χωράφι μετά από 4 περίπου μήνες, δηλ. αρχές Απριλίου. Οι εργασίες λοιπόν ξεκινούν από το χειμώνα με τη δημιουργία του σπορείου, μιας και το πολλαπλασιαστικό υλικό το παράγουν οι ίδιοι οι παραγωγοί. Αργά την άνοιξη ακολουθεί η μεταφύτευση, η οποία πρέπει να έχει ολοκληρωθεί μέχρι το τέλος Απριλίου, γιατί εάν οι βροχοπτώσεις φέρουν πιο πίσω τις φυτεύσεις τότε υπάρχει ο κίνδυνος να μην μεγαλώσουν αρκετά οι βολβοί και έτσι να χαθεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του προϊόντος.

Κατά την μεταφύτευση εφαρμόζεται κλάδεμα του ριζικού συστήματος στο 1,0 εκατοστό και του φυλλώματος στα 4,0 εκατοστά. Η φύτευση γίνεται σε σαμάρια πλάτους 80 εκ σε 4 γραμμές/σαμάρι, με απόσταση μεταξύ των γραμμών 15 εκ. τα εδάφη της περιοχής που καλλιεργείται το Ζακυνθινό νεροκρέμμυδο είναι μέσης σύστασης, με pH ελαφρώς αλκαλικό. Το νερό άρδευσης είναι καλής ποιότητας. (Διαδίκτυο 4) Αναφορικά τώρα με τις καλλιεργητικές φροντίδες, οι παραγωγοί εκτός των άλλων πρέπει να δείχνουν αυξημένη προσοχή γιατί η ποικιλία αυτή είναι ευαίσθητη στο περονόσπορο και στο βοτρυτή. Η συγκομιδή γίνεται τον Ιούλιο-Αύγουστο και το προϊόν καταναλώνεται στην ντόπια αγορά της Ζακύνθου.



Εικ.3: Ζακυνθινό νεροκρέμμυδο (Χ.Ολύμπιος1994)

2.1. Πολλαπλασιασμός

Το φυτό κατά τη μετάβασή του από την βλαστική στην αναπαραγωγική φάση που υπό κανονικές συνθήκες πραγματοποιείται μετά την εαρινοποίηση τον δεύτερο χρόνο, σχηματίζει από το κέντρο του ψευδοστελέχους, ανθικό στέλεχος (όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω) μήκους πολύ μεγαλύτερου από τα φύλλα, περίπου 1 μέτρο το οποίο αναπτύσσεται κατακόρυφο, είναι κενό στο εσωτερικό και διογκωμένο στο κατώτερο 1/3 του μήκους του.



Εικ.4(καλλιέργεια για σποροπαραγωγή)

2.2. Πολλαπλασιαστικό υλικό

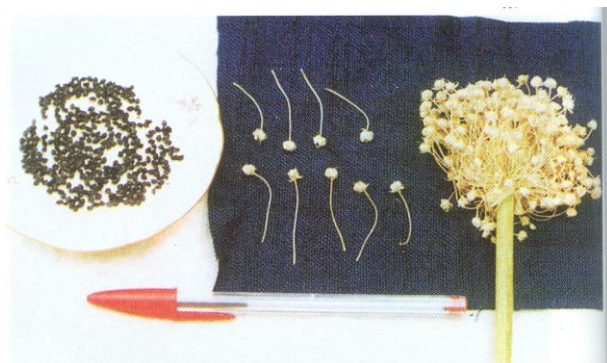
Καρπός: ο καρπός είναι κάψα τρίχωρος και περιέχει 3 ζεύγη σπόρων μαύρου χρώματος και γωνιώδους εμφάνισης.



Εικ.5(κάψα κρεμμυδιού)

Σπόρος: ο σπόρος του κρεμμυδιού (μπαρούτι) έχει συνήθως μικρή διάρκεια ζωής, περίπου 1 - 2 χρόνια υπό συνθήκες δωματίου. Σε χαμηλές όμως θερμοκρασίες και με χαμηλή υγρασία σπόρους, ο σπόρος διατηρεί την βλαστικότητά του για αρκετά χρόνια. Σε τροπικά κλίματα, όπου επικρατούν

υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία ο σπόρος διατηρεί την βλαστικότητα του λιγότερο από έναν χρόνο.



Εικ.6(σπόρος κρεμμυδιού)

3. Κεφάλαιο 3: Ποικιλίες

3.1. Καλλιεργούμενα είδη και ποικιλίες

Για την Ελλάδα, σημειώνεται ότι ποικιλίες ή υβρίδια κρεμμυδιού χωρίζονται σε 2 μεγάλες ομάδες αυτές που φυτεύονται το φθινόπωρο και αυτές που φυτεύονται την άνοιξη. Η κύρια διαφορά τους είναι οι απαιτήσεις τους σε μήκος ημέρας.

Οι ποικιλίες που φυτεύονται το φθινόπωρο είναι κυρίως Ιαπωνικής προέλευσης, αλλά και Ευρωπαϊκής και Αμερικανικής. Απαιτούν μία διάρκεια ημέρας για να προκληθεί έναρξη βολβοποίησης και επίσης είναι ανθεκτικά στο σχηματισμό ανθικού στελέχους κατά την περίοδο του χειμώνα που επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες

3.2. Πρώιμες ποικιλίες

Η ομάδα των ποικίλων που καλλιεργούνται την άνοιξη έχει ανάγκη μεγάλης διάρκειας ημέρας για να βολβοποιήσει. Οι πιο διαδεδομένες για ανοιξιάτικες καλλιέργειες την Ελλάδα, σύμφωνα με τον Ολύμπιο (2008), είναι:

Goldmine (IDEAL 11): Ο βολβός έχει κίτρινους εξωτερικούς χιτώνες και άσπρη σάρκα, το σχήμα του είναι σφαιρικό, είναι πρώιμο και παραγωγικό.

Dorata di Parma: Ο βολβός είναι επίμηκες κυλινδρικός και το χρώμα των εξωτερικών χιτώνων είναι χρυσοκίτρινο.

Morada de Amposta: Οι βολβοί είναι ομοιόμορφοι, σχήμα σφαιρικό, χρώμα κοκκινωπό. Η σάρκα είναι λευκή και παρουσιάζει ελαφρά καυστικότητα.

Dorata di Polonia: Μέσο βάρος βολβών είναι 200-250γραμ. και οι εξωτερικοί χιτώνες είναι χρυσοκίτρινοι.

Yellow Sweet Spanish: Μεγάλοι βολβοί, σχήματος σφαιρικού. Οι εξωτερικοί χιτώνες έχουν χρώμα βαθύ κίτρινο - καφέ.

Η φθινοπωρινή καλλιέργεια του κρεμμυδιού στην Ελλάδα έχει καθιερωθεί και επεκταθεί τα τελευταία χρόνια γιατί παρουσιάζει υψηλές αποδόσεις, καλή ποιότητα, πρόωμη ωρίμανση και συγκομιδή με αποτέλεσμα την άμεση διάθεσή τους στην αγορά.

Μερικά από τα υβρίδια που παρουσιάζουν τα καλύτερα αποτελέσματα είναι:

Red cross F₁: Ιαπωνικής προέλευσης, μεσοόψιμο υβρίδιο, απαιτεί 7-7,5 μήνες περίπου από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή και απαιτεί 13.40 ώρες φωτισμού για να βολβοποιήσει ικανοποιητικά. Το σχήμα του βολβού είναι πεπλατυσμένο ελλειψοειδές και χρώμα βαθύ κόκκινο. Είναι πολύ παραγωγικό (9-10τον/στρ.). Μειονεκτεί ότι έχει μικρό ποσοστό ξηρής ουσίας και ότι εκβλαστάνει κατά την αποθήκευση.

Red Star (ποικιλία): Αμερικανικής προέλευσης, επίσης μεσοόψιμη, απαιτεί 7-7,5 μήνες από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή. Το σχήμα του βολβού είναι κωνικό - σφαιρικοκωνικό, και έχει χρώμα βαθυκόκκινο πορφυρό. Αποδόσεις 9-10τον/στρ.. Μειονεκτεί στο ότι δεν διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα στην αποθήκη (αναβλαστάνει γρήγορα).

3.3. Ώψιμες ποικιλίες

Οι κυριότερες ποικιλίες και υβρίδια που εισάγονται για φθινοπωρινή καλλιέργεια είναι:

Bisar F₁: Ο βολβός έχει χρώμα κόκκινο ενώ οι εσωτερικοί χιτώνες έχουν άσπρη σάρκα. Το μέσο βάρος των βολβών είναι 150-200γραμμάρια.

Granex 429 F₁: Οι βολβοί είναι σφαιρικοί ελαφρώς πεπλατυσμένοι. Οι εξωτερικοί χιτώνες έχουν χρώμα χρυσό - κίτρινο. Οι εσωτερικοί χιτώνες είναι λευκοί και χονδροί και έχουν ελαφρύ υλικό άρωμα.

Vista (ποικιλία): Ο βολβός έχει χρώμα εξωτερικών χιτώνων κίτρινο και άσπρη σάρκα. Το σχήμα είναι σφαιρικό, ελαφρά επίμηκες με μέσο βάρος βολβού 100-300 γραμμάρια.

Texas Early Grano 502 PRR (ποικιλία): Ο βολβός έχει σχήμα κωνικό (σαν σβούρα), με εξωτερικούς χιτώνες χρώματος κίτρινου. Η σάρκα είναι άσπρη με γλυκό άρωμα.

Οι πιο διαδεδομένες όμως είναι η Red Cross F₁ και η Red Star

4. Κεφάλαιο 4: Εχθροί και ασθένειες

4.1. Ζωϊκοί εχθροί

Γρυλοτάλπη: *Gryllotalpa vulgaris*

Κόβει τα φυτά από το λαιμό, εμφανίζεται κυρίως σε εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία.

Καταπολεμείται με δηλητηριώδη δολώματα.

Θρίπας του καπνού: *Thrips tabaci*

Το έντομο αυτό απομυζά τους χυμούς των φύλλων και δημιουργεί λευκές ή ασημένιες κηλίδες στα φύλλα.

Συνιστάται η χημική καταπολέμηση με εντομοκτόνα, καθώς και η καταστροφή των ξενιστών φυτών στο χωράφι.

Μύιγα του κρεμμυδιού: *Hymenoglyphus antiqua*

Το τέλειο τοποθετεί τα αβγά του στο λαιμό του φυτού και οι εξερχόμενες προνύμφες εισέρχονται στους βολβούς, δημιουργούν στοές, και τελικά προκαλούν τη σήψη του. Τα φύλλα μαλακώνουν, κιτρινίζουν και ολόκληρο το φυτό μαραίνεται.

Συνιστάται αρχικά η χημική καταπολέμηση με ενσωμάτωση στο έδαφος εντομοκτόνων πριν την σπορά, για παράδειγμα, διαζινόν και μετά την φύτευση τακτικούς εβδομαδιαίους ψεκασμούς με εντομοκτόνα.

