



ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και
Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά υδροπονικής
καλλιέργειας ποικιλιών κρεμμυδιού (*Allium cepa*)»**



Γιαννόπουλος Ορέστης
Ανδρέου Νικόλαος

Επιβλέπων Καθηγητής:

Γεώργιος Σαλάχας

ΑΜΑΛΙΑΔΑ 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ & ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 Κρεμμύδι (<i>Allium cepa</i>)	6
1.2 Περιγραφή	8
1.3 Ιστορικά στοιχεία	10
1.4 Καλλιέργεια του κρεμμυδιού	12
1.4.1 Τρόπος πολλαπλασιασμού	12
1.4.2 Προετοιμασία εδάφους.....	12
1.4.3 Καλλιεργητική Περίοδος.....	13
1.4.4 Έλεγχος ζιζανίων.....	13
1.4.5 Άρδευση	13
1.4.6 Αποθήκευση	14
1.4.7 Αποδόσεις.....	14
1.4.8 Ασθένειες του κρεμμυδιού	14
1.4.9 Ποικιλίες κρεμμυδιού και καλλιέργειες αυτών στην Ελλάδα	19
1.4.10 Καλλιεργητικές περιποιήσεις	25
1.4.11 Συγκομιδή Κρεμμυδιού	28
1.4.12 Αποθήκευση Μεθωρίμανση Κρεμμυδιού	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ	32
2.1 Ιστορία της Υδροπονίας.....	32
2.2 Τύποι των υδροπονικών συστημάτων (ανοιχτά – κλειστά)	33
2.3 Καλλιέργεια σε στερεά υποστρώματα	35
2.4 Καλλιέργεια σε λεπτή στοιβάδα θρεπτικού διαλύματος (NFT).....	37
2.5 Καλλιέργεια σε συστήματα βαθειάς επίπλευσης (DFT).....	38
2.6 Καλλιέργεια σε συστήματα με πολλαπλά κανάλια (NGS)	38
2.7 Συστήματα επίπλευσης (<i>float system</i>)	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	40
3.1 Πειραματικός Σχεδιασμός.....	40
3.2 Επιλογή Κοκκαριών	41
3.3 Προετοιμασία σε σύστημα επίπλευσης (<i>Floating system</i>).....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	46

4.1	Αρχικό βάρος κοκκαριών.....	46
4.1.1	Τελικό βάρος φυτών.....	47
4.1.2	Μεταβολή του βάρους των ρυζικών συστημάτων του φυτού.....	48
4.2	Τελικό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού.....	49
4.2.1	Μεταβολή βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού.....	50
4.3	Τελικό βάρος ριζών.....	51
4.3.1	Μεταβολή των ριζών των φυτών.....	52
4.4	Τελικό βάρος βολβού.....	53
4.4.1	Μεταβολή του βάρους των βολβών.....	54
4.5	Τελικό μήκος φυτού.....	55
4.5.1	Μεταβολή του μήκους των φυτών.....	56
4.6	Τελικό μήκος υπέργειου τμήματος φυτού.....	57
4.6.1	Μεταβολή του μήκους υπέργειου τμήματος φυτού.....	58
4.7	Τελικό μήκος Ρίζας.....	59
4.7.1	Μεταβολή του μήκους ρίζας.....	60
4.8	Τελικό μήκος βολβού.....	61
4.8.1	Μεταβολή του μήκους βολβού.....	62
4.9	Τελική περίμετρος βολβού.....	63
4.9.1	Μεταβολή περιμέτρου βολβού.....	64
4.10	Τελική διάμετρος βολβού.....	65
4.10.1	Μεταβολή διαμέτρου βολβού 4 ποικιλιών κοκκαριού.....	66
4.11	Τελική Περίμετρος Ψευδοστέλεχους.....	67
4.11.1	Μεταβολή περιμέτρου ψευδοστέλεχους 4 ποικιλιών κοκκαριού.....	68
4.12	Τελική Διάμετρος Ψευδοστέλεχους.....	69
4.12.1	Μεταβολή διαμέτρου ψευδοστέλεχους.....	70
4.13	Ειδικός ρυθμός αύξησης (<i>Relative Growth Rate</i>).....	71
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	73
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	75

ΠΡΟΛΟΓΟΣ & ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ο στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να περιγράψει την υδροπονική καλλιέργεια 4 ποικιλιών κρεμμυδιού και να μελετήσει τα μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά τους σε ένα υδροπονικό σύστημα επίπλευσης (*float system*).

Η υδροπονική καλλιέργεια κρεμμυδιού σε *float system* έχει μεγάλο ενδιαφέρον και προοπτικές ανάπτυξης στην γεωργική πράξη.

Θα θέλαμε να αναφέρουμε και να ευχαριστήσουμε όλους αυτούς που μας βοήθησαν για την υλοποίηση του πειράματος και την διεκπεραίωση της μελέτης μας: Τον επιβλέποντα Καθηγητή μας κ. Γεώργιο Σαλάχα για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, όπως και για την υπομονή που υπέδειξε όλους αυτούς τους μήνες. Επίσης θα θέλαμε να τον ευχαριστήσουμε για τη διάθεση του να μας βοηθήσει και να μας λύσει οποιαδήποτε απορία οποιαδήποτε στιγμή την χρειαζόμασταν.

Την Αναπληρώτρια καθηγήτρια κ. Λίτσα Λιόπα Τσακαλίδη και τον Επίκουρο καθηγητή κ. Παντελή Μπαρούχα για την ουσιαστική βοήθεια τους. Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στο φίλο και συνάδελφο μας Παναγιώτη Κουτσούμπα για την βοήθεια και άψογη συνεργασία που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής μελέτης.

Τέλος, θέλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τις οικογένειες μας για την ηθική και την οικονομική συμπαράσταση τους και όχι μόνο κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μας εργασίας αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελείται από έξι (6) κεφάλαια τα οποία αναφέρονται στην υδροπονική καλλιέργεια του κρεμμυδιού (*Allium cepa*, L.).

Το πρώτο (1^ο) κεφάλαιο περιλαμβάνει μια σύντομη εισαγωγή άλλα και πληροφορίες σχετικά με το κρεμμύδι. Επίσης περιγράφεται αναλυτικά η καλλιέργεια του, όπως οι τρόποι πολλαπλασιασμού, φύτευσης, συγκομιδής κλπ.

Στο δεύτερο (2^ο) κεφάλαιο αναλύεται λεπτομερώς η ιστορία αλλά και η καλλιεργητική τεχνική της «Υδροπονίας» όπου περιγράφονται οι υδροπονικές μέθοδοι καλλιέργειας.

Στο τρίτο (3^ο) κεφάλαιο παρουσιάζονται συνοπτικά οι τεχνικές και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα, οι προετοιμασίες του συστήματος επίπλευσης (*float system*), το οποίο εγκαταστάθηκε στο θερμοκήπιο καθώς και ο σχεδιασμός του πειράματος μαζί με την επιλογή των κοκκαριών.

Στο τέταρτο (4^ο) κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του πειράματος που αφορούν τα μορφολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας των 4 ποικιλιών κρεμμυδιού.

Καταλήγοντας στο πέμπτο (5^ο) και τελευταίο κεφάλαιο παραθέτουμε τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την στατιστική ανάλυση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Κρεμμύδι (*Allium cepa*)

Βασίλειο: Φυτά (*Plantae*)

Συνομοταξία: Αγγειόσπερμα (*Magnoliophyta*)

Ομοταξία: Μονοκοτυλήδονα (*Liliopsida*)

Τάξη: Λειριώδη (*Liliales*)

Οικογένεια: Λειριοειδή (*Liliaceae*)

Γένος: Άλλιο (*Allium*)

Είδος: *Allium cepa*



Γεωγραφική εξάπλωση του κρεμμυδιού (*Allium cepa*)

Το φυτό είναι προσαρμοσμένο σε εύκρατες περιοχές με μικρά ή ακανόνιστα αποθέματα νερού, με αποτέλεσμα να απαντάται σε ποικίλα γεωγραφικά μήκη και πλάτη που εκτείνονται από την Ευρώπη έως την Ασία, τη βόρεια Αμερική και την Αφρική.

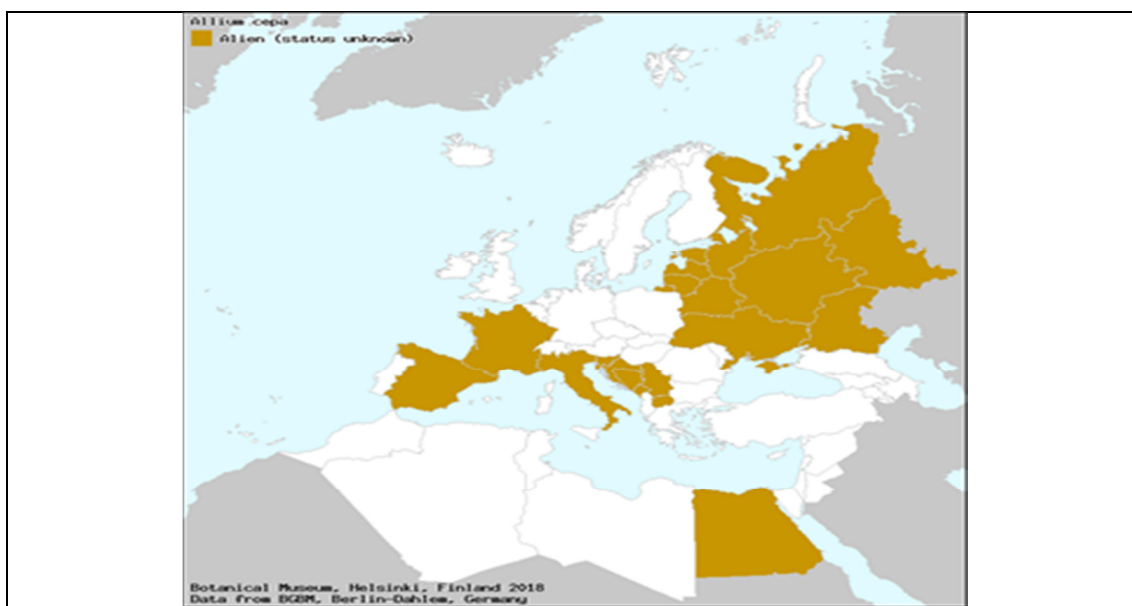


Παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση του κρεμμυδιού (*Allium cepa*).

(Πηγή: *Pholcus phalangioides* image, *Map of Allium cepa* – Discover Life, June 16, 2018)

Η χώρα καταγωγής του κρεμμυδιού δεν είναι απόλυτα γνωστή, ωστόσο πιστεύεται ότι το αρχικό κέντρο καταγωγής του κρεμμυδιού είναι η Κεντρική Ασία (Ν. Ρωσία, Τουρκία, Ιράν, Αφγανιστάν).

Δευτερογενές κέντρο θεωρείται η Εγγύς Ανατολή και η Μεσόγειος για τους ευμεγέθεις τύπους κρεμμυδιού. Στην Ευρώπη σημαντική είναι η παρουσία του στην περιοχή της Μεσογείου και ιδιαίτερα στην Βαλκανική χερσόνησο^[1,2].



Γεωγραφική εξάπλωση του αλλόχθονου (κατάσταση άγνωστη) *alien (status unknown)* κρεμμυδιού (*Allium cepa*).

(Πηγή: Βοτανικό Μουσείο, Ελσίνκι, Φινλανδία, 2018, στοιχεία από το BGBM, Βερολίνο-Νταλέμ, Γερμανία).

Το κρεμμύδι καλλιεργείται σε πολλές χώρες και σε μεγάλες εκτάσεις. Σύμφωνα με το Τμήμα Στατιστικών του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών, το 2014, η Ασία παρήγαγε το 57.3% της παγκόσμιας παραγωγής, η Αμερική το 15%, η Ευρώπη το 17.6% και οι υπόλοιπες περιοχές το 10.1% . 54 εκατομμύρια τόνοι ξηρών κρεμμυδιών παράγονται ετησίως. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί είναι η Κίνα, η Ινδία και οι ΗΠΑ. Οι χώρες αυτές παράγουν περίπου τα μισά από τα ξηρά κρεμμύδια του κόσμου.

Το 2014, οι δέκα χώρες που παράγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες κρεμμυδιού είναι η Κίνα, η Ινδία, οι Η.Π.Α., η Τουρκία και η Ιαπωνία. Η μέση ετήσια

κατανάλωση κρεμμυδιού ισοδυναμεί με περίπου 6 κιλά κρεμμυδιών ανά άτομο σε ολόκληρο τον κόσμο.

Οι παραγόμενες ποσότητες σε τόνους αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Οι 10 κορυφαίες χώρες στην παραγωγή κρεμμυδιού παγκοσμίως			
	Χώρα	Παραγωγή (σε εκατ. τόνους)	%
1	Κίνα	24.76	28.68
2	Ινδία	15.93	18.45
3	Η.Π.Α.	USA 3.	36 3.89
4	Ιράν	2.50	2.90
5	Αίγυπτος	2.30	2.66
6	Τουρκία	2.14	2.48
7	Ρωσία	2.12	2.46
8	Πακιστάν	1.94	2.25
9	Ολλανδία	1.54	1.78
10	Βραζιλία	1.52	1.76
Πηγή: FAOSTAT, 2014			

1.2 Περιγραφή

Το κρεμμύδι (*Allium cepa*) κατατάσσεται στην οικογένεια *Alliaceae*. Είναι μια λαχανοκομική καλλιέργεια. Το γένος *Allium* ανήκει στην οικογένεια *Liliaceae*, που περιλαμβάνει 600- 700 είδη, αρκετά από τα οποία έχουν σημαντικό οικονομικό ενδιαφέρον, ενώ άλλα αποτελούν άγρια είδη. Πολλά από τα είδη *Allium* κατά τον πρώτο χρόνο της ζωής τους εμφανίζουν έναν υπόγειο αποθησαυριστικό– αποθηκευτικό βολβό και το δεύτερο χρόνο άνθη.

Το κρεμμύδι κατατάσσεται μεταξύ των πλέον δημοφιλών λαχανικών, τόσο σε παγκόσμια κλίμακα όσο και στην Ελλάδα καταλαμβάνοντας μετά τη ντομάτα τη δεύτερη θέση μεταξύ των καλλιεργήσιμων λαχανικών

Το **κρεμμύδι είναι φυτό** ποώδες, διετές, καλλιεργείται ως μονοετές για την παραγωγή βολβών. Κατά το πρώτο έτος ανάπτυξης του παράγει ένα μεγάλο βολβό και το δεύτερο χρόνο άνθη μετά από εαρινοποίηση.

Τα **φύλλα του κρεμμυδιού** σχηματίζονται από τη μεριστωματική κορυφή του πραγματικού στελέχους και αναπτύσσονται δια μέσου του ψευδοστελέχους, που διαμορφώνεται από τη 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 του.

Η **βάση ή λαιμός του φυτού** είναι ένα «**ψευδοστέλεχος**» που σχηματίζεται από τις αλλεπάλληλες βάσεις των φύλλων (Ολύμπιος, 2008). Το στέλεχος του κρεμμυδιού είναι μειωμένο και στην κάτω πλευρά του δημιουργούνται πολλές λευκές ρίζες και στην πάνω πλευρά δημιουργούνται τα φύλλα με τις αλληλοκαλυπτόμενες βάσεις τους. Ο λαιμός του κρεμμυδιού είναι ένα ψευδοστέλεχος.

Το φυτό κατά τη μετάβαση του από τη βλαστική στην αναπαραγωγική φάση, η οποία υπό κανονικές συνθήκες πραγματοποιείται το δεύτερο χρόνο μετά την εαρινοποίηση, σχηματίζει από το κέντρο του ψευδοστελέχους ένα **ανθικό στέλεχος** μεγαλύτερου μήκους από τα φύλλα, το οποίο αναπτύσσεται κατακόρυφα, είναι κενό εσωτερικά και διογκωμένο στο κατώτερο 1/3 του μήκους του. Στην κορυφή του ανθικού στελέχους εμφανίζεται σφαιρική ταξιανθία, σκιαδίο, που φέρει από 50 έως 2000 άνθη. Η επικονίαση συνήθως γίνεται με έντομα και συχνά υπάρχει επικονίαση και μεταξύ των ανθέων του ίδιου σκιαδίου (Ολύμπιος, 2008).





Ο **καρπός είναι κάψα** τρίχωρη και περιέχει τρία ζεύγη σπόρων μαύρου χρώματος και γωνιώδους εμφάνισης. Ο σπόρος του κρεμμυδιού (μπαρούτι) έχει μικρή διάρκεια ζωής, περίπου 1–2 χρόνια, υπό συνθήκες δωματίου. Σε χαμηλές θερμοκρασίες και με χαμηλή υγρασία σπόρου, ο σπόρος διατηρεί τη βλαστικότητα του για αρκετά χρόνια. Ο βολβός είναι οι διογκωμένοι κολεοί (βάσεις) των φύλλων και περιβάλλουν, συνήθως ένα, αλλά και μερικές φορές περισσότερα, υποτυπώδη κωνικά στελέχη. Το σχήμα, το χρώμα και το μέγεθος του βολβού διαφέρουν στις διαφορετικές ποικιλίες του φυτού (Ολύμπιος, 2008). Το κρεμμύδι έχει επιφανειακό ριζικό σύστημα, θυσσανώδες, που εκτείνεται σε βάθος περίπου 30 cm στο έδαφος.

1.3 Ιστορικά στοιχεία

Το κρεμμύδι έχει εξημερωθεί για περισσότερα από 4.000 χρόνια, όπως φαίνεται από τα αρχαία που χρονολογούνται από το Παλαιό Βασίλειο της Αιγύπτου (2700 π.Χ.) και τη Σουμερία (3000 π.Χ.). Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι το θεωρούσαν ως ιερό φυτό και το βολβό του ως σύμβολο του Σύμπαντος. Οι παλιότερες εγγραφές ανάγονται στην ινδική λογοτεχνία, οι οποίες χρονολογούνται περίπου το 4.000 π.Χ. Το όνομα του κρεμμυδιού στα αγγλικά και τα γαλλικά έχει τη ρίζα "onion", η οποία πιθανότατα προέρχεται από τη λατινική "unus" που σημαίνει "ένας".

Το γένος *Allium* περιλαμβάνει περίπου 600-700 είδη και έχει ευρύτατη εξάπλωση, σε όλο σχεδόν το Βόρειο Ημισφαίριο (Ασία, Ευρώπη και Β. Αμερική). Αρκετοί αντιπρόσωποι του απαντούν σχεδόν συνεχόμενα από την Πορτογαλία στον Ατλαντικό ωκεανό, μέχρι την Ιαπωνία στις ακτές του Ειρηνικού ωκεανού.

Οι αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι συγγραφείς, όπως ο Όμηρος, ο Ιπποκράτης (430 π.χ.), ο Θεόφραστος (322 π.χ.), και ο Πλίνιος (79 π.χ.) αναφέρονται στο κρεμμύδι, και μάλιστα περιγράφουν ποικιλίες που διαφέρουν στο σχήμα (επιμήκεις ή

σφαιρικές) στο χρώμα (άσπρες ή κόκκινες), στη γεύση (λιγότερο ή περισσότερο καυτερές). Ο Ηρόδοτος σημειώνει ότι το κρεμμύδι ο καλλιεργείτο και χρησιμοποιείτο στην Αίγυπτο και Σκυθία, και ο Διοσκουρίδης αποδίδει στο φυτό και το βολβό πολλές θεραπευτικές ιδιότητες. Το κρεμμύδι, όπως αναφέρει ο *Chausser* (1349 π.χ.) και πολλοί άλλοι βοτανολόγοι, αποτελούσε συνηθισμένο λαχανικά στην Ευρώπη και κατά τον Μεσαίωνα. Το κρεμμύδι ήταν ανάμεσα στο πρώτα καλλιεργήσιμα φυτά που ταξίδεψαν από την Ευρώπη στην Αμερική με τις εξερευνήσεις του Κολόμβου, στην περιοχή που 31 ονομάζεται σήμερα βόρεια Αμερική καθιερώθηκε ως καλλιέργεια στις αρχές του 17ου αιώνα.^[3]

Στην Ελλάδα, το γένος *Allium* εμφανίζει τους περισσότερους αντιπροσώπους, περίπου 85 (σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα δεδομένα), από οποιονδήποτε άλλο ευρωπαϊκό χώρο. Αποτελεί το 50% των ειδών που είναι γνωστά σε όλη την Ευρώπη και το 85% των ειδών της Βαλκανικής χερσονήσου. Από πολλούς βοτανικούς, ο ελληνικός χώρος θεωρήθηκε ένα **δευτερογενές κέντρο εξέλιξης** για το γένος *Allium* εξαιτίας, κυρίως, της γεωγραφικής θέσης, της παλαιογεωγραφίας του, της γεωμορφολογίας και των κλιματολογικών ιδιαιτεροτήτων του (Tzanoudakis και Vosa, 1988).

Το 1952 μπήκαν στην αγορά των Η.Π.Α. τα πρώτα υβρίδια κρεμμυδιών. Σήμερα βέβαια, αρκετοί σποροπαραγωγικοί οίκοι, σε πολλές χώρες του κόσμου, παράγουν υβρίδια κρεμμυδιού με βελτιωμένα χαρακτηριστικά, όσον αφορά την ομοιομορφία, το ύψος των αποδόσεων, την ανθεκτικότητα στις ασθένειες και στην διάρκεια αποθήκευσης.

Πολλά είδη του γένους *Allium* καταναλώνονται ως τροφή είτε φρέσκα ή ξερά. Τα είδη με τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία είναι το κρεμμύδι (*Allium cepa*), το σκόρδο (*Allium sativum*).^[3]

1.4 Καλλιέργεια του κρεμμυδιού

1.4.1 Τρόπος πολλαπλασιασμού

Ο πολλαπλασιασμός του φυτού γίνεται με σπόρους, με κοκκάρια (μικροί σε μέγεθος ξηροί βολβοί) ή με μεταφύτευση φυταρίων. Επίσης με απευθείας σπορά στο χωράφι είτε με διασπορά σπόρου (στα πεταχτά) για μικρές εκτάσεις είτε με σπαρτικές μηχανές για μεγαλύτερες.



Πηγή: Περιοδικό για το πράσινο, την κηποτεχνία και την αγροτική παραγωγή:

Κρεμμύδι, συμβουλές για φύτευση και καλλιέργεια

1.4.2 Προετοιμασία εδάφους

Τα καλύτερα εδάφη για την καλλιέργεια χλωρών κρεμμυδιών είναι τα ελαφρά, καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη και με pH 6,5.

