

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)
ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΩΝ
ΠΟΡΩΝ**

**ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΚΟΛΟΚΥΘΙΟΥ**

Πτυχιακή Εργασία

ΛΙΑΡΟΠΟΥΛΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑΣ

Εισηγήτρια:

Δρ. Αγλαΐα Λιόπα - Τσακαλίδη

Μάρτιος 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Αντί προλόγου	1
Περίληψη	2

Μέρος 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΚΟΛΟΚΥΘΙ

1.1	Βοτανική ταξινόμηση του κολοκυθίου (<i>Cucurbita pepo</i>)	3
1.2	Σύντομη ιστορική αναδρομή του κολοκυθίου (<i>Cucurbita pepo</i>)	7
1.3	Ποικιλίες & υβρίδια καλλιεργούμενα στην Ελλάδα	14
1.4	Βιολογικές απαιτήσεις	16
1.5	Καλλιεργητικές φροντίδες εδάφους	18
1.6	Σπορά στο σπορείο	19
1.7	Σπορά ή μεταφύτευση στο χωράφι	20
1.7.1	Περιποίηση των φυτών – σκαλίσματα	20
1.7.2	Λίπανση της καλλιέργειας	20
1.7.3	Άρδευση της καλλιέργειας	21
1.8	Λοιπές καλλιεργητικές φροντίδες	22
1.9	Συγκομιδή – συντήρηση του κολοκυθίου	23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

2.1	Εισαγωγή	25
2.2	Ιστορία και σημασία της υδροπονίας	26
2.3	Πλεονεκτήματα της υδροπονίας	27
2.4	Μειονεκτήματα της υδροπονίας	29
2.5	Συστήματα και υποστρώματα	30
2.5.1	Συστήματα χωρίς υπόστρωμα	30
2.5.2	Συστήματα με υπόστρωμα	30

Μέρος 2

Πειραματικό μέρος

3.1	Εισαγωγή	34
3.2	Μέθοδοι και υλικά	36
3.3	Αποτελέσματα	49
3.4	Συζήτηση	58
3.5	Συμπεράσματα	59
3.6	Βιβλιογραφία	60

ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Το πειραματικό μέρος της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε στο Ινστιτούτο Προστασίας Φυτών Πάτρας (ΕΘΙΑΓΕ), η αξιολόγηση και επεξεργασία και η στατιστική των πειραματικών δεδομένων στο Τμήμα Γεωργικής Μηχανολογίας και Υδάτινων Πόρων του ΤΕΙ Μεσολογγίου.

Θερμές ευχαριστίες στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου Δρ. Α. Λιόπα-Τσακαλίδη, για το ενδιαφέρον, την ουσιαστική καθοδήγηση και συμβολή της καθ' όλα τα στάδια της εργασίας, τις πολύτιμες εισηγήσεις της στην οργάνωση και διάρθρωση της συγγραφής, τις άρτιες και εύστοχες επιστημονικές παρεμβάσεις και παρατηρήσεις της, αλλά κυρίως για την αμεσότητα της συμμετοχής της στην επίβλεψη της εργασίας.

Στην οικογένειά μου για την κατανόηση και την υποστήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση δυο ηλεκτρικών αγωγιμοτήτων EC 2,2 dS/m και 4,4 dS/m σε δυο θρεπτικά διαλύματα υδροπονικής καλλιέργειας κολοκυθιού *Cucurbita pepo* L. cv. Abodanza κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης.

Η εργασία αποτελείται από δυο μέρη: το θεωρητικό (πρώτο μέρος) και το πειραματικό(δεύτερο μέρος).

Το *θεωρητικό μέρος* περιέχει δυο κεφάλαια. Το *πρώτο κεφάλαιο* περιλαμβάνει τη βοτανική ταξινόμηση του κολοκυθιού και την ιστορική αναδρομή, ακολουθεί περιληπτική καταγραφή ποικιλιών και υβριδίων κολοκυθιού καλλιεργούμενων στην Ελλάδα. Επίσης γίνεται μια γενική αναφορά στις βιολογικές απαιτήσεις και τις καλλιεργητικές φροντίδες του εδάφους. Ακόμα αναφέρεται η συγκομιδή και η συντήρηση του κολοκυθιού. Το *δεύτερο κεφάλαιο* περιλαμβάνει εισαγωγικά στοιχεία για την υδροπονία, μια σύντομη ιστορική αναδρομή και καταγραφή των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων της. Τέλος ακολουθεί μια γενική αναφορά στα συστήματα και υποστρώματα της υδροπονίας.

Στο *πειραματικό μέρος* παρουσιάζεται η μελέτη της επίδραση δυο ηλεκτρικών αγωγιμοτήτων (EC 2,2 dS/m και 4,4 dS/m) σε δυο θρεπτικά διαλύματα της υδροπονικής καλλιέργειας κολοκυθιού *Cucurbita pepo* L. cv. Abodanza που αφορούσε την επιμήκυνση των φύλλων και των καρπών κολοκυθιού κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης και τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των ανθέων, των ποδίσκων και των καρπών.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ (ΚΟΛΟΚΥΘΙ)

1.1 Βοτανική ταξινόμηση του κολοκυθιού (*Cucurbita pepo*)

Η οικογένεια *Cucurbitaceae* ανήκει στη μονοτυπική κατηγορία *Cucurbitales*, στην ομοταξία *Magnoliopsida* (στο υποσύνολο *Rosidae*). Η οικογένεια *Cucurbitaceae* περιλαμβάνει δύο υποκατηγορίες:

- a την *Zanoniodeae*, η οποία χαρακτηρίζεται από μικρές ραβδώσεις γύρης, και
- b την *Cucurbitoidaeae*, η οποία χαρακτηρίζεται από τον ύπερο που είναι ενωμένος σε μια ενιαία στήλη.

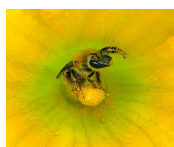
Η μεγαλύτερη υποκατηγορία *Cucurbitoidaeae* αποτελείται από επτά είδη. Το είδος *Cucurbitaeae* χαρακτηρίζεται από κόκκους γύρης με στρογγυλεμένα ανοίγματα σε όλη την επιφάνειά του (pantoporate) και την αγκαθωτή γύρη (pollen spiny). Το γένος *Cucurbita* ανήκει σε αυτήν την κατηγορία, και περιλαμβάνει 12 ή 13 είδη (Jeffrey, 1990). Όλα τα είδη του γένους *Cucurbita* έχουν 20 ζεύγη χρωμοσωμάτων ($2n = 40$). Αυτά είναι δευτερογενή πολυπλοειδή με αριθμό βάσεων $x=10$ (Weeden and Robinson, 1990). Τα φυτά είναι μόνοικα (monoecious).



Η κολοκυθιά είναι ετήσιο, ποώδες φυτό με έρποντες βλαστούς μεγάλου μήκους που φέρουν έλικες. Αντιπροσωπεύεται κυρίως από τέσσερα βοτανικά είδη (*Cucurbita pepo*, *Cucurbita mixta*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita moschata*) από τα οποία μόνο το πρώτο (*Cucurbita pepo*) παράγει σχετικά μικρούς καρπούς που καταναλώνονται σχετικά ανώριμοι (τα γνωστά φρέσκα κολοκυθάκια). Τα άλλα είδη δίνουν τις κολοκύθες, τα καλλωπιστικά και τα βιομηχανικά κολοκύθια.



Το κολοκύθι *Cucurbita pepo* χαρακτηρίζεται από ομοιόμορφα χρωματισμένους μαύρους σπόρους, λοβωτά ακανθώδη σκληρά φύλλα, ελικοειδής μίσχους και χωριστά αρσενικά και θηλυκά άνθη (Decker-Walters and Walters, 2000). Τα άνθη είναι ανοιχτά κίτρινα, μεγάλα, και ελκυστικά, είναι εύκολα διακριτά τόσο τα αρσενικά όσο και τα θηλυκά (Lerner, 2000), και ανοίγουν νωρίς το πρωί και επικονιάζονται από τις μέλισσες. Τα αρσενικά άνθη εμφανίζονται πρώτα στη βάση του βλαστού και αργότερα διάσπαρτα κατά μήκος του, σε μακρύ λεπτό ποδίσκο. Τα θηλυκά εμφανίζονται μετά τα πρώτα αρσενικά πάνω στο βλαστό και έχουν κοντό ποδίσκο (Cotner et Al, 2003).



Θηλυκό άνθος (αριστερά) και αρσενικό άνθος (δεξιά) του γένους *Cucurbita*.
Female flower (left) and male flower (right) of *Cucurbita* genus

Στο *Cucurbita pepo*, οι βλαστοί είναι περιορισμένης ανάπτυξης και καταλήγουν σε άνθος. Το ριζικό σύστημα είναι πασσαλώδες και μπορεί να ξεπεράσει το 1 m βάθος. Το 70-80% του ριζικού συστήματος βρίσκεται σε βάθος 0-40 cm. Η ρίζα έχει εκτεταμένη ανάπτυξη σε πλάτος, με πλούσια δικτύωση, γι' αυτό δεν πρέπει να φυτεύεται σε αποστάσεις μικρότερες των 80 cm.



Το κολοκύθι πωλείται με ή χωρίς άνθη ενωμένα στους καρπούς ανάλογα με την ζήτηση της αγοράς. Οι καρποί των καλλιεργούμενων κολοκυθιών ποικίλλουν πολύ στο μέγεθος, στη μορφή, και στο χρώμα. Τα είδη *Cucurbita* διαιρούνται σε δύο μεγάλες ομάδες: τα *ξηροφυτικά* είδη, που είναι πολυετή και έχουν κονδυλώδη ρίζα, και τα

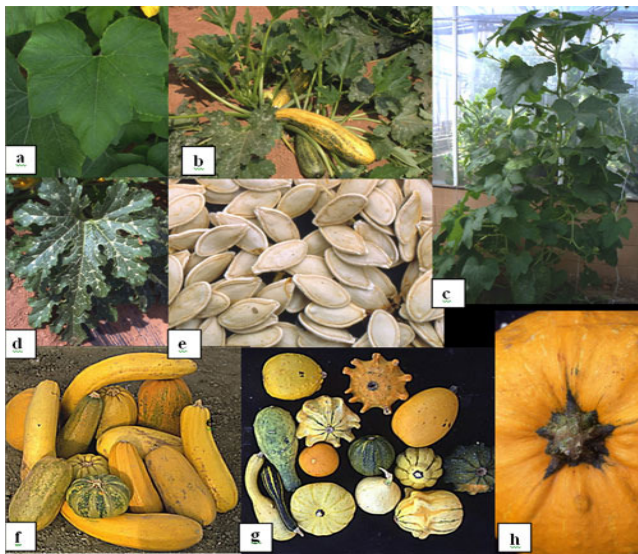
μεσοφυτικά είδη, τα οποία είναι μονοετή ή πολυετή με μικρή διάρκεια ζωής και έχουν ινώδες ρίζες. Τα πέντε καλλιεργήσιμα είδη του γένους έχουν μειωμένη παραγωγικότητα και είναι:

- a *Cucurbita pepo* L.,
- b *Cucurbita maxima* (Duch.),
- c *Cucurbita moschata* (Duch.),

- d *Cucurbita argyrosperma* (Huber) και
- e *Cucurbita ficifolia* (Bouché) (Nee, 1990).

Ο Merrick (1990) παρατήρησε μια εξαίρεση σε αυτόν τον κανόνα, και βρήκε ένα υψηλό επίπεδο παραγωγικότητας στα υβρίδια μεταξύ του *Cucurbita argyrosperma* και του *Cucurbita Moschata*.

Η ορολογία για τους καρπούς στα αγγλικά και στα γαλλικά είναι πολύ περίπλοκη, και υπάρχουν πολλές μικρές διαφορές στη σημασία και τα συνώνυμα (Paris, 2001; Defay, 1995)



Ευδιάκριτα και σαφή χαρακτηριστικά του *Cucurbita pepo*: a.) το φύλλο, b.) θαμνώδες φυτό, c.) μακρύ αναρριχητικό φυτό, d.) διάστικτα-πιτσιλωτά φύλλα, e.) σπόροι, f.) και g.) μεταβλητότητα των καρπών h.) λεπτομέρειες του ποδίσκου των καρπών.