Κάμπια του κρεμμυδιού: *Acrolepia assectella*

Ανοίγει στοές στα φύλα καθώς κατεβαίνει στο έδαφος. Συνιστάται χημική καταπολέμηση.

Κρεμμυδοφάγος (*Gryllotalpa gryllotalpa*)

Ένας από τους πιο φημισμένους εχθρούς του νεροκρέμμυδου είναι ο κρεμμυδοφάγος (*Gryllotalpa gryllotalpa*). Το συγκεκριμένο έντομο κόβει τα λαχανικά στο λαιμό ή καταστρέφει το υπόγειο μέρος των φυτών και τα φυτά ξεραίνονται. Είναι παμφάγο έντομο. Προτιμάει εδάφη ελαφρά, δροσερά, πλούσια σε οργανική ουσία. Σπάνια απαντάτε σε αργιλώδη ή χαλικιώδη εδάφη. Η εξέλιξη του είναι αργή και επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες. Κατά μέσο όρο συμπληρώνει μια γενιά σε δύο χρόνια. Οι προνύμφες δραστηριοποιούνται Μάρτιο – Απρίλιο και ανοίγουν χαρακτηριστικές στοές διαμέτρου 0,5-1 cm τόσο κοντά στην επιφάνεια του εδάφους ώστε να γίνονται αντιληπτές γιατί προκαλείται ελαφρά ανασήκωση του εδάφους. Δημιουργεί και βαθιές στοές για αποθησαύριση τροφών και για ωτοκία.

4.2. Νηματώδεις σκώληκες

Ditylenchus dipsaci

Όταν η προσβολή γίνει νωρίς την καλλιεργητική περίοδο σταματά την ανάπτυξη των νεαρών φυτών τα οποία γίνονται χλωρωτικά και παραμορφωμένα. Εάν η προσβολή γίνει σε μεγαλύτερης ανάπτυξης φυτά, προκαλεί στασιμότητα στην ανάπτυξη και ξήρανση των κορυφών. Στο κάτω μέρος του βολβού προκαλεί σπογγώδη εμφάνιση, σχίσσιμο και σοβαρές προσβολές σήψης.



Εικ.7 (Προσβολή από το Νηματώδη *Ditylenchus disjunctus*.)

4.3. Ασθένειες

Περονόσπορος: *Peronospora destructor*

Ο μύκητας προσβάλλει τα φύλλα, τα ανθικά στελέχη και τους βολβούς. Στα φύλλα προκαλεί διάσπαρτες χλωρωτικές τεφροπράσινες ή υπόλευκες κηλιδώσεις που αργότερα καλύπτονται από τεφροϊώδη εξανθήματα.

Τα σποριόγγεια μεταφέρονται με τον αέρα σε διπλανά φυτά και να μεταδίδουν την προσβολή. Τα φύλλα σιγά - σιγά μαραίνονται και καταστρέφονται.

Η προσβολή ευνοείται από σχετικά μέτρια θερμοκρασία (13°C) και από υψηλή υγρασία. Αν και οι ποικιλίες διαφέρουν, καμία δεν είναι ανθεκτική.

Καταπολέμηση: Συνιστάται η χημική καταπολέμηση με μυκητοκτόνα, προστατευτικά, επαφής και διασυστηματικά όπως: αντρακόλ, κάπταν, ζινέπ, Ridomil κλπ. Για τον έλεγχο της ασθένειας, μπορούν να εφαρμοστούν και καλλιεργητικά μέτρα όπως: φύτευση υγιούς κοκκαριού καλλιέργεια σε χωράφι που στραγγίζει καλά, πότισμα το πρωί.



Εικ.8 (Προσβολή φύλλων κρεμμυδιού από περονόσπορο)

Άνθρακας: *Urocystis cepulae*

Προσβάλλει τα φυτάρια σε πολύ νεαρά ηλικία, είναι παθογόνο έδαφος. Το φυτό παρουσιάζει ευπάθεια τις πρώτες 2-3 εβδομάδες μετά το φύτερωμα. Τα προσβεβλημένα φυτά εμφανίζουν σκούρες κηλίδες ή λωρίδες στην κοτυληδόνα. Τελικά η επιδερμίδα πάνω από τις κηλίδες αποκτά μια ασημίζουσα απόχρωση, διαρρηγνύεται και τα σπόρια πέφτουν στο έδαφος.

Καταπολέμηση: Για τον έλεγχο της ασθένειας συνιστάται, η καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας, και η αποφυγή των ευπαθών ποικιλιών σε προσβεβλημένο έδαφος.

Σκληρωτινία (λευκή σήψη): *Sclerotium cepivorum*

Ο μύκητας προσβάλλει τα στελέχη, τους βολβούς και τις ρίζες και προκαλεί σήψη. Τα φυτά που έχουν προσβληθεί παρουσιάζουν νεκρά, μαραμένα και κίτρινα, κυρίως, τα εξωτερικά φύλλα. Στη βάση του βολβού που έχει προσβληθεί αναπτύσσεται μαλακό, άσπρο μυκήλιο, στο οποίο αργότερα σχηματίζονται τα σφαιρικά, μαύρα σκληρώτια. Το παθογόνο παραμένει στο έδαφος για πάρα πολλά χρόνια.

Καταπολέμηση: Συνιστάται η εφαρμογή πολυετούς αμειψισποράς, η χρήση υγιούς σπόρου και η έγκαιρη απομάκρυνση και καύση των φυτών που έχουν

προσβληθεί. Γίνεται και χημική απολύμανση του εδάφους πριν την σπορά ή την φύτευση. Πότισμα με ειδικά μυκητοκτόνα μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα.

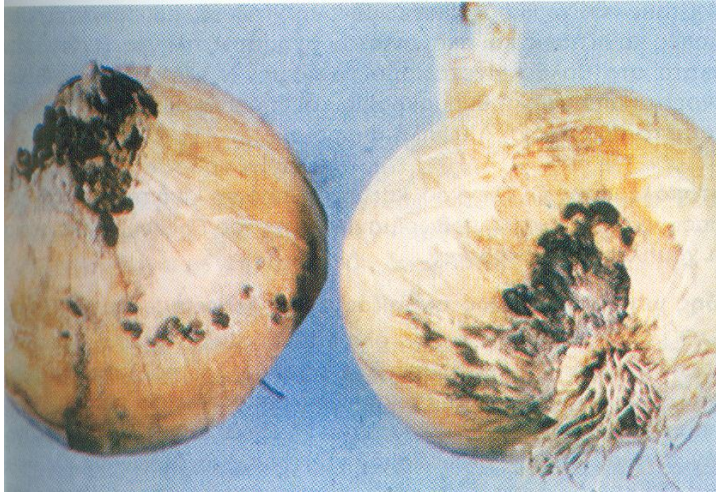


Εικ.8(Προσβολή ψευδοστελέχους και νεαρών βολβών από λευκή σήψη σκηρωτία)

Βοτρύτης (σήψη του λαιμού): *Botrytis allii*

Ο μύκητας προσβάλλει κυρίως τους λευκού βολβούς κατά τη μεταφορά τους ή κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και προκαλεί την καταστροφή τους. Οι πρώιμες ποικιλίες και η προσοχή κατά τη διαδικασία της μεθωρίμανσης βοηθά στο να μην προσβάλλονται εύκολα.

Καταπολέμηση: Συνιστάται να εφαρμόζεται σχολαστική μεθωρίμανση και εφαρμογή χαμηλών θερμοκρασιών κατά την αποθήκευση των βολβών.



Εικ.9(Επιφανειακά συμπτώματα της σήψης του λαιμού (*BotrytisAlli*))

Μαύρη σήψη: *Aspergillus niger*

Ο μύκητας προσβάλλει τους βολβούς. Εμφανίζεται συνήθως μετά τη συγκομιδή και σε περιοχές όπου η ωρίμανση των βολβών γίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες. Η ασθένεια χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση πλήθους μαύρων σπορείων μεταξύ των εξωτερικών ξηρών χιτώνων του βολβού και σχηματίζονται σαν ταινία.

Καταπολέμηση: Ο έλεγχος και παρεμπόδιση ανάπτυξης της ασθένειας, γίνεται με καλή μεθωρίμανση, καλό αερισμό και χαμηλές θερμοκρασίες.

Φουζάριο (σήψη βάσης): *Fusarium oxysporum*

Ο μύκητας προσβάλλει τις ρίζες και τη βάση του βολβού. Εισέρχεται δια του ριζικού συστήματος και από φυσικές πληγές του δίσκου. Φυτά που έχουν προσβληθεί παρουσιάζουν ένα προοδευτικό κιτρίνισμα από την κορυφή των φύλων, τα οποία σιγά - σιγά ξηραίνονται.

Καταπολέμηση: Ο έλεγχος της ασθένειας είναι δύσκολος. Τα εδάφη που φέρουν τον μύκητα δεν πρέπει να καλλιεργούνται με κρεμμύδι. Περιορισμός των ζημιών από την ασθένεια μπορεί να γίνει: με το να απομακρύνονται οι βολβοί που έχουν προσβληθεί, να χρησιμοποιούνται ανθεκτικές ποικιλίες και να διατηρούνται οι βολβοί σε ξηρές αποθήκες.

5. Κεφάλαιο 5 Υδροπονική καλλιέργεια

5.1. Γενικά για την υδροπονική καλλιέργεια

Με τον όρο υδροπονία, γίνεται – ίσως λανθασμένα – μια αναφορά στην καλλιέργεια στο νερό (ύδωρ), που είναι ένα μόνο από τα είδη της καλλιέργειας εκτός εδάφους που είναι και ο ακριβέστερος τίτλος αυτών των συστημάτων καλλιέργειας. Έτσι εάν προσπαθήσει κανείς να δώσει έναν ορισμό του όρου «υδροπονία», μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι εκείνο το σύστημα καλλιέργειας που περιλαμβάνει οποιαδήποτε μέθοδο καλλιέργειας φυτών χωρίς τη χρήση του εδάφους ως μέσου ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, ενώ παράλληλα η εφαρμογή όλων των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων γίνεται αποκλειστικά μέσω του νερού άρδευσης (Κώτσιρας, 2003). Με λίγα λόγια λοιπόν, έχουμε να κάνουμε με ένα σύστημα καλλιέργειας φυτών χωρίς την παρουσία εδάφους. Με τη μέθοδο της υδροπονίας τα φυτά μπορούν να καλλιεργούνται σε αδρανή υποστρώματα στα οποία προστίθεται το κατάλληλο θρεπτικό διάλυμα (Νικολάου 2011), ή μπορούν να καλλιεργούνται με την κατάλληλη στήριξη σε χώρο που απουσιάζει εντελώς το υπόστρωμα, και όπου οι ρίζες των φυτών διαβρέχονται με θρεπτικό διάλυμα.