Για να γίνει η καλλιέργεια του κρεμμυδιού, το έδαφος θα πρέπει να έχει υποστεί κατεργασία, να είναι απαλλαγμένο από ζιζάνια και να έχει γίνει ενσωμάτωση των λιπασμάτων. Το έδαφος καλλιεργείται με άροτρο νωρίς το χειμώνα, φρεζάρεται, ισοπεδώνεται και ψιλοχωματίζεται για να γίνει η σπορά ή η φύτευση του κοκκαριού. Το κρεμμύδι δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε έδαφος και ευδοκίμει σε όλους γενικά τους τύπους. Δίνει όμως μεγαλύτερες αποδόσεις και καλύτερης ποιότητας προϊόντα, σε εδάφη ελαφρά ως μέσης σύστασης, γόνιμα, καλά εφοδιασμένα, με οργανική ουσία, καλά αποστραγγιζόμενα, που παρουσιάζουν αρκετή συνεκτικότητα ώστε να

διατηρούν ικανοποιητική υγρασία στο ριζόστωμα. Θα πρέπει όμως να είναι αρκετά εύθρυπτα ώστε να καλλιεργούνται εύκολα και να επιτρέπουν την ανάπτυξη του βολβού ανενόχλητα. Τα εδάφη, θα πρέπει να έχουν προετοιμαστεί με το σωστό τρόπο για να δεχτούν τους μικρούς σε μέγεθος σπόρους. Τα χαλικώδη, αλατούχα και τα πολύ βαριά πηλώδη εδάφη πρέπει να αποφεύγονται, γιατί οι αποδόσεις σε αυτά είναι χαμηλές. Τα χαλικώδη εδάφη προκαλούν σημαντικές βλάβες στους βολβούς κατά το τελικό στάδιο της ανάπτυξής τους και κατά την συγκομιδή, εφόσον γίνετε με μηχανές^[4].

1.4.3 Καλλιεργητική Περίοδος

Η ανοιξιάτικη καλλιέργεια γίνεται με απευθείας σπορά ή φύτευση κοκκαριού από το Φεβρουάριο – Μάρτιο και η συγκομιδή για την απευθείας σπορά 6 μήνες μετά, τον Αύγουστο με Σεπτέμβριο, ενώ για το κοκκάρι στους 4 μήνες, Ιούνιο – Ιούλιο.

Η φθινοπωρινή καλλιέργεια γίνεται με απευθείας σπορά ξεκινά από Οκτώβριο μέχρι Νοέμβριο και η συγκομιδή γίνεται τον Μάιο – Ιούνιο του επόμενου έτους^[5].

1.4.4 Έλεγχος ζιζανίων

Τα ζιζάνια εμποδίζουν την κανονική ανάπτυξη των φυτών και την συγκομιδή των βολβών. Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με την επιλογή του χωραφιού ώστε να μην έχει πολλά ζιζάνια, την αμειψισπορά με τα σκαλίσματα και βοτανίσματα. Τα μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα εφαρμόζονται όταν η καλλιέργεια έχει αποκτήσει 3-5 φύλα.

1.4.5 Άρδευση

Το κρεμμύδι είναι επιπολαιόριζο φυτό και για να αποδώσει ικανοποιητικά, ποσοτικά και ποιοτικά, χρειάζεται συχνό πότισμα, με καλής ποιότητας νερό. Το πότισμα βοηθά και συμφέρει ,από οικονομικής άποψης μια εμπορική καλλιέργεια κρεμμυδιού στην Ελλάδα. Η **άρδευση** μπορεί να εφαρμοσθεί με διάφορες μεθόδους,

από τις οποίες οι πιο διαδεδομένες σήμερα είναι η παραδοσιακή μέθοδος με κατάκλιση, η μέθοδος με αυλάκια και η μέθοδος καταιονισμού. Σε ορισμένες χώρες το κρεμμύδι ποτίζεται και με την μέθοδο στάγδην όπως και με τη μέθοδο των μικρόμπεκ.

1.4.6 Αποθήκευση

Η κατάσταση των φύλλων είναι μια καλή ένδειξη για την ωριμότητα και τη γενική κατάσταση του βολβού. Οι βολβοί που πρόκειται να αποθηκευτούν θα πρέπει να ωριμάσουν πλήρως πριν τη συγκομιδή και αυτό συμβαίνει όταν τα φύλλα λυγίζουν ακριβώς πάνω από την κορυφή του βολβού, δηλαδή όταν αδυνατίζει το «ψευδοστέλεχος» και γέρνουν στο πλάι. Παρά την πτώση του φυλλώματος, οι θρεπτικές ουσίες συνεχίζουν να κινούνται από τα φύλλα προς το βολβό μέχρις ότου το φύλλωμα νεκρωθεί τελείως, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το βάρος και η ξηρή ουσία του βολβού μέχρι τη στιγμή της συγκομιδής. Πρακτικά, η συγκομιδή ξεκινάει όταν πέσει περίπου το 50–80% των κορυφών^[6]. Το παρών υποκεφάλαιο αναλύεται εκτενέστερα σε επόμενο μέρος της εργασίας (βλ. 1.4.11).

1.4.7 Αποδόσεις

Η απόδοση ανά στρέμμα φτάνει τα 64 κιλά ανά μέσο όρο σπόρων, οι οποίοι είναι μικροί, σφαιρικοί και τα χρώματα αυτών ποικίλουν. Η μέση απόδοση κυμαίνεται μεταξύ 5000 έως 8000 κιλά ανά στρέμμα σε ξηρό βολβό.

1.4.8 Ασθένειες του κρεμμυδιού

Περονόσπορος (*downy mildew*) *Peronospora destructor* και *Peronospora schleideni*.

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 (σποριάγγεια). Τα σποριάγγεια μεταφέρονται με τον αέρα σε διπλανά φυτά και μπορεί να μεταδώσουν την προσβολή. Τα φύλλα σιγά-σιγά μαραίνονται και καταστρέφονται. Στα ανθικά στελέχη ο μύκητας προκαλεί τα ίδια συμπτώματα και συχνά οι ταξιανθίες σπάνε και κόπτονται στα σημεία προσβολής. Επίσης προσβάλλονται και οι βολβοί.

Η προσβολή ευνοείται από σχετικά μέτρια θερμοκρασία (13° C) και από υψηλή υγρασία και το πότισμα με καταιονισμό βοηθά στη διάδοση της ασθένειας. Οι ποικιλίες κρεμμυδιού διαφέρουν στην ευπάθειά τους στον περονόσπορο, όμως δεν υπάρχει καμία που να είναι πλήρως ανθεκτική ^[13,14].

Άνθρακας *Urocystis cepulae*.

Προσβάλλει τα φυτάρια σε πολύ νεαρά ηλικία, είναι παθογόνο εδάφους, που παραμένει ζωντανό για τουλάχιστον 15 χρόνια. Το φυτό παρουσιάζει ευπάθεια τις πρώτες 2-3 εβδομάδες μετά το φύτευμα. Μετά τη περίοδο αυτή, η κοτυληδόνα καθίσταται ανθεκτική και προβάλλει εμπόδιο στην προσβολή. Τα προσβεβλημένα φυτά εμφανίζουν σκούρες Κηλίδες ή λωρίδες στην κοτυληδόνα, και η ασθένεια μερικές φορές επεκτείνεται και στα πραγματικά φύλλα. Τελικά η επιδερμίδα πάνω από τις κηλίδες αποκτά μια ασημίζουσα απόχρωση, διαρρηγνύεται και τα σπόρια πέφτουν στο έδαφος ^[13,14].

Σκωρίαση (*rust*) : *Puccinia Sp.*

Ο μύκητας προσβάλλει τα φύλλα και τα ανθικά στελέχη πάνω στα οποία σχηματίζει σκουρόχρωμες (σκουριά) φλύκταινες. Όταν σπάσει η επιδερμίδα ελευθερώνονται τα τελειοσπόρια και καλύπτουν το φύλλωμα σαν καστανή-μαύρη σκόνη.

Μαύρη σήψη : *Aspergillus niger* (Tiegh)

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 σπορίων μεταξύ των εξωτερικών ξηρών χιτώνων του βολβού, τα οποία τείνουν να σχηματίζονται υπό μορφή ταινιών, κατά μήκος των νεύρων των χιτώνων. Σε μερικές περιπτώσεις, ο μύκητας εισέρχεται και στους εσωτερικούς διογκωμένους χιτώνες, προκαλώντας επιφανειακές καθιζήσεις και ακανόνιστου σχήματος πληγές. Η είσοδος του μύκητα στο βολβό γίνεται από το λαιμό. Η εξέλιξη της ασθένειας ευνοείται από υψηλή θερμοκρασία και ξηρασία συνήθως 1-2 εβδομάδες μετά από βροχή ή υψηλή υγρασία.

Σκληρωτίαση ή Λευκή σήψη ή Ξηρή σήψη (*white rot*) : *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, πάνω στο οποίο αργότερα σχηματίζονται τα σφαιρικά, μαύρα σκληρώτια διαμέτρου 0.2-0.5 χλστ. Το παθογόνο παραμένει υπό τη μορφή των σκληρωτίων στο έδαφος, για πάρα πολλά χρόνια. Ευνοείται από σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους 10°-20°C. Σε θερμοκρασίες 25°C το παθογόνο περιορίζεται σημαντικά.

Ιώδης μεταχρωματισμός της ρίζας (πυρηνόχετα): *Pyrenochaeta terrestris*, *Phoma terrestris*

Ο μύκητας ευρίσκεται σε όλα τα κρεμμυδοχώραφα. Είναι σύνηθες παθογόνο του εδάφους και προσβάλλει πολλά είδη φυτών. Εισέρχεται στις ρίζες, ακόμη και χωρίς την παρουσία πληγών. Αρχικά οι προσβεβλημένες ρίζες γίνονται ελαφρά ιώδεις, μετά παίρνουν έναν σκούρο ιώδες χρωματισμό, στη συνέχεια ζαρώνουν και πεθαίνουν. Το κρεμμύδι παράγει νέες ρίζες οι οποίες μπορεί να προσβληθούν και το φυτό παραμένει στάσιμο, σπάνια όμως ξηραίνεται.

Φουζάριο (σήψη βάσης): *Fysarium oxysporum F.sp. cepae*

Ο μύκητας προσβάλλει τις ρίζες και τη βάση του βολβού. Εισέρχεται δια του ριζικού συστήματος και από φυσικές πληγές του δίσκου. Πληγές από έντομα ή από μηχανικά μέσα υποβοηθούν τη προσβολή. Φυτά που έχουν προσβληθεί παρουσιάζουν ένα προοδευτικό κιτρίνισμα από τη κορυφή των φύλλων, τα οποία σιγά-σιγά ξηραίνονται. Τα φυτά προσβάλλονται σε οποιοδήποτε στάδιο της ανάπτυξής τους, και όταν στο υπέργειο μέρος του φυτού εμφανιστούν τα συμπτώματα, η καταστροφή έχει προχωρήσει στο υπόγειο μέρος του φυτού, οι ρίζες καταστρέφονται, όπως και η βάση του βολβού. Η σήψη στο βολβό εξακολουθεί να προχωρεί και μετά τη συγκομιδή κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.

Βοτρύτης του λαιμού : (*Botrytis allii*)

Προσβάλλει το λαιμό των βολβών. Αν σημειωθούν πολλές βροχοπτώσεις, κατά τη διάρκεια του σταδίου αυγού, τότε παρατηρείται εξάπλωση του μυκηλίου από το

φύλλωμα προς το λαιμό, και τελικά εισέρχεται στους βολβούς. Στην αρχή παρατηρείται μια μαλακή σήψη των ιστών των χιτώνων στο πάνω μέρος των βολβών (γίνεται αντιληπτή όταν ασκήσουμε πίεση στο βολβό). Ο μύκητας προχωρεί μετά από την κορυφή προς τη βάση των προσβεβλημένων χιτώνων, οι οποίοι γίνονται καστανοί και σπογγώδεις.

Βοτρύτης των φύλλων : (*Botrytis squamosa*)

Προσβάλλει κυρίως τα φύλλα αλλά και τους βολβούς, προκαλώντας σοβαρές ζημιές. Στα φύλλα σχηματίζονται νεκρωτικές κηλίδες, κυκλικές μέχρι ελλειψοειδείς, μικρές (διαμέτρου 4mm), λευκές μέχρι κίτρινες. Η προσβολή είναι συνήθως πιο έντονη στις κορυφές των φύλλων, οι οποίες ξηραίνονται και λυγίζουν προς τα κάτω. Στους βολβούς η προσβολή εμφανίζεται κυρίως στους εξωτερικούς χιτώνες, οι οποίοι παρουσιάζουν μαλακή, υγρή σήψη και τα σαφή όρια της προσβολής συχνά καλύπτονται από τα σκληρώτια του παθογόνου που αρχικά είναι λευκά και στη συνέχεια γίνονται μαύρα.

Βοτρύτης των σποροφύτων και της αποθήκης : (*Botrytis cinerea*)

Προσβάλλει κυρίως τα φύλλα και το λαιμό των φυτών στον αγρό και προκαλεί σήψη στους βολβούς στην αποθήκη. Το παθογόνο προσβάλλει τα σπορόφυτα στο λαιμό και τα φύλλα καθώς βγαίνουν από το έδαφος και τα ξηραίνει εφόσον οι θερμοκρασίες δεν είναι πολύ χαμηλές. Στα φύλλα των αναπτυγμένων φυτών παρουσιάζεται σε προβληματικές καλλιέργειες σαν παράσιτο αδυναμίας προκαλώντας στιγμάτωση στα φύλλα, χωρίς να εγκαθίσταται το παθογόνο στους ιστούς. Συνήθως απαντάται σαν δευτερεύουσα προσβολή μαζί με το *B. squamosa* και το *B. alii*.

Πύθιο : (*Pythium irregulare, Pythium coloratum*)

Οι προσβεβλημένοι σπόροι αποκτούν υδαρή υφή και γρήγορα αποσυντίθεται χωρίς να φυτρώσουν. Νεαρά μολυσμένα φυτάρια έχουν αρχικά ρίζες με υδαρή και γκρίζα όψη. Μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά την εμφάνιση των πρώτων συμπτωμάτων, τα νεαρά φυτά χάνουν την ευρωστία τους και τελικά νεκρώνονται. Εάν η προσβολή από την ασθένεια συμβεί σε μεγαλύτερα φυτά, μετά το νεανικό στάδιο, τα φυτά σπάνια νεκρώνονται, παραμένουν όμως νάνα.

Ανθράκωση: (*Colletotrichum dematium f. sp circinans*)

Προσβάλλει κυρίως τις λευκές ποικιλίες. Στην εξωτερική επιφάνεια του βολβού εμφανίζονται κυκλικές κηλίδες, αρχικά σκουροπράσινες που τελικά γίνονται μαύρες. Με προσεκτική παρατήρηση οι κηλίδες φαίνονται να αποτελούνται από ομόκεντρους κύκλους. Οι σκούρες περιοχές είναι πιο άγριες στην αφή λόγω των μικρών τεμαχιδίων που φέρουν.

Μπλέ σήψη : (*Penicillium spp.*)

Στην επιφάνεια των βολβών εμφανίζονται αποχρωματισμένες (κιτρινωπές) περιοχές, που συνοδεύονται από πρασινωπές στρώσεις σπορίων. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρούνται σκουροπράσινες έως καφέ κηλίδες με αυξημένο ποσοστό υγρασίας πάνω στους εξωτερικούς χιτώνες.

Αλτενάρια : (*Altenaria porri*)

Στο αρχικό στάδιο συγχέεται με το βοτρυτή και σε προχωρημένο στάδιο με το κλαδοσπόριο και τον περονόσπορο. Στο πάνω ήμισυ του φύλλου και στους ποδίσκους των ανθέων σχηματίζονται μικρά λευκά στίγματα, τα οποία εξελίσσονται σε μεγάλες οβάλ κηλίδες. Αργότερα και ειδικά αν ο καιρός είναι υγρός, οι περιοχές αυτές αποκτούν ένα γκρίζο ή καθετί χρώμα με ευδιάκριτο πορφυρό κέντρο. Υπάρχει μια φαρδιά χλωρωτική περιοχή κίτρινου χρώματος γύρω από κάθε οβάλ κηλίδα. Οι κηλίδες μερικά ή ολικά περιβάλλουν το φύλλο ή το στέλεχος και τελικά το φύλλο ξηραίνεται.

Υγρές βακτηριακές σήψεις : (*Erwinia carotovora*, *Pseudomonas cepacia*, *Burkholderia gladioli*)

Η προσβολή στον αγρό αρχίζει όταν τα φυτά πλησιάζουν στην ωρίμαση. Στα φύλλα σχηματίζονται ημιδιαφανείς κιτρινωπές λωρίδες και στη συνέχεια μια μαλακή σήψη στη βάση τους. Τα προσβεβλημένα φύλλα μαραίνονται και πέφτουν στο χώμα. Στη συνέχεια τα βακτήρια μπαίνουν στους ιστούς του λαιμού, από τα νεκρά ή γερασμένα φύλλα, και προχωρούν προς τα κάτω στο βολβό μολύνοντας έναν ή περισσότερους χιτώνες, οι οποίοι στην αρχή εμφανίζουν υδατώδη υφή και γρήγορα μετατρέπονται σε μια υγρή μάζα. Σε προχωρημένο στάδιο οι προσβεβλημένοι βολβοί με μια ελαφρά πίεση βγάζουν ένα βλενώδες σκουρόχρωμο υγρό από το λαιμό.

1.4.9 Ποικιλίες κρεμμυδιού και καλλιέργειες αυτών στην Ελλάδα

Οι ποικιλίες κρεμμυδιού οι οποίες καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι οι παρακάτω:

Βατικιώτικο (Νεαπόλεως Βαιών Λακωνίας) με δύο παραλλαγές :

Πλαβένα με ελαφρώς πεπλατυσμένους βολβούς

Ελικιώτικο με σχήμα σβούρας

Φλωρίνης με επιμήκη, ιώδη βολβό και γλυκιά γεύση

Περιστεριάς με κωνικό σχήμα βολβού, σαρκώδεις σκελίδες και χρώμα κοκκινοειδές

Βαρίδι κανταριού (Μακεδονίας), λευκόσαρκο, όταν ποτισθεί δίνει μεγάλους βολβούς

Θήβας

Άνδρου

Κοζάνης

Λέσβου

Ηλείας (καλυβιώτικο)

Οι τύποι αυτοί όπως είναι φυσικό χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανομοιομορφία των βολβών ως προς το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα.

Τα τελευταία χρόνια έχουν παρατηρηθεί ραγδαίες εξελίξεις στις ποικιλίες του κρεμμυδιού. Νέα υβρίδια αντικαθιστούν τις παλιές ποικιλίες, όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά σε όλο τον κόσμο. Τα υβρίδια που υπάρχουν σήμερα υπερτερούν τόσο στην ομοιομορφία όσο και στο ύψος των αποδόσεων, σε σύγκριση με τις ποικιλίες.

Ποικιλίες μεγάλης ημερας:

Moranda de Amposta (Πρόκειται για την κύρια ποικιλία ανοιξιάτικης καλλιέργειας στην περιοχή της Βοιωτίας.) Ο παραγόμενος βολβός είναι μεγάλου μεγέθους και βάρους. Στο στάδιο της εμπορικής του ωριμότητας φτάνει τα 200-250 γρ. Οι εξωτερικοί χιτώνες έχουν σκούρο κόκκινο χρώμα ενώ η σάρκα είναι λευκή,

αρκετά σφιχτή και τραγανή. Το σχήμα του βολβού είναι στρογγυλόγλομπώδες και η γεύση του ελαφρώς καυτερή. Ο σπόρος της είναι γνωστός στους παραγωγούς ως "γαλλικός".

Dorata di parma

Το σχήμα του βολβού είναι επίμηκες, κυλινδρικό και το χρώμα των εξωτερικών χιτώνων χρυσοκίτρινο. Αυτή η ποικιλία είναι ανθεκτική στο φουζάριο.

Ambros F1

(Υβρίδιο πρώιμο, μακράς φωτοπεριόδου, ανοιξιιάτικης σποράς. Ο βολβός του είναι σφαιροειδής, χρυσοκίτρινος, μεσαίου μεγέθους και καλής διατηρησιμότητας.)

Yellow Sweet Spanish

Οι βολβοί αυτής της ποικιλίας είναι μεγάλοι, σχήματος σφαιρικού, ελαφρά πιεσμένου στο σημείο του λαιμού. Οι εξωτερικοί χιτώνες έχουν χρώμα βαθύ κίτρινο-καφέ. Η εσωτερική σάρκα είναι λευκή και είναι μέτριας καυστικότητας.

Αιγυπτιακό Κρεμμύδι *Egyptian onion, Bulb bearing onion, Tree onion ή Topset onion*

Ο βολβός είναι πεπλατυσμένος με χαλκόχρωμους εξωτερικούς χιτώνες. Αντί για άνθη και σπόρους στο ανθικό στέλεχος παράγει ταξικαρπία από βολβίδια καφέ-κόκκινου χρώματος. Συχνά αυτά τα βολβίδια βλαστάνουν και δίδουν μικρά φυτά κρεμμυδιού στην κορυφή της ταξικαρπίας γι' αυτό και ονομάζεται δενδρώδες κρεμμύδι. Το φυτό πολλαπλασιάζεται με τα βολβίδια την άνοιξη και σχηματίζει βολβούς, οι οποίοι δεν παράγουν βολβίδια παρά μόνο το επόμενο έτος. Καλλιεργείται για χλωρά κρεμμυδάκια και για τους βολβούς, οι οποίοι δεν είναι πολύ μεγάλοι.

Mercato F1

Είναι υβρίδιο πρώιμο και μακράς φωτοπεριόδου, κατάλληλο για ανοιξιιάτικη σπορά. Οι βολβοί του έχουν μεσαίο μέγεθος και χρώμα κίτρινο σκούρο.

Goldmine (IDEAL 11)

Ο βολβός έχει κίτρινους εξωτερικούς χιτώνες και άσπρη σάρκα, το σχήμα του είναι σφαιρικό με πιεσμένους τους πόλους.

Ideal 15

Ο συγκομιζόμενος βολβός είναι στρογγυλού σχήματος, έχει τελικό βάρος 200-250 γρ και χαρακτηρίζεται από μεγάλο αριθμό εξωτερικών φύλλων, χρώματος σκούρου κόκκινου. Η σάρκα είναι γλυκιά και χυμώδης.

Υβρίδια και ποικιλίες μικρής ημέρας

F1 Bizar

Ο συγκομιζόμενος βολβός έχει βάρος 150-200 γρ, στρογγυλό σχήμα και κόκκινο χρώμα φλοιού. Η σάρκα είναι λευκή και γλυκιά και διακρίνεται για την ικανότητά της να διατηρεί το λευκό της χρώμα (δεν κοκκινίζει) κατά την αποξήρανσή της στο χωράφι. Το χαρακτηριστικό αυτό προσδίδει εξαιρετική ποιότητα στο προϊόν και το καθιστά πολύ ανταγωνιστικό στην αγορά. Καλλιεργείται κατά κύριο στην περιοχή της Λακωνίας.

Texas Early Grano 502 PRR

Ο βολβός έχει σχήμα κωνικό (σαν σβούρα), με εξωτερικούς χιτώνες χρώματος κίτρινου. Η σάρκα είναι άσπρη, με γλυκό άρωμα. Είναι πολύ παραγωγική ποικιλία, ανθεκτική στο μύκητα *Pyrenocheta*, αλλά δεν διατηρείται καλά στην αποθήκη.

Top Keeper F1

Είναι υβρίδιο Ιαπωνικής προέλευσης. Ο βολβός έχει σχήμα σφαιρικό-οοειδές. Το χρώμα των εξωτερικών χιτώνων είναι καφέ-κίτρινο. Αποθηκεύεται ικανοποιητικά για μεγάλο χρονικό διάστημα.