Distinctive features of *Cucurbita pepo*: a. leaf, b. bushy plant, c. long vine plant, d. mottled leaves, e. seeds, f. and g. variability in fruits and h. detail of the fruit peduncle

Τα σημαντικότερα καλλιεργήσιμα είδη του Cucurbita pepo

Το κολοκύθι *Cucurbita pepo* είναι ένα είδος που ήταν εξαπλωμένο σε όλο τον κόσμο και έχει προσαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα οικολογικών συνθηκών. Μπορεί να καλλιεργηθεί από μεγάλα υψόμετρα μέχρι πάνω από την στάθμη θάλασσας και σε διαφορετικούς τύπους εδαφών. Τα κολοκύθια καταναλώνονται ως βρασμένα ή τηγανισμένα λαχανικά. Από ταξινομική άποψη, το κολοκύθι *Cucurbita pepo* ταξινομείται σύμφωνα με τη μορφολογία των σπόρων και των φρούτων του σε τρία υποείδη, (Decker-Walters et al., 2002):

1. *Cucurbita pepo* L. ssp. *pepo*, Οι υποκατηγορίες *pepo* περιλαμβάνουν τις εδώδιμες και διακοσμητικές ποικιλίες στρογγυλών καρπών.

2. *Cucurbita pepo* L. ssp. *ovifera* (L.)D.S.Decker, var. *ovifera* (L.)D.S.Decker var. *ozarkana* D.S.Decker-Walters var. *texana* (Scheele) D.S.Decker. Οι υποκατηγορίες *ovifera* var. *ovifera* περιλαμβάνει τις εδώδιμες και τις διακοσμητικές ποικιλίες με τους ωοειδείς καρπούς. Αυτό το υποείδος ομαδοποιεί δύο άγριες ποικιλίες, την var. *texana*, που εμφανίζονται στο Τέξας, το Αρκάνσας, το Μισούρι, την Αλαμπάμα και το Ιλλινόις, και την var. *ozarkana*, που εμφανίζονται στην κοιλάδα του Μισισιπή και στο οροπέδιο Ozark (Decker, 1988; Decker-Walters et al., 2002). Τέλος, οι συγγενικές υποκατηγορίες ομαδοποιούνται στις άγριες ποικιλίες του βορειοανατολικού Μεξικού (Andrés, 1987).
3. *Cucurbita pepo* L. ssp. *fraterna* (L.H.Bailey) Andres.

1.2 Σύντομη ιστορική αναδρομή του κολοκυθιού (*Cucurbita pepo*)

Τα παλαιότερα γνωστά αρχαιολογικά υπολείμματα των καλλιεργούμενων ειδών *Cucurbita* ανήκουν στο *Cucurbita pepo* (Smith 1997). Βρέθηκαν υπολείμματα σπόρων και ποδίσκοι καρπών του *Cucurbita pepo* ssp. *pepo* στην Οαχάκα του Μεξικού που χρονολογούνται πριν από 10.000 έτη. Η καλλιέργεια διαδόθηκε στα δυτικά των Ηνωμένων Πολιτειών (1000 π.Χ.) (Decker-Walters y Walters, 2000; Decker-Walters et al., 2002). Σύμφωνα με την αρχαιολογική καταγραφή για το *Cucurbita pepo* προτάθηκαν δύο καλλιεργούμενα υποείδη (Decker, 1985).

Το *Cucurbita pepo* ssp. *ovifera* var. *texana*, βρίσκεται σε παραποτάμια συστήματα του Τέξας, και είναι ο πιθανός πρόγονος *Cucurbita pepo* ssp. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του είναι πολύ παρόμοια με εκείνους των διακοσμητικών ποικιλιών του υποείδους *ovifera* (Striped Pear). Και το *Cucurbita pepo* ssp. *ovifera* var. *ozarkana*, που εμφανίστηκε σε πληθυσμούς στην κοιλάδα του Μισισιπή και στο οροπέδιο Ozark (Decker, 1988, Decker-Walters et al., 2002). Ο Paris, (1989) αναφέρει ότι πιθανώς η πρώτη χρήση των καρπών του είδους *pepo* θα μπορούσε να ήταν ως τροφή ή κατανάλωση των σπόρων του, δηλαδή ως καρπός πολύ θρεπτικός και γλυκός. Εάν η επιλογή γινόταν σύμφωνα με αυτό το σκεπτικό για το μέγεθος του σπόρου, τότε θα είχε γίνει πιθανώς η επιλογή και για μεγαλύτερους καρπούς. Όσον αφορά το είδος *ovifera*, φαίνεται ότι οι ιθαγενείς της κοιλάδας του Μισισιπή χρησιμοποίησαν τις μικρές κολοκύθες ως εμπορευματοκιβώτια ή για άλλους λόγους. Οι σπόροι αυτών των κολοκύθων ήταν πιθανώς φαγώσιμοι. Μετά από την εξημέρωσή του ως τροφή, το *Cucurbita pepo* διαφοροποιήθηκε μέσω της Ευρώπης και της Ασίας (Decker, 1988). Πριν το τέλος του 16ου αιώνα, η πιο διαδεδομένη καλλιεργήσιμη ποικιλία στην Ευρώπη, ανήκε στην ομάδα *Cucurbita pepo*. Βοτανικά καθώς και μορφολογικά εξωτερικώς το *Cucurbita pepo*, ήταν ο πιο μεταβλητός τύπος, αντιπροσωπεύοντας δεκάδες δείγματα, συμπεριλαμβανομένων καρπών που είχαν διακυμάνσεις στη μορφή από πεπλατυσμένους πόλους μέχρι ωοειδής βάση, με αυλάκια, ριγωτά αλλά και χωρίς μαύρα, λευκά, πράσινα, πορτοκαλή, ή κίτρινα χρώματα. Διάφορες μορφές κολοκύθας δημοσιεύθηκαν σε βοτανικές εργασίες πριν από το τέλος του 16ου αιώνα.

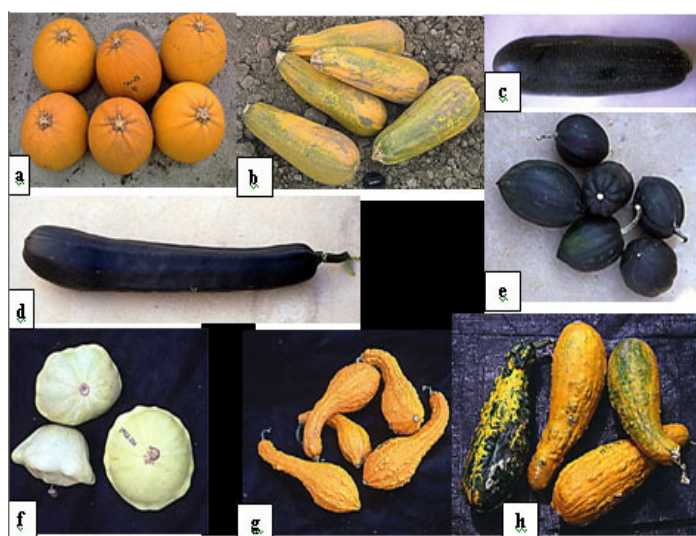
Ο Paris (1986, 1989, 2001) ταξινόμησε στους εδώδιμους καλλιεργήσιμους τύπους σε 8 βοτανικές ποικιλίες (morphotype). Οι βοτανικές ποικιλίες:

- a) Pumpkin,
- b) Vegetable Marrow,
- c) Cocozelle και
- d) Zucchini

Συμπεριλαμβάνονται στο είδος *ssp. pepo*, ενώ οι:

- e) Scallop,
- f) Acorn,
- g) Crookneck και
- h) Straightneck

ανήκουν στο είδος *ssp. ovifera*.



Βοτανικές ποικιλίες (Morphotypes) των *Cucurbita pepo* της ποικιλίας *Cucurbita pepo* *ssp. pepo*: a. Pumpkin, b. Vegetable Marrow, c. Zucchini and d. Cocozelle, και της ποικιλίας *Cucurbita pepo* *ssp. ovifera*: e. Acorn, f. Scallop, g. Crookneck και h. Straightneck

Οι καρποί των βοτανικών ποικιλιών Pumpkin και Acorn καταναλώνονται όταν είναι ώριμοι, περίπου 40 ημέρες μετά την άνθηση, ενώ οι υπόλοιπες βοτανικές ποικιλίες-μορφότυποι καταναλώνονται σε πρώιμο στάδιο, περίπου 7 ημέρες μετά την άνθηση. Ο μορφότυπος Pumpkin, ονομάζεται και *Cucurbita pepo* L. var. *pepo* Bailey, έχει σφαιρικούς ωοειδής καρπούς, με στρογγυλά ή επίπεδα άκρα, μερικές φορές παρουσιάζουν αυλάκια, νευρώσεις ή εξογκώματα, και μπορούν να ζυγίσουν μέχρι 25kg. Λόγω της υψηλής μεταβλητότητάς του, έχουν δημιουργηθεί διαφορετικές ομάδες μέσα σε αυτό το μορφότυπο. Οι χαρακτηριστικές κολοκύθες των αποκριών-Halloween, που καλλιεργούνται στις Ηνωμένες Πολιτείες και τον Καναδά, είναι πορτοκαλιές και ραβδωτές, με ομαλούς φλοιούς και ινώδη σάρκα. Στο Μεξικό και τη Γουατεμάλα, οι καρποί αυτού του μορφότυπου είναι ραβδωτοί, και ινώδης.

Καταναλώνονται όταν δεν έχουν ωριμάσει. Οι σπόροι, που είναι συνήθως μεγάλοι, μπορούν να καταναλωθούν επίσης. Οι κολοκύθες από την Ευρώπη και τη Μικρά Ασία πιθανότατα προέρχονται από βορειοαμερικανικές κολοκύθες, και αυτές παρουσιάζουν μια μεγάλη μεταβλητότητα στη μορφή, στη σύσταση και στη σκληρότητα. Οι περισσότεροι από αυτούς τους καρπούς έχουν ένα σχέδιο εναλλασσόμενων κίτρινων και πράσινων ζωνών.

Η βοτανική ποικιλία Vegetable Marrow, αποκαλείται επίσης και *Cucurbita pepo* L. var. *fastigata* ssp. nov., είναι πολύ κοινή στη Μέση Ανατολή και στη βόρεια Αφρική. Οι καρποί, έχουν φλοιούς που διευρύνονται στο ακραίο μέρος και επιμηκύνονται, με μια αναλογία μήκους/ πλάτους μεταξύ 2 και 3.

Οι καρποί αυτής της βοτανικής ποικιλίας Cocozelle, *Cucurbita pepo* L. var. *longa* ssp. nov., είναι μακριοί και βολβοειδείς στο τέλος, με μια αναλογία μήκους/ πλάτους υψηλότερη από 3,5.

Ο μορφότυπος Zucchini , *Cucurbita pepo* L. var. *cylindrica* ssp. nov., είναι οικονομικά ο σημαντικότερος, και είναι ο πιο διαδεδομένος σε όλο τον κόσμο. Οι καρποί του, αποκαλούμενοι συνήθως κολοκύθια, είναι κυλινδρικοί και έχουν μια αναλογία μήκους/ πλάτους υψηλότερη από 3,5.

Αναλογία μήκους /πλάτους καρπών της βοτανικής ποικιλίας-μορφότυπου Vegetable Marrow <i>Cucurbita pepo</i> L. var. <i>fastigata</i> ssp. nov	
Βοτανική ποικιλία	Αναλογία μήκους/ πλάτους καρπών
<i>Cucurbita pepo</i> L. var. <i>fastigata</i> ssp. nov	2-3
<i>Cucurbita pepo</i> L. var. <i>longa</i> ssp. nov	>3,5
<i>Cucurbita pepo</i> L. var. <i>cylindrica</i> ssp. nov	>3,5

Οι καρποί αυτού του μορφότυπου Scallop , *Cucurbita pepo* L. var. *clypeata* Alefeld, είναι επιπεδοποιημένοι, γενικά δισκοειδείς και με δισκοειδείς άκρες.