Τα υδροπονικά συστήματα ήρθαν για να καλύψουν εν πολλοίς την αυξημένη ζήτηση σε ποσότητα και ποιότητα προϊόντων, των οποίων το κόστος παραγωγής ή η δυνατότητα παραγωγής τους στο έδαφος έχει αποδειχθεί οικονομικά ασύμφορη. Το τελευταίο, πολλές φορές οφείλεται στην αύξηση παθογόνων μικροοργανισμών στο έδαφος, που ο έλεγχός τους μπορεί να είναι πλέον αδύνατος (M. Ravin, J H Lieth, 2008).

5.2. Ιστορική αναδρομή

Η πρώτη εφαρμογή καλλιέργειας εκτός εδάφους απαντάται στην Αίγυπτο, (περίπου 4000 χρόνια πριν) όπου καλλιεργούνταν φυτικά είδη σε γλάστρες. Οι γλάστρες χρησιμοποιήθηκαν για την μεταφορά και μετεγκατάσταση φυτικών ειδών από άλλα μέρη, και χρησιμοποιήθηκαν καθώς το έδαφος δεν ήταν κατάλληλο για τα συγκεκριμένα φυτικά είδη (M. Ravin, J H Lieth, 2008).

Στα συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους, σημαντικά βήματα σημειώνονται από Γάλλους και Γερμανούς επιστήμονες κατά το 19^ο αιώνα,

αναφορικά με την κατανόηση στη θρέψη των φυτών και τα οποία βελτιώνουν Αμερικανοί και Βρετανοί επιστήμονες.

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 εφαρμόστηκε ένα σύστημα υδατοκαλλιέργειας. Ο Geriche 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 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 (Αντωνίου, 2012).

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 καθοριζόταν από οικονομικούς παράγοντες. Παρ' όλα αυτά, μετά το 1970 οι ερευνητές αναπτύσσουν πλήρη υδατικά διαλύματα, συσχετίζοντάς τα με τα διάφορα υποστρώματα, το νερό και το υπάρχον οξυγόνο, για να αποδείξουν την υπεροχή των εκτός εδάφους συστημάτων έναντι αυτών του εδάφους. (M. Ravin, J H Lieth, 2008).

5.3. Καλλιεργούμενες εκτάσεις

Η συνολική έκταση των υδροπονικών καλλιεργειών παγκοσμίως εκτιμάται ότι είναι γύρω στα 250.000 στρέμματα (έτος 2001) και αναφέρεται κυρίως σε καλλιέργεια πετροβάμβακα (rockwool), σε φιλμ θρεπτικού διαλύματος (NFT), σε επιπλέουσα υδροπονία και σε σάκους κοκκοτύρφης. Άλλα συστήματα που

χρησιμοποιούνται σε σημαντικό βαθμό είναι η καλλιέργεια σε άμμο (Ισραήλ), σε σάκους με περλίτη (Μ. Βρετανία, Ιταλία, Ελλάδα).

Πίνακας 1. Παγκόσμια εξάπλωση των υδροπονικών καλλιεργειών κατά τα έτη 1980-2001 (Hassall and Associates Pty Ltd, 2001)

Χώρα	Έτος	Έκταση (στρ.)	Υδροπονικό σύστημα	Κύριες καλλιέργειες
Ολλανδία	1987 2001	35.000 100.000	Πετροβάμβακα ς	Τομάτα, αγγούρι, πιπεριά, μελιτζάνα, φασόλι, μαρούλι, δρεπτά άνθη
Ισπανία	1996 2001	10.000 40.000	Περλίτης, άμμος, πετροβάμβακα ς	Μαρούλι, αγγούρι, πιπεριά, τομάτα
Καναδάς	1987 2001	1.000 15.740	Πετροβάμβακα ς, πριονίδι, NFT, περλίτης	Τομάτα, αγγούρι μαρούλι, πιπεριά
Γαλλία	1996	1.000	Πετροβάμβακα ς	Αγγούρι, πιπεριά, τομάτα, μελιτζάνα, δρεπτά άνθη
Ιαπωνία	1984	2.930	Πετροβάμβακα ς, Floating, NFT	Τομάτα, κρεμμύδι, μαρούλι, πεπόνι, αγγούρι
Ισραήλ	1996	6.500	Περλίτης, άμμος, αεροπονία	
Βέλγιο	1996	6.000	Πετροβάμβακα ς	
Νέα Ζηλανδία	1996 2001	2.000 5.500	NFT, ελαφρόπετρα	Δρεπτά άνθη, φράουλα, τομάτα, πιπεριά, αγγούρι, μαρούλι

Αυστραλία	1996	5.000	Άμμος, περλίτης, πετροβάμβακας, NFT	Τομάτα, μαρούλι, αγγούρι, 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, άνθη
Ιταλία	1990 1999	500 4.000		Τριαντάφυλλο, τομάτα, ζέρμπερα, φράουλα
ΗΠΑ	1984 1999	2.280 4.000	Περλίτης, χαλίκι, άμμος, NFT	Τομάτα, αγγούρι, μαρούλι
Φινλανδία	1996	3.700		
Κορέα	1987 1996	2.740	Περλίτης, αεροπονία, 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		
Σιγκαπούρ	1996	300	Αεροπονία,	

Συνολική έκταση τέλη 1980:50.000-60.000 στρ.

Συνολική έκταση 2001: 200.000-250.000 στρ.

5.4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδροπονικών καλλιεργειών

5.4.1. Τα πλεονεκτήματα των υδροπονικών καλλιεργειών

Παρακάτω συνοψίζονται ορισμένα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της υδροπονίας, αλλά και σε σχέση με τις συμβατικές καλλιέργειες εδάφους:

- Δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη εδάφους. Η καλλιέργεια μπορεί να πραγματοποιηθεί σε θερμοκήπια ή σε ανοικτούς αγρούς, σε ταράτσες, βραχώδεις περιοχές κλπ.
- Στις υδροπονικές καλλιέργειες, η αποδοτικότητα της χρήσης του νερού είναι μεγάλη.
- Αποφεύγονται οι βαριές αγροτικές εργασίες (δεν υπάρχουν ανάγκες για σκάψιμο, βοτάνισμα κλπ).
- Είναι δυνατή η αδιάλειπτη καλλιέργεια χωρίς πολλές καλλιεργητικές εργασίες προετοιμασίας σε διαδοχικές καλλιέργειες, ενώ παράλληλα παρέχεται η δυνατότητα επιμήκυνσης του χρόνου διεξαγωγής της καλλιέργειας.
- Αποφεύγεται η προσβολή από παθογόνα εδάφους. Η εφαρμογή της υδροπονίας αποτελεί ουσιαστικά μια εναλλακτική μέθοδο, απέναντι στην απολύμανση του εδάφους με όλους τους κινδύνους που αυτή συνεπάγεται.
- Επιτυγχάνεται πρωίμιση της παραγωγής που σε πολλές περιπτώσεις είναι αξιοσημείωτη.
- Επιτυγχάνεται σημαντική αύξηση της ποσότητας και βελτίωση της ποιότητας των παραγομένων προϊόντων, όταν και οι υπόλοιποι συντελεστές παραγωγής διατηρούνται όσο το δυνατόν σε άριστα επίπεδα (μειωμένα στρες νερού και θρεπτικών στοιχείων).
- Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα είναι ο ακριβής έλεγχος της θρέψης των φυτών. Ο έλεγχος αυτός επιτυγχάνεται σε σημαντικό βαθμό

στην περίπτωση της χρήσης αδρανών υποστρωμάτων ή καθαρού θρεπτικού διαλύματος (συστήματα NFT, DFT κλπ).

- Παρέχεται η δυνατότητα καλλιέργειας αρκετά μεγάλου αριθμού φυτικών ειδών (λαχανοκομικών, ανθοκομικών, φαρμακευτικών κλπ).
- Σε περιπτώσεις που χρειάζεται, είναι δυνατή η παραγωγή μοσχευμάτων ή ριζικού συστήματος χωρίς προσμίξεις (υδατοκαλλιέργειες).
- Οι υδροπονικές καλλιέργειες στις οποίες το θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται είναι φιλικές προς το περιβάλλον (κλειστά συστήματα).
- Επιτυγχάνονται μεγαλύτερες πυκνότητες φυτεύσεως.
- Τα παραγόμενα προϊόντα είναι καθαρά χωρίς προσμίξεις προερχόμενες από το έδαφος.
- Μείωση της εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοπροστατευτικών προϊόντων (σημαντική μείωση του κόστους παραγωγής).

(Α. Κώτσιρας, 2009)

5.4.2. Τα κυριότερα μειονεκτήματα των υδροπονικών καλλιεργειών

- Απαιτούνται σχετικά υψηλές δαπάνες κατά την αρχική εγκατάσταση της καλλιέργειας. Ενδεικτικά, στην περίπτωση του λεγομένου «θερμοκηπίου – εργοστασίου», όπου περιλαμβάνονται έλεγχος κλίματος, αποθήκες, ψυγεία, συσκευαστήρια, σπορεία κ.α. (ανάλογα με το είδος του παραγόμενου προϊόντος) το κόστος μπορεί να ξεπερνά τα 300€ / m².
- Απαιτείται αρκετά υψηλή επιστημονική κατάρτιση και εμπειρία σε ότι αφορά την κατάρτιση της σύστασης των θρεπτικών διαλυμάτων (συνταγή θρέψης, διατήρηση σε επιθυμητά επίπεδα του pH και της αγωγιμότητας των διαλυμάτων, συχνότητα ποτισμάτων, διορθώσεις κλπ).
- Η λειτουργία του συστήματος έχει απαιτήσεις σε ενέργεια.
- Σε περιπτώσεις που η θερμοκρασία του θρεπτικού διαλύματος ανέλθει σε υψηλά επίπεδα (ειδικά σε συστήματα υδατοκαλλιεργειών) μπορεί να δημιουργηθούν σοβαρά προβλήματα με συνέπεια τη μείωση των αποδόσεων (NFT, DFT). (Α. Κώτσιρας, 2009)

5.5. Εξοπλισμός υδροπονικών εγκαταστάσεων

Οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στις διάφορες μεθόδους αφορά κυρίως τα κανάλια, τις δεξαμενές ανακύκλωσης, τα μέσα στήριξης των καναλιών, τα πορώδη υποστρώματα, τα δοχεία, τους αναδευτήρες για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων, τις αντλίες, τις σωληνώσεις, τα όργανα και αισθητήρια για τη ρύθμιση και την τροφοδοσία του θρεπτικού διαλύματος Όλα τα παραπάνω διακρίνονται στα εξής επιμέρους τμήματα:

- Σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος
- Σύστημα παροχής θρεπτικού διαλύματος
- Υποδοχείς υποστρωμάτων
- Υποστρώματα καλλιέργειας

5.5.1. Σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος

Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος που οδηγείται στη ρίζα των φυτών προκύπτει από την αραιώση, με το νερό της άρδευσης, πυκνότερων διαλυμάτων που έχουν παρασκευαστεί προηγουμένως και περιέχουν την απαιτούμενη αναλογία των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων. Τα πυκνά διαλύματα παρασκευάζονται συνήθως έτσι, ώστε η αναλογία των θρεπτικών στοιχείων να είναι ίδια με αυτή του διαλύματος που θα οδηγηθεί τελικά στα φυτά. Τα μητρικά διαλύματα παρασκευάζονται συνήθως 100 φορές πυκνότερα από το διάλυμα που οδηγείται στη ρίζα.