F1 Samara

Η πρωιμότητα συνοδεύεται από αρκετά καλή ποιότητα βολβών οι οποίοι διακρίνονται για την υψηλή περιεκτικότητά τους σε ξηρά ουσία και το λεπτό λαιμό που σχηματίζουν. Τα δύο αυτά στοιχεία προσδίδουν στο κρεμμύδι αυτό τη δυνατότητα αποθήκευσης για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο παραγόμενος βολβός είναι

μεσαίου μεγέθους με χρώμα εξωτερικών χιτώνων καφέ- μπρούτζινο και σάρκα λευκή.

F1 Red Cross

Πρόκειται για ένα παραγωγικό υβρίδιο, Ιαπωνικής προέλευσης. Ο βολβός στο στάδιο της συγκομιδής φτάνει τα 320 γρ βάρος και φέρει λευκούς εσωτερικούς χιτώνες. Οι οποίοι διαχωρίζονται από κόκκινους δακτυλίους. Οι εξωτερικοί του χιτώνες είναι κόκκινου χρώματος και το σχήμα τους ελαφρά πεπλατυσμένο. Το υβρίδιο αυτό χαρακτηρίζεται για τη μεγάλη του αντοχή στον περονόσπορο και στο βοτρυτή.

Ρεγγίνα

Συγκρινόμενη με τις υπόλοιπες ποικιλίες και τα υβρίδια που κυκλοφορούν και καλλιεργούνται στη χώρα μας, η Ρεγγίνα παρουσιάζει την καλύτερη αποθηκευτική ικανότητα και το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα συντήρησης στην αποθήκη.

Ο συγκομιζόμενος βολβός έχει πεπλατυσμένο σχήμα, χρώμα εξωτερικών χιτώνων βυσσινί και αρκετά μεγάλο μέγεθος, με βάρος 200-250 γρ. Η σάρκα είναι λευκή, τραγανή, αρκετά συνεκτική, με γεύση πικάντικη. Ως μειονέκτημά της θεωρείται ο εύκολος θρυμματισμός των εξωτερικών χιτώνων, ΟΙ οποίοι όμως δεν αποκολλώνται παράλα αυτά. Από άποψη παραγωγικότητας η Ρεγγίνα είναι μια πολύ παραγωγική ποικιλία η οποία φτάνει τους 8-10 τόνους βολβών ανά στρέμμα.

Red Italian

Ο βολβός είναι μεγάλων διαστάσεων, με σχήμα ελαφρά πεπλατυσμένο και χρώμα φλοιού κόκκινο-καφέ. Η σάρκα του είναι λευκή και γλυκιά. Μπορεί να διατηρηθεί στην αποθήκη για 3-4 μήνες.

Granex 429 F1

Οι βολβοί είναι σφαιρικοί ελαφρώς πεπλατυσμένοι, οι εξωτερικοί χιτώνες έχουν χρώμα χρυσοκίτρινο, οι εσωτερικοί χιτώνες είναι λευκοί και χονδροί και έχουν γλυκό άρωμα και γλυκιά γεύση. Δεν αντέχει πολύ στην αποθήκη.

Starlet

Ο Βολβός έχει κόκκινους εξωτερικούς χιτώνες και σχήμα σφαιρικό, με ελαφρά πιεσμένους τους πόλους.

Red Star

Αμερικανικής προέλευσης. Το σχήμα του βολβού είναι κωνικό-σφαιρικοκωνικό, οι εξωτερικοί χιτώνες έχουν βαθυκόκκινο-πορφυρό χρώμα. Οι αποδόσεις κυμαίνονται από 9-10 τόνους/στρέμμα.

Babosa

Τα φυτά της ποικιλίας αυτής χαρακτηρίζονται από μέτριου μεγέθους φύλλωμα και στενό λαιμό στελέχους, ενώ Οι παραγόμενοι βολβοί είναι μέτριου μεγέθους, βάρους 150-160 γρ και σχήματος τυπικού κώνου. Οι εξωτερικοί χιτώνες έχουν κίτρινο-χρυσασφί (μπρονζέ) χρώμα.

Βατικιώτικο

Ντόπιος πληθυσμός, όχι καθαρή ποικιλία, που καλλιεργείται κυρίως στην περιοχή της Λακωνίας. Μέσα στον πληθυσμό διακρίνονται δύο κύριοι τύποι, η "πλαβένα" και το "ελικιώτικο" κρεμμύδι. Η "πλαβένα" δίνει βολβούς ελαφρά πεπλατυσμένους ενώ το "ελικιώτικο" ωοειδείς που μοιάζουν με σβούρες, γι' αυτό και οι παραγωγοί το ονομάζουν κρεμμύδι-σβούρα. Η γεύση των βολβών είναι πικάντικη και συγκρίνοντας τους δύο τύπους μεταξύ τους ως προς το χαρακτηριστικό αυτό, το "ελικιώτικο" δίνει λίγο πιο καυστικούς, πιο πικάντικους βολβούς. Το χρώμα των εξωτερικών χιτώνων είναι κόκκινο. Το κρεμμύδι αυτό μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα γιατί είναι ένα από τα κρεμμύδια με το μεγαλύτερο ποσοστό ξηράς ουσίας η οποία φτάνει το 80%.

Allix

Μεσοόψιμο κρεμμύδι το οποίο δίνει βολβούς με γλομπώδες σχήμα, μέτριο μέγεθος και βαθύ καστανό χρώμα φλοιού. Η σάρκα είναι σφιχτή με κιτρινοκάστανη επιδερμίδα.

Aldobo

Ποικιλία η οποία διακρίνεται για την πολύ καλή ποιότητα των βολβών της, οι οποίοι είναι στρογγυλοί με χρώμα εξωτερικών χιτώνων κίτρινο ανοιχτό (ξανθό).

Sonic F1

Υβρίδιο μικρής φωτοπερίοδο. Έχει βολβούς σφαιροειδής, χρώματος κίτρινου χρυσάφι.

GS-150 F1

Οι βολβοί του έχουν μεγάλο μέγεθος, και είναι χρώματος κόκκινου-βυσσινί.

GS-140 F1

Έχει βολβό σφαιροειδή, μεγάλο, χρώματος κόκκινου, βυσσινί.

Rocket F1

Υβρίδιο, μεσοπρώιμο, το οποίο δίνει βολβούς με μεγάλο μέγεθος, με σχήμα σφαιροειδές, και χρώμα χάλκινο.

Ζακυνθινό νεροκρέμμυδο

Το Ζακυνθινό νεροκρέμμυδο είναι μια ντόπια ποικιλία κρεμμυδιού, η οποία καλλιεργείται σήμερα σε μικρή έκταση περίπου 200 στρέμματα σε περιοχές της Ζακύνθου. Το βάρος του κυμαίνεται από μισό μέχρι ένα κιλό και με μέση απόδοση κατά στρέμμα 2,5-4,0 τόνους. 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.

Οι ποικιλίες για τα πράσινα χλωρά κρεμμύδια είναι οι εξής:

White Knight

Bunching No9

White Lisbon

Οι ποικιλίες και τα υβρίδια στα οποία γίνεται αναφορά παρακάτω, η ποικιλία *Moranda de amposta* δίνει προϊόν μέτριας καυστικότητας, προσαρμόζεται πολύ καλά στο κλίμα της χώρας μας, και δίνει υψηλή παραγωγή. Γλυκιά γεύση δίνουν και οι ποικιλίες *Ideal 15*, *Red Italian*, το υβρίδιο *Granex 429* και το *FI Bizar*. Πικάντικες είναι οι ποικιλίες Βατικιώτικο και Ρεγγίνα οι οποίες και οι δύο έχουν καλή διατηρησιμότητα, η ποικιλία Ρεγγίνα όμως έχει το μειονέκτημα ότι θρυμματίζονται εύκολα οι εξωτερικοί χιτώνες. Το υβρίδιο *FI Red Cross* έχει καλή αντοχή στο περονόσπορο και στο βοτρυτή, η ποικιλία *Texas early Grano* παρουσιάζει αντοχή στο πυρηνοχήτη και η ποικιλία *Dorata di Parma* είναι ανθεκτική στο φουζάριο.

1.4.10 Καλλιεργητικές περιποιήσεις

Σκαλίσματα

Η κατεργασία του εδάφους (σκαλίσματα) μετά τη σπορά θα πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά και όσο το δυνατό πιο επιφανειακά, έτσι ώστε να μη διαταράσσει την περιοχή του σπόρου ή τις ρίζες. Το σπάσιμο της εδαφικής κρούστας, όταν και εφόσον αυτή παρουσιαστεί, θεωρείται μια απαραίτητη καλλιεργητική εργασία για την εξασφάλιση της περαιτέρω φυσιολογικής ανάπτυξης των (ρυτών. Πρέπει να αναφερθεί, ότι το νεαρό φυτό του κρεμμυδιού αναπτύσσεται αργά είναι αδύνατο, και η πιο λεπτή εδαφική κρούστα μπορεί να επηρεάσει την έξοδο των νεαρών φυταρίων από το έδαφος, με αποτέλεσμα την μειωμένη βλάστηση. Για το σπάσιμο της επιφανειακής κρούστας κατά την έξοδο των φυταρίων από το έδαφος, χρησιμοποιούνται σβάρνες ή οδοντωτοί κύλινδροι. Με την έξοδο βέβαια μεγάλου αριθμού φυταρίων είναι επικίνδυνες οι παραπάνω επεμβάσεις. Με την χρήση της άρδευσής με καταιονισμό, μπορεί να αποφευχθεί ο σχηματισμός της εδαφικής

κρούστας με συχνά ποτίσματα ώστε να διατηρείται η επιφάνεια του εδάφους βρεγμένη^[15].

Πότισμα

Το κρεμμύδι είναι επιπολαιόριζο φυτό και για να αποδώσει ικανοποιητικά, ποσοτικά και ποιοτικά, χρειάζεται συχνό πότισμα, με καλής ποιότητας νερό. Οι πιο διαδεδομένες μέθόδους ποτίσματος σήμερα είναι η μέθοδος του καταιονισμού, είτε με μετακινούμενους σωλήνες είτε με κανόνια και το πότισμα με αυλάκια. Σε ορισμένες χώρες χρησιμοποιούν την στάγδην άρδευση εάν το νερό είναι περιοριστικός παράγοντας, καθώς και την μέθοδο των μικρό- μπεκ.

Η μέθοδος ποτίσματος του κρεμμυδιού με καταιονισμό , έχει αρκετά πλεονεκτήματα, όπως: εφαρμογή μικρών ποσοτήτων νερού και σε συχνά χρονικά διαστήματα ώστε να διατηρείται υγρή η περιοχή που βρίσκεται ο σπόρος αμέσως μετά την σπορά και να αποφεύγεται ο σχηματισμός επιφανειακής κρούστας, ελαφρό ξέπλυμα ώστε να εμποδίζεται η συγκέντρωση αλάτων στο επιφανειακό έδαφος, το νερό κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνεια και έτσι επιτρέπει πιο ομοιόμορφη κατανομή εφαρμοζόμενων ζιζανιοκτόνων, όπως και των επιφανειακών αζωτούχων ή άλλων λιπασμάτων και τέλος το κόστος των εργατικών ποτίσματος είναι περιορισμένο. Υπάρχουν όμως και μειονεκτήματα με την άρδευση με καταιονισμό, όπως: το μεγάλο αρχικό κόστος για την αγορά μηχανημάτων, σωλήνων, «κανονιών», κ.λπ., αυξημένη πιθανότητα προσβολής από σήψη του λαιμού ή σήψη του Βολβού, γιατί το νερό μπορεί να περάσει μέσα στο λαιμό του φυτού και στον βολβό.

Επίσης, αυξάνεται η πιθανότητα προσβολής του φυλλώματος από μυκητολογικές ασθένειες, οι οποίες ευνοούνται από τα αυξημένα επίπεδα υγρασίας, που δημιουργούνται τόσο πάνω στο φυτό (διαβροχή), όσο και στην ατμόσφαιρα που περιβάλλει το φυτό. Για τον λόγο αυτό, το πότισμα πρέπει να γίνεται τις πρωινές ώρες για να στεγνώνουν τα φυτά νωρίς.

Τέλος, αυξάνει τις πιθανότητες βλάστησης και ανάπτυξης ζιζανίων. Στην περιοχή της Βοιωτίας κατά την ανοιξιιάτικη καλλιέργεια, το πότισμα επαναλαμβάνεται συνήθως κάθε πέντε ημέρες και διαρκεί για παράδειγμα με τη μέθοδο της υδρονέφωσης γύρω στις 4-5 ώρες κατά τα πρώτα στάδια της καλλιέργειας και γύρω στις 12 ώρες κατά το στάδιο αύξησης και ωρίμασης των βολβών. Ο γενικός

κανόνας που πρέπει να ακολουθείται στο κρεμμύδι είναι πότισμα αρκετά συχνά και με μικρές ποσότητες νερού.

Το πρώτο πότισμα γίνεται συνήθως μετά τη σπορά, με μικρή όμως ποσότητα νερού, έτσι ώστε να μη δημιουργηθεί επιφανειακή κρούστα στο έδαφος (πέτσωμα, ταράτσωμα όπως λέγεται από τους παραγωγούς) που δυσκολεύει το φύτρωμα. Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου η συχνότητα των ποτισμάτων και η ποσότητα του νερού σε κάθε πότισμα εξαρτάται κυρίως από τις καιρικές συνθήκες αλλά και από τη μέθοδο ποτίσματος, τον τύπο του εδάφους και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού. Πρέπει να σημειωθεί ότι το άρωμα και η καυστικότητα του κρεμμυδιού, επηρεάζονται από τη συχνότητα και ποσότητα του νερού ποτίσματος. Αραιά ποτίσματα, και λίγο νερό, αυξάνουν το άρωμα και την καυστικότητα του βολβού.

Τα ποτίσματα σταματούν δέκα ημέρες πριν τη συγκομιδή για δυο λόγους. Ο πρώτος λόγος είναι για να ανακοπεί η ανάπτυξη των ριζών και η βλάστηση, με σκοπό να προωθηθεί η σκλήρυνση και η ξήρανση των εξωτερικών χιτώνων του βολβού (δηλαδή η ωρίμανσή του). Ο δεύτερος λόγος είναι για να προλάβει το έδαφος να στεγνώσει μέχρι την έναρξη της συγκομιδής και έτσι να διευκολυνθεί η όλη διαδικασία χωρίς να δημιουργηθούν προβλήματα.

Λίπανση

Για την εξασφάλιση ικανοποιητικής παραγωγής ποιοτικά και ποσοτικά οι λιπαντικές μονάδες (χγρ/στρ) που συνιστώνται ενδεικτικά είναι: 15-20 N, 10-15 P₂O₅ και 25-30 K₂O. Το 25% της δόσης του αζώτου, το 60% της δόσης του φωσφόρου και το 50% της δόσης του καλίου συνιστάται να εφαρμόζονται πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας κατά την προετοιμασία του χωραφιού ως βασική λίπανση. Το υπόλοιπο 75% της δόσης του αζώτου εφαρμόζεται επιφανειακά, ισόποσα σε τρία στάδια (στο στάδιο των πρώτων μικρών φύλλων, στο στάδιο που τα φύλλα είναι αρκετά μεγάλα και 45 ημέρες αργότερα). Το υπόλοιπο 40% της δόσης του φωσφόρου εφαρμόζεται στο στάδιο που τα φύλλα είναι μεγάλα ενώ το υπόλοιπο 50% της δόσης του καλίου εφαρμόζεται ισόποσα κατά το στάδιο που τα φύλλα είναι μεγάλα και 45 ημέρες μετά.

Άλλες περιποιήσεις

Άλλες καλλιεργητικές εργασίες που πιθανόν θα χρειαστεί να γίνουν είναι το βοτάνισμα και το αραίωμα φυτών. Σήμερα, με την εκτεταμένη χρήση των ζιζανιοκτόνων, σπάνια γίνονται βοτανίσματα, τα οποία αποφεύγονται επειδή είναι και δαπανηρά. Όσον αφορά το αραίωμα φυτών και αυτό δεν απασχολεί ιδιαίτερα τους παραγωγούς γιατί η χρήση των ειδικών σπαρτικών μηχανών σήμερα επιτρέπει την αποφυγή της πολύ πυκνής σποράς η οποία χρειάζεται οπωσδήποτε αραίωμα.

1.4.11 Συγκομιδή Κρεμμυδιού

Όσο προχωράει η ωρίμαση των βολβών, το στέλεχος και τα φύλλα των φυτών χάνουν τη σταθερότητα τους με αποτέλεσμα η ωρίμανση του βολβού να συνοδεύεται από πτώση του υπέργειου τμήματος του φυτού. Παράλληλα στην περίοδο αυτή, και μέχρι την πλήρη ξήρανση των φύλλων, παρατηρείται κίνηση των θρεπτικών στοιχείων από το φύλλωμα στο βολβό οπότε το βάρος και η ξηρή ουσία του αυξάνουν μέχρι τη στιγμή της συγκομιδής.

Σαν άριστος χρόνος συγκομιδής θεωρείται ο χρόνος κατά τον οποίο έχει πέσει το 80% των κορυφών. Το ποσοστό αυτό βέβαια μεταβάλλεται ανάλογα με τις ανάγκες της αγοράς και τις καιρικές συνθήκες, έτσι η συγκομιδή μπορεί να ξεκινήσει και όταν το ποσοστό βρίσκεται γύρω στο 50%. Συνιστάται να αποφεύγεται η πολύ πρόωμη συγκομιδή διότι ανώριμοι βολβοί έχουν μικρότερο βάρος, εκβλαστάνουν σύντομα στην αποθήκη (είναι αρκετά υδαρείς και στερούνται ή χάνουν εύκολα τους εξωτερικούς χιτώνες). Όλα αυτά οδηγούν σε υποβαθμισμένη ποιότητα παραγωγή και μειωμένη διάρκεια αποθηκευτικής ζωής. Επίσης θα πρέπει να αποφεύγεται και η πολύ όψιμη συγκομιδή, διότι οι βολβοί κινδυνεύουν να υποστούν εγκαύματα από την παρατεταμένη παραμονή τους στο χωράφι, υφίστανται την καταστροφή των εξωτερικών τους χιτώνων, ενώ αυξάνεται σημαντικά η πιθανότητα προσβολής από διάφορα παθογόνα. Στην Ελλάδα η μέθοδος συγκομιδής που εφαρμόζεται είναι ένας συνδυασμός χειρωνακτικής και μηχανοποιημένης μεθόδου και περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια. 1. Περίπου 10 ημέρες πριν την έναρξη της συγκομιδής, όταν ήδη έχει αρχίσει και πέφτει το υπέργειο μέρος των φυτών, σταματούν τα ποτίσματα. Αυτό γίνεται αφενός για να μην παρουσιαστεί παράταση της βλάστησης και επομένως

καθυστερήσει της ωρίμανσης των βολβών και αφετέρου για να προλάβει το χωράφι να στεγνώσει και να διευκολυνθεί η εργασία της συγκομιδής. 2. Αφού προχωρήσει η ξήρανση του φυλλώματος, τα φυτά εκριζώνονται με τα χέρια και τοποθετούνται κατά μήκος των γραμμών όπου αφήνονται για ένα διάστημα μέχρι να ολοκληρωθεί η ξήρανση τους.

Η διαδικασία αυτή της ξήρανσης του λαιμού, του βολβού και των ριζών των φυτών ονομάζεται μεθωρίμανση (*Curing*), είναι εντελώς απαραίτητη και πρέπει να γίνεται ανεξάρτητα από το αν το κρεμμύδι διατεθεί άμεσα στην αγορά ή θα αποθηκευτεί. Ο ρυθμός με τον οποίο πραγματοποιείται η μεθωρίμανση εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την υγρασία του αέρα αλλά και από την περιεκτικότητα του λαιμού και του βολβού σε υγρασία. Όσο μεγαλύτερη είναι η τελευταία τόσο περισσότερος χρόνος χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η ξήρανση. Στο στάδιο αυτό οι βολβοί σκεπάζονται με τα φύλλα των φυτών για να αποφευχθούν ηλιακά εγκαύματα κατά την παραμονή τους στο χωράφι.

Η παραμονή αυτή διαρκεί από 3-4 ημέρες μέχρι 2 εβδομάδες ανάλογα με την περιοχή, τη ζήτηση του προϊόντος από την αγορά κλπ. Για παράδειγμα στην περιοχή της Βοιωτίας η περίοδος μεθωρίμανσης διαρκεί 10-15 ημέρες ενώ στη Λακωνία μόνο 3-4 ημέρες, γιατί το κρεμμύδι που παράγεται εδώ είναι αρκετά πρώιμο, διατίθεται άμεσα στην αγορά και δεν αποθηκεύεται για μεγάλα χρονικά διαστήματα. 3. Στη συνέχεια γίνεται κοπή του ξηρού υπέργειου μέρους (φύλλα και ψευδοστέλεχος) σε απόσταση 2-3 εκ. από το βολβό. Η κοπή γίνεται πλέον με ειδικές μηχανές οι οποίες ταυτόχρονα κάνουν και τη διαλογή των βολβών κατά μέγεθος. Η ίδια μηχανή κάνει και τη συσκευασία των βολβών, ανάλογα με τα παραπάνω μεγέθη, σε πλαστικά διχτυωτά σακιά των 40-45 χγρ. Τα σακιά παραμένουν στο χωράφι για ακόμα μερικές ημέρες έτσι ώστε να ολοκληρωθεί η μεθωρίμανση των βολβών.

Σε ορισμένες περιοχές για παράδειγμα στην Ν. Λακωνία (Νεάπολη) δεν γίνεται κοπή του φυλλώματος αλλά πλέξιμο σε αρμαθιές (πλεξίδες) και αποθήκευση υπό αυτή τη μορφή. 4. Σε περίπτωση που οι βολβοί θα αποθηκευτούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, μετά την κοπή του υπέργειου μέρους, παραμένουν σε σωρούς στο χωράφι, αφού σκεπαστούν με τα ξηρά φύλλα, για να αποφευχθεί το ηλιοκάμα ή μεταφέρονται σε σκιερό μέρος για να στεγνώσουν καλύτερα. Αφού ολοκληρώσουν το στάδιο αυτό, στη συνέχεια τοποθετούνται σε σάκους ή μεταφέρονται χύμα, σε σωρούς, στην αποθήκη^{[15][14][13]}.