Ο μορφότυπος Acorn, *Cucurbita pepo* L. var. *turbinata* ssp. nov., είναι επίσης γνωστός ως Table Queen, αποτελείται από οβάλ σχήμα σε κωνικούς καρπούς, με 10 βαθιά αυλάκια. Σχεδόν όλες οι σύγχρονες ποικιλίες είναι πράσινες.

Οι καρποί του μορφότυπου Crookneck, *Cucurbita pepo* L. var. *torticollis* Alefeld, είναι επιμηκνόμενοι με έναν μακρύ, λεπτό και κυρτό λαιμό, και είναι συνήθως κίτρινοι και με εξογκώματα. Τα φυτά έχουν γενικά μια θαμνώδη ανάπτυξη.

Ο μορφότυπος Straightneck, *Cucurbita pepo* L. var. *recticollis* ssp. nov., έχει καρπούς κυλινδρικούς, κίτρινωπούς, με εξογκώματα και διευρυμένους στα άκρα, και έχουν

έναν κοντό ποδίσκο στο τέλος τους. Μερικές βοτανικές ποικιλίες είναι μοναδικές, όπως η cv. *Delicata*, ενδεχομένως η μόνη ποικιλία που επιβιώνει από τον τύπο "Fordhook", ο οποίος, μαζί με τους τύπους *Pumpkin*, *Scallop*, *Crookneck* ή *Straightneck Vegetable Marrow* και *Table Queen*, αποτελούν μία ενδοσυγκεκριμένη ταξινόμηση που προτείνεται από τον Castetter το 1925.

Οι βοτανικές ποικιλίες *Pumpkin*, *Scallop* και *Acorn*, καθώς και μερικές ποικιλίες που καταναλώνονται όταν οι καρποί τους είναι ανώριμοι και μερικοί διακοσμητικοί τύποι που καλλιεργούνταν στην Αμερική από τους προκολομβιανούς χρόνους παρουσιάζονται στα πρώτα ευρωπαϊκά μουσεία βοτανικής. Η βοτανική ποικιλία *Pumpkin* είναι πιθανώς η παλαιότερη και πιο διαφορετική ποικιλία. Η βοτανική ποικιλία *Scallop* εμφανίζεται στα μουσεία βοτανικής το 1554 και εξαπλώθηκε στην Ευρώπη μερικά χρόνια μετά την βοτανική ποικιλία *Pumpkin*. Η *Acorn* παρουσιάστηκε στα μουσεία βοτανικής 30 με 50 χρόνια μετά από τις ποικιλίες *Pumpkin* και *Scallop*. Η βοτανική ποικιλία *Crookneck* επίσης φαίνεται να είναι ιθαγενές στην Αμερική, όπως η καλλιέργειά της αναφέρθηκε αρχικά στις Ηνωμένες Πολιτείες, και πιθανώς ήδη να καλλιεργούταν στους προκολομβιανούς χρόνους. Η βοτανική ποικιλία *Straightneck* εμφανίστηκε στα βοτανικά μουσεία προς το 1700, αν και δεν αναφέρεται υπό αυτήν τη μορφή μέχρι το δεύτερο μισό του 19ου αιώνα, μετά από την βοτανική ποικιλία *Crookneck*. Οι περιγραφές των μορφών "Crookneck" εμφανίστηκαν σποραδικά στην Ευρώπη, αλλά ήταν το 1828 όταν αρχικά αναφέρθηκε με τη χαρακτηριστική μορφή της σε έναν κατάλογο με σπόρια της Βόρειας Αμερικής με το όνομα *Summer Crookneck*. Η πρώτη εμπορική ποικιλία αναπτύχθηκε το 1896 και μια από τις πιο δημοφιλέστερες, *Early Prolific Straightneck*, προήλθε από την ποικιλία *Summer Crookneck* το 1938. Μετά από την άφιξη των διαφορετικών ποικιλιών στην Ευρώπη, οι μορφές *Cucurbita pepo*, που απομονώθηκαν γεωγραφικά σε διαφορετικές περιοχές της κεντρικής και της Βόρειας Αμερικής, καλλιεργήθηκαν μαζί με τα ευρωπαϊκά μπουστάνια. Σε αυτήν την διαδικασία διάχυσης, είναι αξιοπρόσεκτος ο ρόλος της γέφυρας που έπαιξε η Ισπανία μεταξύ της Αμερικής και της Ευρώπης. Η Ισπανία διέδωσε τις ποικιλίες αυτού του είδους στην Ευρώπη, όπου ήταν βελτιωμένες και διαφοροποιημένες. Αργότερα, μερικοί από τους νέους τύπους λήφθηκαν στην Αμερική στην αρχή του 19ου αιώνα. Κατά συνέπεια, οι βοτανικές ποικιλίες - μορφότυποι *Vegetable Marrow*, *Cocozelle* και *Zucchini* μπορεί να είχαν προέλθει από τις πρωτόγονες μεξικάνικες "κολοκύθες" με τον σκληρό πράσινο φλοιό, με την ξεχωριστή επιμηκυμένη μορφή. Στην πραγματικότητα, ο όρος *vegetable*

marrow ή "κολοκυθάκι" επινοήθηκε στην Αγγλία το 1816 και έγινε "αγγλικό φυτικό κολοκύθι" ή "English vegetable marrow" σύμφωνα με την εισαγωγή από τις Ηνωμένες Πολιτείες.

Το "ιταλικό φυτικό κολοκύθι", αναφέρθηκε από τον Fearing Burr (1863), είναι ένας αμερικανικός όρος που χρησίμευσε να διακρίνει το μακρύ, ομαλό κολοκυθάκι από προηγούμενη εισαγωγή του μακριού ομαλού, αγγλικού κολοκυθιού. Και "το cocozelle" και "το zucchini" είναι ιταλικά υποκοριστικά του πληθυντικού του cocuzza και του zucca (κολοκύθα). Αν και η επιλογή και των δύο ομάδων ποικιλιών εμφανίζεται πιθανή να έχει πραγματοποιηθεί στην Ιταλία, που η κάθε μια προφανώς παραγόταν από ένα διαφορετικό προγονικό απόθεμα και κατά τη διάρκεια μιας διαφορετικής χρονικής περιόδου.

Ο μορφότυπος "Cocozelle" μοιάζει να έχει αναπτυχθεί στην Ιταλία, λόγω του μεγάλου αριθμού ιταλικών πόλεων και επαρχιών που δίνουν τα ονόματά τους στις περισσότερες από τις ποικιλίες αυτού του τύπου που είναι γνωστοί σε όλο τον κόσμο. Αργότερα, γύρω στα μέσα του 19ου αιώνα, οι ποικιλίες "Cocozelle" αναπτύχθηκαν και βελτιώθηκαν στην Αμερική. Σήμερα, αυτή η βοτανική ποικιλία - μορφότυπος εκθέτει τη μέγιστη μορφολογική μεταβλητότητα, και πολλές ποικιλίες μπορούν να βρεθούν στη λεκάνη της Μεσογείου. Ο μορφότυπος "Zucchini", αναπτύχθηκε στην Ιταλία, η πιο πρόσφατη αναφορά είναι περίπου το 1856. Οι καρποί του εισήχθησαν στις Ηνωμένες Πολιτείες στη δεκαετία του '20, όπου βελτιώθηκαν.

Το κολοκύθι *Cucurbita pepo*, ένα από τα πρώτα εξημερωμένα είδη φυτών, ήταν μια ασήμαντη καλλιέργεια για τους ιθαγενείς των Αμερικανών του Βορρά. Το *Cucurbita pepo* ήταν στην πραγματικότητα μια καλλιέργεια για πολλές χρήσεις τροφίμων στους ιθαγενείς πληθυσμούς των Αμερικανών του Βορρά. Κατά μήκος της ατλαντικής ακτής αυτό που είναι τώρα οι Ηνωμένες Πολιτείες, αυτά τα είδη καλλιεργήθηκαν για την κατανάλωση της ώριμης σάρκας των καρπών τους (pumpkins και acorn squash) και άλλες για τους ανώριμους καρπούς τους (scallop squash), ενώ στο Μεξικό οι τοπικές κολοκύθες εφοδίαζαν και τους ανώριμους καρπούς και τους σπόρους για κατανάλωση. Με την ανακάλυψη και την εξερεύνηση της Ηπείρου από τους Ευρωπαίους, οι αντιπρόσωποι των διαφορετικών μορφών *Cucurbita pepo*., είτε ως καρπούς ή ως σπόρους, μεταφέρθηκαν στον παλαιό κόσμο. Το *Cucurbita pepo* μπορεί να είχε θεωρηθεί αρχικά από τους Ευρωπαίους περισσότερο ως καινοτόμο, πιθανόν ιατρικό φυτό, ή διακοσμητικό, παρά ως τρόφιμο. Κατά τη διάρκεια των επόμενων πέντε αιώνων, το *Cucurbita pepo* διαδόθηκε σχεδόν παντού στον παλαιό

κόσμο. Για ένα αρκετά μακροχρόνιο διάστημα, οι κολοκύθες και τα κολοκυθάκια θεωρήθηκαν ως δευτερεύουσες φυτικές καλλιέργειες, ή ακόμα και ακριβώς ως ζωική χορτονομή. Βεβαίως αυτό το είδος δεν πέτυχε το σεβασμό ή την οικονομική σημασία σε δύο από τις άλλες παλαιές παγκόσμιες κατηγορίες των cucurbits, τα αγγούρια (*Cucumis sativus* L.) και τα πεπόνια (*Cucumis melo* L.). Ακόμα στην Βόρεια Αμερική, το *Cucurbita pepo* δεν έχει θεωρηθεί μια σημαντική φυτική καλλιέργεια, ακόμα κι αν καλλιεργείται σε όλες τις συκρατημένες και υποτροπικές περιοχές. Οι υβριδικές ποικιλίες θερινού κολοκυθιού εμπορευματοποιήθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες από τη δεκαετία του '50.

Τα πρώτα υβρίδια που εισήχθησαν μερικές φορές εκμεταλλεύτηκαν τον υψηλό βαθμό παραγωγικότητας που λήφθηκε από τις διασταυρωμένες ομάδες, παραδείγματος χάριν μια μορφή κολοκυθιών ως ένας γονέας και ένα φυτικού κολοκύθι cocozelle ή ως άλλος (Paris 1989 - 1996). Τέτοιες ομάδες υβριδοποίησης οδήγησαν στη σφριγηλή αύξηση των φυτών, πρωιμότητα, γρήγορο ποσοστό αύξησης των καρπών, και αύξησε πολύ τις παραγωγές. Ωστόσο, δεσμεύτηκαν μερικές σημαντικές κηπευτικές ιδιότητες, συμπεριλαμβανομένης της κλασικής μορφής των καρπών που χαρακτηρίζει κάθε συγκεκριμένη ομάδα. Κατά τη διάρκεια του πρώτου μισού του 20ού αιώνα, το θερινό κολοκύθι ξεπέρασε σε οικονομική αξία κατά πολύ τις κολοκύθες και το χειμερινό κολοκύθι. Οι αγορές έγιναν όλο και περισσότερο μεγαλύτερες και στην απαίτηση της ποιότητας. Αυτό είχε ως επακόλουθο από τα μέσα της δεκαετίας του '60, στην ανάπτυξη υβριδίων που θα μπορούσαν να ανταποκριθούν στα όλο και περισσότερο ακριβή καταναλωτικά πρότυπα για τους καρπούς της κλασικής μορφής για την ομάδα (παραδείγματος χάριν, πιο ομοιόμορφα κυλινδρικούς στην περίπτωση των κολοκυθιών). Υπήρξε μεγαλύτερη έμφαση σε μια ελκυστικότερη εμφάνιση. Δεδομένου ότι οι μικρότεροι και νεώτεροι καρποί έγιναν όλο και περισσότερο το προτιμώμενο μέγεθος, τα πρότυπα έγιναν ακριβότερα. Τα νεώτερα υβρίδια επίσης έπρεπε να ικανοποιήσουν όλο και περισσότερο τις απαιτήσεις των ακριβών καλλιεργητών σχετικά με τα φυτικά χαρακτηριστικά τους. Τα αρχεία από τα τρόφιμα & την οργάνωση γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών δείχνουν μια χαρακτηριστική αλλαγή στη θέση του *Cucurbita pepo* κατά τη διάρκεια των δύο προηγούμενων δεκαετιών (Paris 1996). Σύμφωνα με αυτές τις στατιστικές, η κατανάλωση θερινού κολοκυθιού, έχει αυξηθεί αναλογικά περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο λαχανικό στη δυτική Ευρώπη κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Μέχρι το 1985, τα "κολοκύθια" αναρριχούνται στα κορυφαία δέκα στην