Στην απλούστερη μορφή του το σύστημα παρασκευής θρ. διαλύματος περιλαμβάνει δυο τουλάχιστον δοχεία πυκνών διαλυμάτων για τον διαχωρισμό των θεικών και των φωσφορικών λιπασμάτων από το νιτρικό ασβέστιο και το χηλικό σίδηρο, διαχωρισμός απαραίτητος για την παρεμπόδιση δημιουργίας ιζημάτων από την αντίδραση των λιπασμάτων μεταξύ τους, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης των διαλυμάτων. Παράλληλα είναι σκόπιμη η χρήση και ενός τρίτου δοχείου μητρικού διαλύματος στο οποίο τοποθετείται αποκλειστικά οξύ για τη ρύθμιση του pH του θρεπτικού διαλύματος (Κώτσιρας, 2009).

Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται δεξαμενή ανάμειξης, χρησιμοποιείται μια δεξαμενή από ενισχυμένο πολυεστέρα ή κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα και προστατευμένη στο εσωτερικό της από οξυάντοχο υλικό. Υπολογίζεται να έχει χωρητικότητα τουλάχιστον ίση με τον ολικό όγκο του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος (κλειστά συστήματα), ώστε σε μια

διακοπή λειτουργίας να αποφευχθεί η υπερχειλίση. (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

Τα πυκνά διαλύματα οδηγούνται κατά μικρά χρονικά διαστήματα στη δεξαμενή. Η προσαγωγή τους γίνεται με δοσομετρικές αντλίες που παίρνουν εντολή από μηχανισμό αυτοματισμού συνδεδεμένο με αισθητήριο ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC). Η προσαγωγή των οξέων στη δεξαμενή γίνεται με δοσομετρική αντλία, η οποία παίρνει εντολή από μηχανισμό αυτοματισμού συνδεδεμένο με αισθητήριο pH (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

Στην περίπτωση απουσίας δεξαμενή ανάμειξης, θα πρέπει να υπάρξει ο κατάλληλος χρόνος για τη σωστή ανάμειξη μέσα στο δίκτυο, πριν το διάλυμα φτάσει στα φυτά (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

5.5.2. Σύστημα παροχής θρεπτικού διαλύματος

Η αραιώση των διαλυμάτων, η ανάμειξή τους καθώς και η προσαρμογές του pH και της EC του θρεπτικού διαλύματος μπορούν να γίνουν, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, με δύο τρόπους. Πρώτον με τη βοήθεια αναμεικτικής δεξαμενής (σύστημα με αναμεικτική δεξαμενή). Και δεύτερον, απευθείας στη γραμμή άρδευσης (σύστημα απευθείας παροχής) (Κώτσιρας, 2010).

Η μέθοδος της άρδευσης που εφαρμόζεται σε πορώδη υποστρώματα μπορεί να βασίζεται σε χειρισμούς του ανθρώπινου παράγοντα, σε αισθητήρια που βρίσκουν την ανάγκη των φυτών και σε μοντέλα άρδευσης (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

Οι χειρισμοί του ανθρώπινου παράγοντα είναι μια αξιόπιστη μέθοδος, αλλά απαιτεί εμπειρία από τον υπεύθυνο λήψης των αποφάσεων. Η άρδευση με βάση τα σήματα των αισθητηρίων μπορεί να αντιπροσωπεύει μόνο ένα δείγμα φυτών, κι όχι το σύνολο της καλλιέργειας. Άρα τίθεται σοβαρό ζήτημα επιλογής των αντιπροσωπευτικών θέσεων τοποθέτησης των αισθητηρίων. Αισθητήρια τα οποία χρησιμοποιούνται στην άρδευση των υποστρωμάτων είναι αυτά της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των υποστρωμάτων, της μεταβολής του βάρους της γλάστρας με την άρδευση και αυτά που μετρούν τη μεταβολή της σπαργής των κυττάρων του φύλλου. Τα αισθητήρια αυτά τοποθετούνται ή σε ένα αντιπροσωπευτικό φυτό ή καλύτερα σε μεγάλο αριθμό αντιπροσωπευτικών φυτών και χρησιμοποιείται για την απόφαση η μέση τιμή. Είναι εύκολα αντιληπτό, πως αυξανόμενου του αριθμού των αισθητηρίων, βελτιώνεται η

ακρίβεια στη μεταχείριση της άρδευσης, αυξάνοντας όμως το κόστος. Σε κάθε περίπτωση πάντως, χρειάζεται συχνός έλεγχος των αισθητηρίων και η βαθμονόμησή τους (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

Η άρδευση με βάση κάποιο μοντέλο εξαρτάται από την αξιοπιστία που παρέχει το μοντέλο και την ακρίβεια των αισθητηρίων που χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις των διαφόρων παραμέτρων. Σε ένα μοντέλο όπως αυτό των Penman Monteith, οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη είναι: η ακτινοβολία, η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα του ανέμου, το μέγεθος των φυτών, το σχήμα των φυτών και η πυκνότητα φύτευσης. Στην περίπτωση των θερμοκηπίων τα περισσότερα μοντέλα βασίζονται στην ηλιακή ακτινοβολία και στις παραμέτρους των φυτών, γιατί θεωρείται η θερμοκρασία και η υγρασία είναι άμεση συνάρτηση της ηλιακής ακτινοβολίας και η ταχύτητα του ανέμου μέσα στο θερμοκήπιο πολύ μικρή. Μερικά μοντέλα βασίζονται στη διαφορά πίεσης υδρατμών, μεταξύ του αέρα του θερμοκηπίου και της επιφάνειας των φύλλων του φυτού. Σε αυτή την περίπτωση για τις μετρήσεις χρησιμοποιούνται σχετικά ακριβά και όχι πολύ αξιόπιστα αισθητήρια υγρασίας και απαιτείται να γίνεται ανεξάρτητη άρδευση σε κάθε τμήμα του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

Ο συνδυασμός ενός μοντέλου με τα κατάλληλα αισθητήρια και ο συνεχής έλεγχος του ανθρώπινου παράγοντα είναι η καλύτερη λύση. Στην πράξη ένας απλός αυτοματισμός, που απαιτεί όμως τη συχνή παρέμβαση του καλλιεργητή, είναι αυτός που δημιουργείται από ηλεκτρικό χρονοδιακόπτη και ηλεκτροβάνες.

Συνήθεις περιπτώσεις είναι και οι πιο σύνθετοι αυτοματισμοί που βασίζονται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος με βάση ένα μοντέλο (πρόγραμμα) επεξεργάζεται τα μετεωρολογικά στοιχεία ενός θερμοκηπίου, τα στοιχεία περιβάλλοντος του θερμοκηπίου και τα στοιχεία της καλλιέργειας, για να δώσει εντολή άρδευσης (συχνότητα άρδευσης). Σε αυτή την περίπτωση για τη ρύθμιση της απαιτούμενης ποσότητας διαλύματος (αρδευτική δόση) μπορεί να χρησιμοποιηθούν υρδομετρητές που δίνουν ένα παλμό ανά 10 λίτρα διαλύματος, ώστε να καταστεί δυνατή η άρδευση των φυτών με βάση τα λίτρα του διαλύματος και όχι με βάση τη διάρκεια (χρόνο) της άρδευσης (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

5.5.3. Υποδοχείς υποστρωμάτων

Σε όλες τις υδροπονικές καλλιέργειες που χρησιμοποιείται κάποιο στέρεο υπόστρωμα είναι απαραίτητη η ύπαρξη κάποιου υποδοχέα στον οποίο θα τοποθετηθεί το στέρεο υπόστρωμα. Οι υποδοχείς αυτοί προσφέρουν τις εξής υπηρεσίες στις υδροπονικές καλλιέργειες: α. συγκρατούν το υπόστρωμα, β. δεν επιτρέπουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της ανάπτυξης των ανεπιθύμητων αλγών, γ. εξασφαλίζουν την ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος όπου αυτά είναι επιθυμητό και δ. απομονώνουν το υπόστρωμα από την ανεπιθύμητη επαφή του με το έδαφος (Κώτσιρας, 2010).

Οι υποδοχείς ταξινομούνται:

- i. Κανάλια στο έδαφος ή υπεράνω του εδάφους με επένδυση πλαστικού.
- ii. Πλαστικοί σάκοι διαφόρων μεγεθών.
 - Σάκοι μικρού αριθμού φυτών.
 - Σάκοι μεγάλου μήκους οριζόντιας τοποθέτησης.
 - Σάκοι κατακόρυφης τοποθέτησης.
- iii. Δοχεία σταθερού σχήματος.
 - Γλάστρες από διάφορα υλικά και διαφόρων μεγεθών.
 - Γούρνες πολυστερίνης.
- iv. Κατασκευές υποδοχείς του πετροβάμβακα.
 - Περιτύλιξη πλακών πετροβάμβακα με φύλλο πλαστικού.
 - Σταθεροί υποδοχείς πλακών πετροβάμβακα.

5.5.4. Υπόστρωμα υδροπονίας

Ως υπόστρωμα δεν θα πρέπει να θεωρείται μόνο το στερεό μέσο εντός του οποίου αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα, αλλά το σύνολο των τριών φάσεων που συμμετέχουν στη συγκρότησή του :

- το στερεό μέσο
- το θρεπτικό διάλυμα (υδατικό διάλυμα)
- ο διαλελυμένος αέρα

Σύμφωνα με τον Κώτσιρα, (2009), Τα χρησιμοποιούμενα υποστρώματα θα πρέπει να έχουν τις εξής ιδιότητες:

- χαρακτηριστικά της δομής τους θα πρέπει να αποτρέπουν την εύκολη αποσύνθεσή τους.
- Θα πρέπει να έχουν ικανοποιητικό πορώδες, καθώς και ικανοποιητική υδατοϊκανότητα.
- Θα πρέπει να παρουσιάζουν υψηλή αντοχή στις διάφορες μεθόδους απολύμανσης (ατμός, υπεριώδης ακτινοβολία και φυτοπροστατευτικά προϊόντα).
- Θα πρέπει να έχουν χαμηλή πυκνότητα (διευκόλυνση των καλλιεργητικών χειρισμών).
- Η χημική τους σύσταση και η συμπεριφορά τους από πλευράς θρέψης θα πρέπει να παρουσιάζουν ομοιομορφία.
- Η ποιότητά τους θα πρέπει να παραμένει σταθερή.
- Η εφαρμογή τους είναι προτιμότερο να γίνεται στη φυσική τους κατάσταση χωρίς επεξεργασία.
- Η διάρκεια ζωής τους θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 3 χρόνια.
- Θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από παθογόνα, εχθρούς και σπόρους ζιζανίων.
- Θα πρέπει να έχουν ουδέτερη αντίδραση.
- Οι εταιρείες που τα διαθέτουν θα πρέπει να παρέχουν στους παραγωγούς τις απαραίτητες οδηγίες σε σχέση με τη συμπεριφορά τους στις διάφορες καλλιεργητικές παρεμβάσεις (άρδευση κλπ).
- Μετά την ολοκλήρωση της χρήσης η διαχείρισή τους δεν θα πρέπει να επιβαρύνει το περιβάλλον (διάθεση και ανακύκλωση υποστρωμάτων).
- Θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από βαρέα μέταλλα.
- Θα πρέπει να έχουν χαμηλό κόστος.