Εποχές συγκομιδής σε σχέση με την εποχή σποράς φυτεύση			
Πολλαπλασιαστικό υλικό	Χρόνος σποράς	Χρόνος φύτευσης	Χρόνος συγκομιδής
Σπόρος (απευθείας σπορά)	Φεβρ - Μαρτ.	-	Ιούλ. – Αύγ
Σπόρος (απευθείας σπορά)	Οκτ. - Νοέμ.	-	Μάιος- Ιούν
Κοκκάρι	-	Φεβρ.- Μαρτ	Ιούν. – Ιούλ
Φυτάρια	Ιαν. - Φεβρ	Απρ -Μάιος	Αύγ – Σεπτ
Φυτάρια	Αύγ- Σεπτ	Νοέμ — Δεκ	Ιούν. – Ιούλ

1.4.12 Αποθήκευση Μεθωρίμανση Κρεμμυδιού

Οι συνθήκες αποθήκευσης επηρεάζουν τόσο τη διάρκεια ζωής όσο και την ποιότητα των βολβών. Τα κρεμμύδια τα οποία προορίζονται για διατήρηση σε αποθηκευτικούς χώρους τοποθετούνται συνήθως σε πλαστικά ή ξύλινα κιβώτια των 25 χγρ ή στα πλαστικά διχτυωτά σακιά με τα οποία διατίθενται στην αγορά. Στις αποθήκες τα κιβώτια ή τα σακιά τοποθετούνται σε παλέτες, έτσι ώστε να μην αγγίζουν το δάπεδο και μεταξύ τους αφήνονται κενά για να κυκλοφορεί ελεύθερα ο αέρας. Σε συνθήκες δωματίου οι βολβοί μπορούν να αποθηκευτούν το πολύ για 4-5 μήνες ενώ σε ψυγεία με ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας ο χρόνος αυτός μπορεί να διπλασιαστεί. Ο βολβός μετά την ωρίμανση και συγκομιδή βρίσκεται σε ένα στάδιο ανάπαυσης, η διάρκεια της οποίας εξαρτάται πολύ από την ποικιλία. Όταν βολβός βρίσκεται σε αυτό το στάδιο δεν εκβλαστάνει, ακόμη και αν τοποθετηθεί σε ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας για βλάστηση και ανάπτυξη. Η περίοδος ανάπαυσης εξαφανίζεται με την πάροδο του χρόνου και ο βολβός η θα εκβλαστάνει ή θα περάσει στη περίοδο λήθαργου. Περίοδο λήθαργου ονομάζουμε την περίοδο που ο βολβός όταν αποθηκευτεί σε μη ευνοϊκές συνθήκες για εκβλάστηση, δεν παρουσιάζει κανένα σημάδι εμφάνισης βλάστησης^[13,15].

Από έρευνες που έχουν γίνει βρέθηκε ότι η πρόωρη καταστροφή του υπέργειου τμήματος επηρεάζει αρνητικά τη διάρκεια αποθήκευσης, γιατί μειώνει τη συγκέντρωση αμυλικού οξέος στο βολβό, γεγονός που ευνοεί τη γρήγορη διακοπή του λήθαργου και τη βλάστηση. Από την άλλη πλευρά, καθυστερημένη συγκομιδή αυξάνει τον κίνδυνο προσβολής των βολβών από παθογόνα, τα οποία καταστρέφουν

το προϊόν στις αποθήκες, όπου συνήθως εκδηλώνονται οι ασθένειες. Οι παράγοντες που συμβάλλουν σε μια επιτυχημένη αποθήκευση κρεμμυδιού είναι:

Μεθωρίμανση πριν την αποθήκευση

Η διαδικασία της μεθωρίμανσης είναι απαραίτητη όπως τονίστηκε, γιατί προωθεί αφενός τη σκλήρυνση των προστατευτικών εξωτερικών φύλλων και αφετέρου την ανάπτυξη χρώματος (και τη σύνθεση φαινολικών και άλλων ουσιών με αντιβιοτικές ιδιότητες έτσι ώστε να παρέχει προστασία στους βολβούς από μεγάλο αριθμό παθογόνων. Πρέπει να τονιστεί εδώ ότι τα πλεονεκτήματα της μεθωρίμανσης αποκτούν μόνο οι ώριμοι βολβοί. Βολβοί οι οποίοι συγκομίζονται πριν από τη φυσιολογική τους ωρίμανση δεν βελτιώνουν τη διάρκεια της αποθήκευσης τους ακόμα και αν υποστούν τη διαδικασία της μεθωρίμανσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

2.1 Ιστορία της Υδροπονίας

Η υδροπονία εφαρμόζεται από τα προχριστιανικά χρόνια στην Αίγυπτο και την Ινδία όπου χρησιμοποιούνταν διαλυμένες κοπριές για την καλλιέργεια πεπονιών και άλλων λαχανοκηπευτικών σε αμμώδεις όχθες ποταμών. Μετά ονομάστηκε παραποτάμια καλλιέργεια.

Η πρώτη γραπτή αναφορά σε υδροπονική καλλιέργεια αφορά τους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας, όπου καλλιεργούνταν φυτά ενώ το νερό έρεε συνεχώς. Οι επιπλέοντες κήποι του Κασμίρ αλλά και οι καλλιέργειες πάνω σε σχεδίες μέσα σε αβαθείς λίμνες από τους Αζτέκους στο Μεξικό αποτελούν το πρώτο παράδειγμα υδροπονίας από το παρελθόν. Αργότερα φυσιολόγοι άρχισαν να αναπτύσσουν φυτά με ειδικά θρεπτικά στοιχεία για πειραματικούς σκοπούς και το οποίο ονομάστηκε μέθοδος καλλιέργειας με θρεπτικά στοιχεία (*nutri-culture*).

Αργότερα χρησιμοποιήθηκαν όροι όπως υδροκαλλιέργεια (*water-culture*), καλλιέργεια σε διάλυμα (*solutionculter*), καλλιέργεια σε στρώμα χαλικιών (*gravel bed culture*) κ.α.

Ο όρος «υδροπονία» όπως χρησιμοποιείται σήμερα υιοθετήθηκε για πρώτη φορά στα τέλη του 1920 από τον καθηγητή *Dr. W. F. Gericke* από την Καλιφόρνια. Αυτός εμπνευσμένος από τις έρευνες Γερμανών επιστημόνων (*Sachs* 1860, *Knop* 1861 & 1865) ανέπτυξε μια τεχνική για καλλιέργεια φυτών σε κλίμακα. Οι *Sachs* και *Knop* ήταν μεταξύ των επιστημόνων του 19ου αιώνα οι οποίοι ερευνούσαν τη θρέψη των φυτών και αναζητούσαν ένα διάλυμα που θα έλυνε τα προβλήματα που εμφανιζόντουσαν σε προηγούμενες προσπάθειες υδροπονικής καλλιέργειας^[7,8].

Η καλλιέργεια «χωρίς έδαφος», ήταν γνωστή από το 1699 όταν ο *Woodward* από την Αγγλία πραγματοποίησε πειράματα με τα οποία προσπάθησε να αποδείξει αν ήταν το νερό ή το στερεό μέρος του εδάφους το οποίο ήταν υπεύθυνο για την ανάπτυξη των φυτών. Οι τεχνολογίες υδροπονίας αναπτύχθηκαν περαιτέρω στη Βόρεια Αμερική, Ευρώπη και Ιαπωνία, χάρη σε επινοήσεις από τις θεωρίες του *Gericke*. Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, ο Αμερικανικός στρατός χρησιμοποιούσε την υδροπονία για την παραγωγή φρέσκων προϊόντων για το στρατό

που ήταν σταθμευμένος σε άγονα νησιά του Ειρηνικού. Το 1950 υπήρχαν ήδη στην Αμερική, Ευρώπη, Αφρική και Ασία βιώσιμες εμπορικά επιχειρήσεις με υδροπονία.

Το 1981, μια αυστραλιανή εταιρεία παράγει πετροβάμβακα για ανθοκομικές και λαχανοκηπευτικές καλλιέργειες με την επωνυμία «growool». Αυτός έγινε άμεσα αποδεκτός και βρήκε μέρος εφαρμογής στις αυστραλιανές επιχειρήσεις δρεπτών ανθέων^[7,8].

Σήμερα η υδροπονία χρησιμοποιείται σε εμπορική κλίμακα για την καλλιέργεια λαχανοκηπευτικών, ανθέων, φρούτων και αρωματικών φυτών από επιχειρήσεις σε όλο τον κόσμο. Η τεχνολογία της υδροπονίας εξελίχθηκε σημαντικά ανά τους αιώνες. Η χρονική σειρά των γεγονότων που επηρέαζαν την υδροπονία παρουσιάζεται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί^[7].

2.2 Τύποι των υδροπονικών συστημάτων (ανοιχτά – κλειστά)

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

Κλειστό αντίθετα καλείται ένα υδροπονικό σύστημα όταν το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα που απομακρύνεται από το χώρο των ριζών συλλέγεται, ανανεώνεται, συμπληρώνεται και με την βοήθεια μιας αντλίας οδηγείται ξανά στα φυτά προς επαναχρησιμοποίηση. Στα κλειστά συστήματα έχουμε δηλαδή ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει. Ένας τρόπος επαναχρησιμοποίησης του διαλύματος απορροής είναι η συνεχής τροφοδοσία και επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος, όπως π.χ. γίνεται στο σύστημα NFT^[9,10].

Ο δεύτερος τρόπος ανακύκλωσης αφορά υδροπονικά συστήματα στα οποία η παροχή θρεπτικού διαλύματος (πότισμα) είναι συχνή αλλά διακοπτόμενη και μικρής διάρκειας. Σε αυτού του είδους τα κλειστά υδροπονικά συστήματα το διάλυμα απορροής που συλλέγεται μετά από κάθε πότισμα συμπληρώνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία με και χρησιμοποιείται ξανά. Οι ποσότητες θρεπτικού διαλύματος που απορρέουν από το ριζόστρωμα και επαναχρησιμοποιούνται αφού πρώτα συμπληρωθούν νερό και λιπάσματα είναι τελείως διαφορετικές σε κάθε μία από τις

προαναφερόμενες τεχνικές ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος. Για παράδειγμα, σε μία καλλιέργεια τομάτας, όταν εφαρμόζεται συνεχής επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος ο όγκος του θρεπτικού διαλύματος που επανακυκλοφορεί κυμαίνεται γύρω στα 200 m³ ανά στρέμμα και ημέρα ενώ όταν η άρδευση βασίζεται σε συνεχή, διακοπτόμενα ποτίσματα, το θρεπτικό διάλυμα που συλλέγεται και ανακυκλώνεται δεν υπερβαίνει τα 6-8 m³ ανά στρέμμα και ημέρα^[9].

Η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει και απορρέει από το ριζόστρωμα μετά από κάθε εφαρμογή άρδευσης συμβάλλει τόσο στην εξοικονόμηση νερού και λιπασμάτων όσο και στον περιορισμό της μόλυνσης του περιβάλλοντος με νιτρικά και άλλα λιπάσματα. Πρόκειται δηλαδή για μία κατ'εξοχήν φιλική προς το περιβάλλον μέθοδο καλλιέργειας φυτών. Η εφαρμογή ανακύκλωσης όμως εμπεριέχει κινδύνους γρήγορης εξάπλωσης μολύνσεων στην καλλιέργεια όταν το διάλυμα απορροής δεν απολυμαίνεται πριν επαναχρησιμοποιηθεί.

Οι κυριότερες μέθοδοι απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος είναι η παστερίωση με θέρμανση, η έκθεσή του σε υπεριώδη ακτινοβολία και η αργή διήθηση μέσω άμμου. Η χρήση χημικών απολυμαντικών όπως όζον (O₃), οξυζενέ (H₂O₂) κ.α. περικλείει κινδύνους φυτο-τοξικότητας ενώ η διήθηση μέσω μικροφίλτρων παρουσιάζει προβλήματα απόφραξης. Τα περισσότερα συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών μπορούν να λειτουργούν τόσο ως κλειστά όσο και ως ανοιχτά. Για να λειτουργήσει όμως ως κλειστό ένα υδροπονικό σύστημα θα πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες εγκαταστάσεις, ώστε να είναι δυνατή η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος.

Εκτός από τον επιπλέον εξοπλισμό, η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος απαιτεί και διαφορετικούς χειρισμούς όσον αφορά την τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικό διάλυμα και γενικά την θρέψη της καλλιέργειας. Το πρόβλημα της συμπλήρωσης του διαλύματος απορροής συνίσταται στον καθορισμό των απαραίτητων ποσοτήτων νερού και πυκνών διαλυμάτων που πρέπει να προστεθούν σε αυτό ώστε το διάλυμα που θα προκύψει από αυτή την διαδικασία να έχει την επιθυμητή σύνθεση. Όπως είναι γνωστό, ο ρυθμός απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά δεν είναι σταθερός αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος και στάδιο ανάπτυξης του φυτού (έκταση φυλλικής επιφάνειας), τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ηλιοφάνεια, κ.λπ.) που επικρατούν σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, κ.λπ. Επομένως, ο όγκος θρεπτικού

διαλύματος που περισσεύει και απομακρύνεται από το ριζόστρωμα μετά την χορήγησή του στα φυτά καθώς και οι συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται σε αυτό διαφέρουν κάθε φορά^[11].

Κατά συνέπεια, οι ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων που πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα απορροής δεν είναι σταθερές και γι' αυτό δεν μπορούν να καθορισθούν εκ των προτέρων. Σε κάθε περίπτωση όμως, για να είναι εφικτή από τεχνική και οικονομική άποψη η ανακύκλωση του διαλύματος απορροής, η συμπλήρωσή του με τις κατάλληλες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων θα πρέπει να γίνεται αυτόματα με την βοήθεια κατάλληλου εξοπλισμού.

Οι στρατηγικές που μπορούν να εφαρμοσθούν για την συμπλήρωση του διαλύματος απορροής με τις αναγκαίες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων εξαρτώνται από τον διατιθέμενο εξοπλισμό και μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής τέσσερις κατηγορίες:

1. Συμπλήρωση με προεπιλεγόμενη αναλογία μείξης διαλύματος απορροής-νερού.
2. Συμπλήρωση με αυτόματα ρυθμιζόμενη αναλογία ανάμειξης απορροής-νερού.
3. Συμπλήρωση με αυτόματα μεταβαλλόμενη αναλογία έγχυσης λιπασμάτων.
4. Τρία μέρη κανονικό θρεπτικό διάλυμα κι ένα μέρος από το διάλυμα απορροής.

2.3 Καλλιέργεια σε στερεά υποστρώματα

Σε αυτή την κατηγορία το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται σε στερεά υποστρώματα και το θρεπτικό διάλυμα παρέχεται στα φυτά μέσω ενός αρδευτικού δικτύου. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι κλειστά η ανοιχτά (το θρεπτικό διάλυμα απορροής συγκεντρώνεται και απορρέει στο εξωτερικό περιβάλλον).

Ανοιχτά συστήματα^[8,9,10]

Αυτά τα συστήματα αναπτύχθηκαν πρώτα και είναι τα πιο απλά με τις λιγότερες απαιτήσεις. Στα ανοιχτά συστήματα, το κλάσμα απορροής (*leaching fraction*) δηλαδή το ποσοστό του θρεπτικού διαλύματος άρδευσης, τον τρόπο έλεγχου

και το υπόστρωμα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το κλάσμα απορροής θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 15-25%. Η ελκυστικότητα των ανοικτών συστημάτων οφείλεται κυρίως στην σχετική ομοιότητα με τις καλλιέργειες του εδάφους, λόγω της χρήσης ποικίλων στερεών υποστρωμάτων^[8]. Υπάρχουν όμως 2 βασικά μειονεκτήματα κατά την λειτουργία των ανοικτών συστημάτων :

A) Μόλυνση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα

B) Σπάταλη νερού και λιπασμάτων.

Τα μειονεκτήματα αυτά οδήγησαν στα κλειστά συστήματα.

Κλειστά συστήματα^[8,9,10]

Τα κλειστά συστήματα το διάλυμα απορροής ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η οικονομία στην κατανάλωση λιπασμάτων και σημαντική μείωση της ρύπανσης. Το βασικό μειονέκτημα τους είναι η πιθανή εξάπλωση ασθενειών σε όλα τα φυτά της καλλιέργειας. Η διατήρηση και το εύρος των φυτών, καθώς και η προσεκτική ρύθμιση της ανακύκλωσης αποτελούν δύο πολύ κάλους τρόπους αντιμετώπισης των κινδύνων μόλυνσης. Η επαναχρησιμοποίηση του θετικού διαλύματος απορροής μπορεί να οδήγησε σε συσσώρευση κάποιων ανεπιθύμητων ιόντων (πχ. Na, Cl) ειδικά σε περιπτώσεις που το νερό άρδευσης είναι μέτριας η κακής ποιότητας. Για αυτό τον λόγο ένα μικρό ποσοστό του θρεπτικού διαλύματος απορροής μπορεί να απορρίπτεται κατά αραιά χρόνια διαστήματα.

Το υψηλό κόστος επένδυσης σε εξοπλισμό απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος, είναι επίσης ένας από τους περιοριστικούς παράγοντες εξάπλωσης του συστήματος αυτού. Τα τελευταία χρόνια έχει αποδεδειχθεί η πιθανότητα μετάδοσης αρκετών μυκήτων, βακτηρίων και ιών, μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος. Σε συνθήκες καλλιεργητικής πράξης βεβαία, η βαθμιαία δημιουργία μιας φυσικής ανταγωνιστικής μικροχλωρίδας ως αντίδραση στην εμφάνιση παθογόνων μέσα στο κλειστό υδροπονικό σύστημα, είναι πιθανόν να ελέγχει βιολογικά την εξάπλωση τους. Η παραπάνω θεώρηση είναι μια πιθανή εξήγηση για το γεγονός ότι

καλλιεργητική πράξη τα προβλήματα μετάδοσης ασθενειών, μέσω του διαλύματος ανακύκλωσης είναι μικρότερα και λιγότερο συχνά από ότι αναμένονταν αρχικά^[8,12].

2.4 Καλλιέργεια σε λεπτή στοιβάδα θρεπτικού διαλύματος (NFT)

Η καλλιέργεια φυτών σε λεπτή στοιβάδα θρεπτικού διαλύματος (γνωστό ως *nutrient film technique* ή *NFT*) ξεκίνησε από την Αγγλία προς το τέλος της δεκαετίας του '60.

Στην τεχνική αυτή, εκτός από ένα μικρό κύβο μέσα στον οποίο φυτρώνει ο σπόρος και μεγαλώνει το φυτό, στο σπορείο, δεν υπάρχει άλλο στερεό υπόστρωμα και το φυτό αναπτύσσεται σε ένα θρεπτικό διάλυμα το οποίο επανακυκλοφορεί. Το σύστημα NFT αποτελείται από μια δεξαμενή, η οποία τοποθετείται στο έδαφος, στο χαμηλότερο σημείο του θερμοκηπίου και κανάλια, τα οποία τοποθετούνται πάνω στο έδαφος ή σε ανυψωμένα στηρίγματα, έτσι ώστε να έχουν μια ελαφρά κλίση προς τη δεξαμενή^[12].

Τα κανάλια κατασκευάζονται από γαλβανισμένο σίδηρο, πολυστερίνη ή άλλο κατάλληλο υλικό και η βάση και οι πλευρές τους καλύπτονται με πλαστικό. Τα φυτά τοποθετούνται στα κανάλια και το πλαστικό (μαύρο από μέσα και άσπρο από έξω) χρησιμοποιείται για να καλύψει τις ρίζες, οι οποίες χρειάζονται σκοτάδι για την ανάπτυξή τους. Με τη βοήθεια μιας αντλίας, το θρεπτικό διάλυμα μεταφέρεται στο υψηλότερο σημείο του συστήματος από όπου ρέει πίσω στη δεξαμενή δια μέσου των καναλιών.

Η ροή του νερού ρυθμίζεται έτσι, ώστε οι ρίζες του κάθε φυτού να βρίσκονται σε μια λεπτή στοιβάδα του θρεπτικού διαλύματος. Η σύνθεση και το PH του διαλύματος ρυθμίζονται από ηλεκτρόδια και όργανα ελέγχου και το σύστημα ολόκληρο μπορεί να προσφέρει ένα μεγάλο βαθμό αυτοματοποίησης, όπως η ρύθμιση της σύνθεσης και της θερμοκρασίας του θρεπτικού διαλύματος.

Το σύστημα NPT δίνει στον παραγωγό τη δυνατότητα να ελέγχει την ανάπτυξη των φυτών με μεγάλη ακρίβεια, ώστε να μεγιστοποιεί την παραγωγή και την ποιότητα των προϊόντων. Προσφέρει επίσης, οικονομία στην κατανάλωση λιπασμάτων και νερού^[9,12].

2.5 Καλλιέργεια σε συστήματα βαθιάς επιπλεύσεως (DFT)

Πρόκειται για ένα αρκετά προηγμένο υδροπονικό σύστημα που δεν έχει την ανάγκη στερεού υποστρώματος καθώς οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε ένα μεγάλο όγκο θρεπτικού διαλύματος. Η μέθοδος αυτή προσφέρεται για την παραγωγή υψηλής ποιότητας φυλλωδών λαχανικών, αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, καθώς και για την παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού^[12].

2.6 Καλλιέργεια σε συστήματα με πολλαπλά κανάλια (NGS)

Στο σύστημα αυτό, τα φυτά αναπτύσσονται σε κανάλια μεγάλου μήκους, τα οποία αποτελούνται από τρία τμήματα, το ένα κάτω από το άλλο που επικοινωνούν μεταξύ τους με μεγάλες οπές. Το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται στη ρίζα στο επάνω τμήμα και ρέει προς τα άλλα τμήματα του καναλιού. Τα κανάλια έχουν μια μικρή κλίση περίπου 1,5%, έτσι το θρεπτικό διάλυμα στραγγίζει και επαναπροωθείται στο ριζικό σύστημα των φυτών. Το ριζικό σύστημα των φυτών αναπτύσσεται σε όλα τα τμήματα των καναλιών^[12].

Το σύστημα NGS θεωρείται ότι επιτρέπει καλύτερη οξυγόνωση από το NFT και μπορεί να παρέχει πολύ περισσότερο νερό από αυτό που απορροφά η ρίζα, χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα αερισμού, επομένως δεν απαιτείται η συνεχής ρύθμιση της παροχής νερού^[12].

2.7 Συστήματα επίπλευσης (*float system*)

Αποτελούν τα πλέον εξελιγμένα συστήματα υδατοκαλλιεργειών χαμηλού κόστους και είναι κατάλληλα κυρίως για την καλλιέργεια φυλλωδών λαχανικών υπό κάλυψη. Για παράδειγμα οι περισσότερες μονάδες καλλιεργούν τους περισσότερους τύπους μαρουλιού, ρόκα και διάφορα αρωματικά φυτά. Παράλληλα, υπάρχει και η δυνατότητα καλλιέργειας λαχανοκομιών φυτών μεγαλύτερου βιολογικού κύκλου.

Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε το 1976 στην Ιταλία (*Massantini, 1976*) και το 1980 στην Αριζόνα στις ΗΠΑ (*Jensen, 1980*) με σκοπό την καλλιέργεια μαρουλιού και γενικότερα φυλλωδών λαχανικών. Σήμερα, η μέθοδος αυτή είναι αρκετά

δημοφιλής σε χώρες όπως η Ολλανδία, Ιαπωνία, ΗΠΑ, Ταϊβάν. Τα φυτά ουσιαστικά καλλιεργούνται σε επιπλέουσες «σχεδίες» που είναι κατασκευασμένες από ελαφρά συνθετικά υλικά (π.χ. πολυστυρένιο). Οι σχεδίες αυτές επιπλέουν στο θρεπτικό διάλυμα μέσα σε ειδικά κατασκευασμένες δεξαμενές. Οι δεξαμενές στεγανοποιούνται μέσω της επίστρωσης φύλλων πολυαιθυλενίου και γεμίζονται με θρεπτικό διάλυμα. Μια παραλλαγή του συστήματος αυτού είναι η χρήση καναλιών αντί δεξαμενής^[12].