οικονομική αξία μεταξύ των φυτικών συγκομιδών παγκοσμίως. Η αυξανόμενη απαίτηση για το *Cucurbita pepo*, ειδικά για το θερινό κολοκύθι, έχει δικαιολογήσει την αυξανόμενη επένδυση στην αναπαραγωγή για την ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Το *Cucurbita pepo* είναι βλαστόπλασμα γενικά φτωχό σε γονίδια για την ανθεκτικότητά του σε ασθένειες. Η αντοχή σε ασθένειες έχει μεταφερθεί από άλλα είδη *Cucurbita* στο *Cucurbita pepo* χρησιμοποιώντας τις συμβατικές μεθόδους αναπαραγωγής. Η ανθεκτικότητα έχει παρουσιαστεί επίσης στο *Cucurbita pepo* μέσω των διαγενετικών μέσων. Στην αρχή της νέας χιλιετίας, μπορούμε να αναμένουμε την εισαγωγή πολλών νέων υβριδίων της καλλιέργειας θερινού κολοκυθιού, της κολοκύθας, και του acorn squash που θα είναι ανθεκτική σε ασθένεια. Οι κολοκύθες και η καλλιέργεια χειμερινού κολοκυθιού του διάφορου καλλιεργημένου *Cucurbita*, είναι γενικά χαμηλές σε οικονομική αξία. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στις τροπικές περιοχές, όπου το *Cucurbita moschata* αυξάνεται ακόμη και ως καλλιέργεια επιβίωσης. Το *Cucurbita pepo* προσαρμόζεται καλά στις συγκρατημένες περιοχές, όπου βρίσκονται οι περισσότερες από τις οικονομικά αναπτυγμένες χώρες και επομένως δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι αυτό το είδος έχει μεγάλη οικονομική αξία. Η καλλιέργεια θερινού κολοκυθιού αυξάνεται ευρέως, ιδιαίτερα σε αυτές τις χώρες, και διατάζει μια τιμή ασφάλειας. Πόσο ειρωνικό είναι ότι το κολοκύθι, το οποίο έχει την πιο σύντομη ιστορία των φυτοκομικών ομάδων του *Cucurbita pepo*, πιθανώς τώρα να έχει περισσότερη οικονομική αξία από όλες τις άλλες ομάδες. Οι κολοκύθες αυτής της ποικιλίας κολοκυθιού καθώς επίσης και οι acorn squash πιθανώς θα καλλιεργηθούν στις πιο δροσερές, περιοχές για διακοσμητικούς λόγους και για κατανάλωση, αλλά η επέκταση των αγορών τους στις θερμότερες περιοχές πιθανώς θα περιοριστεί από τον ανταγωνισμό με την υψηλής ποιότητας χειμερινής καλλιέργειας κολοκυθιού και τις κολοκύθες των *Cucurbita maxima* και του *Cucurbita moschata*. Η κολοκύθα Scallop squash είναι η παλαιότερη καταγεγραμμένη ομάδα θερινού κολοκυθιού. Μπορεί να ήταν σημαντικής σπουδαιότητας σε ιθαγενείς Αμερικανούς περίπου 500 έτη πριν. Έχουν μια μοναδική και πολύ ελκυστική μορφή και μερικές πρόσφατα αναπαραγόμενες ποικιλίες βελτιώνονται πολύ στην ένταση του χρώματος και σε άλλα χαρακτηριστικά φυτοκομικής σπουδαιότητας.

1.3 Ποικιλίες & υβρίδια καλλιεργούμενα στην Ελλάδα

Οι παραγωγοί αγοράζουν το σπόρο ενδιαφερόμενοι για την πρωιμότητα, την παραγωγικότητα, το χρώμα, το σχήμα, την αντοχή στις ασθένειες, το κρύο, τις υψηλές θερμοκρασίες, το κράτημα του άνθους κ.ά. Όσον αφορά το χρώμα, υπάρχει ευρύ φάσμα χρωμάτων από το καθαρό λευκό μέχρι το βαθύ πράσινο (λευκό, λευκοκίτρινο, κρεμ), λευκοπράσινο (ψαρό), απαλό – φωτεινό πράσινο, βαθύ πράσινο. Η Βόρεια Ελλάδα προτιμά τα λευκά και η νότια Ελλάδα τα πράσινα. Όσον αφορά αντοχή στις ασθένειες, υπάρχουν υβρίδια με αντοχή κυρίως στις ιώσεις (CMV, WMV-2, ZYMV) και στους μύκητες του ωιδίου και του βοτρύτη. Όσον αφορά τον τύπο βλάστησης, υβρίδια με κατακόρυφη ανάπτυξη (μικρά μεσογονάτια) προτιμώνται για καλλιέργεια στο θερμοκήπιο γιατί στηρίζονται εύκολα με τη βοήθεια σχοινού και μπορούμε να έχουμε μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών ανά στρέμμα η οποία δίνει μεγαλύτερη παραγωγή. Η θαμνώδης προτιμάται για καλλιέργεια στο ύπαιθρο. Μερικές από τις σημαντικότερες ποικιλίες:

α) Κομποκολόκυθο (του Ινστιτούτου Κηπευτικών Β. Ελλάδος). Χρώμα λευκό έως πολύ ανοιχτό πράσινο (ψαρό). Σχήμα κυλινδρικό, γωνιώδους τομής, με στένωση στη μέση. Πρώιμη και παραγωγική ποικιλία.

β) Υπόλευκο Θεσσαλονίκης. Διαφέρει από το προηγούμενο στο ότι δεν έχει γωνίες, ούτε στένωση στη μέση. Οι καρποί είναι μακροί κυλινδρικοί. Παραγωγική και αρκετά πρώιμη ποικιλία.

γ) Ντόπια πράσινα. Έχουν πράσινο χρώμα και κυλινδρικό σχήμα. Υπάρχουν τοπικοί πληθυσμοί με γωνιώδη τομή και στένωση στη μέση και υπάρχουν και άλλοι πληθυσμοί καθαρά κυλινδρικοί και χωρίς στένωση.

Ορισμένα από τα υβρίδια που διατίθενται είναι τα εξής:

- Chivas F1. Πρώιμο υβρίδιο για υπαίθρια και θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Φυτό με κοντά μεσογονάτια και μεγάλη παραγωγή. Καρπός ανοικτοπράσινος, κυλινδρικός – οβάλ (κατάλληλος για γέμισμα), μήκους περίπου 18 εκ. Υψηλά ανεκτικό στις ιώσεις CMV, ZYMV, WMV-2 και στο Ωίδιο.
- Otto F1. Πρώιμο υβρίδιο για υπαίθρια και θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Φυτό με κοντά μεσογονάτια και μεγάλη παραγωγή. Καρπός ανοικτοπράσινος, απολύτως κυλινδρικός, μήκους 20 εκ. Αρκετά ανεκτικό στις Ιώσεις ZYMV, WMV-2 και στο Ωίδιο.

- Carisma F1. Πρώιμο υβρίδιο για υπαίθρια και θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Δυνατό φυτό, παραγωγικό, με καρπούς κυλινδρικούς, μήκους 17 εκ., ανοικτού πράσινου χρώματος. Υψηλά ανεκτικό στις Ιώσεις ZYMV, CMV, WMV-2 και στο Ωίδιο.
- Arlika F1. Πρώιμο υβρίδιο για όψιμη υπαίθρια καλλιέργεια. Μέτρια δυνατό φυτό το οποίο παράγει κυλινδρικούς, ανοιχτού πράσινου χρώματος καρπούς, μήκους 17 εκ. Πολύ παραγωγικό.

Άλλα γνωστά υβρίδια είναι τα

- Abondanza,
- Super Abondanza,
- Jedida,
- Alba,
- Grize,
- Elite κ.ά.

1.4 Βιολογικές απαιτήσεις

Θερμοκρασία

Είναι φυτό θερμής εποχής και πολύ ευπαθές στον παγετό, γι' αυτό σαν πολύ πρόωμη ή όψιμη καλλιέργεια πρέπει να καλλιεργείται με κάλυψη. Χαμηλές θερμοκρασίες κατά την άνθιση προκαλούν πτώση των ανθέων. Η άριστη θερμοκρασία εδάφους είναι 15-20 °C.

Για το φύτρωμα του σπόρου: Η ελάχιστη θερμοκρασία είναι 14-16 °C, η άριστη 20-30 °C. Κάτω από 10 °C ή πάνω από 38 °C δεν φυτρώνει. Σε θερμοκρασίες 18-25 °C φυτρώνει σε 7 ημέρες και αν έχει διαβραχεί ο σπόρος σε 5 ημέρες. Στο σπορείο η απαιτούμενη θερμοκρασία φυτρώματος: θερμοκρασία ημέρας 21-27 °C, θερμοκρασία νύχτας 18-22 °C. Η θανατηφόρος θερμοκρασία είναι: 0-4 °C. Βιολογική θερμοκρασία: ελάχιστη 10-12 °C, μέγιστη 30-35 °C, άριστη ημέρας 24-30 °C – άριστη νύχτας 15-18 °C. Μέση μηνιαία: 18-27 °C.

Λόγω θερμοκρασιών η βλαστική περίοδος που απαιτείται για υψηλές αποδόσεις είναι για τα χειμωνιάτικα 80-140 ημέρες και για τα θερινά 40-60 ημέρες.

Σχετική υγρασία

Είναι φυτό ευπαθές στην ξηρασία. Αποδίδει καλά σε δροσερό και υγρό περιβάλλον. Επιθυμητή σχετική υγρασία 70-85%. Σε χαμηλές τιμές της σχετικής υγρασίας (κάτω από 60%), αποβάλλει τα άνθη και χάνει τη σπαργή του. Η σχετική υγρασία παίζει ρόλο και στη διάρκεια της δεκτικότητας του στίγματος του υπέρου για επικονίαση.

Ηλιοφάνεια

Η ηλιοφάνεια ευνοεί κατά τρόπο θεαματικό την ανάπτυξη των κολοκυθιών, γι' αυτό με ημέρες μεγάλης ηλιοφάνειας τα κολοκύθια γίνονται πολύ γρήγορα μετά την άνθιση (1-5 ημέρες). Για καλύτερη επικονίαση απαιτείται καλός καιρός με ηλιοφάνεια ο οποίος ευνοεί και την αυξημένη κινητικότητα των εντόμων.

Άνεμος

Η κολοκυθιά είναι πάρα πολύ ευαίσθητο φυτό στον άνεμο λόγω του εύθραυστου των βλαστών και της μεγάλης επιφάνειας του φυλλώματος, που αυξάνει τις ανάγκες διαπνοής, σε μια καλλιέργεια που θέλει επάρκεια υγρασίας στο έδαφος και στην

ατμόσφαιρα για να περιορίσει τις ανάγκες της εξατμισοδιαπνοής. Γι' αυτό οι ανεμοθραύστες στην καλλιέργεια της κολοκυθιάς βοηθούν πάρα πολύ τόσο στη μεγαλύτερη όσο και στην πρωϊμότερη παραγωγή. Θερμοί άνεμοι προκαλούν πτώση των ανθέων.

1.5 Καλλιεργητικές φροντίδες εδάφους

Καλλιεργείται σ' όλα τα εδάφη που στραγγίζονται καλά. Τις πιο καλές αποδόσεις τις δίνει σε χώμα μέσης σύστασης, πλούσιο σε οργανική ουσία, γόνιμο, αρδευόμενο. Θεωρείται από τα πλέον απαιτητικά φυτά σε οργανική ουσία εδάφους. Για τις πρώιμες καλλιέργειες θα πρέπει να προτιμώνται τα ελαφριά εδάφη γιατί ζεσταίνονται εύκολα και στραγγίζουν καλά. Στα βαριά εδάφη η παραγωγή οψιμίζει γι' αυτό θα πρέπει να προτιμώνται στις όψιμες καλλιέργειες. Το άριστο pH είναι το ελαφρώς όξινο 5,5-6,8. Μπορεί όμως να καλλιεργηθεί με επιτυχία και σε ελαφρώς αλκαλικά εδάφη (μέχρι 7,5). Είναι φυτό μικρής ανθεκτικότητας στα άλατα. Η αγωγιμότητα του εδάφους θα πρέπει να είναι κάτω από 400 $\mu\text{mhos/cm}$ στα αργιλώδη και κάτω από 2.500 $\mu\text{mhos/cm}$ στα αμμώδη.