5.5.4.1. Ο περλίτης ως υπόστρωμα

Το υπόστρωμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι ο περλίτης, συνεπώς, θα ήταν σκόπιμο σ' αυτό το σημείο να δοθούν ορισμένα στοιχεία γι' αυτό. Ο περλίτης είναι υαλώδες ορυκτό ηφαιστειακής προελεύσεως. Ο φυσικός περλίτης περιέχει νερό το οποίο είναι παγιδευμένο στην δομή του. Όταν φτάσει τους 900-1.000 °C μαλακώνει (δεδομένου ότι είναι γυαλί) και το

νερό, το οποίο είναι παγιδευμένο στην δομή του, διαφεύγει και δημιουργεί τη διόγκωση του υλικού από 7 έως 15 φορές (διογκωμένος περλίτης). Ο διογκωμένος περλίτης έχει εκτυφλωτικό λευκό χρώμα, λόγω της ανακλαστικότητας των παγιδευμένων φυσαλλίδων. Παράγεται και στη χώρα μας κυρίως στη Μήλο και στη Νίσυρο. Σαν υλικό είναι χημικά αδρανές και η αντίδρασή του είναι ουδέτερη (pH=7).

Ο περλίτης αποτελεί ένα από τα πλέον διαδεδομένα υποστρώματα και η επιτυχία του οφείλεται στο συνδυασμό πολλαπλών ιδιοτήτων:

- Έχει υψηλό πορώδες και παρέχει στη ριζόσφαιρα ιδανική αναλογία αέρα και νερού.
- Παρουσιάζει ιδανικές συνθήκες στράγγισης.
- Έχει ομοιομορφία, καθιστώντας τις ρίζες πυκνότερες, με ομοιόμορφη κατανομή
- Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων είναι σχεδόν μηδενική γεγονός το οποίο τον κατατάσσει στα πλέον χημικά αδρανή υποστρώματα.
- Είναι ουδέτερο υπόστρωμα με pH 7,0-7,5.

Λόγω του ότι αποτελεί ένα αδρανές φυσικό υλικό, η ανακύκλωση του δεν δημιουργεί περιβαλλοντικά προβλήματα.

5.6. Καλλιέργεια σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα - καλλιέργεια επίπλευσης

Στις καλλιέργειες εκτός εδάφους, υπάρχει η δυνατότητα αναπτύξεως των φυτών εντός θρεπτικού διαλύματος, με την προϋπόθεση να στηριχθούν τα φυτά. Για το σκοπό αυτό υπάρχουν κατάλληλοι υποδοχείς. Από τα διάφορα συστήματα καλλιέργειας σε θρεπτικό διάλυμα, (λόγω της πειραματικής εργασίας σε ένα τέτοιο σύστημα) επιλέχθηκε εδώ να παρουσιαστεί η καλλιέργεια σε σύστημα επίπλευσεως.

Στις καλλιέργειες σε συστήματα επίπλευσης, τα φυτά τοποθετούνται πάνω σε πλάκες από πολύ ελαφρύ υλικό (κατά κανόνα πρόκειται για πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης), οι οποίες φέρουν οπές κατάλληλου μεγέθους σε προκαθορισμένες αποστάσεις, ανάλογα με το τελικό μέγεθος του λαιμού του φυτού. Μέσω αυτών των οπών διέρχονται οι ρίζες των φυτών, οι οποίες

αναπτύσσονται κάτω από τις πλάκες, ενώ το υπέργειο μέρος των φυτών βρίσκεται πάνω από τις πλάκες. Είναι εύκολα αντιληπτό, πως οι πλάκες πρέπει να έχουν το ανάλογο πάχος, ώστε να μπορούν να συγκρατούν την καλλιέργεια χωρίς να βυθίζονται.



Εικ.10 (ριζικό σύστημα νεροκρέμμου σε καλλιέργεια επίπλευσης)

Στην καλλιέργεια σε επίπλευση, το ύψος του θρεπτικού διαλύματος είναι σταθερό από 20 – 30 cm, με στόχο την ελαχιστοποίηση του ρυθμού μεταβολών στην χημική σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος. Με την βοήθεια κατάλληλης αντλίας, το αναρροφούμενο θρεπτικό διάλυμα μεταφέρεται στην κεντρική κεφαλή υδρολίπανσης όπου διορθώνεται αυτόματα η ηλεκτρική του αγωγιμότητα (EC) και το pH του μέσω έγχυσης πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων και οξέος ή νερού. Η πρόσπτωση του θρ. διαλύματος από ένα ορισμένο ύψος εξασφαλίζει έναν παφλασμό, ο οποίος συνεισφέρει καθοριστικά στην παρουσία του O₂ στην λεκάνη καλλιέργειας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, (ιδιαίτερα κατά τους θερμούς μήνες) θα πρέπει να υπάρχει επιπλέον οξυγόνωση (τα επίπεδα του O₂, να είναι περί των 4mg/l), η οποία εξασφαλίζεται με έγχυση φυσαλίδων αέρα.

Η κατανάλωση των φυτών σε νερό και θρεπτικά στοιχεία οδηγεί σε ανάλογη πτώση της στάθμης του θρεπτικού διαλύματος και η οποία θα πρέπει γι' αυτό το λόγο να παρακολουθείται. Όταν φτάσει κάτω από ένα κρίσιμο επίπεδο (μέσω ενός αισθητήρα στάθμης) δίνεται η εντολή να τροφοδοτηθεί η λεκάνη είτε με

νερό είτε με θρεπτικό διάλυμα. Στην περίπτωση τροφοδοσίας με νερό, θα πρέπει να ενεργοποιείται η τροφοδοσία από την κεφαλή με θρεπτικό διάλυμα (μέσω της παρακολούθησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του pH του θρεπτικού διαλύματος με τους ανάλογους αισθητήρες).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

8 Κεφάλαιο: Πειραματικό μέρος

8.1 Γενικά

Η καλλιέργεια του νεροκρέμμυδου Ζακύνθου προϋποθέτει για την διασφάλιση της παραγωγής, μεταξύ άλλων, έδαφος απαλλαγμένο από εχθρούς και ασθένειες. Η διαμορφωθείσα τεχνική καλλιέργειάς του στο έδαφος, φανερώνει πως είναι απαιτητικό σε προληπτικούς ψεκασμούς για την αποφυγή ασθενειών εδάφους. Κάτι τέτοιο αποφεύγεται με τα συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους (υδροπονία). Με την αποφυγή των μειονεκτημάτων που επισύρει ένα σύστημα καλλιέργειας στο έδαφος και λόγω της ιδιαίτερης οικονομικής σημασίας που τυγχάνει να έχει ο εν λόγω πληθυσμός κρεμμυδιού, αποφασίστηκε να δοκιμασθεί σε διάφορα υδροπονικά συστήματα.

8.2 Σκοπός της εργασίας

Σε μη θερμαινόμενο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου λαχανοκομίας του Τ.Ε.Ι. Πελοποννήσου πραγματοποιήθηκε υδροπονική καλλιέργεια φυτών νεροκρέμμυδου Ζακύνθου από την 1/11/2013 έως την 1/8 του 2014. Σκοπός της πειραματικής μελέτης ήταν η διερεύνηση της ανταπόκρισης της καλλιέργειας του νεροκρέμμυδου μέσω της ανάπτυξής του σε διαφορετικά υδροπονικά συστήματα:

- στερεό υπόστρωμα (περλίτης)
- υδροκαλλιέργεια (βαθεία επίπλευση)

Πραγματοποιήθηκε η σύγκριση των δύο συστημάτων σε χαρακτηριστικά ανάπτυξης και παραγωγής σε δύο διαφορετικές μεταχειρίσεις ανάπτυξης του βολβού: πάνω και κάτω από την επιφάνεια του εκάστοτε συστήματος.

8.3 Υλικά και μέθοδοι

8.3.1 Περιγραφή των συστημάτων

8.3.1.1 Σύστημα Επιπλεύσεως

Στο θερμοκήπιο που πραγματοποιήθηκε η εργασία, είναι εγκατεστημένα 3 όμοια συστήματα επιπλεύσεως (λεκάνες καλλιέργειας) που αντιστοιχούν σε 3

επαναλήψεις. Τα κατασκευαστικά στοιχεία του συστήματος επιπλεύσεως είναι τα εξής:

1. **Λεκάνη καλλιέργειας** μήκους 3.5 m, πλάτους 2 m και ωφέλιμου ύψους 35 cm. Το πλαίσιο της λεκάνης καλλιέργειας (ΛΚ) είναι από υλικό ανθεκτικό στα φορτία πίεσης που αναπτύσσονται από τον όγκο του θρεπτικού διαλύματος. Το εσωτερικό της ΛΚ είναι επενδυμένο με κατάλληλη μεμβράνη (αδιάβροχη και μη τοξική για τα φυτά).

2. **Αισθητήρες μετρήσεως της στάθμης** εντός της λεκάνης καλλιέργειας (άνω και κάτω στάθμη). Για την πραγματοποίηση της καλλιέργειας του νεροκρέμμου επιλέχθηκε η στάθμη των 25 εκ.

3. **Διάτρητοι σωλήνες** στον πυθμένα της λεκάνης καλλιέργειας μέσω των οποίων αναρροφάται το θρεπτικό διάλυμα από μία εξωτερική αντλία η οποία ανακυκλώνει (αναδύει) το αναρροφώμενο θρεπτικό διάλυμα, ώστε να δημιουργείται παφλασμός και μετακίνηση του διαλύματος για την καλύτερη οξυγόνωση.

4. **Αισθητήρας μέτρησης pH και δοχείο οξέος** για την τακτική και άμεση ρύθμιση του pH στη λεκάνη καλλιέργειας

5. **Αισθητήρες μετρήσεως** α) της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, β) της θερμοκρασίας, γ) της συγκέντρωσης O_2 του θρεπτικού διαλύματος (εντός της λεκάνης καλλιέργειας).