Το ύψος της πλήρωσης της δεξαμενής ή των καναλιών με θρεπτικό διάλυμα ποικίλει ανάλογα με το ακολουθούμενο σύστημα (συνήθως από 5-25 cm). Τα σπορόφυτα αναπτύσσονται με τους κλασικούς τρόπους σε δίσκους με διάφορα υποστρώματα (περλίτης, βερμικουλίτης, ή οργανικά υποστρώματα). Όταν τα φυτά φτάσουν το στάδιο της μεταφύτευσης 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^[12].

Με αυτό τον τρόπο οι ρίζες βρίσκονται σε ένα περιβάλλον ιδανικής σύνθεσης και επομένως το φυτό παρουσιάζει μια αλματώδη ανάπτυξη, που μόνο περιορισμό έχει την γενετική ταχύτητα μεταβολισμού του ίδιου του φυτού. Η σύσταση του διαλύματος σε θρεπτικά στοιχεία ελέγχεται συνεπώς μέσω συστημάτων αυτόματου ελέγχου (όπως και στα κλασικά υδροπονικά συστήματα) και διορθώνεται κατάλληλα έτσι ώστε το φυτό να δέχεται την ιδανική θρέψη σε όλα τα στάδια ανάπτυξής του^[12].

Παράλληλα, με συχνές εγχύσεις αέρα (μέσω ειδικών αεροσυμπιεστών) στην δεξαμενή καλλιέργειας επιτυγχάνεται ο επαρκής αερισμός του διαλύματος και του ριζικού συστήματος των φυτών, γεγονός που προκαλεί την μέγιστη δυνατή επιτάχυνση του ρυθμού ανάπτυξης. Το αποτέλεσμα είναι να λαμβάνονται ποσοτικά μεγαλύτερες, ποιοτικά καλύτερες και αριθμητικά περισσότερες καλλιέργειες ανά έτος, από οποιοδήποτε άλλο γνωστό σύστημα καλλιέργειας^[12].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Πειραματικός Σχεδιασμός

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε το έτος 2017-2018 στο θερμοκήπιο Αεροπονίας-Υδροπονίας του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθούν και να συγκριθούν 4 διαφορετικές ποικιλίες κοκκαριού (*Allium cepa*) σε ένα υδροπονικό σύστημα. Οι παράγοντες που εξετάζονται είναι τα μορφολογικά χαρακτηριστικά κρεμμυδιού, καθώς και η ταχύτητα ανάπτυξης των διαφόρων ποικιλιών κοκκαριού.

Ο αριθμός σποράς των κοκκαριών σε κάθε ποικιλία ήταν εκατόν σαράντα (140). Τα κοκκάρια φυτεύθηκαν όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία. Εφτά (ή εννέα) τοποθετημένα οριζόντια και έντεκα κάθετα μέσα σε φελιζόλ φύτεσης. Από την κάθε ποικιλία μετρήθηκαν τα αρχικά βάρη το κοκκαριών και έπειτα φυτεύτηκαν σε δισκία σποράς (*polytray*).



Εικ. 3.1: Δισκία Σποράς που φυτεύτηκαν τα κοκκάρια

3.2 Επιλογή Κοκκαριών

Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις (4) διαφορετικές ποικιλίες κρεμμυδιών με διαφορετικό βάρος κοκκαριού. Οι εν λόγω ποικιλίες παρατίθενται παρακάτω στις εικόνες:



Εικ. 3.2: Ποικιλία *Snowball* (λευκό κρεμμύδι)



Εικ. 3.3: Ποικιλία Θήβας



Εικ. 3.3: Ποικιλία *Red Karmen*



Εικ. 3.4: Ποικιλία Χαλκίδος

3.3 Προετοιμασία του συστήματος επίπλευσης (*Floating system*)

Καθώς η προετοιμασία των κοκκαριών τέλειωνε, ξεκίνησε η προετοιμασία αυτοσχέδιου υδροπονικού συστήματος τύπου «*Float System*», όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα 3.5. Αρχικά κατασκευάστηκε ένα ξύλινο πλαίσιο χωρητικότητας 460 λίτρων νερού, στη βάση του οποίου τοποθετήθηκε μαύρο νάιλον για τη διατήρηση του ριζικού συστήματος στο σκοτάδι με σκοπό τη συγκράτηση νερού και θρεπτικού διαλύματος στο σύστημα που επιπλέουν οι δίσκοι σποράς. Το βάθος του αυτοσχέδιου υδροπονικού συστήματος ήταν 15 cm. Στη συνέχεια έγινε εφοδιασμός της κατασκευής με σύστημα αερισμού του θρεπτικού διαλύματος με ηλεκτρική αντλία αερισμού με δύο εξόδους οξυγόνου τύπου Air Pump AR-8500 (Εικ. 3.6). Το θρεπτικό διάλυμα είχε την εξής χημική σύνθεση:

Σύνθεση Θρεπτικού Διαλύματος Hoagland & Arnon			
Κύρια Θρεπτικά Συστατικά	(mmol/l)	Ιχνοστοιχεία	(μmol/l)
NO_3^-	14.0	Fe	25.00
H_2PO_4^-	1.0	Mn	9.10
SO_4^{2-}	2.0	Zn	0.75
K^+	6.0	Cu	0.30
NH_4^+	1.0	B	46.30
Ca^{2+}	4.0	Mo	0.10
Mg^{2+}	2.0		



Εικ.: 3.5 Αυτοσχέδια ξύλινα πλαίσια υδροπονικής καλλιέργειας



Εικ.: 3.6 Ηλεκτρική αντλία οξυγόνου (AirPump AR-8500)

Το pH διατηρήθηκε σε σταθερό επίπεδο ($\sim 5,50 \pm 0,5$) με τη χρήση ειδικού οργάνου τύπου prosystem aqua pH control. Η αγωγιμότητα το pH και το ποσοστό οξυγόνου του νερού του υδατικού διαλύματος, επιτηρείτο σε τακτά χρονικά διαστήματα με ηλεκτρονικό αγωγιμόμετρο και πεχάμετρο και οξυγονομετρο.



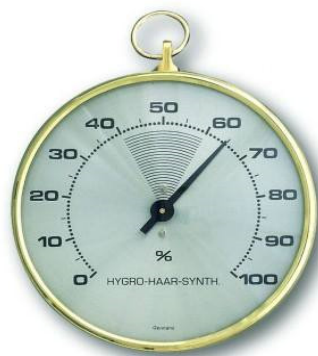
Εικ.: 3.7 Αντλία Αυτόματης Ρύθμισης pH



Εικ.: 3.8 Hanna Instruments HI 991300 pH/ EC/ TDS

OxyGuard Handy Polaris (οξυγονομετρο)

Εφόσον ρυθμίσαμε την EC να είναι επιθυμητή για τα κρεμμύδια ($1.40-1.90 \text{ dS m}^{-1}$) ξεκίνησε η προετοιμασία των *polytrey*. Για την προετοιμασία των δίσκων σποράς αναμείξαμε μαύρη τύρφη με περλίτη (60% μαύρη τύρφη – 40% περλίτη) έπειτα έγινε φύτευση κοκκαριών, εφαρμόστηκε ελαφρώς πότισμα στους δίσκους σποράς και μετά από 2 ώρες τοποθετήθηκαν στο σύστημα. Επίσης τοποθετήθηκαν όργανα παρακολούθησης θερμοκρασίας, υγρασίας.



Εικ.: 3.9 Υγρασιόμετρο



Θερμοκρασιόμετρο



Εικ.: 3.10 Το χωμά, και τα συστατικά του, που χρησιμοποιήθηκε για την καλλιέργεια

Επίσης βιντεοσκοπήθηκε η αναπτυξιακή ταχύτητα των φυτών με σύστημα κάμερας και καταγραφικού.



Εικ.: 3.11 Σύστημα κάμερας και καταγραφικού που χρησιμοποιήθηκαν για την βιντεοσκόπηση της καλλιέργειας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

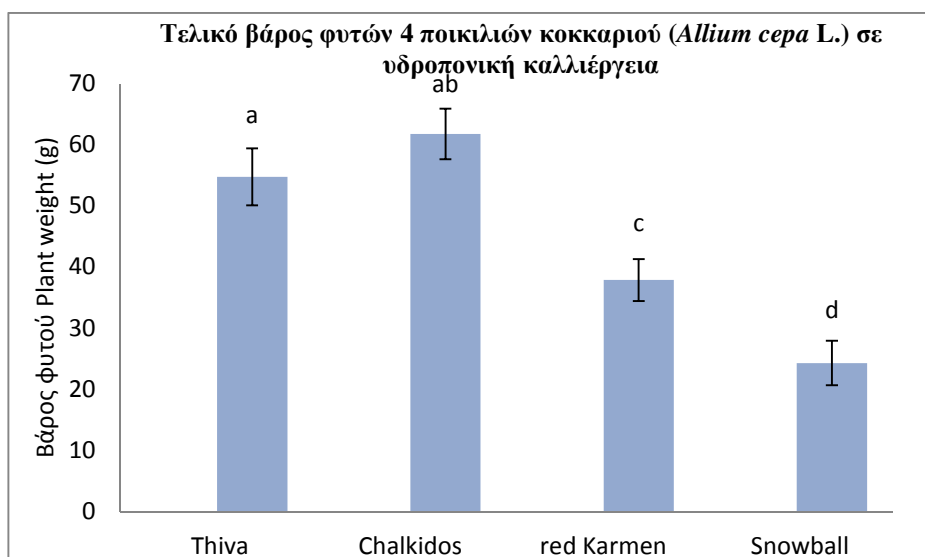
4.1 Αρχικό βάρος κοκκαριών

Ο παρακάτω πίνακας μας αναφέρει τα αρχικά βάρη των 4 ποικιλιών κοκκαριού που φυτεύτηκαν. Η ποικιλία *Thiva* με βάρος (8,202), και η *Chalkidos* με βάρος (7,624) έχουν διαφορά ως προς το αρχικό βάρος σε σχέση με τις ξενικές ποικιλίες *Red Karmen* με βάρος (3,940) και *Snowball* (4,150).

Πίνακας 1: Αρχικό βάρος 4 ποικιλιών κοκκαριών (*Allium cepa* L.) και η τυπική τους απόκλιση (\pm s.d) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίβλεψης.

Αρχικό βάρος κοκκαριών (g)			
Thiva	Chalkidos	Red Karmen	Snowball
8,202 ^a \pm ,025	7,624 ^b \pm 0,024	3,940 ^c \pm 0,024	4,150 ^d \pm 0,057

4.1.1 Τελικό βάρος φυτών

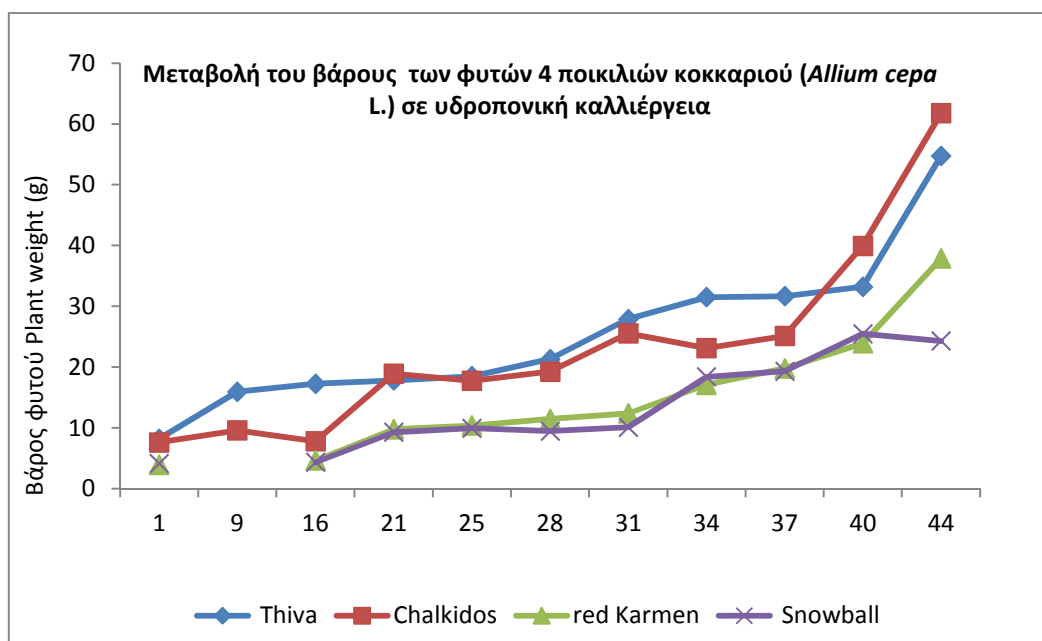


Διάγραμμα 1: Τελικό βάρος φυτών 4 ποικιλιών κοκκαριού (*Allium cepa* L.) και η τυπική τους απόκλιση (\pm s.d) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Το τελικό βάρος των φυτών των 4 ποικιλιών κοκκαριών στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκησε 44 μέρες και έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η ποικιλία *Chalkidos* είχε το μεγαλύτερο βάρος (61,77gr) και ακολουθεί ως προς το βάρος η ποικιλία *Thiva* (54,74gr), οι δυο ποικιλίες δεν διαφέρουν στατιστικά (Διάγραμμα 1). Η ποικιλία *Red karmen* έχει τελικό βάρος (37,87gr) και η ποικιλία *Snowball* (24,30gr). Οι δυο ποικιλίες με μικρότερο αρχικό βάρος (α,β) είχαν ως αποτέλεσμα μικρότερο βάρος και διέφεραν αρκετά από την καλλιέργεια των 4 ποικιλιών.

4.1.2 Μεταβολή του βάρους των ριζικών συστημάτων του φυτού

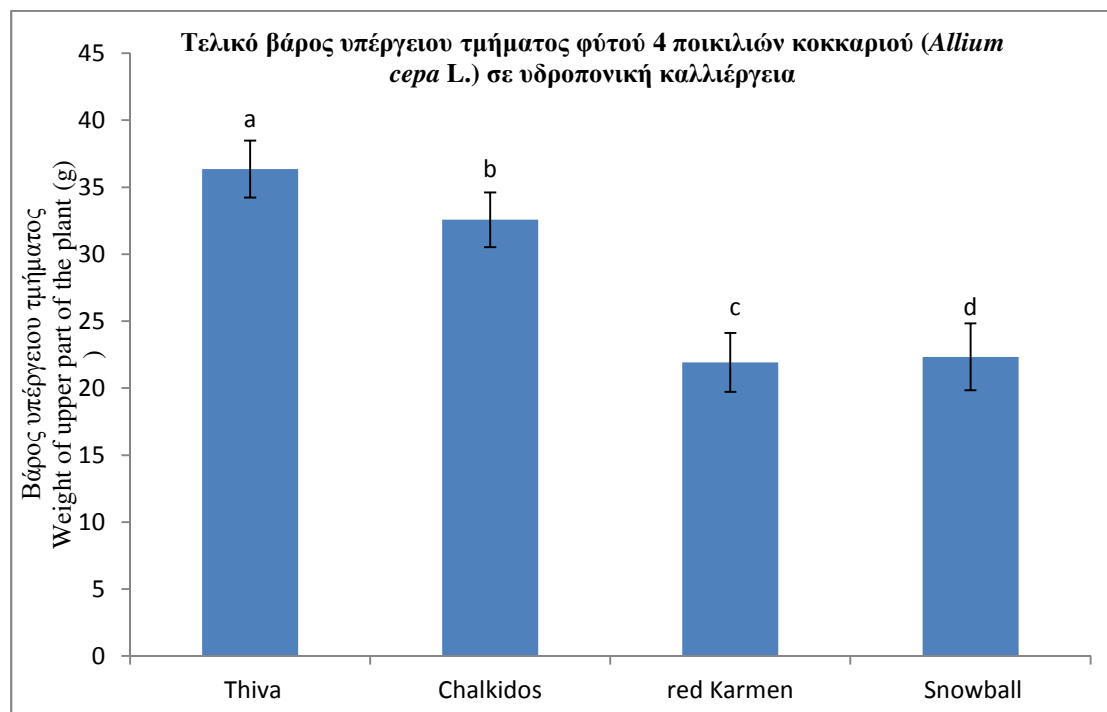


Διάγραμμα 2: Μεταβολή του βάρους των φυτών 4 ποικιλιών κοκκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Στο διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η πορεία της αύξησης των 4 ποικιλιών κοκκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια κατά την περίοδο των 44 ημερών μετά από την σπορά.

Οι ποικιλίες *Thiva* και *Chalkidos* έχουν περίπου το ίδιο βάρος σε όλη την διάρκεια του πειράματος ενώ οι ποικιλίες *Red Karmen* και *Snowball* αν και βλέπουμε ότι είναι περίπου στα ίδια επίπεδα διαφέρουν από τις υπόλοιπες ποικιλίες.

4.2 Τελικό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού



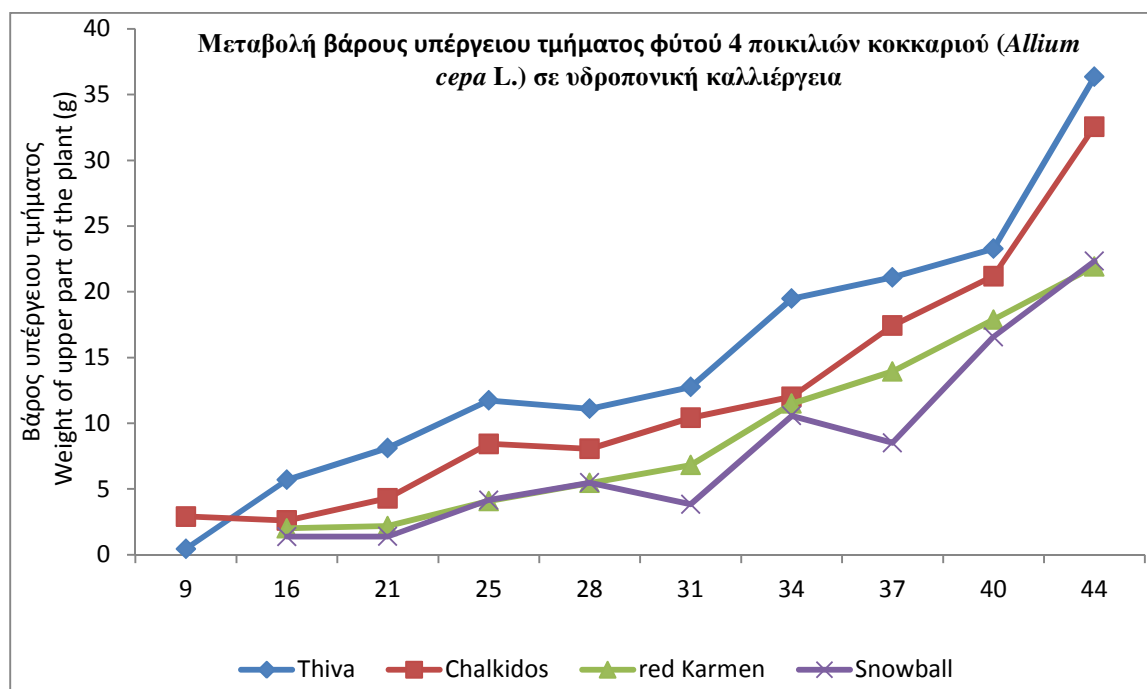
Διάγραμμα 3: Τελικό βάρος υπέργειου τμήματος φυτού και η τυπική τους απόκλιση (\pm s.d) 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης

Το τελικό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών των 4 ποικιλιών κockκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκτησε 44 μέρες και μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η ποικιλία *Thiva* είχε το μεγαλύτερο βάρος υπέργειου τμήματος με (36.35γρ.) και ακολουθεί η ποικιλία *Chalkidos* με (32.57γρ.). Οι 2 ποικιλίες δεν διαφέρουν στατιστικά. (Διάγραμμα 3).

Η ποικιλία *Red Karmen* έχει τελικό βάρος υπέργειου τμήματος (21.93γρ.) και η ποικιλία *Snowball* (22.33γρ.). Οι 2 ποικιλίες που είχαν τα μικρότερα βάρη στο υπέργειο τμήμα τους διαφέρουν αρκετά στην καλλιέργεια των 4 ποικιλιών.

4.2.1 Μεταβολή βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού

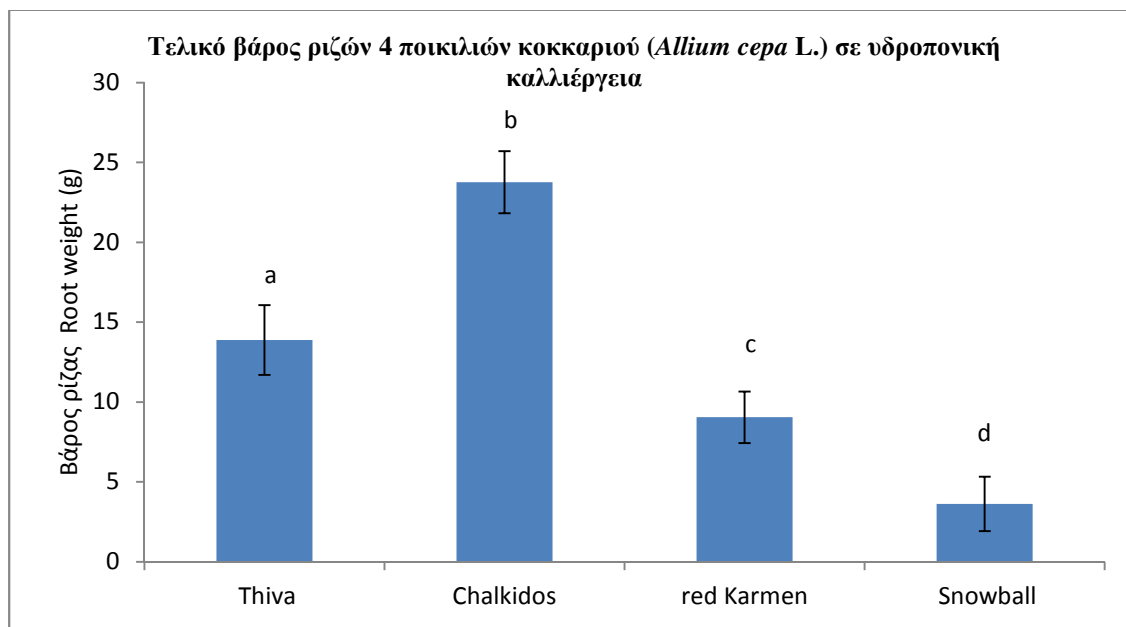


Διάγραμμα 4: Μεταβολή βάρους υπέργειου τμήματος φυτού 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια από 9 Φεβρουαρίου έως 25 Μαρτίου 2018

Στο διάγραμμα 4 παρουσιάζεται η πορεία της αύξησης των 4 ποικιλιών κockκαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο των 44 ημερών.

Οι ποικιλίες *Thiva* και *Chalkidos* έχουν περίπου την ίδια πορεία ενώ οι ποικιλίες *Red Karmen* και *Snowball* αν και βλέπουμε ότι είναι στατιστικά στα ίδια επίπεδα διαφέρουν από τις άλλες 2 ποικιλίες.