Για την καλλιέργεια του εδάφους θα πρέπει να έχουμε υπ' όψη ότι:

- Η πασσαλώδης ρίζα μπορεί να ξεπεράσει το 1 μέτρο βάθος.
- Οι πλευρικές και πλούσιες δικτύωσης ρίζες καταλαμβάνουν μία σφαίρα εδάφους διαμέτρου 40cm.
- Απαιτεί έδαφος που να στραγγίζει καλά.

Είναι απαραίτητη η χρήση υπεδαφοκαλλιεργητή (ρίπερ) για να σχισθεί το έδαφος σε μεγάλο βάθος (70-100 cm). Η εργασία αυτή πρέπει να γίνεται όταν το έδαφος είναι ξερό για να μην κλείσουν τα ανοίγματα (σχισίματα) και χρονικά το φθινόπωρο για την ανοιξιάτικη καλλιέργεια και αρχές καλοκαιριού για την όψιμη φθινοπωρινή καλλιέργεια του κολοκυθιού. Η μετέπειτα καλλιέργεια θα πρέπει να γίνεται με καλλιεργητή πρώτα βαρέως και μετά ελαφρού τύπου και οδοντωτή σβάρνα. Στο τέλος θα πρέπει να γίνεται χρήση της δισκοσβάρνας με ξύλινη σβάρνα στην οποία να έχουν τοποθετηθεί βάρη.

Αν πρόκειται να γίνει εδαφοκάλυψη, καλά θα είναι να γίνονται αναχώματα πλάτους 80-90 cm και ύψους 20 cm και σε απόσταση μεταξύ τους 1-1,5 m. Η φύτευση γίνεται στις δύο άκρες των αναχωμάτων.

Αμειψισπορά

Πρέπει να είναι τετραετής. Θα πρέπει να καλλιεργηθούν φυτά άλλων οικογενειών π.χ. σολανώδη, σιτηρά, ψυχανθή. Καλά θα είναι πριν την καλλιέργεια του κολοκυθιού να έχουν καλλιεργηθεί βαθύρριζα φυτά (π.χ. μηδική).

1.6 Σπορά στο σπορείο

Για την «εκτός εποχής» παραγωγή γίνεται σπορά σε σακουλάκια διαμέτρου 8-10cm με απολυμασμένο φυτόχωμα, τοποθετώντας σ' αυτά ένα σπόρο σε κάθε σακουλάκι. Πάντοτε κατά τη σπορά τόσο στα σακουλάκια, όσο και απ' ευθείας στο χωράφι, ο σπόρος τοποθετείται πλαγίως (πλακέ) και όχι όρθιος γιατί έτσι διευκολύνεται τόσο το φύτευμα όσο και η αποφυγή λαθών. Η θερμοκρασία καθορίζει το χρόνο βλάστησης του σπόρου. Σε κανονικές θερμοκρασίες φυτρώνει μέσα σε 7 ημέρες. Για πιο πρόωμο φύτευμα ο σπόρος μπορεί να προβλαστηθεί με τοποθέτησή του μέσα σε υγρές λινάτσες κοντά σε πηγή θέρμανσης (καλοριφέρ, σόμπες) ή να διαβραχεί επί 24-28 ώρες. Ο σπόρος τοποθετείται σε βάθος 1-2 εκατοστά και σε απ' ευθείας σπορά στον αγρό τοποθετούνται 2-3 σπόροι ανά θέση και μετά το αραίωμα μένει ένα φυτό ανά θέση.

Ένα κιλό σπόρου περιέχει 6.000-8.000 σπόρους. Για ένα στρέμμα απαιτούνται 200-300 gr σπόρου (1 κιλό για 4 περίπου στρέμματα). Τα σπορεία θα πρέπει να είναι καλά οργανωμένα, δηλαδή να έχουν πάγκους, επαρκή αερισμό και θέρμανση, σίτες στα παράθυρα, πολύ καθαρό φωτεινό υλικό κάλυψης κ.ά. Οι καλλιεργητικές εργασίες στο σπορείο θα πρέπει να γίνονται με πολύ φροντίδα γιατί πρόκειται για πολύ ευπαθές φυτό. Το αραίωμα των φυτών να γίνεται συχνά, πιάνοντας το σακουλάκι και όχι το φυτό. Το πότισμα θα πρέπει να είναι ελαφρύ και συχνό ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, με νερό καλής ποιότητας και κανονικής θερμοκρασίας (βαρέλια με νερό μέσα στο σπορείο). Χρειάζεται συνεχής έλεγχος για πρόληψη ασθενειών και εχθρών. Προληπτική τοποθέτηση ποντικοφάρμακου. Πλήρη καθαριότητα στον περιβάλλοντα χώρο και μέσα στο σπορείο. Καταστροφή των ζιζανίων σε όσο είναι δυνατόν μεγαλύτερη απόσταση γύρω από το σπορείο.

1.7 Σπορά ή μεταφύτευση στο χωράφι

Στις πρώιμες καλλιέργειες η φύτευση γίνεται σε χαμηλά τούνελ το 1ο δεκαήμερο του Μαρτίου και η καλλιέργεια συνήθως μένει σε παραγωγή μέχρι τέλη Ιουλίου ανάλογα με τις επικρατούσες τότε τιμές στην αγορά. Σε ανοικτές υπαίθριες καλλιέργειες η φύτευση των φυταρίων στον αγρό γίνεται τον Απρίλιο για τη θερινή καλλιέργεια και τον Αύγουστο για την φθινοπωρινή.

Οι απ' ευθείας σπορές στον αγρό αρχίζουν το Μάρτιο για την καλοκαιρινή καλλιέργεια και τον Αύγουστο για την φθινοπωρινή. Οι αποστάσεις φύτευσης κυμαίνονται μεταξύ των γραμμών 1-1,8 m και επί των γραμμών 0,60-0,80 m.

Στα θερμοκήπια συνήθως εφαρμόζονται μικρότερες αποστάσεις και στο ύπαιθρο μεγαλύτερες. Κατά μέσο όρο έχουμε πυκνότητα 1.500 φυτά/ στρ. Λιγότερα στην υπαίθρια (1.000-1.500 φυτά/ στρ) και περισσότερα (1.500-2.000 φυτά/ στρ) στην υπό κάλυψη καλλιέργεια. Σε εδάφη με κακή στράγγιση συνιστάται η φύτευση σε αναχώματα σε μεγέθη και αποστάσεις που προαναφέρθηκαν. Σε ψυχρές περιοχές και ανάλογα με την εποχή φύτευσης, εκτός της χαμηλής κάλυψης (τούνελ) γίνεται και εδαφοκάλυψη για αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους. Θα πρέπει να παίρνονται μέτρα για αποφυγή των ζιζανίων και των εντομολογικών προσβολών (λιριόμυζα, θρίπες κ.ά.).

1.7.1 Περιποίηση των φυτών - σκαλίσματα

Όταν τα φυτά γίνουν 20-30 εκατοστά ύψος, αραιώνονται όπου είχαν φυτρωθεί περισσότερα του ενός ανά θέση. Αφαιρούνται τα ασθενέστερα ή μεταφυτεύονται σε κενές θέσεις ώστε τελικά να έχουμε ένα φυτό ανά θέση. Λόγω των αυξημένων αναγκών του φυτού σε αερισμό εδάφους και της καταπολέμησης των ζιζανίων γίνονται 1-2 σκαλίσματα μέχρι να κλείσουν τα φυτά. Τα σκαλίσματα μπορεί να γίνουν με μικρή χειρόφρεζα. Με τα σκαλίσματα επιδιώκεται και κάποιο παράγωμα των φυτών.

1.7.2 Λίπανση της καλλιέργειας

Η επιθυμητή σχέση των τριών βασικών στοιχείων στη λίπανση της κολοκυθιάς είναι N: P₂O₅ :K₂O=1: 0,7: 1,1. Ο φώσφορος δίνεται όλος βασικός εκτός των ασβεστούχων

εδαφών στα οποία δεν συνιστάται να καλλιεργείται η κολοκυθιά. Η επιφανειακή λίπανση περιορίζεται στην ίση ποσότητα N και K₂O. Για το σκοπό αυτό προστίθενται 250–500 gr/m³ νερού νιτρική αμμωνία και νιτρικό κάλι το καθένα (συνολικά 0,5-1κιλό λιπασμάτων/ m³ νερού). Η συχνότητα των λιπάνσεων (συνήθως κάθε δεύτερο πότισμα) και η ποσότητα εξαρτώνται από το στάδιο ανάπτυξης, την πορεία της καλλιέργειας, τις καιρικές συνθήκες, την ποιότητα του νερού και κυρίως την αγωγιμότητα του εδάφους. Η επιφανειακή λίπανση ξεκινά με τα πρώτα άνθη σε μικρές ποσότητες (250+250) και ανάλογα με την πορεία της καλλιέργειας, τη συχνότητα των αρδεύσεων, το ύψος της παραγωγής και την ηλικία της καλλιέργειας μπορεί να φθάσουμε και στο 500+500, προσέχοντας να μην περάσουμε τα όρια της εδαφικής αγωγιμότητας. Είκοσι (20) ημέρες πριν το πιθανό τέλος της καλλιέργειας σταματάμε κάθε λίπανση. Όταν δεν υπάρχει σύστημα υδρολίπανσης και γίνεται ξηρολίπανση, τότε προσθέτουμε 5-7 kg/ στρ νιτρική αμμωνία και 5-7 kg/ στρ νιτρικό κάλι πριν το πότισμα και για 4-5 φορές. Με την έναρξη της συγκομιδής καλό θα είναι να γίνεται και μία φυλλοδιαγνωστική.

1.7.3 Άρδευση της καλλιέργειας

Η κολοκυθιά είναι φυτό:

- υψηλής περιεκτικότητας των ιστών σε νερό (95%)
- αυξημένων αναγκών σε αερισμό του εδάφους
- έντονης διαπνοής, όταν οι καιρικές συνθήκες διαφοροποιούνται από περιορισμένα όρια κανονικότητας (π.χ. όταν σχετική υγρασία κάτω από 60%) λόγω πλούσιας και μεγάλου μεγέθους φυλλικής επιφάνειας.

Οι ανάγκες σε νερό ενός στρέμματος κολοκυθιάς υπολογίζονται με στάγδην άρδευση κ.μ.ο. στο ύπαιθρο 300 m³/στρ και στο θερμοκήπιο 400m³ /στρ. Η άρδευση σε όλες τις καλλιέργειες είναι η πιο σπουδαία (κρίσιμη) καλλιεργητική φροντίδα.

1.8 Λοιπές καλλιεργητικές φροντίδες

Αποφύλλωση

Στην κολοκυθιά το φυτό αναπτύσσεται μονοστέλεχα και δεν εφαρμόζεται κανένα κλάδεμα. Στην κολοκυθιά είναι όμως απαραίτητη η αποφύλλωση. Τα φύλλα της βάσης μόλις γεράσουν θα πρέπει να αφαιρούνται. Σε μερικές ποικιλίες για να διευκολύνουμε την ανάπτυξη του φυτού προς τα πάνω αφαιρούμε και υγιή χαμηλά φύλλα (έτσι διευκολύνεται και ο αερισμός του εδάφους). Ακόμη μπορεί να αφαιρεθούν υγιή φύλλα και ψηλά όπου είναι πυκνά γιατί έτσι διευκολύνονται ο αερισμός του φυτού, ο φωτισμός, όλες οι καλλιεργητικές εργασίες και κυρίως η συγκομιδή (γίνεται γρήγορα και χωρίς ζημιές στο φυτό), η πρόληψη των ασθενειών, η καλλίτερη εφαρμογή των ψεκασμών κ.ά.