6. **Εγχυτές αέρος** (αερόπετρες) εντός του πυθμένα της λεκάνης καλλιέργειας οι οποίοι ήταν συνδεδεμένοι με κεντρική αεραντλία δυνατότητας παροχής 40 L αέρα/ min/ m^3 διαλύματος.

8.3.1.2 Σύστημα στερεών υποστρωμάτων

Στο θερμοκήπιο που πραγματοποιήθηκε η εργασία, είναι εγκατεστημένα 3 όμοια συστήματα (3 επαναλήψεις) για τη χρήση στερεών υποστρωμάτων. Ως στερεό υπόστρωμα επιλέχθηκε ο περλίτης που θεωρείται ένα από τα πλέον διαδεδομένα υποστρώματα στην Ελλάδα. Τα κατασκευαστικά στοιχεία του συστήματος στερεών υποστρωμάτων είναι τα εξής:

1. **Κανάλια:** Το κάθε σύστημα αποτελείται από 2 κανάλια μήκους 3.5 m και πλάτους 0,30 m. Η απόσταση μεταξύ των καναλιών είναι 0,6 m

2. Πλαίσια στηρίξεως: Τα κανάλια είναι τοποθετημένα πάνω σε πλαίσια ανοξείδωτου υλικού διαστάσεων 3,5 m x 0,30 m x 1,0 m (μήκος x πλάτος x ύψος).

3. Δοχείο διαλύματος συμπλήρωσης (ΔΣ): Σε κάθε ένα από τα 3 συστήματα αντιστοιχεί και ένα δοχείο με διάλυμα συμπλήρωσης στο οποίο μεταφέρεται το έτοιμο θρεπτικό διάλυμα από την κεφαλή υδρολίπανσης.

4. Αισθητήρας μέτρησης της στάθμης: Σε κάθε δοχείο συμπλήρωσης υπάρχει και αισθητήρας στάθμης για την συμπλήρωση του δοχείου με φρέσκο διάλυμα.

5. Δοχείο διαλύματος τροφοδοσίας (ΔΤ): Το δοχείο αυτό βρίσκεται κάτω από τα πλαίσια στηρίξεως και τροφοδοτεί τα δύο κανάλια του συστήματος με θρεπτικό διάλυμα μέσω αντλίας. Στο δοχείο αυτό, αφ' ενός συλλέγεται το θρεπτικό διάλυμα απορροής και αφ' ετέρου προστίθεται έτοιμο διάλυμα από το δοχείο συμπλήρωσης. Η στάθμη του θρεπτικού διαλύματος μέσα στο δοχείο διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα με την βοήθεια ενός αισθητήρα στάθμης.

6. Εγχυτές αέρος εντός του πυθμένα του δοχείου τροφοδοσίας οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με κεντρική αεραντλία δυνατότητας παροχής 40 L αέρα/ min/ m³ διαλύματος (όπως και στο σύστημα επιπλεύσεως).

7. Αισθητήρας μέτρησης pH και δοχείο οξέος για την τακτική και άμεση ρύθμιση του pH στο δοχείο τροφοδοσίας.

8. Αισθητήρες μέτρησης α) της ηλεκτρικής αγωγιμότητας β) του pH και γ) της θερμοκρασίας μέσα στο δοχείο τροφοδοσίας.

9. Συλλογή απορροής. Το δοχείο τροφοδοσίας είναι συνδεδεμένο με μία αντλία η οποία παρέχει θρεπτικό διάλυμα στο δίκτυο άρδευσης κάθε καναλιού. Το διάλυμα απορροής από τα υποστρώματα ρέει κατά μήκος των καναλιών κινούμενο προς την κατώτερη άκρη τους. Εκεί συλλέγεται και μέσω καταλλήλων σωληνώσεων επιστρέφει στο δοχείο τροφοδοσίας με την επίδραση της βαρύτητας. Οι αντλίες οδηγούνται από καταλλήλους ρυθμιστές στροφών (inverters) για την ελεγχόμενη αυξομείωση της παροχής.

10. Ο σωλήνας συλλογής του διαλύματος απορροής έχει διπλή έξοδο, μία προς το δοχείο τροφοδοσίας και μία προς το σύστημα αποχέτευσης του θερμοκηπίου για απόρριψη του διαλύματος απορροής όταν η εφαρμογή της ανακύκλωσης δεν είναι επιθυμητή. Η κατεύθυνση της κίνησης και εξόδου του

διαλύματος απορροής από τον σωλήνα συλλογής ρυθμίζεται χειρωνακτικά μέσω κατάλληλης βάνας.

8.3.2 Κεφαλή συστήματος

Η **κεφαλή υδρολίπανσης**, έχει την δυνατότητα παρασκευής 12 διαφορετικών θρεπτικών διαλυμάτων, τα οποία παρασκευάζονται από την μίξη νερού, 12 πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων και ενός πυκνού διαλύματος οξέως. Ο **χρόνος παρασκευής** κάθε διαλύματος, είναι περίπου 15 λεπτά, συμπεριλαμβανομένου και του **χρόνου διορθώσεως του pH**. Οι **αναλογίες της μίξης**, καθώς και το **επιθυμητό pH** επιλέγονται αυτόματα βάσει εξισώσεων.

Το **παραγόμενο τελικό διάλυμα συμπλήρωσης**, οδηγείται μέσω αντλίας και 6 καταλλήλων ηλεκτροβαλβίδων στα αντίστοιχα 3 δοχεία συμπλήρωσης στην περίπτωση των στερεών υποστρωμάτων και στις 3 λεκάνες καλλιέργειας στην περίπτωση της επιπλεύσεως.

Η **παροχή πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων και οξέος**, πραγματοποιείται με την χρήση 13 περισταλτικών δοσομετρικών αντλιών για τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια έγχυσης (12 για τα πυκνά δ/τα και 1 για την είσοδο του καθαρού νερού). Η παροχή τους είναι 60 l/h σε πίεση 3 bar.

Για την εγκατάσταση της καλλιέργειας του νεροκρέμμυδου χρησιμοποιήθηκαν:

- Χαρτοκόπτης
- Ποτηροτρύπανο
- Δίχτυ με οπές
- Σφικτήρες
- Συρραπτικό
- Πλαστικό εδαφοκάλυψης
- Σανίδες από διογκωμένης και εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους 3cm
- Υδροπονικός περλίτης
- Σπάγκος στήριξης

8.3.3 Εργασίες για την εγκατάσταση στις λεκάνες καλλιέργειας

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση χρησιμοποιήθηκαν σανίδες από φελιζόλ πάχους 3cm οι οποίες εγκαταστάθηκαν κατά μήκος της

εκάστοτε λεκάνης καλλιέργειας. Στις σανίδες αυτές τοποθετήθηκε δίχτυ στην κάτω επιφάνεια των σανίδων προκειμένου να κρατηθεί το τελικό βάρος των φυτών και να εισχωρήσει μέσα στο διάλυμα μόνο το ριζικό σύστημα. Το δίχτυ αυτό στερεοποιήθηκε με την βοήθεια συρραπτικού του οποίου τα μεταλλικά μέρη καρφώθηκαν στην πάνω πλευρά της σανίδας με σκοπό την αποφυγή πιθανής αντίδρασης του θρεπτικού διαλύματος με το μέταλλο του συρραπτικού. Ανοίχθηκαν τρύπες διαμέτρου 5mm οι οποίες είχαν απόσταση 20cm επί της γραμμής και 25cm μεταξύ των γραμμών – τις αποστάσεις φυτεύσεως των φυτών. Τέλος οι σανίδες και όλο το μέρος της πισίνας καλύφθηκε με πλαστικό νάilon εδαφοκάλυψης διπλής όψης για τον αποκλεισμό της απώλειας σε νερό (εξάτμιση) και την αποφυγή εισόδου φωτός στο θρεπτικό διάλυμα.

8.3.4 Εργασίες για την εγκατάσταση στις λεκάνες καλλιέργειας

Στο υπόστρωμα, οι λεκάνες του υποστρώματος αφού γεμίστηκαν με άγονο υπόστρωμα περλίτη καλύφθηκαν με νάilon εδαφοκάλυψης διπλής όψης ώστε να αποφευχθεί η είσοδος φωτός στο υπόστρωμα και για την αποφυγή απώλειας νερού μέσω της εξάτμισης. Στο νάilon αυτό έγιναν οπές ώστε να τοποθετηθεί η μπάλα κομπόστ μαζί με το ριζικό σύστημα των νεαρών φυταρίων νεροκρέμμου. Και τα δύο συστήματα στηρίχτηκαν με σπάγκο στήριξης.

8.3.5 Φυτικό υλικό

Για τις ανάγκες του πειράματος έγινε σπορά σπόρων νεροκρέμμου Ζακύνθου σε δίσκους σποράς με υπόστρωμα τύρφης στις 26 Νοεμβρίου 2013. Για να βλαστήσουν τοποθετήθηκαν σε προβλαστήριο ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας και φωτός. Εκεί εκτέθηκαν σπαρμένοι 5-6 μέρες σε σκοτάδι και σε θερμοκρασία 25°C. Αφού φύτρωσαν (>80%), διατηρήθηκαν στον θάλαμο στην ίδια θερμοκρασία με φως. Μετά από 13 ημέρες (9/12) μεταφέρθηκαν σε θερμοκήπιο με ελεγχόμενη άρδευση (υδρονέφωση) όπου και μεταφυτεύθηκαν σε μεγαλύτερες θέσεις (5,5x5x5) ΥxMxΠ (cm) στις 13/1/2014, (48 μέρες από τη σπορά). Τα σπορόφυτα του νεροκρέμμου κατά τη διάρκειά τους στις θέσεις σποράς κουρεύονταν τα φύλλα τους με κλαδευτική μηχανή με σκοπό την ενδυνάμωση και την πάχυνση των φυταρίων.



Εικ 11.(προβλαστήριο ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας και φωτός)

8.3.6 Φύτευση

Η φύτευση πραγματοποιήθηκε στις 18/4/2014. (140 ημέρες από τη σπορά) Από τα φυτάρια, επιλέχθηκαν τα πλέον ομοιόμορφα και ζωντανά, και τοποθετήθηκαν στα δυο υδροπονικά συστήματα ως εξής:

1. Σε ότι αφορά την επίπλευση τα φυτά τοποθετήθηκαν σε πλάκες διογκωμένου πολυεστέρα (φελιζόλ) αφού είχαν δημιουργηθεί οι αντίστοιχες υποδοχές διαμέτρου 5 cm. Οι αποστάσεις ήταν 20 cm επί της γραμμής και 25 cm από γραμμή σε γραμμή.

Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε πυκνότητα 8 φυτών/m². Σε ότι αφορά τον σχεδιασμό του πειράματος, το κάθε υδροπονικό σύστημα είχε τρεις επαναλήψεις σε τυχαία σημεία του θερμοκηπίου. Από την κάθε επανάληψη των συστημάτων, ελαμβάνοντο μετρήσεις τεσσάρων φυτών , ενώ υπήρχαν και αρκετά φυτά περιθωρίου.



Εικ 12: Δεξαμενές επίπλευσεως

2. Σε ότι αφορά τον περλίτη, χρησιμοποιήθηκε υδροπονικός περλίτης της εταιρείας Perloflor ο οποίος τοποθετήθηκε χύδην στα πλαστικά κανάλια μήκους 3.5 m και πλάτους 0,30 m.



Εικ13 (καλλιέργεια νεροκρέμυδου σε περλίτη)

8.3.7 Θρεπτικά διαλύματα

Η σύσταση των θρεπτικών διαλυμάτων που εφαρμόστηκαν (μετά την ανάλογη προσαρμογή στο νερό αρδεύσεως) περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα διατηρήθηκε μεταξύ 2.5-3 mS/cm και το pH στο 5.8-6.0 με την ανάλογη προσθήκη νιτρικού οξέος (πίνακας 1).

Πίνακας 2 Σύσταση του νερού αρδεύσεως και του θρεπτικού διαλύματος (οι συγκεντρώσεις των μακροστοιχείων δίνονται σε mg/l και των ιχνοστοιχείων σε μmol/l)

	Σύσταση νερού αρδεύσεως	Σύσταση θρεπτικού διαλύματος
	Μακροστοιχεία mmol/l	Μακροστοιχεία mmol/l
NO ₃	0,00	4,50
H ₂ OP ₄ ⁻	0,00	2,00

SO ₄ ²⁻	1,08	2,00
Cl	1,55	1,55
NH ₄ ⁺	0,00	1,25
Ca ²⁺	2,30	4,50
K ⁺	0,07	11,00
Mg ²⁺	1,28	1,28
Na ⁺	1,09	1,09
	Ιχνοστοιχεία µmol/l	Ιχνοστοιχεία µmol/l
Fe µmol/l	0,00	40,0
Mn	-	5,00
Zn	1,07	4,00
B	5,56	30,0
Cu	-	0,80
Mo	-	0,50
HCO ₃ meq/L	4,60	0,79
EC	0,70 dS/m	2,80 dS/m
pH	7,78	5,6

8.3.8 Μετρήσεις

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην καλλιέργεια του νεροκρέμυδου ήταν:

1. Διάμετρος βολβού (cm)
2. Μήκος ψευδοστελέχους (cm)
3. Πάχος λαιμού (cm)
4. Αριθμός φύλλων
5. Μήκος μεγαλύτερου φύλλου (cm)
6. Διάμετρος στο μέσο του μεγαλύτερου φύλλου

8.3.9 *Αποτελέσματα μετρήσεων*

Πίνακας 3. Διάμετρος βολβού

Σύστημα	Θέση βολβού	25/4/2014 (1)	2/5/2014 (2)	8/5/2014 (3)	15/5/2014 (4)	22/5/2014 (5)	29/5/2014 (6)	5/6/2014 (7)	12/6/2014 (8)	19/6/2014 (9)	26/6/2014 (10)	3/7/2014 (11)	11/7/2014 (12)
B. E.	1	19,48	21,89	27,50	36,85	45,69	54,56	64,84	79,6	95,30 a	104,08	116,41 a	126,1825 a
B. E.	2	19,12	21,93	26,96	36,47	44,67	53,57	65,26	78,65	89,61 ab	95,65	100,25 b	106,8250 c
Π	1	20,01	23,21	28,1	36,99	47,29	51,90	60,1	72,445	86,79 ab	98,11	107,79 b	118,6817 ab
Π	2	20,39	23,59	29,92	38,39	45,97	52,23	61,09	70,725	84,00 b	95,88	105,33 b	112,6058 bc

B.E.: Σύστημα καλλιέργειας σε βαθιά επίπλευση, Π: Σύστημα καλλιέργειας σε υπόστρωμα περλίτη, 1: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από πάνω

2: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από κάτω

(Τιμές με διαφορετικό γράμμα έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Duncan, $p < 0,005$)

Από τον πίνακα παρατηρείται πως η διάμετρος του βολβού στην καλλιέργεια σε επίπλευση (θέση 1), δείχνει να διαφέρει σημαντικά μόνο έναντι της καλλιέργειας σε περλίτη (θέση 2) στην 9^η δειγματοληψία. Στην 11^η δειγματοληψία, η διάμετρος του βολβού είναι μεγαλύτερη στην καλλιέργεια σε επίπλευση (θέση 1), σε σχέση με τις υπόλοιπες, μεταξύ των οποίων δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές. Στην τελευταία δειγματοληψία (πριν από την τελική συγκομιδή), παρατηρείται ότι η διάμετρος του βολβού στην επίπλευση (θέση 1), εμφανίζει την υψηλότερη τιμή ενώ αντίθετα στην επίπλευση (θέση 2) την μικρότερη. Μεταξύ του περλίτη (θέση 1), να μην και της επίπλευσης (θέση 1) δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 4. Μήκος ψευδοστελέχους

Σύστημα	Θέση βολβού	25/4/2014 (1)	2/5/2014 (2)	8/5/2014 (3)	15/5/2014 (4)	22/5/2014 (5)	29/5/2014 (6)	5/6/2014 (7)	12/6/2014 (8)	19/6/2014 (9)	26/6/2014 (10)	3/7/2014 (11)	11/7/2014 (12)
B. E.	1	7,93	9,79	12,59a	13,01	13,34 b	16,52 ab	21,57	24,22	25,55	25,43	24,92	25,57
B. E.	2	8,10	10,50	11,55 ab	11,86	16,58 a	19,24 a	21,29	23,45	24,75	24,38	22,69	24,65
Π	1	7,78	8,97	9,53 b	11,11	11,95 b	15,45 b	17,91	20,85	23,01	24,14	23,60	23,08
Π	2	8,21	9,84	10,16 ab	11,58	13,00 b	16,67 ab	18,50	20,95	22,60	23,31	24,17	23,27

B.E.: Σύστημα καλλιέργειας σε βαθειά επίπλευση, Π: Σύστημα καλλιέργειας σε υπόστρωμα περλίτη, 1: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από πάνω

2: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από κάτω

(Τιμές με διαφορετικό γράμμα έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Duncan, $p < 0,005$)

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται πως το μήκος του ψευδοστελέχους στην καλλιέργεια σε επίπλευση (θέση 1), δείχνει να διαφέρει στην 3^η δειγματοληψία, έναντι της καλλιέργειας σε περλίτη στην ίδια θέση, αλλά και της καλλιέργειας σε επίπλευση (θέση 2). Στην 5^η και 6^η δειγματοληψία, παρατηρείται ότι η τιμή του μήκους του ψευδοστελέχους είναι πιο μεγάλη έναντι της καλλιέργειας σε περλίτη αλλά και της καλλιέργειας σε επίπλευση (θέση 1). Στην συνέχεια μέχρι την 12^η δειγματοληψία δεν παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Πίνακας5. Πάχος λαιμού

Σύστημα	Θέση βολβού	25/4/2014 (1)	2/5/2014 (2)	8/5/2014 (3)	15/5/2014 (4)	22/5/2014 (5)	29/5/2014 (6)	5/6/2014 (7)	12/6/2014 (8)	19/6/2014 (9)	26/6/2014 (10)	3/7/2014 (11)	11/7/2014 (12)
B. E.	1	12,73	15,70	19,76	25,31	31,28	34,40	38,47	41,12	40,18	37,23	37,87	34,37
B. E.	2	13,27	16,83	20,64	26,47	31,61	33,01	39,03	41,02	38,44	34,62	36,24	36,62
Π	1	13,63	15,88	19,87	25,04	29,82	33,58	36,82	38,99	38,81	37,35	36,10	34,78
Π	2	14,09	16,87	21,15	25,60	29,82	33,07	35,62	37,74	38,07	37,53	35,23	35,47

B.E.: Σύστημα καλλιέργειας σε βαθειά επίπλευση, Π: Σύστημα καλλιέργειας σε υπόστρωμα περλίτη, 1: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από πάνω

2: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από κάτω

(Τιμές με διαφορετικό γράμμα έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Duncan, $p < 0,005$)

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι το πάχος του λαιμού δεν επηρεάζεται από τις μεταχειρίσεις.

Πίνακας 6 Αριθμός φύλλων

Σύστημα	Θέση βολβού	25/4/2014 (1)	2/5/2014 (2)	8/5/2014 (3)	15/5/2014 (4)	22/5/2014 (5)	29/5/2014 (6)	5/6/2014 (7)	12/6/2014 (8)	19/6/2014 (9)	26/6/2014 (10)	3/7/2014 (11)	11/7/2014 (12)
B. E.	1	7,08	7,83	8,33	8,58 b	9,91 b	10,75 b	10,75 b	12,16	14,08 ab	14,66 ab	14,08 ab	13,08 ab
B. E.	2	7,08	8,25	9,25	9,83 a	10,25 b	11,16 ab	11,16 ab	12,33	13,08 b	13,08 b	12,08 b	11,25 b
Π	1	7,50	8,16	9,00	9,75 a	11,00 a	12,08 a	12,08 a	12,83	14,50 a	15,41 a	15,75 a	14,91 a
Π	2	6,91	8,41	8,50	9,08 ab	9,75 b	11,16 ab	11,16 ab	12,33	13,50 ab	14,41 ab	14,16 ab	13,00 ab

B.E.: Σύστημα καλλιέργειας σε βαθιά επίπλευση, Π: Σύστημα καλλιέργειας σε υπόστρωμα περλίτη, 1: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από πάνω

2: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από κάτω

(Τιμές με διαφορετικό γράμμα έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Duncan, $p < 0,005$)

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι στην 4^η δειγματοληψία ο αριθμός των φύλλων κατέχει τις υψηλότερες τιμές στην καλλιέργεια σε επίπλευση (θέση 2) και στην καλλιέργεια σε περλίτη (θέση 1). Από την 5^η δειγματοληψία μέχρι και την 12^η παρατηρείται ότι ο αριθμός των φύλλων κατέχει την μεγαλύτερη τιμή στο σύστημα του περλίτη (θέση 1), με εξαίρεση την 8^η δειγματοληψία, στην οποία δεν παρουσιάζονται διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Πίνακας 7 Μήκος μεγαλύτερου φύλλου