4.3 Τελικό βάρος ριζών

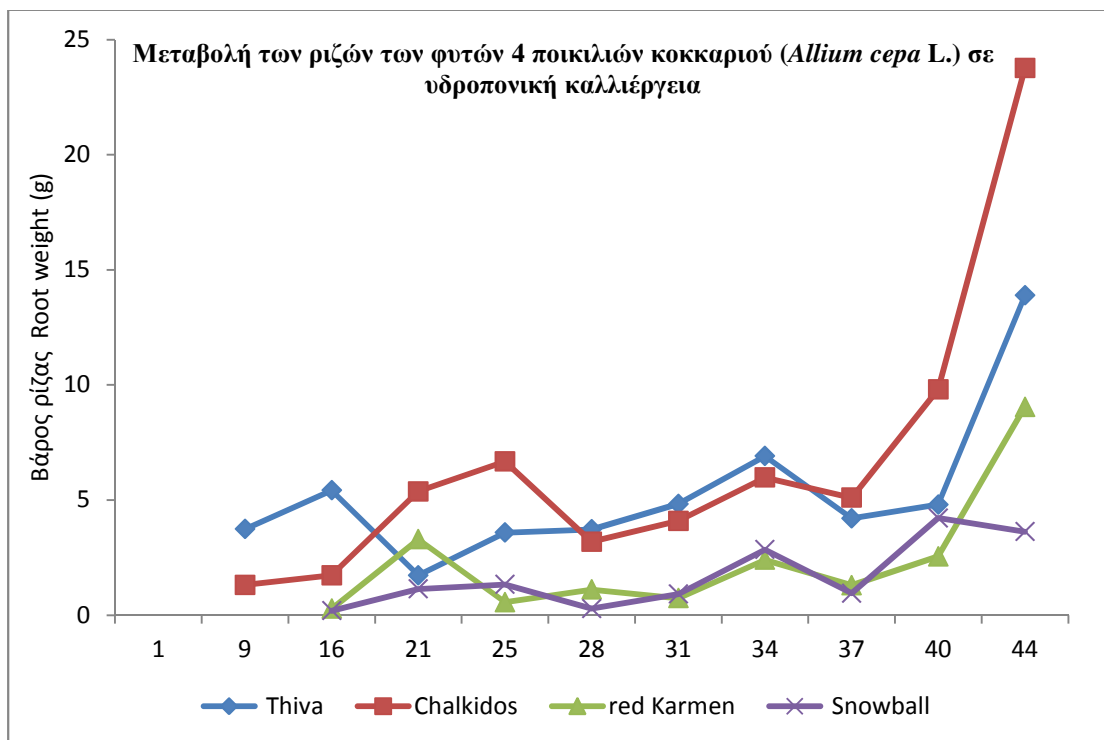


Διάγραμμα 5: Τελικό βάρος ρίζας 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) και η τυπική τους απόκλιση (\pm s.d) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης .

Το τελικό βάρος των ριζών 4 ποικιλιών κockκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκτησε 44 ημέρες και μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η ποικιλία *Chalkidos* έχει το μεγαλύτερο βάρος ριζών με (23.76γρ.) και ακολουθεί η ποικιλία *Thiva* με βάρος (13.89γρ.) Στην Συνέχεια έχουμε την ποικιλία *Red Karmen* με βάρος ριζών (9.04γρ.) και τέλος έχουμε την *Snowball* με (3.63γρ.). Οι 4 αυτές ποικιλίες όπως βλέπουμε και στο διάγραμμα 5 έχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους ως προς το βάρος των ριζών.

4.3.1 Μεταβολή των ριζών των φυτών

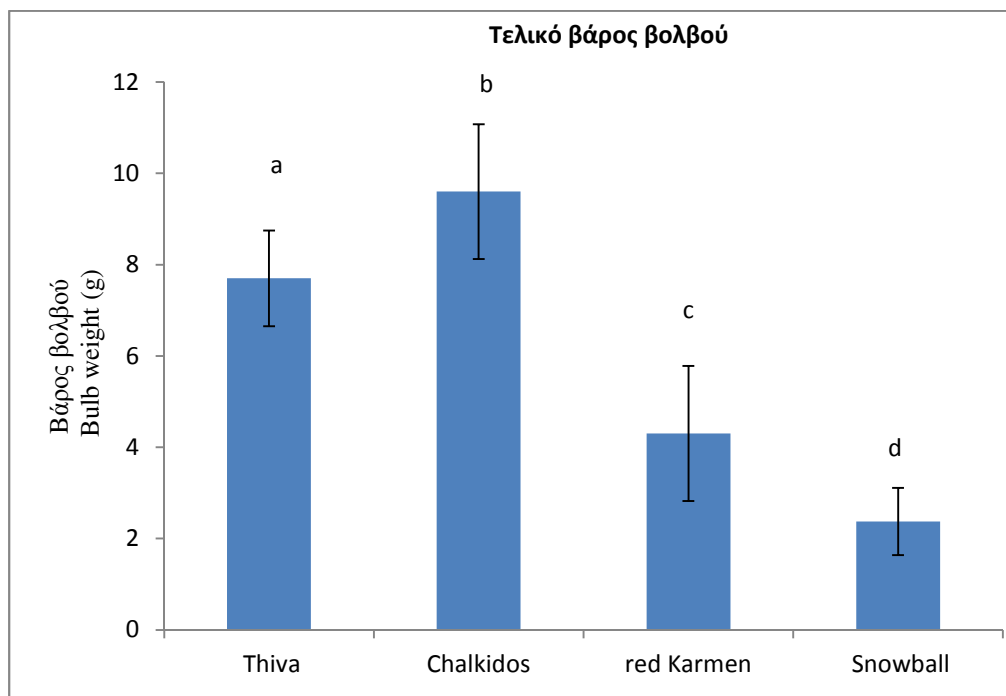


Διάγραμμα 6: Μεταβολή των ριζών των φυτών 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Το διάγραμμα 6 παρουσιάζει την πορεία της αύξησης των ριζών 4 ποικιλιών κockκαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο των 44 ημερών μετά την σπορά.

Οι ποικιλίες *Thiva* και *Chalkidos* βλέπουμε στο διάγραμμα πως όλο τον καιρό αναπτύσσονται περίπου μαζί. Τις τελευταίες μέρες η ποικιλία *Chalkidos* ενώ το πείραμα έφτανε στο τέλος είχε μια ανοδική αύξηση στο ριζικό της σύστημα. Οι ποικιλίες *Red Karmen* και *Snowball* ενώ και αυτές αναπτύσσονται στον ίδιο ρυθμό, βλέπουμε τις τελευταίες μέρες μια μεγαλύτερη ανάπτυξη από την *Red Karmen*.

4.4 Τελικό βάρος βολβού



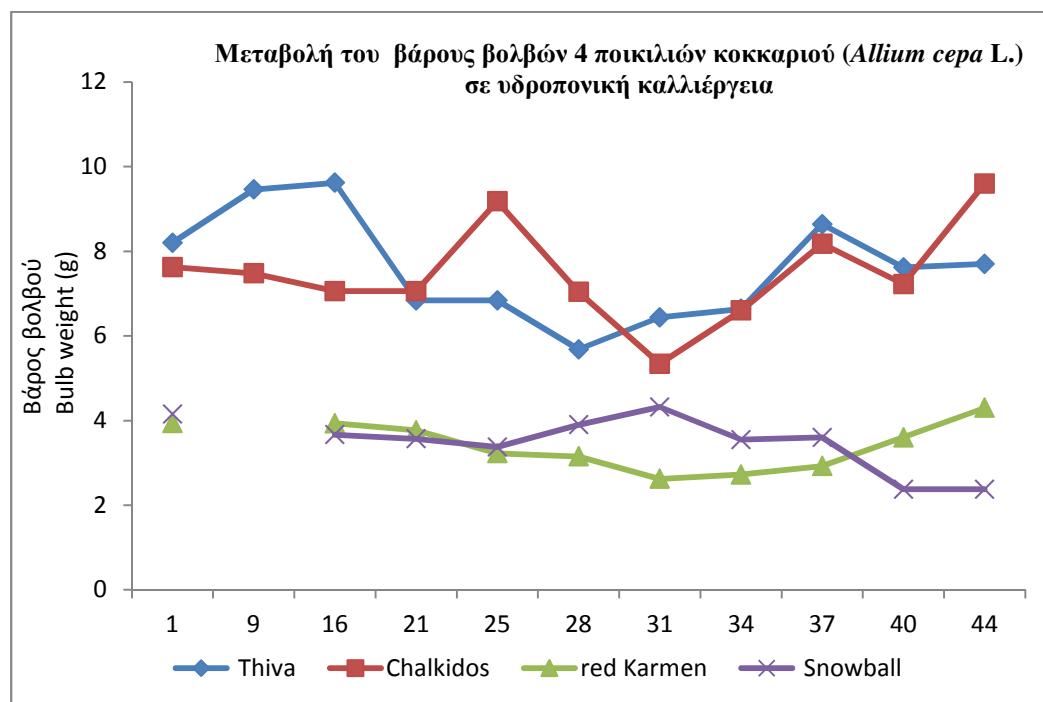
Διάγραμμα 7: Τελικό βάρος βολβού 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) και η τυπική τους απόκλιση (\pm s.d) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Το τελικό βάρος των βολβών 4 ποικιλιών κockκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκησε 44 ημέρες και μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η ποικιλία *Chalkidos* είχε το μεγαλύτερο βάρος βολβού με (9.60γρ.) και ακολουθεί η ποικιλία *Thiva* με (7.70γρ.). Οι 2 ποικιλίες διαφέρουν ελάχιστα στατιστικά (Διάγραμμα 7).

Η ποικιλία *Red Karmen* έχει τελικό βάρος βολβού (4.30γρ.) και τέλος η ποικιλία *Snowball* (2.38γρ.). Οι *Red karmen* και *Snowball* οι οποίες είχαν μικρότερο αρχικό βάρος βολβού είχαν ως αποτέλεσμα και μικρότερο τελικό βάρος του βολβού.

4.4.1 Μεταβολή του βάρους των βολβών



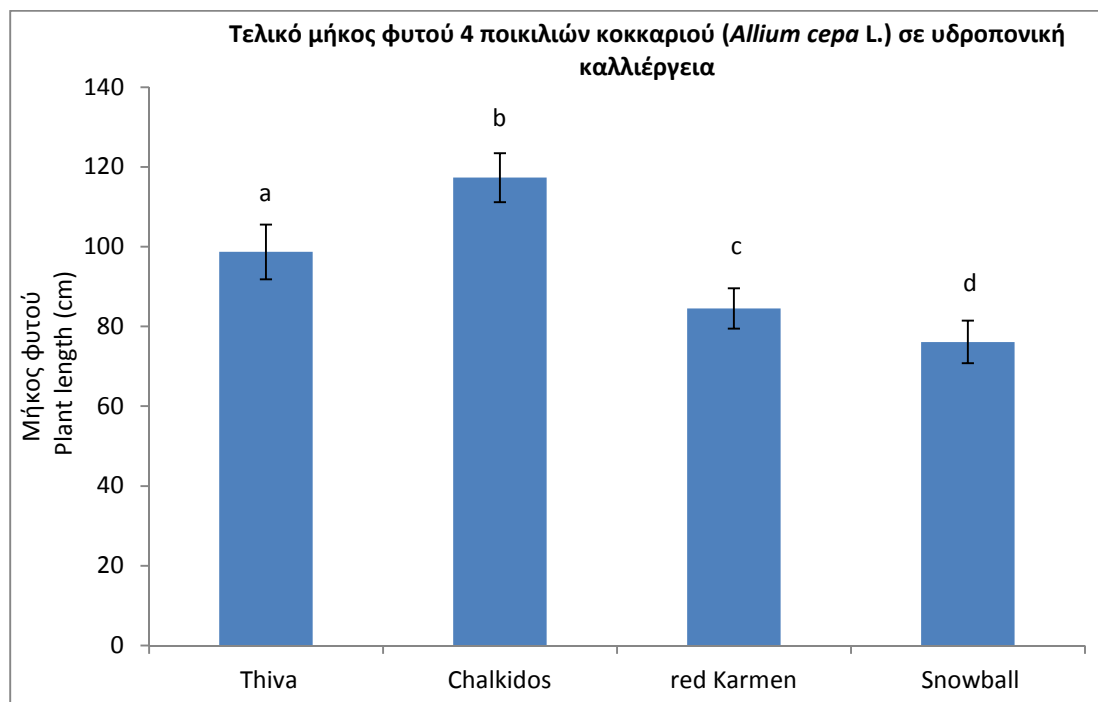
Διάγραμμα 8: Μεταβολή του βάρους των βολβών 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα . επίπλευσης

Στο διάγραμμα 8 παρουσιάζεται η πορεία της αύξησης του βάρους 4 βολβών στις 4 ποικιλίες κockκαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο των 44 ημερών.

Το βάρος των ποικιλιών *Thiva* και *Chalkidos* μεταβάλλεται με τον ίδιο ρυθμό καθ'ολη την διάρκεια του πειράματος.

Οι ποικιλίες *Red Karmen* και *Snowball* μεταβάλλονται με τον ίδιο ρυθμό μεταξύ τους σε κατώτερα βάρη σε σχέση με τις άλλες 2 ποικιλίες.

4.5 Τελικό μήκος φυτού



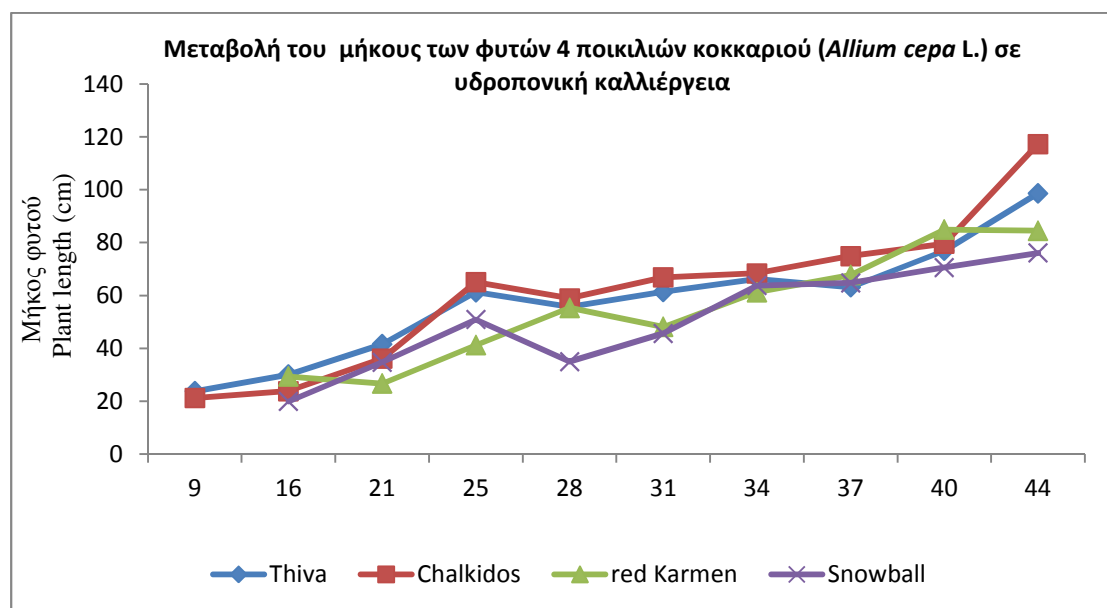
Διάγραμμα 9: Τελικό μήκος φυτού 4 ποικιλιών κοκκαριού (*Allium cepa* L.) και η τυπική τους απόκλιση (\pm s.d) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Το τελικό μήκος των φυτών 4 ποικιλιών κοκκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκησε 44 ημέρες και μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η ποικιλία *Chalkidos* είχε το μεγαλύτερο μήκος φυτών με (117.29cm) και ακολουθεί η ποικιλία *Thiva* με (98.67cm). Οι 2 αυτές ποικιλίες διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους. Η ποικιλία *Red Karmen* έχει τελικό μήκος φυτών (84.51cm) και η ποικιλία *Snowball* (76.10cm). Οι 2 αυτές ποικιλίες δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους.

Οι ποικιλίες *Snowball* και *Red Karmen* οι οποίες είχαν μικρότερο αρχικό βάρος κοκκαριού από τις υπόλοιπες 2 είχαν ως αποτέλεσμα και μικρότερο τελικό μήκος φυτών.

4.5.1 Μεταβολή του μήκους των φυτών



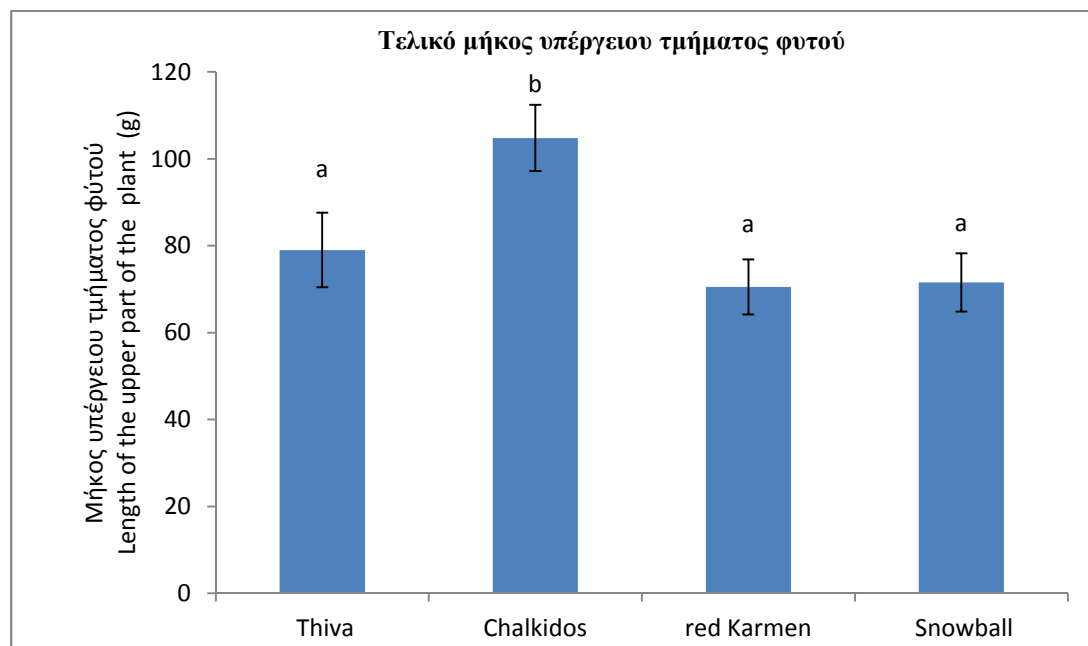
Διάγραμμα 10: Μεταβολή του μήκους των φυτών 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης .

Στο διάγραμμα 10 παρουσιάζεται η πορεία της αύξησης του μήκους των φυτών στις 4 ποικιλίες κockκαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο των 44 ημερών.

Ο ρυθμός μεταβολής του μήκους των φυτών των 4 ποικιλιών είναι ίδιος καθ'ολη την διάρκεια το πειράματος.

Τέλος ελάχιστες φορές βλέπουμε αλλαγές στο διάγραμμα. Η πιο οπτικοφανες αλλαγές που βλέπουμε είναι της 28 ημέρα και την 44 που η ποικιλία *Snowball* ξεχωρίζει από τις άλλες 3 ποικιλίες.

4.6 Τελικό μήκος υπέργειου τμήματος φυτού



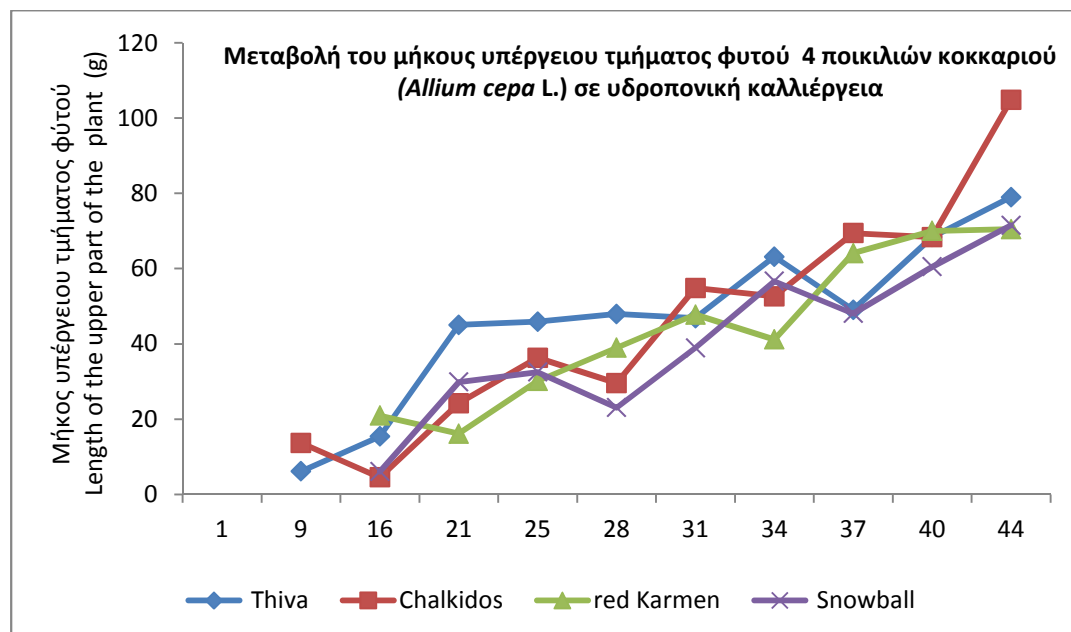
Διάγραμμα 11: Τελικό μήκος υπέργειου τμήματος φυτού 4 ποικιλιών κοκκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Το τελικό μήκος του υπέργειου τμήματος των φυτών 4 ποικιλιών κοκκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκησε 44 ημέρες και μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η ποικιλία *Chalkidos* είχε το μεγαλύτερο μήκος υπέργειου τμήματος φυτού με (104.80cm) και ακολουθούν οι υπόλοιπες 3 ποικιλίες *Thiva* (79.01cm) *Red Karmen* (70.49cm) και η *Snowball* (71.51cm). Πέρα από την *Chalkidos* οι υπόλοιπες ποικιλίες δεν διαφέρουν στατιστικά (Διάγραμμα 11).

Τέλος οι ποικιλίες *Red Karmen* και *Snowball* με μικρότερα αρχικά βάρη κοκκαριών έφτασαν αρκετά κοντά τις ποικιλίες *Chalkidos* και *Thivas* με μεγαλύτερα αρχικά βάρη.