Υποστύλωση

Στο θερμοκήπιο τα φυτά δένονται με σπάγκο από το οριζόντιο πλέγμα της οροφής ή στηρίζονται σε πασσάλους στα τύπου τούνελ (Φιλιατρών – Πρεβέζης). Στο ύπαιθρο δεν γίνεται κατά κανόνα υποστύλωση γιατί έχουμε μικρότερη πυκνότητα φυτών και τα καλλιεργούμενα κυρίως υβρίδια είναι θαμνώδη και όρθια λόγω μικρών μεσογονατίων. Ορισμένα όμως πολύ παραγωγικά υβρίδια όταν καλλιεργούνται στο ύπαιθρο πρέπει να υποστυλώνονται και εκεί για καλύτερης ποιότητας παραγωγή, πιο άνετη εκτέλεση των καλλιεργητικών φροντίδων και χωρίς απώλειες παραγωγής κατά τη συγκομιδή.

1.9 Συγκομιδή– συντήρηση του κολοκυθιού

Συγκομιδή

Οι καρποί συλλέγονται άγουροι όταν αποκτήσουν το εμπορικό μέγεθος, ανάλογα με τις απαιτήσεις της αγοράς. Το εμπορικό μέγεθος κυμαίνεται 10-20 cm μήκος και 4-8 cm διάμετρος. Οι τύποι των κολοκυθιών είναι βαθμολογημένο ως κολοκυθάκι "όταν είναι λιγότερο από 10 cm στο μήκος (Shaw και Cantliffe, 2004) σε αντιδιαστολή με ωριμότερα που κυμαίνονται από 12 έως 20 cm ανάλογα με την αγορά (Molinar et Al, 1999). Αναγκαστικά ο καρπός κόβεται με τμήμα του ποδίσκου (μήκους 2,5-5 cm) γιατί η πρόσφυση του στον καρπό είναι τέτοια που η ολική αφαίρεσή του θα προκαλούσε ταχεία αφυδάτωση και σήψη του καρπού. Το κολοκύθι μπορεί να πάθει ζημιά εύκολα αυτό οφείλεται επειδή είναι τρυφερά και ιδιαίτερα φθαρτά στη μαλακή τους επιδερμίδα. Κυρίως από την εποχή καλλιέργειας (θερμοκρασία) και δευτερεύοντος από την ποικιλία εξαρτώνται:

- a Ο χρόνος από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή (30-60 ημέρες).
- b Η συχνότητα συγκομιδής (1-8 ημέρες). Από την εμφάνιση του θηλυκού άνθους μέχρι την απόκτηση του εμπορικού μεγέθους (15 cm) απαιτούνται μέχρι 10 ημέρες το χειμώνα και 1-4 ημέρες το καλοκαίρι.
- c Η διάρκεια συγκομιδής, όταν οι τιμές διατηρούνται υψηλές μπορεί να φθάσει μέχρι τις 100 ημέρες ιδιαίτερα στην θερινή καλλιέργεια (Απρίλιο –Ιούλιο).

Το ύψος της παραγωγής παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση, από 3-8 τον/ στρ. Καλά θα είναι η συγκομιδή να γίνεται το πρωί με δροσιά ή αργά το απόγευμα με τη ζεστή γιατί διευκολύνεται η εργασία της συγκομιδής (το φυτό είναι σε πλήρη σπαργή). Η κοπή των καρπών πρέπει να γίνεται με κοφτερό μαχαίρι, με εργάτες που χρησιμοποιούν γάντια, κουβάδες και κιβώτια πλαστικά για αποφυγή πληγών που γίνονται αφετηρία σήψεων. Είναι αναγκαία η τακτική αφαίρεση των καρπών γιατί αυξάνει τις αποδόσεις, βοηθώντας τη συνεχή παραγωγή νέων καρπών. Για τον ίδιο λόγο πρέπει να αφαιρούνται αμέσως μόλις γίνονται αντιληπτοί οι μειονεκτικοί καρποί λόγω κακού δεσίματος.

Η συγκομιδή χρειάζεται πολύ προσεκτική εργασία για αποφυγή τόσο του τραυματισμού των καρπών όσο και των φυτών. Κατά συνέπεια, είναι εξαιρετικά ευαίσθητοι στο μηχανικό τραυματισμό, την απώλεια υγρασίας, τον τραυματισμό κατάψυξης και την αποσύνθεση. Ακόμη πολλές αγορές θέλουν να διατηρείται ακέραιο και το άνθος που είναι δείκτης της φρεσκάδας του προϊόντος. Η μεταφορά

επίσης ενέχει κινδύνους τραυματισμού των καρπών γι' αυτό θα πρέπει να γίνεται προσεκτική συσκευασία όταν πρόκειται να ταξιδέψουν σε μεγάλες αποστάσεις. Μεγαλύτερου μεγέθους κολοκυθάκια γίνονται δεκτά στην αγορά για τηγανιτά ή γεμιστά. Ο καρπός μπορεί να διατηρηθεί για 7-10 ημέρες σε θερμοκρασία 10 °C και Σχετική Υγρασία 90%. Υπάρχει όμως κίνδυνος να εμφανίσουν χαρακτηριστικά συμπτώματα ζημιών από το ψύχος αν η διατήρηση γίνει σε θερμοκρασία κάτω από 10 °C.

Συντήρηση

Το κολοκύθι είναι επίσης ιδιαίτερα φθαρτό και δεν αντέχει στην αποθήκευση πιο



πολύ από δύο εβδομάδες (Hardenburg et Al, 1986). Προκειμένου να διατηρηθεί η ποιότητα των νωπών καρπών και να επεκταθεί η μετά τη συγκομιδή ζωή του προϊόντος στο ράφι, οι επιστήμονες μετά τη συγκομιδή πρέπει να προσέξουν τους παράγοντες εκείνους που καθορίζουν το

περιβάλλον αποθήκευσης όπως θερμοκρασία, σχετική υγρασία και ατμοσφαιρική σύνθεση. Η επαρκής διαχείριση θερμοκρασίας είναι η σημαντικότερη στη συντήρηση της φρέσκιας ποιότητας με την εξασφάλιση μιας μείωσης του ποσοστού αναπνοής, εφίδρωσης, ενζυματικής δραστηριότητας, και αύξησης και των μικροοργανισμών (Hardenburg et Al, 1986). Η ποιότητα επηρεάζεται από ατέλειες όπως, ο μηχανικός τραυματισμός, οι φυσιολογικές αναταραχές, η αποσύνθεση, και η απώλεια ύδατος (Sargent et Al, 2001). Η ποιοτική εμφάνιση των φρούτων είναι η σημαντικότερη παράμετρος που απευθύνεται στους καταναλωτές στην αγορά φρέσκων προϊόντων παγκοσμίως. Αν και οι μελέτες έχουν παρουσιάσει βέλτιστους όρους αποθήκευσης για το ώριμο κολοκύθι ανάλογα με την ποικιλία, καμία έκθεση δεν βρέθηκε σχετικά με το κολοκυθάκι (McCollum, 2004).

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Υδροπονία

2.1 Εισαγωγή

Η Υδροπονία είναι η μέθοδος όπου τα φυτά μεγαλώνουν μέσα στο νερό. Η λέξη προέρχεται από το "Υδωρ = Νερό" και το "Πόνος = Εργασία". Με τον όρο λοιπόν υδροπονία, εννοούμε την καλλιέργεια χωρίς χώμα. Σε κάποιες περιπτώσεις αδρανή υλικά όπως ο πετροβάμβακας και ο περλίτης χρησιμοποιούνται αντί για χώμα ενώ σε άλλες όπως το N.F.T δεν χρησιμοποιείται κανένα υλικό στήριξης η δε θρέψη των φυτών σε όλες τις περιπτώσεις γίνεται με ειδικά θρεπτικά διαλύματα.

Τα τελευταία 50 χρόνια η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοστεί στα περισσότερα σημαντικά ερευνητικά κέντρα λόγω της αξιοπιστίας της, της ακρίβειάς της και του ευρύ φάσματος των εφαρμογών της. Χάρη στην Υδροπονία έγιναν κατορθωτά τεράστια βήματα προς τα εμπρός για την κατανόηση των φυτών και κυρίως της λίπανσής τους. Η Υδροπονία επιτρέπει την ολόχρονη καλλιέργεια επειδή σας δίνει απόλυτο έλεγχο του φωτισμού, υγρασίας και θερμοκρασίας, δίδοντας έτσι μεγαλύτερες υψηλής ποιότητας παραγωγές σε μικρότερο χώρο.

2.2 Ιστορία και σημασία της υδροπονίας

Τα συστήματα υδροπονίας άρχισαν να διαδίδονται στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια, δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και για τον υπόλοιπο κόσμο. Η υδροπονία δεν είναι σημερινή τεχνολογία. Διάφοροι πολιτισμοί χρησιμοποιούσαν την υδροπονία ως μέθοδο καλλιέργειας εδώ και αρκετές χιλιάδες χρόνια. Όπως παρουσιάστηκε στο περιοδικό: "

Οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας, οι πλεούμενοι κήποι των Αζτέκων στο Μεξικό και οι κήποι στην Κίνα είναι παραδείγματα Υδροπονικών καλλιεργειών.

Αιγυπτιακά ιερογλυφικά αρχαία εκατοντάδων χρόνων π.Χ., περιγράφουν την καλλιέργεια φυτών μέσα στο νερό. Οι Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας στην ουσία δεν ήταν τίποτα άλλο από ένα υδροπονικό σύστημα και μάλιστα ανακυκλώσιμο. Τα φυτά μεγάλωναν μέσα σε πλίνθινες δεξαμενές και το πότισμά τους γίνονταν με ειδικές αλυσιδωτές κατασκευές οι οποίες μετέφεραν το νερό στο πιο ψηλό σημείο απ' όπου μέσα από κανάλια έφτανε στις δεξαμενές. Το νερό που περίσσευε, πάλι μέσα από κανάλια κατέληγε στην κεντρική δεξαμενή στην οποία αφού αναμειγνύονταν με φρέσκο μεταφερόταν και πάλι στα φυτά. Οι Ίνκας στην νότιο Αμερική πριν εκατοντάδες χρόνια μεγάλωναν τα φυτά τους πάνω σε σχεδίες που έπλεαν στις όχθες ποταμών και λιμνών με τις ρίζες των φυτών να κρέμονται ελεύθερα μέσα στο νερό. "Hydroponic Food Production" (Πέμπτη Έκδοση, Woodbridge Press, 1997) από τον Howard M. Resh.

Κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα, επιστήμονες πειραματίστηκαν με διάφορες μεθόδους υδροπονικών καλλιεργειών. Μια από τις πιθανές εφαρμογές της υδροπονίας που οδήγησαν την έρευνα, ήταν για την καλλιέργεια φρέσκων προϊόντων στις άγονες περιοχές του πλανήτη.

Η εφαρμογή της υδροπονίας δοκιμάστηκε κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου. Οι στρατιώτες που έμεναν στα άγονα νησιά του Ειρηνικού Ωκεανού εφοδιάζονταν με φρέσκα προϊόντα που καλλιεργούσαν με υδροπονικά συστήματα. Στα τέλη του αιώνα, η Υδροπονία ενσωματώθηκε στο διαστημικό πρόγραμμα. Καθώς η NASA προσπαθεί να χτίσει διαστημικό σταθμό σε άλλο πλανήτη ή στο Φεγγάρι, η Υδροπονία είναι η μόνη μέθοδος καλλιέργειας. Αυτή η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη.