Σύστημα	Θέση βολβού	25/4/20 14 (1)	2/5/20 14 (2)	8/5/20 14 (3)	15/5/20 14 (4)	22/5/20 14 (5)	29/5/20 14 (6)	5/6/20 14 (7)	12/6/20 14 (8)	19/6/20 14 (9)	26/6/20 14 (10)	3/7/2014 4 (11)	11/7/2014 (12)
B. E.	1	53,76 b	64,73 b	73,83 b	82,56 b	86,97 b	86,43 b	87,60	82,95 c	81,12	77,54	73,39 ab	71,00
B. E.	2	60,25 a	73,49 a	85,35 a	91,71 a	95,11 a	96,95 a	94,0	91,08 a	85,26	75,57	70,06 b	63,95
Π	1	54,77 b	66,08 b	74,30 b	83,61 b	87,50 b	90,76 ab	89,13	90,29 ab	86,44	83,98	77,40 ab	71,87
Π	2	56,82 ab	65,88 b	75,40 b	85,06 b	88,80 b	90,09 b	89,10	87,25 ab	86,18	82,82	79,10 a	68,66

B.E.: Σύστημα καλλιέργειας σε βαθειά επίπλευση, Π: Σύστημα καλλιέργειας σε υπόστρωμα περλίτη, 1: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από πάνω

2: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από κάτω

(Τιμές με διαφορετικό γράμμα έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Duncan, $p < 0,005$)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι κατά τις πρώτες 5 δειγματοληψίες το μήκος του μεγαλύτερου φύλλου στο σύστημα βαθειάς επίπλευσης με το βολβό από κάτω είναι σημαντικά μεγαλύτερο σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις εκτός από την 1^η όπου δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά με τον περλίτη (θέση 2). Στην 6^η δειγματοληψία το μεγαλύτερο μήκος συνεχίζει να το έχει η επέμβαση στο σύστημα με την βαθειά επίπλευση (θέση 2) αλλά σε αυτή την περίπτωση δεν διαφέρει σημαντικά σε σχέση με τον περλίτη (θέση 1). Στην 8^η δειγματοληψία, στην επίπλευση (θέση 2) παρατηρείται μια τάση για αύξηση του μήκους αλλά χωρίς σημαντική διαφορά σε σχέση με τον περλίτη. Τέλος, στην 11^η δειγματοληψία το μεγαλύτερο μήκος φύλλου παρουσιάζεται στον

περλίτη στην θέση 2, σε σχέση με την επίπλευση στην ίδια θέση. Μεταξύ των υπολοίπων μεταχειρίσεων δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 8 Πάχος στο μέσο του μεγαλύτερου φύλλου

Σύστημα	Θέση βολβού	25/4/20 14 (1)	2/5/20 14 (2)	8/5/20 14 (3)	15/5/20 14 (4)	22/5/20 14 (5)	29/5/20 14 (6)	5/6/20 14 (7)	12/6/20 14 (8)	19/6/20 14 (9)	26/6/20 14 (10)	3/7/2014 4 (11)	11/7/2014 (12)
B. E.	1	10,08	12,63 a	14,38	16,17	16,85	17,96	17,40	19,14	19,85	20,37	18,96	17,31 b
B. E.	2	9,19	11,23 ab	13,99	14,84	16,30	17,67	18,77	19,13	18,29	17,85	18,69	17,89 ab
Π	1	9,29	10,32 b	13,11	15,69	16,16	17,22	18,42	19,45	19,61	18,76	17,81	19,91 a
Π	2	9,34	12,80 a	14,20	15,60	15,85	17,07	18,03	17,81	18,29	18,51	17,22	16,69 b

B.E.: Σύστημα καλλιέργειας σε βαθιά επίπλευση, Π: Σύστημα καλλιέργειας σε υπόστρωμα περλίτη, 1: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από πάνω

2: Καλλιέργεια με τον βολβό να αναπτύσσεται από κάτω

(Τιμές με διαφορετικό γράμμα έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Duncan, $p < 0,005$)

(Τιμές με διαφορετικό γράμμα έχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Duncan, $p < 0,005$)

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 8 φαίνεται ότι το πάχος στο μέσο του μεγαλύτερου φύλλου στην 2^η δειγματοληψία είναι μεγαλύτερο στο σύστημα βαθιάς επίπλευσης (θέση 1) και στον περλίτη (θέση 2), χωρίς να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά με την βαθιά επίπλευση (θέση 2). Στην 12^η δειγματοληψία το πάχος στο μέσο του μεγαλύτερου φύλλου έχει τη μεγαλύτερη τιμή στον περλίτη (θέση 1), χωρίς ωστόσο να διαφέρει σημαντικά με την βαθιά επίπλευση (θέση 2).

8.3.10 Συμπεράσματα

Αφορμή για την πραγματοποίηση του πειράματος καλλιέργειας σε διάφορα υδροπονικά συστήματα ήταν η έλλειψη διαθέσιμων πληροφοριών σχετικά με την καλλιεργητική πρακτική και τις εν γένει επικρατούσες συνθήκες ανάπτυξης της καλλιέργειας του νεροκρέμμυδου.

Οι νέες κατευθύνσεις στην επιλογή των τεχνικών παραγωγής, που περιλαμβάνουν την καλλιέργεια σε ελεγχόμενες συνθήκες ή και σε υδροπονικά συστήματα, αποδεικνύουν το αυξανόμενο ενδιαφέρον σε καλλιεργητικό και εμπορικό επίπεδο που εξελίσσεται ακολουθώντας το ενδιαφέρον του καταναλωτικού κοινού.

Η καλλιέργεια υπό ελεγχόμενες συνθήκες (σε έδαφος ή και εκτός εδάφους) οδηγεί σε ανάγκη επαναπροσδιορισμού των καλλιεργητικών πρακτικών, για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής αλλά και της ζητούμενης από την αγορά ποιότητας. Παραδείγματος χάριν, επειδή η πλειονότητα της καλλιέργειας του νεροκρέμμυδου είναι σε υπαίθριες συνθήκες, είναι επιβεβλημένη η έρευνα σε σχέση με τον συνθήκες του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, τον εξοπλισμό, τα υλικά, την αγωγή λιπάνσεως και γενικά τους καλλιεργητικούς χειρισμούς.

Ελλείψει πληροφοριών, η έρευνα της παρούσης εργασίας βασίστηκε στην ελάχιστη βιβλιογραφία καθώς και σε πληροφορίες που συνελέγησαν από γεωπόνους και παραγωγούς της Ζακύνθου.

Είναι επομένως πολύ σημαντικό να πραγματοποιηθεί ειδική έρευνα σχετικά με αυτόν τον πρόσφατα αναπτυγμένο τομέα που αποσκοπεί συγκεκριμένα στην αντιμετώπιση των πολλών άλυτων προβλημάτων που σχετίζονται με την καλλιέργεια του νεροκρέμμυδου.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι το νεροκρέμμυδο προσαρμόζεται πολύ καλά στα υδροπονικά συστήματα του περλίτη και της βαθείας επιπλεύσεως, με άριστα παραγωγικά και ποιοτικά δεδομένα (μη δημοσιευμένα αποτελέσματα). Παράλληλα, παρουσιάζονται και διαφοροποιήσεις στην ανάπτυξη ανάλογα με το υπόστρωμα, καθώς και την θέση του βολβού.

Πιο συγκεκριμένα, στην επίπλευση οι βολβοί φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη διάμετρο σε σχέση με τους βολβούς του περλίτη όσο πλησιάζει η συγκομιδή. Σε ότι αφορά την θέση των βολβών συμπεραίνεται ότι είναι προτιμότερη η ανάπτυξή τους πάνω από το υπόστρωμα, κυρίως λόγω της αντοχής τους σε μυκητολογικές προσβολές (μακροσκοπικές παρατηρήσεις)



Εικ 14(αρχικό στάδιο προσβολής

βολβού και ρίζας στο σύστημα της επίπλευσης)

αλλά και της πιο απρόσκοπτης αναπτύξεώς τους. Οι παράμετροι: μήκος ψευδοστελέχους, πάχος λαιμού, μήκος και πάχος μεγαλύτερου φύλλου δεν φαίνεται να επηρεάζονται κατά πολύ από τον τύπο του υποστρώματος, καθώς και από την θέση του βολβού. Αντιθέτως, ο αριθμός των φύλλων φαίνεται να υπερέχει στην περίπτωση του περλίτη όταν ο βολβός αναπτύσσεται πάνω από το υπόστρωμα.

Βέβαια, χρειάζεται επανάληψη της ερευνητικής προσπάθειας και σε άλλες εποχές, έτσι ώστε να διεξαχθούν πλήρη και ασφαλή συμπεράσματα, έτσι ώστε να είναι δυνατή η κατάρτιση ενός πρωτοκόλλου καλλιέργειας σε επιχειρηματικές μονάδες με οικονομική προσέγγιση των τεχνικών και καλλιεργητικών παρεμβάσεων δεδομένου ότι το νεροκρέμυδο αποτελεί ένα προϊόν με υψηλή προστιθέμενη αξία.

Βιβλιογραφία

Βαρβαρίγος Α., : Η καλλιέργεια του νεροκράμμυδου στο Νομό Ζακύνθου και η αποτύπωση των προβλημάτων της εφαρμογής του συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης παραγωγής. Προτάσεις - λύσεις., Πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ Πελοποννήσου, Καλαμάτα, 2014

Ολύμπιος Χ., Τα βολβώδη λαχανικά, Αθήνα 2008, σελ. 235, Εκδόσεις Σταμούλη.
Αναστάσιος Κώτσιρας, Σημειώσεις από τις παραδόσεις του μαθήματος της Λαχανοκομίας IV, Υδροπονικές καλλιέργειες, Καλαμάτα, 2009, ΤΕΙ Καλαμάτας.

Michael Raviv, J. Heinrich Lieth, Soiless culture, Theory and practice, 2008, Elsevier BV.

Αντωνίου Α. : Η καλλιέργεια της ήμερης ρόκας σε περλίτη και η επίδραση της πυκνότητας φύτευσης στην παραγωγή, Πτυχιακή εργασία, Καλαμάτα 2012.

Διαδίκτυο 1:

http://alepou-of-zante.blogspot.gr/2014/07/blog-post_48.html#.VGDEkvmsWls

Διαδίκτυο 2: http://www.froutonea.gr/gr/poreia-proionton/article_archive3694

Διαδίκτυο 3:

http://www.zantecooperation.com/assets/docs/meleti_OEF_EAS_ZANTE.pdf

Διαδίκτυο 4:

http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%A0%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%B9%CE%BB%CE%AF%CE%B1%CE%BA%CF%81%CE%B5%CE%BC%CE%BC%CF%85%CE%B4%CE%B9%CE%BF%CF%8D_%CE%96%CE%B1%CE%BA%CF%85%CE%BD%CE%B8%CE%B9%CE%BD%CF%8C_%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%BF%CE%BA%CF%81%CE%AD%CE%BC%CE%BC%CF%85%CE%B4%CE%BF

Δημήτριος Σάββας, 2011 καλλιέργεια εκτός εδάφους :Υδροπονία ,Υποστρώματα .
Αθήνα ,Εκδόσεις αγρότυπος, 528 σελ