4.6.1 Μεταβολή του μήκους υπέργειου τμήματος φυτού

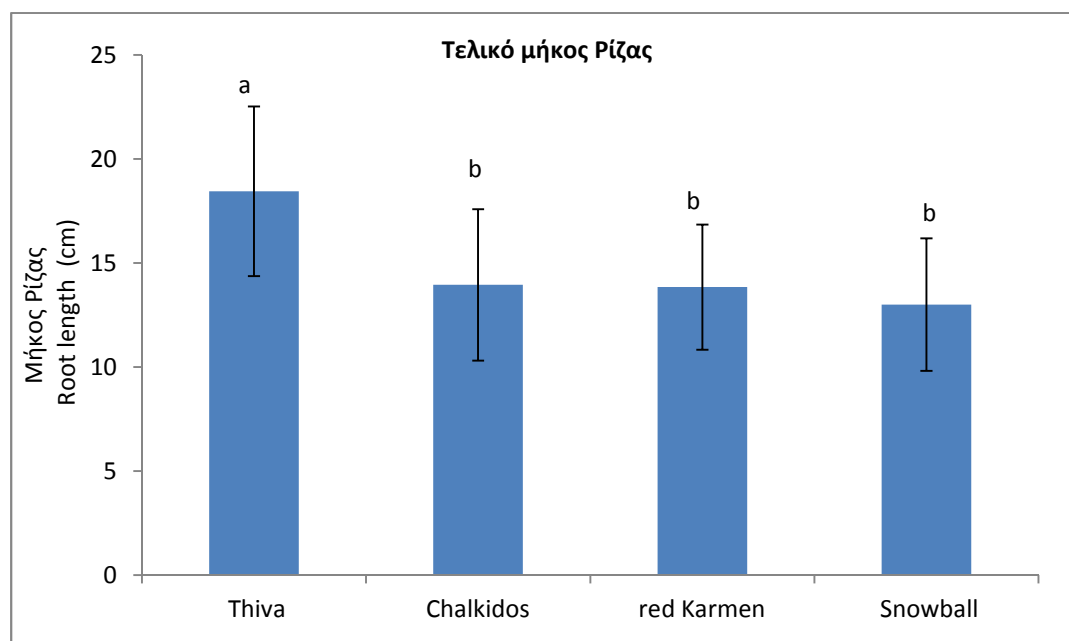


Διάγραμμα 12: Μεταβολή του μήκους υπέργειου τμήματος φυτού 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης .

Στο διάγραμμα 12 παρουσιάζεται η πορεία της αύξησης του μήκους του υπέργειου τμήματος των φυτών 4 ποικιλιών κockκαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο των 44 ημερών.

Η μεταβολή του μήκους του υπέργειου τμήματος και για της 4 ποικιλίες είναι ίδια καθ'ολη την διάρκεια του πειράματος, βεβαία έχουμε μερικές αλλαγές στην αύξηση του μήκους όπως την 16 ημέρα βλέπουμε τις ποικιλίες *Chalkidos* και *Snowball* να έχουν την μικρότερη αύξηση μήκους αλλά αντίθετος την 44^η ημέρα βλέπουμε την ποικιλία *Chalkidos* να έχει την μεγαλύτερη αύξηση στο μήκος του υπέργειου τμήματος.

4.7 Τελικό μήκος Ρίζας

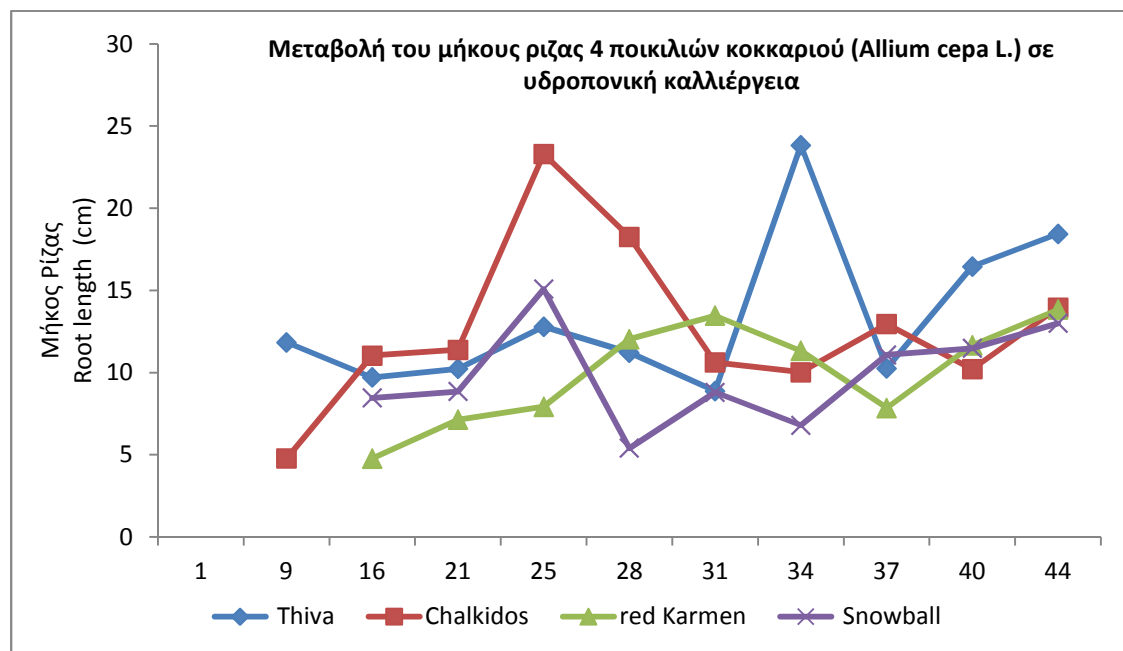


Διάγραμμα 13: Τελικό μήκος ρίζας 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Το τελικό μήκος της ρίζας των φυτών 4 ποικιλιών κockκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκτησε 44 ημέρες και μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η ποικιλία *Thiva* αν και με μικρή διάφορα από τις άλλες ποικιλίες είχε το μεγαλύτερο μήκος ρίζας με (18,44cm). Οι ποικιλίες *Chalkidos* με μήκος ρίζας (13.95cm), *Red Karmen* (13.84cm) και *Snowball* με (13cm) ήταν στατιστικά ίδιες μεταξύ τους (Διάγραμμα 13). Αν και οι ποικιλίες *Red Karmen* και *Snowball* είχαν μικρότερο αρχικό βάρος από την *Chalkidos* έφτασαν σχεδόν στο ίδιο μήκος ρίζας.

4.7.1 Μεταβολή του μήκους ρίζας

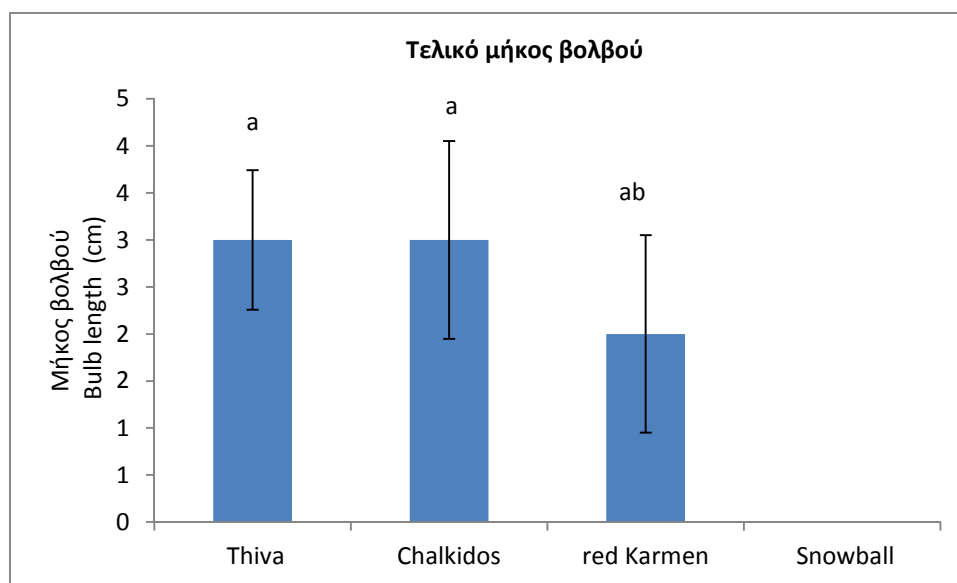


Διάγραμμα 14: Μεταβολή του μήκους ρίζας 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Στο διάγραμμα 14 παρουσιάζεται η πορεία της αύξησης του μήκους των ριζών 4 ποικιλιών κockκαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο των 44 ημερών.

Αν εξαιρέσουμε την 25 ημέρα που η ποικιλία *Chalkidos* είχε την μεγαλύτερη ανάπτυξη στο μήκος της ρίζας, την 34 που η ποικιλία *Thiva* είχε και αυτή το μεγαλύτερο μήκος ρίζας, βλέπουμε πως κατά την διάρκεια του πειράματος η μεταβολή του μήκους της ρίζας και στις 4 ποικιλίες ήταν ίδια.

4.8 Τελικό μήκος βολβού

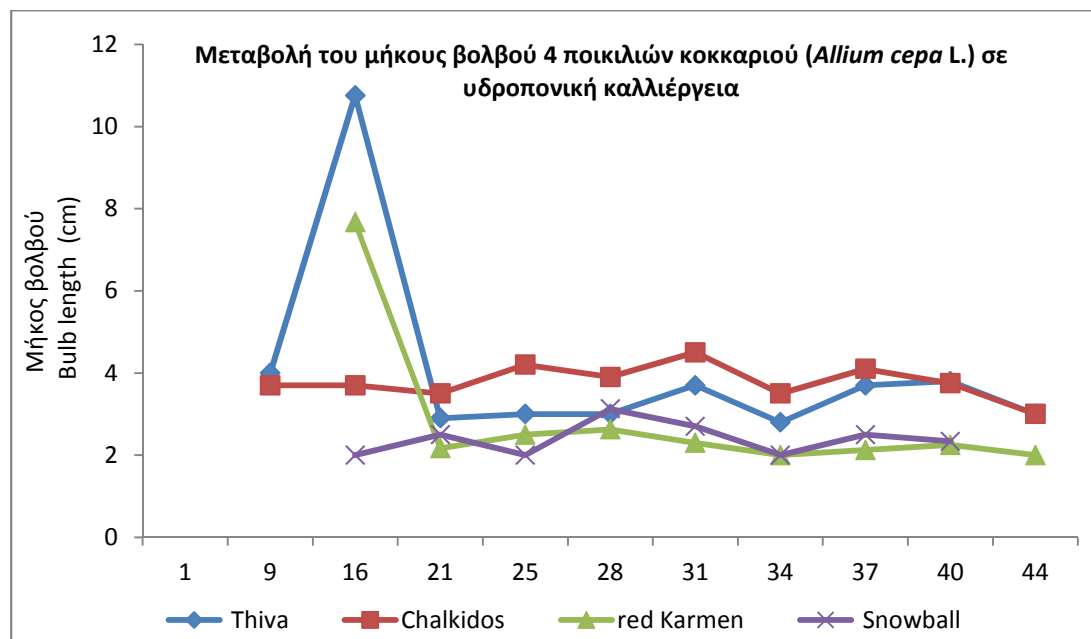


Διάγραμμα 15: Τελικό μήκος βολβού 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Το τελικό βάρος των βολβών 4 ποικιλιών κockκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκτησε 44 μέρες και μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Οι 3 ποικιλίες *Thiva* με μήκος βολβού (3cm), *Chalkidos* (3cm) και *Red Karmen* (2cm) δεν διαφέρουν στατιστικά η ποικιλία *snowball* στο τέλος δεν έχει καθόλου μήκος βολβού. (διάγραμμα 15)

4.8.1 Μεταβολή του μήκους βολβού

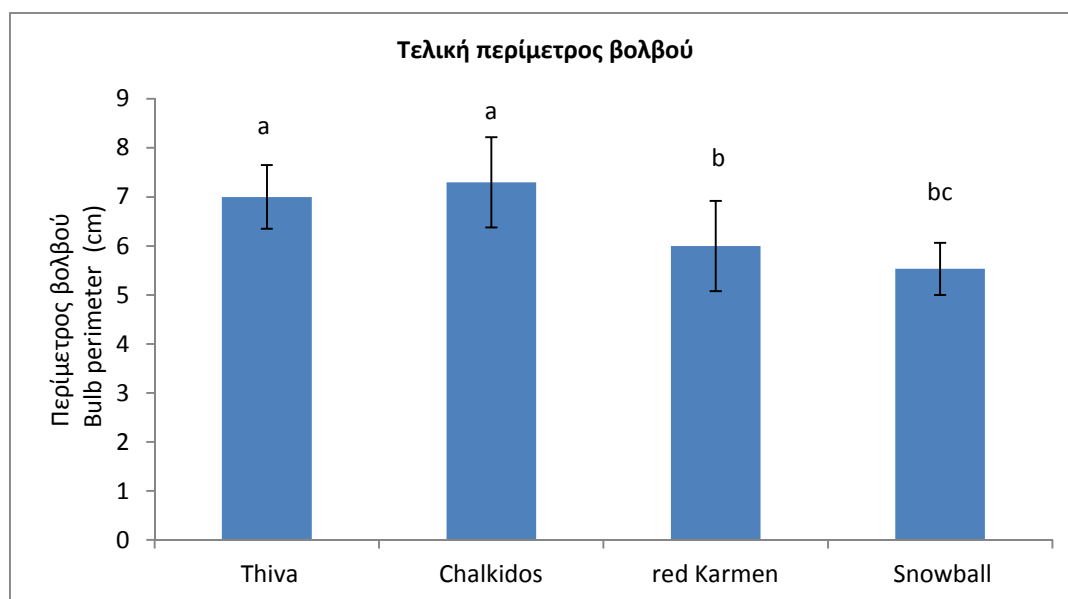


Διάγραμμα 16: Μεταβολή του μήκους βολβού 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Στο διάγραμμα 16 παρουσιάζεται η πορεία της αύξησης του μήκους των βολβών 4 ποικιλιών κockκαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο 44 ημερών.

Οι ποικιλίες *Thiva* και *Red Karmen* την 16 ημέρα είχαν το μεγαλύτερο μήκος βολβού από τις υπόλοιπες ποικιλίες, παρόλα αυτά βλέπουμε στην συνέχεια του πειράματος ότι και οι 4 ποικιλίες έχουν σχεδόν ίδια μεταβολή του μήκους του βολβού.

4.9 Τελική περίμετρος βολβού

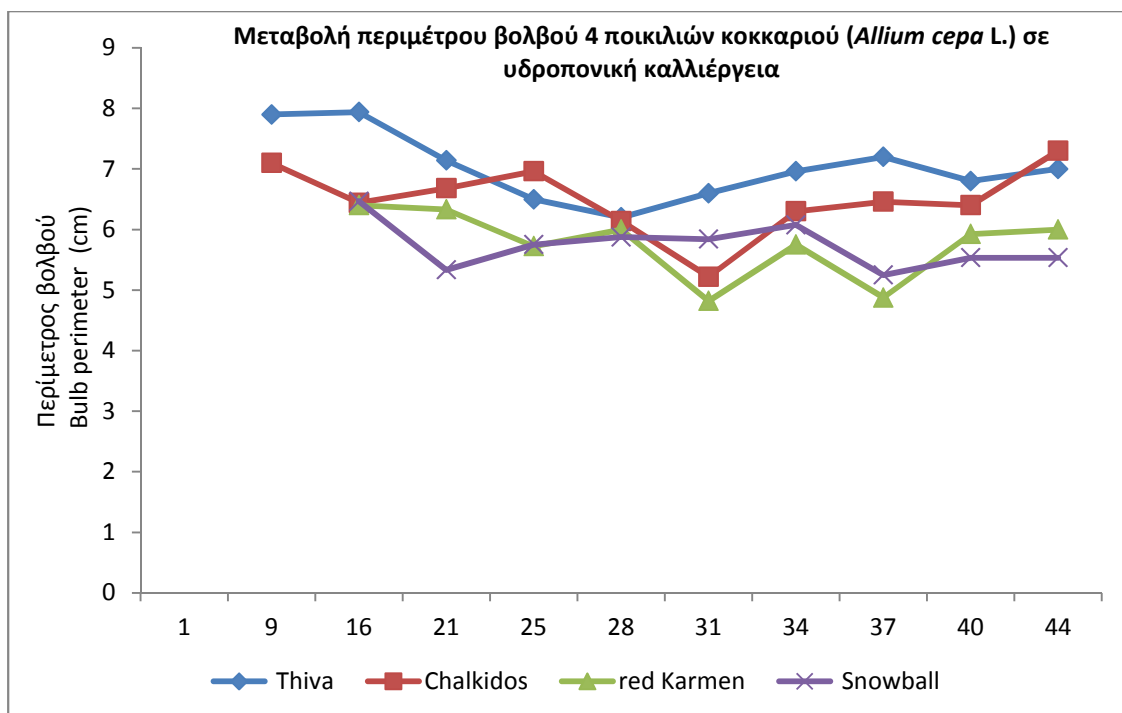


Διάγραμμα 17: Τελική περίμετρος βολβού 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια μετά από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης

Η τελική περίμετρος των φυτών 4 ποικιλιών κockκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκτησε 44 ημέρες και μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η ποικιλία *Chalkidos* είχε την μεγαλύτερη περίμετρος βολβού (7,3cm) και ακολουθεί η ποικιλία *Thiva* με (7cm). Οι δυο αυτές ποικιλίες δεν διαφέρουν μεταξύ τους (διάγραμμα 17). Η ποικιλία *Red Karmen* με περίμετρο βολβού (6cm) και η *Snowball* με (5,53cm) δεν διαφέρουν μεταξύ τους. Τέλος η ποικιλία *Snowball* διαφέρει ελάχιστα από τις ποικιλίες *Thiva* και *Chalkidos*.

4.9.1 Μεταβολή περιμέτρου βολβού

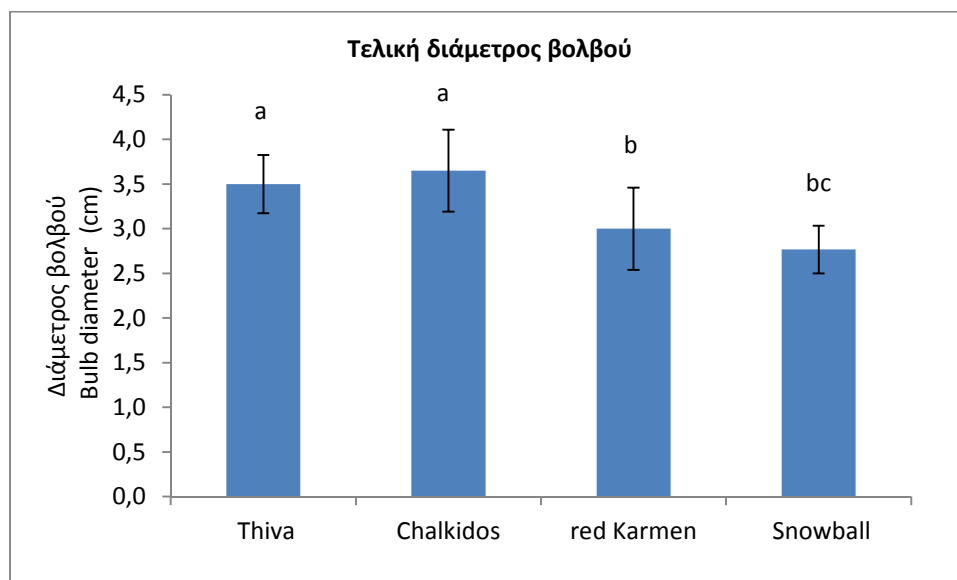


Διάγραμμα 18: Μεταβολή περιμέτρου βολβού 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Στο διάγραμμα 18 παρουσιάζεται η πορεία της μεταβολής περιμέτρου βολβού 4 ποικιλιών κockκαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο των 44 ημερών.

Η ποικιλία *Thiva*, *Chalkidos*, *Red Karmen* και *Snowball* κατά την διάρκεια του πειράματος δεν είχαν κάποια ιδιαίτερη μεταβολή στην περίμετρο το βολβών.

4.10 Τελική διάμετρος βολβού

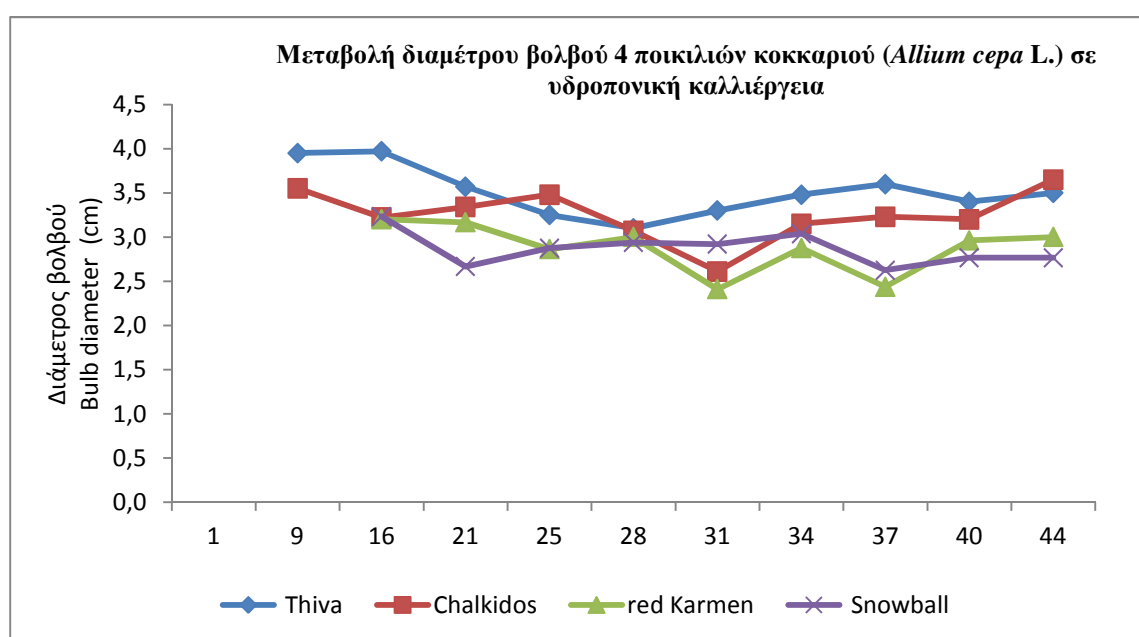


Διάγραμμα 19: Τελική διάμετρος βολβού 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Η τελική διάμετρος του βολβού των 4 ποικιλιών κockκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκεσε 44 ημέρες και μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η ποικιλία *Chalkidos* είχε την μεγαλύτερη διάμετρο βολβού (3,65 cm) και ακολουθεί η ποικιλία *Thiva* με (3,5cm). Οι δυο αυτές ποικιλίες δεν διαφέρουν μεταξύ τους (διάγραμμα 19). Η ποικιλία Red Karmen με διάμετρο βολβού (3cm) και η Snowball με (2,77 cm) δεν διαφέρουν μεταξύ τους αρκετά. Τέλος η ποικιλία Snowball διαφέρει περισσότερο από τις ποικιλίες *Thiva* και *Chalkidos*.