2.3 Πλεονεκτήματα της υδροπονίας:

Η υδροπονία μπορεί να δώσει λύσεις στο σύγχρονο ανταγωνιστικό περιβάλλον που διαμορφώνεται. Μερικές από τις θετικές πτυχές της υδροπονίας περιλαμβάνουν:

1. Η παραγωγή είναι ποιοτικά και ποσοτικά καλύτερη. Αυτό είναι αποτέλεσμα της σωστής θρέψης των φυτών.
2. Η τροφοδοσία των φυτών με στοιχεία αμέσως διαθέσιμα και αφομοιώσιμα είναι πλήρως ελεγχόμενη, ομοιόμορφη και σταθερή.
3. Ο έλεγχος της αγωγιμότητας (EC) και του (PH) μπορεί να γίνει με ακρίβεια, και σε περιπτώσεις αποκλίσεων από το επιθυμητό οι διορθώσεις γίνονται άμεσα. Είναι γνωστά τα προβλήματα που παρουσιάζονται στα φυτά που καλλιεργούνται στο χώμα λόγω της αδυναμίας ελέγχου των δύο αυτών σημαντικών παραμέτρων. Στις περισσότερες των περιπτώσεων το εδαφικό PH είναι πολύ υψηλό με αποτέλεσμα την εμφάνιση τροφωπενιών στα φυτά (τροφωπενία σιδήρου κ.α.) Μπορούν να μετρηθούν και να ρυθμιστούν εύκολα το pH του διαλύματος και η ηλεκτρική αγωγιμότητα στην ριζόσφαιρα του φυτού.
4. Η θρέψη των φυτών στην υδροπονία είναι απόλυτα ελεγχόμενη. Τα θρεπτικά διαλύματα είναι ισορροπημένα με αποτέλεσμα τα φυτά να είναι περισσότερο εύρωστα. Η σωστή θρέψη (ακριβής αναλογία στοιχείων) έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων και αύξηση της απόδοσης παραγόμενου προϊόντος.
5. Επιτυγχάνεται εξοικονόμηση και σωστή τροφοδοσία με νερό, ενώ ακόμη υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί νερό με αυξημένη αλατότητα.
6. Δεν απαιτείται καλλιέργεια του εδάφους, καταπολέμηση των ζιζανίων και απολύμανση του εδάφους. Αυτό συνεπάγεται εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος, αλλά και περιορισμό της χρήσης φυτοφαρμάκων, αφού απαλλάσσεται η καλλιέργεια από τις αρρώστιες και τα έντομα του εδάφους καθώς και από τα ζιζάνια(απολύμανση εδάφους, ριζοποτίσματα).
7. Υπάρχει δυνατότητα για πυκνή φύτευση και επομένως αξιοποιείται καλύτερα ο χώρος του θερμοκηπίου.
8. Η μεταφύτευση γίνεται ευκολότερα χωρίς να ταλαιπωρούνται τα φυτάρια
9. Με την καλλιέργεια σε συστήματα υδροπονίας αποφεύγονται χρονοβόρες και κουραστικές εργασίες όπως σκαλίσματα, ξεχορταριάσματα που γίνονται στο χώμα.

10. Το θερμοκήπιο είναι μια επιχείρηση η οποία μπορεί να παράγει όλο το χρόνο. Αυτό όμως δεν μπορεί να γίνει καλλιεργώντας στο χώμα όπου υπάρχει ανάγκη απολύμανσης και ξεκούρασης. Η υδροπονία δίνει λύση σε αυτό μιας και το υπόστρωμα μπορεί να επαναφυτευτεί αρκετές φορές δίνοντας έτσι τη δυνατότητα συνεχόμενης παραγωγής.

2.4 Μειονεκτήματα της υδροπονίας

Η υδροπονία μπορεί

- να χρησιμοποιηθεί για μαζική παραγωγή και να παράγει φυτά με ελάχιστη γεύση ή χωρίς άρωμα.
- να μολύνει το περιβάλλον αν χρησιμοποιείται πετροβάμβακας ή μη ανακυκλωμένο σύστημα.

2.5 Συστήματα και υποστρώματα υδροπονίας

2.5.1 Συστήματα χωρίς υπόστρωμα

Στα συστήματα αυτά οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε κανάλια συνεχούς ή μη συνεχούς ροής θρεπτικού διαλύματος. Τα πιο γνωστά συστήματα αυτής της μορφής



είναι το NFT και η επιπλέουσα υδροπονία. Στο NFT (Nutrient Film Technique) οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε κανάλια μεγάλου μήκους μέσα στα οποία το ρέει το θρεπτικό διάλυμα. Τα κανάλια του NFT είναι συνήθως επενδεδυμένα με ειδικό πλαστικό, με άσπρο χρώμα εξωτερικά και μαύρο εσωτερικά.

Στην δεύτερη περίπτωση, στην επιπλέουσα υδροπονία, δεν έχουμε συνεχή ροή θρεπτικού διαλύματος, αλλά το θρεπτικό διάλυμα βρίσκεται μέσα σε μεγάλες λεκάνες – δεξαμενές, μέσα στο οποίο αναπτύσσονται τα φυτά. Στο σύστημα αυτό η οξυγόνωση του διαλύματος είναι απαραίτητη. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε καλλιέργειες χαμηλών λαχανικών όπως τα μαρούλια. Τα φυτά τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένες οπές που έχουν ανοιχτεί σε δίσκους φελιζόλ. Τα φελιζόλ επιπλέουν πάνω στο θρεπτικό διάλυμα και έτσι οι ρίζες των φυτών βρίσκονται συνεχώς μέσα στο διάλυμα αυτό. Σε αυτή την κατηγορία μπορεί να ενταχθεί και αεροπονία όπου τα φυτά τοποθετούνται σε δίσκους φελιζόλ με τις ρίζες τους να αναπτύσσονται στο διάκενο. Το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται στις ρίζες υπό μορφή λεπτών σταγονιδίων. Ο ψεκασμός πρέπει να γίνεται σε συνθήκες σκοταδιού για την αποφυγή δημιουργίας αλγών.

2.5.2 Συστήματα με υπόστρωμα

Η υδροπονία μπορεί να δώσει λύσεις στο σύγχρονο ανταγωνιστικό περιβάλλον που διαμορφώνεται. Τα υποστρώματα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις υδροπονικές καλλιέργειες μπορούν να είναι τεχνητά υλικά τα οποία να προέρχονται από την επεξεργασία πετρωμάτων ή φυσικές πρώτες ύλες οι οποίες υπόκεινται σε ειδική επεξεργασία. Τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται σήμερα στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι τα ακόλουθα:

▪ **Πετροβάμβακας (rockwool, stonewool).** Ο πετροβάμβακας αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα παγκοσμίως. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στις υδροπονικές καλλιέργειες κηπευτικών (τομάτα, αγγούρι,



μαρούλι κ.α.) αλλά και στην ανθοκομία (τριαντάφυλλο, ζέρμπερα κ.α.). Είναι ένα φυσικό

προϊόν μιας και προέρχεται από ηφαιστειογενή πετρώματα τα οποία μετά από ειδική επεξεργασία δίνουν το γνωστό τελικό προϊόν αποτελούμενο από λεπτές ίνες. Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των πετρωμάτων χρησιμοποιούνται πολύ υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 1600oC) με αποτέλεσμα το υλικό το οποίο τελικά παράγεται να είναι πλήρως αποστειρωμένο και συνεπώς απαλλαγμένο από φυτοπαθογόνους και μη οργανισμούς. Το κυριότερο πλεονέκτημά του είναι η ικανότητα που διαθέτει να συγκρατεί πολύ μεγάλες ποσότητες θρεπτικού διαλύματος μιας και οι πόροι του καταλαμβάνουν περίπου το 96% του όγκου του. Αυτό έχει ως συνέπεια την κατανάλωση πολύ μικρότερων ποσοτήτων νερού από οποιοδήποτε άλλο υπόστρωμα.



- **Ελαφρόπετρα.** Η ελαφρόπετρα είναι ένα αργιλοπυριτικό ηφαιστειογενές ορυκτό το οποίο παράγεται στη χώρα μας, χημικά αδρανές το οποίο χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα στις υδροπονικές καλλιέργειες κηπευτικών και ανθοκομικών φυτών. Το PH της ελαφρόπετρας είναι περίπου 7,3. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει αλλά καλύτερα είναι πριν την χρήση να έχει προηγηθεί καλό κοσκίνισμα ώστε να απομακρυνθεί η σκόνη και να ξεπλυθεί. Συνήθως χρησιμοποιείται σε σάκους φύτευσης ή σε κανάλια καλλιέργειας.

- **Περλίτης.** Ο υδροπονικός περλίτης προέρχεται από επεξεργασία του ορυκτού περλίτη που είναι ένα υαλώδες ηφαιστειακό πέτρωμα το οποίο παράγεται και στη χώρα μας (στη Μήλο). Σαν υλικό είναι χημικά αδρανές και το PH είναι ουδέτερο (PH=7). Ο περλίτης συνήθως χρησιμοποιείται σε σάκους ή σε κανάλια καλλιέργειας.

- **Κοκκοφοίνικας (cocosoil, cocopeat).** Ο Κοκκοφοίνικας είναι ένα φυσικό υλικό το οποίο προέρχεται από το παχύ μεσοκάρπιο του καρπού της καρύδας. Συνεπώς είναι υλικό απαλλαγμένο από ασθένειες. Σε σύγκριση με τα παραπάνω υποστρώματα, ο Κοκκοφοίνικας είναι οργανικό υλικό. Διατίθεται στο εμπόριο σε σάκους καλλιέργειας αλλά και σε τούβλα (blocks) συμπιεσμένου υλικού που μετά από την αποσυμπίεσή του μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργεια σε γλάστρες ή κανάλια. Στη χώρα μας χρησιμοποιείται ευρύτατα στην υδροπονική καλλιέργεια κυρίως ανθοκομικών φυτών (τριαντάφυλλο, ζέρμπερα, γαρίφαλο, βολβοειδών κ.α.).

Σε μία καλή και σταθερή ποιότητα υλικού η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται στο 0,5 mS/cm ή και χαμηλότερα και PH από 5,5 έως 6.

Υπάρχουν συνεπώς πολλά συστήματα και υποστρώματα τα οποία μπορούν να επιλεγούν για την υδροπονική καλλιέργεια. Πριν όμως γίνει η τελική επιλογή θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν διάφοροι παράγοντες όπως οι συνθήκες της περιοχής καλλιέργειας, η ποιότητα του νερού άρδευσης, ο εξοπλισμός που απαιτείται κ.α. Σίγουρα το κόστος προβληματίζει αλλά τελικά δεν πρέπει να αποτελεί το μοναδικό λόγο επιλογής υποστρώματος ή συστήματος. Ένα είναι σίγουρο, και αυτό έχει αποδείξει διαχρονικά η εμπειρία όσων έχουν ασχοληθεί επισταμένα με την υδροπονία, ότι το κόστος είναι άριχτα συνδεδεμένο με την ποιότητα των υλικών. Και αυτό δεν αφορά μόνο τα υποστρώματα αλλά και τον εξοπλισμό που θα εγκατασταθεί (μηχανήματα, αρδευτικό κ.α.).

Κάθε υπόστρωμα έχει τις δικές του απαιτήσεις όσον αφορά τη θρέψη – λίπανση. Πριν την εγκατάσταση του συστήματος θα πρέπει να γίνει ανάλυση του νερού για να διαπιστωθεί κατά πόσο αυτό είναι κατάλληλο για την καλλιέργεια σε υδροπονία. Μετά την εγκατάσταση του όποιου συστήματος με αναλύσεις κατά τη διάρκεια της περιόδου μπορούν να γίνουν διορθώσεις στο διάλυμα θρέψης. Και επειδή στην υδροπονία απαιτείται ακρίβεια στις μετρήσεις – αναλύσεις και στην πρόταση λίπανσης, είναι αναγκαία η συνεργασία με εργαστήρια που έχουν την τεχνολογία, την γνώση αλλά και εμπειρία.

Η συνεχής χρήση του εδάφους σε εντατική μορφή και με το ίδιο είδος φυτού, όπως συμβαίνει στα θερμοκήπια, αλλά και πολλές φορές στις υπαίθριες καλλιέργειες, δημιούργησε παθογενείς καταστάσεις και έλλειψη των περισσότερων από τα αναγκαία θρεπτικά στοιχεία. Αυτό οδήγησε στην ανάγκη για καθιέρωση των δαπανηρών και επιβλαβών για το περιβάλλον απολυμάνσεων του εδάφους, αλλά και στη χρήση συστημάτων πλήρους τροφοδοσίας θρεπτικών στοιχείων και ρύθμισης της οξύτητας, των γνωστών συστημάτων υδρολίπανσης (fertigation systems). Ταυτόχρονα, οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις της αγοράς για παραγωγή ποιοτικών προϊόντων οδήγησαν στην αύξηση του κόστους παραγωγής και στη βαθμιαία μείωση του κέρδους για τον παραγωγό.