4.10.1 Μεταβολή διαμέτρου βολβού 4 ποικιλιών κockκαριού

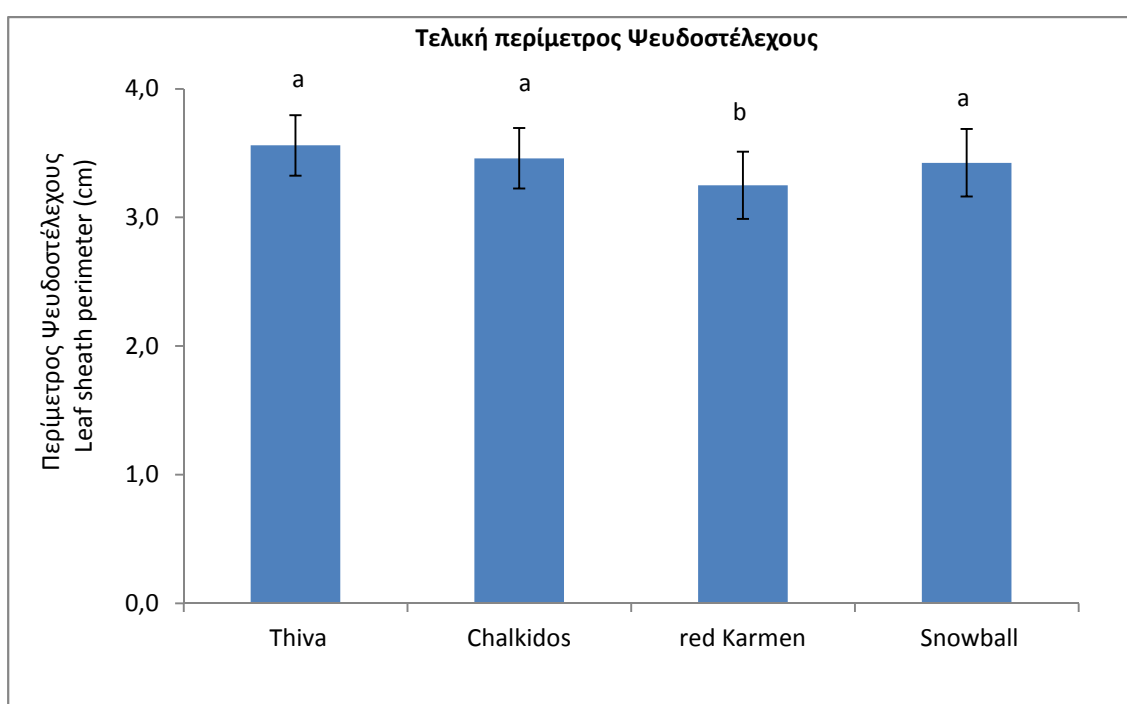


Διάγραμμα 20: Μεταβολή διαμέτρου βολβού 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Στο διάγραμμα 20 παρουσιάζεται η πορεία της μεταβολής της διαμέτρου των βολβών 4 ποικιλιών κockκαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο των 44 ημερών.

Η ποικιλία *Thiva*, *Chalkidos*, *Red Karmen* και *Snowball* κατά την διάρκεια του πειράματος δεν είχαν κάποια ιδιαίτερη μεταβολή στην διάμετρο των βολβών.

4.11 Τελική Περίμετρος Ψευδοστέλεχους

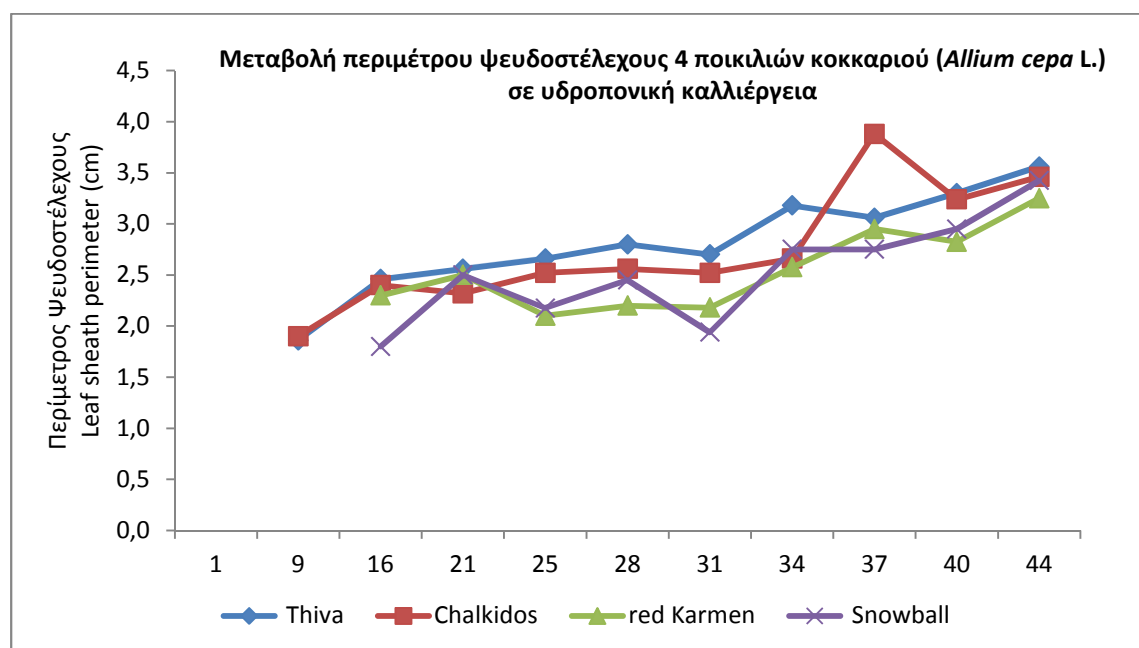


Διάγραμμα 21: Τελική περίμετρος Ψευδοστέλεχους 4 ποικιλιών κockκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Η τελική περίμετρος του ψευδοστελεχους των φυτών 4 ποικιλιών κockκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκτησε 44 ημέρες και μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η ποικιλία *Chalkidos* με περίμετρο ψευδοστέλεχους (3,46cm), η *Thiva* (3.56cm), η *Red Karmen* με (3.25cm) και η *Snowball* με (3.43cm) δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (διάγραμμα 21).

4.11.1 Μεταβολή περιμέτρου ψευδοστέλεχους 4 ποικιλιών κοκκαριού

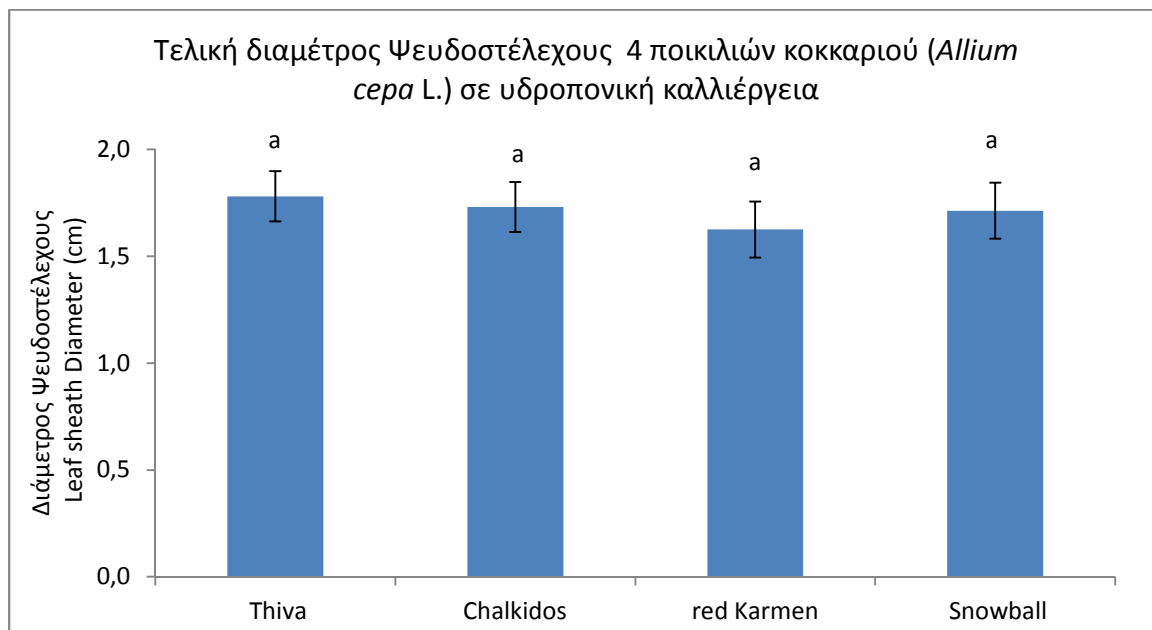


Διάγραμμα 22: Μεταβολή Περιμέτρου Ψευδοστέλεχους 4 ποικιλιών κοκκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης .

Στο διάγραμμα 22 παρουσιάζεται η μεταβολή της περιμέτρου του ψευδοστελεχους 4 ποικιλιών κοκκαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο των 44 ημερών.

Οι Ποικιλίες *Thiva*, *Chalkidos*, *Red Karmen* και *Snowball* καθ'όλη την διάρκεια του πειράματος είχαν ομοιόμορφη μεταβολή περιμέτρου. Τέλος η ποικιλία *Chalkidos* την 37 ημέρα είχε μια αυξημένη μεταβολή σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες.

4.12 Τελική Διάμετρος Ψευδοστέλεχους

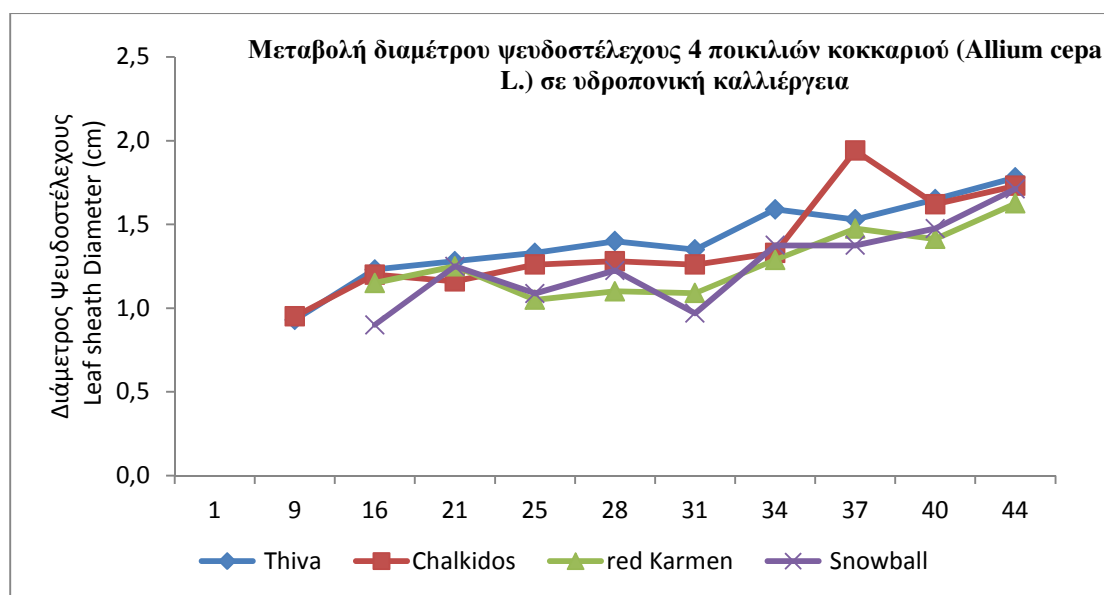


Διάγραμμα 23: Τελική διάμετρος Ψευδοστέλεχους 4 ποικιλιών κοκκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Η τελική διάμετρος του ψευδαποστόλους των 4 ποικιλιών κοκκαριού στην υδροπονική καλλιέργεια διήρκησε 44 ημέρες και μας έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Η ποικιλία *Thivas* με διάμετρο ψευδοστέλεχους (1.78cm), η *Chalkidos* με (1.73cm), η *Red Karmen* με (1.63cm) και η *Snowball* με (1.71cm) δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (διάγραμμα 23).

4.12.1 Μεταβολή διαμέτρου ψευδοστέλεχους



Διάγραμμα 24: Μεταβολή Διαμέτρου Ψευδοστέλεχους 4 ποικιλιών κοκκαριού (*Allium cepa* L.) σε υδροπονική καλλιέργεια από 44 ημέρες καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης.

Στο διάγραμμα 24 παρουσιάζεται η μεταβολή της διαμέτρου του ψευδοστέλεχους 4 ποικιλιών κοκκαριού κατά την καλλιεργητική περίοδο των 44 ημερών.

Οι Ποικιλίες *Thiva*, *Chalkidos*, *Red Karmen* και *Snowball* καθολη την διάρκεια του πειράματος είχαν ομοίμορφη μεταβολή διαμέτρου. Τέλος η ποικιλία *Chalkidos* την 37 ημέρα είχε μια αυξημένη μεταβολή σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες.

4.13 Ειδικός ρυθμός αύξησης (*Relative Growth Rate*)

	Thiva	Chalkidos	Red Karmen	Snowball
Βάρος Φυτού Weight of the plant (g)	0,036	0,047	0,064	0,066
Μήκος φυτού Plant length (cm)	0,037	0,046	0,09	0,085
Βάρος βολβού Bulb weight (g)	0,003	0,005	0,026	0,006
Μήκος βολβού Bulb length (cm)	0,01	0,007	0,001	0,017
Διάμετρος βολβού Bulb diameter (cm)	0,002	0,001	0,017	0,017
Περίμετρος βολβού Bulb perimeter (cm)	0,002	0,001	0,028	0,026
Βάρος υπέργειου τμήματος φυτού Length of the upper part of the onion plant (g)	0,096	0,074	0,091	0,095
Μήκος υπέργειου τμήματος φυτού Weight of the upper part of the onion plant (g)	0,058	0,066	0,091	0,094
Διάμετρος Ψευδοστέλεχους Leaf sheath Diameter (cm)	0,017	0,226	0,186	0,189
Περίμετρος Ψευδοστέλεχους Leaf sheath perimeter (cm)	0,017	0,016	0,025	0,028
Βάρος Ρίζας Root weight (g)	0,041	0,074	0,077	0,056
Μήκος Ρίζας Root length (cm)	0,017	0,012	0,056	0,043

Ως αύξηση (growth) ορίζεται η μεταβολή στο σωματικό μήκος (ή το βάρος) ενός φυτού στη διάρκεια της ανάπτυξης του. Η μελέτη της αύξησης σε μήκος (ή

βάρος) στηρίζεται στον προσδιορισμό της σχέσης που υπάρχει ανάμεσα στο μήκος (και το βάρος) του σώματος ενός φυτού και την ηλικία του.

Η αύξηση αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, για παράδειγμα το χρονικό διάστημα που ορίζεται ανάμεσα στις χρονικές στιγμές t_1 και t_2 , δηλαδή υποδηλώνει ρυθμό. Ο απόλυτος ρυθμός αύξησης (*absolute growth rate*) σε βάρος (dW) ανάμεσα σε αυτές τις δυο χρονικές στιγμές ορίζεται ως ^[17]:

$$dW = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

όπου W_1 και W_2 είναι το βάρος τις χρονικές στιγμές t_1 και t_2 αντίστοιχα.

Ο Ειδικός ρυθμός αύξησης (*Relative growth rate*) σε βάρος (gW) δεν εξαρτάται από το μέγεθος του φυτού και ορίζεται ως ^[17]:

$$gW = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}$$

όπου W_1 και W_2 είναι το βάρος τις χρονικές στιγμές t_1 και t_2 αντίστοιχα.

Ειδικός ρυθμός αύξησης (*Relative growth rate*) σε μήκος ορίζεται ως ^[17]:

$$gL = \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{t_2 - t_1}$$

όπου L_1 και L_2 είναι το μήκος τις χρονικές στιγμές t_1 και t_2 αντίστοιχα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα φυτά από 4 ποικιλίες κοκκαριού καλλιεργήθηκαν και αναπτύχθηκαν σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης και μετά από 44 μέρες διάρκειας του πειράματος:

- Η ποικιλία *Chalkidos* είχε το μεγαλύτερο βάρος (61,77gr).
- Οι ποικιλίες *Red Karmen* και *Snowball* είχαν το μικρότερο αρχικό βάρος βολβού και αυτό είχε ως αποτέλεσμα και μικρότερο τελικό βάρος και διέφεραν αρκετά από τις άλλες ποικιλίες.
- Σε όλη την διάρκεια του πειράματος οι ποικιλίες *Thiva* και *Chalkidos* είχαν περίπου το ίδιο βάρος.
- Η ποικιλία *Thiva* είχε το μεγαλύτερο βάρος υπέργειου τμήματος με (36.35gr.) και ακολουθήσε η ποικιλία *Chalkidos* με (32.57gr.).
- Οι ποικιλίες *Red Karmen* και *Snowball* είχαν τα μικρότερα βάρη στο υπέργειο τμήμα τους και διέφεραν αρκετά στην καλλιέργεια των 4 ποικιλιών.
- Η ποικιλία *Chalkidos* έχει το μεγαλύτερο βάρος ριζών με (23.76gr.).
- Οι 4 ποικιλίες εμφάνισαν μεγάλες διαφορές στατιστικά σημαντικές μεταξύ τους, ως προς το τελικό βάρος των ριζών.
- Η ποικιλία *Chalkidos* είχε το μεγαλύτερο βάρος βολβού με (9.60gr.).
- Η καλλιέργεια των ποικιλιών *Red karmen* και *Snowball* με μικρότερο αρχικό βάρος βολβού έδωσε τελικά και μικρότερο τελικό βάρος βολβού.
- Το βάρος των ποικιλιών *Thiva* και *Chalkidos* μεταβλήθηκε με τον ίδιο ρυθμό καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος.
- Η ποικιλία *Chalkidos* είχε το μεγαλύτερο μήκος φυτών με (117.29cm)
- Οι ποικιλίες *Thiva* και *Chalkidos* διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους ως προς το μήκος φυτών.
- Οι ποικιλίες *Snowball* και *Red Karmen* οι οποίες είχαν μικρότερο αρχικό βάρος κοκκαριού από τις υπόλοιπες 2 είχαν ως αποτέλεσμα και μικρότερο τελικό μήκος φυτών.
- Ο ρυθμός μεταβολής του μήκους των φυτών των 4 ποικιλιών ήταν περίπου ίδιος καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος.

- Η ποικιλία *Chalkidos* είχε το μεγαλύτερο μήκος υπέργειου τμήματος φυτού με (104.80cm).
- Οι ποικιλίες *Thiva*, *Snowball* και *Red Karmen* δεν διέφεραν στατιστικά ως προς το υπέργειο τμήμα τους.
- Η ποικιλία *Thiva* αν και με μικρή διάφορα από τις άλλες ποικιλίες είχε το μεγαλύτερο μήκος ρίζας με (18,44cm).
- Οι ποικιλίες *Chalkidos*, *Red Karmen* και *Snowball* δεν διαφέρουν στατιστικά ως προς το μήκος ρίζας.
- Οι ποικιλίες *Thiva*, *Chalkidos* και *Red Karmen* δεν διέφεραν στατιστικά προς το μήκος βολβού.
- Η ποικιλία *Snowball* στο τέλος των μετρήσεων δεν είχε καθόλου βολβό.
- Οι ποικιλία *Chalkidos* είχε την μεγαλύτερη περίμετρος βολβού με (7,3cm)..
- Η ποικιλία *Thiva*, *Chalkidos*, *Red Karmen* και *Snowball* κατά την διάρκεια του πειράματος δεν έδειξαν κάποια ιδιαίτερη μεταβολή στην διάμετρο των βολβών.
- Οι ποικιλίες *Thiva*, *Chalkidos*, *Red Karmen* και *Snowball* καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος είχαν ομοιόμορφη μεταβολή περιμέτρου ψευδοστέλεχους και δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους.
- Οι ποικιλίες *Thiva*, *Chalkidos*, *Red Karmen* και *Snowball* καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος είχαν ομοιόμορφη μεταβολή διαμέτρου ψευδοστέλεχους και δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Fritsch R.M., Friesen N., “*Chapter 1: Evolution, Domestication and Taxonomy,*” in *Allium crop science: recent advances*, ed. Rabinowitch, H.D., Currah.L. (Wallingford, UK: CABI publishing), pp. 5–30, 2002.
- [2] Tzanoudakis D., Vosa C.G., “*The cytogeographical distribution pattern of Allium (Alliaceae) in the Greek Peninsula and Islands,*” *Plant Syst. Evol.*, vol. 159, no. 3–4, pp. 193–215, 1988.
- [3] Βρέλλη, Θ.Α., «*Μελέτη – ανάδειξη ιδιαιτεροτήτων των ελληνικών παραδοσιακών αγροτικών προϊόντων*», Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 2014
- [4] Βάγια, Τ., «*Καλλιέργεια κρεμμυδιού στο νομό Εύβοιας*», Πτυχιακή εργασία, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας (2015).
- [5] Ολύμπιος Χ. Μ., «*Τα Βολβώδη Λαχανικά*», Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα 2008
- [6] Opara L.U., «*ONIONS: Post-Harvest Operation*», Massey University, Private Bag 11-222, Palmerston North, New Zealand, 2003
- [7] Νικολετάκης Μ., «*Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ*», Πτυχιακή εργασία, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Ηράκλειο 2008
- [8] Κώτσιρας Ι.Α., «*Υδροπονικές Καλλιέργειες: Σημειώσεις από τις παραδόσεις του μαθήματος της λαχανοκομίας IV*», Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα ΘΕΚΑ, ΤΕΙ Καλαμάτας 2011
- [9] Πρωτούλης Γ., «*Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας σε σχέση με την καλλιέργεια τομάτας στο έδαφος*», Πτυχιακή εργασία, Σχολή Τεχνολόγων Γεωπόνων, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, Μεσολόγγι 2007

- [10] Αρανίτης Γ., «Μελέτη της επίδρασης του εμβολιασμού και του υποστρώματος στην ανάπτυξη, παραγωγή και ποιότητα της τομάτας σε υδροπονική καλλιέργεια», Πτυχιακή εργασία, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα ΒΙΟΘΕΚΑ, ΤΕΙ Πελοποννήσου Καλαμάτα 2014
- [11] Χριστοφιλάκη Ε., «Υδροπονική Καλλιέργεια Τριανταφυλλιάς σε Κοκκοφοίνικα και Τεχνοοικονομική Ανάλυση της», Πτυχιακή εργασία, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, ΤΕΙ Καλαμάτας 2003
- [13] Σάββας, Δ. "Καλλιέργειες εκτός εδάφους: υδροπονία, υποστρώματα." Εκδόσεις Αγρο Τύπος, σελ 528 (2012).
- [14] Παναγιωτοπούλου, Γ., «Σποροπαραγωγή, καλλιέργεια και καλλιεργούμενες ποικιλίες κρεμμυδιού στην Ελλάδα», Πτυχιακή εργασία, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, ΤΕΙ Καλαμάτας 2008
- [15] Ολύμπιος Χρίστος Μ., «Η τεχνική της καλλιέργειας των υπαίθριων κηπευτικών», 1^η έκδ. – Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα 2015
- [16] Χρυσάνθη, Κ., «Καλλιέργεια του Κρεμμυδιού», Πτυχιακή εργασία, Σχολή Τεχνολόγων Γεωπόνων, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, Μεσολόγγι 2005
- [17] Glasbey, C. (1983). *Plant Growth Curves – The Functional Approach to Plant Growth*. By R. Hunt. London: Edward Arnold (1982), pp. 248