Ως εκ τούτου, κρίνεται επιτακτική η εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών και καλλιεργητικών μεθόδων, που αποσκοπούν στην παραγωγή ποιοτικών προϊόντων, στην ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Η χρήση της υδροπονικής καλλιέργειας φυτών σε θερμοκήπια, είναι δυνατόν να οδηγήσει στην επίτευξη των παραπάνω στόχων. Για παράδειγμα στην Ολλανδία, όπου η υδροπονία αποτελεί τον πλέον διαδεδομένο τρόπο καλλιέργειας φυτών υπό κάλυψη, η παραγωγή τομάτας υπερβαίνει τους 60 τόνους ανά στρέμμα. Στην Ελλάδα, με την παραδοσιακή μέθοδο καλλιέργειας τομάτας, η απόδοση των 20 τόνων ανά στρέμμα θεωρείται επιτυχημένη. Συγχρόνως, με την υδροπονία αυξάνεται και η αποδοτικότητα της χρήσης του νερού. Από 12-15 κιλά τομάτας ανά cm^3 νερού με τον παραδοσιακό τρόπο, με την υδροπονία η απόδοση μπορεί να ανέλθει στα 60-70 κιλά, κάτι σημαντικό για την εξοικονόμηση νερού.

Επιπλέον, με την εφαρμογή της υδροπονικής καλλιέργειας φυτών σε ένα πλήρως αυτοματοποιημένο θερμοκήπιο, είναι δυνατή η ολοκληρωμένη διαχείριση του συστήματος παραγωγής θερμοκήπιο – κλίμα - καλλιέργεια, για παραγωγή πιστοποιημένων προϊόντων.

Για τη διάδοση της υδροπονίας στην Ελλάδα είναι απαραίτητη η διάχυση της τεχνογνωσίας και η ενημέρωση των παραγωγών για τα πλεονεκτήματα και τις οικονομικές προοπτικές και δυνατότητες της. Ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος για να διασφαλισθούν τα ανωτέρω, είναι η εκπαίδευση.

Μέρος 2

Πειραματικό μέρος

Εισαγωγή

Η μέθοδος καλλιέργειας των φυτών χωρίς τη χρήση εδάφους ή εδαφικού μίγματος ονομάζεται υδροπονία (Jensen και Collins (1985)). Το έδαφος αντικαθίσταται με το υπόστρωμα, το οποίο μπορεί να είναι οτιδήποτε στερεό αδρανές υλικό ή το νερό. Η αρχή της μεθόδου είναι η διάλυση όλων των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων στο νερό για την ανάπτυξη του φυτού και η χορήγησή τους με αρδευτικό σύστημα χωρίς να χρησιμοποιείται το έδαφος. Ο καλύτερος έλεγχος των περιβαλλοντικών παραγόντων (π.χ. λίπανση, άρδευση, θερμοκρασία ρίζας), ο υψηλότερος βαθμός αυτοματοποίησης, και οι υψηλότερες παραγωγές καθιστούν παγκόσμια, την υδροπονία ελκυστικά οικονομική για τους παραγωγούς. Η υδροπονία αποτελείται από την δεξαμενή παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος όπου είναι απαραίτητο να ελεγχθούν οι λειτουργικές παράμετροι του θρεπτικού διαλύματος, το pH, το διαλυμένο οξυγόνο, η θερμοκρασία, η ωσμωτική πίεση και η ηλεκτρική αγωγιμότητα. και τον χώρο εγκατάστασης και ανάπτυξης των φυτών. Η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αποσκοπεί στον έλεγχο της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων. Με τη ρύθμιση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος οι καλλιεργητές έχουν την δυνατότητα να τροποποιούν το διαθέσιμο νερό της παραγωγής και να βελτιώνουν την ποιότητα της παραγωγής τους αλλά και τον κίνδυνο οι αυξήσεις στην αλατότητα να μειώνει την εμπορεύσιμη παραγωγή. Κάτω από υψηλές ηλεκτρικές αγωγιμότητες ECs, το μέγεθος των καρπών συσχετίζεται αντιστρόφως με EC. Το ποσοστό μείωσης της παραγωγής ποικίλλει και εξαρτάται από τις ποικιλίες, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, τη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος και την διαχείριση της κάθε παραγωγής (Martine Dorai et al 2001). Η υδροπονία είναι μια μέθοδος που επιτρέπει έναν καλό έλεγχο της αύξησης και της ανάπτυξης των φυτών, και είναι σε πειραματικό στάδιο σε όλο τον κόσμο (VanOs and Benoit, 1999; VanOs et al., 2002). Η τεχνική της καλλιέργειας χωρίς έδαφος επιτρέπει την επίτευξη υψηλής παραγωγής χωρίς να διακινδυνεύεται η ποιότητα του προϊόντος (Savvas, 2002).

Τα κολοκυθάκια (*Cucurbita pepo* L.) καλλιεργούνται εμπορικά με συμβατικές μεθόδους στον αγρό και το θερμοκήπιο στις μεσογειακές χώρες (European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2004) προκειμένου να ανταποκριθούν στην υψηλή ζήτηση του φρέσκου προϊόντος στις εθνικές και διεθνείς αγορές. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 20 ετών, η ανάπτυξη των κολοκυθιών υδροπονικά έχει γίνει δημοφιλής στους εμπορικούς καλλιεργητές (Rouphael and Colla, 2005). Οι Shaw and Cantliffe (2004) και Cantliffe et al (2007) αναφέρουν ποικιλίες κολοκυθιού που θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν υδροπονικά και να προμηθεύουν την αγορά για την αγορά.

Η αυξανόμενη χρήση των υπολογιστών στη διαχείριση της ανάπτυξης των φυτών έχει οδηγήσει τους καλλιεργητές να ζητούν λογισμικά, που να βασίζονται στα μαθηματικά μοντέλα, για να προβλέπουν ή να προσομοιάζουν την απόδοση της παραγωγής τους. Τα μοντέλα εκτός από την περιγραφή της τελικής απόδοσης, παρέχουν πληροφορίες έτσι ώστε δυναμικά να μπορεί να απεικονιστεί και να ελεγχθεί η πορεία της παραγωγής.

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν χρησιμοποιηθεί ένα τέτοιο μοντέλο η συνάρτηση Richards για την επίδραση δυο ηλεκτρικών αγωγιμοτήτων EC 2,2 dS/m και 4,4 dS/m σε δυο θρεπτικά διαλύματα υδροπονικής καλλιέργειας στην επιμήκυνση των φύλλων και των καρπών κολοκυθιού *Cucurbita pepo* L. cv. Abodanza κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης. Επίσης μετρήθηκαν τα άνθη οι διαστάσεις των ποδίσκων και των καρπών και τα ολικά στέρεα διαλυτά.

Μέθοδοι και υλικά

1 Θερμοκήπιο υδροπονικής καλλιέργειας

Στο υαλόφρακτο θερμαινόμενο θερμοκήπιο του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Πατρών πραγματοποιήθηκε πείραμα υδροπονικής καλλιέργειας κολοκυθιού της ποικιλίας (*Cucurbita pepo* L. cv. Abodanza) τον Οκτώβριο του 2001.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε υαλόφρακτο, πλήρως αυτοματοποιημένο θερμοκήπιο, εγκατεστημένο στο Αγρόκτημα της Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Πάτρας(38.2629 °B, 21.7502 °A, υψόμετρο 10 m).



Το θερμοκήπιο, το οποίο είναι αμφίρρικτο πολλαπλό, μεταλλικό γαλβανισμένο και προφίλ αλουμινίου, υαλόφρακτο με εσωτερικά υαλόφρακτα χωρίσματα και αυτόνομα συστήματα εξαερισμού, θέρμανσης, σκίασης, δροσισμού και υδρονέφωσης. Καλύπτει μια έκταση 1536m², εκ των οποίων τα 330 m² χώρος υδροπονίας με ή χωρίς ανακυκλωμένο θρεπτικό διάλυμα και 70 m² βοηθητικός χώρος.

Η κατεύθυνση του θερμοκηπίου είναι ΝΔ-ΒΔ.

Συνθήκες περιβάλλοντος θερμοκηπίου υδροπονικής καλλιέργειας

Το σύστημα Θέρμανσης του θερμοκηπίου είναι ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης με κυκλοφορία ζεστού νερού (με καυστήρα πετρελαίου) μέσα από χαλυβδοσωλήνες στο περιμετρικό κάθε χώρου και κατά μήκος των υδρορροών (για περιορισμό της



υγρασίας), όπως και στο χώρο της υδροπονίας αλλά και κάτω από τους πάγκους της υδροπονίας για ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας. Το κάθε κύκλωμα είναι εντελώς αυτόνομο και ελέγχεται από ξεχωριστό θερμοστάτη χώρου της DGT Volmatic. Το σύστημα ελέγχεται τόσο χειροκίνητα όσο και αυτόματα μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με δυνατότητα προγραμματισμού.

Το σύστημα υδρονέφωσης του θερμοκηπίου είναι τύπου Fine Mist, με πλαστικούς



υδρονεφωτές με αντεπίστροφη βαλβίδα και με πίεση λειτουργίας 6 bar. Το δίκτυο είναι κατασκευασμένο από σιδηροσωλήνα γαλβανισμένο και είναι αναρτημένο στο ύψος των υδρορροών. Ο έλεγχος της υγρασίας, γίνεται με υγροστάτη χώρου της DGT Volmatic και είναι αυτόματος. Το σύστημα ελέγχεται τόσο χειροκίνητα όσο και αυτόματα μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με δυνατότητα προγραμματισμού.



Το σύστημα δροσίσιμου του θερμοκηπίου είναι σε κάθε ναλόφρακτο χώρο του θερμοκηπίου συμπεριλαμβανομένου της υδροπονίας είναι εγκαταστημένο ένα σύστημα δροσίσιμου έμμεσης εξατμιστικής ψύξης. Είναι υψηλού βαθμού απόδοσης με φίλτρα αέρος και σύστημα αυτόματου ελέγχου λειτουργίας και θερμοκρασίας. Η απόδοση της ψύξης γίνεται με την βοήθεια διάτρητων πλαστικών αεραγωγών που διατρέχουν τον κάθε χώρο σε επιλεγμένες θέσεις και διατηρεί την επιθυμητή σχετική

υγρασία. Το σύστημα ελέγχεται τόσο χειροκίνητα όσο και αυτόματα μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με δυνατότητα προγραμματισμού.

Το σύστημα φωτισμού του θερμοκηπίου περιλαμβάνει ψυχρό φωτισμό (cool white light), από αλογόνες λαμπτήρες για κανονικό φωτισμό ημέρας κατά την διάρκεια της ημέρας (επιμήκυνση ημέρας) και λαμπτήρες θερμού φωτισμού (warm light) από λαμπτήρες πυρακτώσεως. Μπορούν να λειτουργούν σε υψηλή υγρασία και μεταβάλλουν την ένταση του φωτός.

Η λειτουργία του θερμοκηπίου (έλεγχος περιβάλλοντος) και οι αυτονομίες γίνονται μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Υπάρχει αυτόματο σύστημα μετρήσεως και καταγραφής των συνθηκών περιβάλλοντος και σύστημα προγραμματισμού λειτουργίας. Ελέγχει και επεξεργάζεται τις πληροφορίες που συγκεντρώνει και με βάση τις τιμές των μετρήσεων πραγματοποιεί αυτόματα επεμβάσεις σε κάθε σύστημα σύμφωνα με τις επιθυμητές κλιματικές συνθήκες ανάπτυξης. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής ελέγχει το σύστημα θέρμανσης, τα παράθυρα αερισμού, το σύστημα



σκίασης, το σύστημα άρδευσης, το σύστημα λίπανσης, το σύστημα δροσισμού, το σύστημα υδρονέφωσης και το σύστημα υδροπονίας. Έχει την δυνατότητα να τα ελέγχει αυτόματα σε βέλτιστο συνδυασμό μεταξύ τους, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται οι επιθυμητές συνθήκες σε κάθε χώρο ξεχωριστά. Επίσης συνδέεται με εξωτερικό μετεωρολογικό σταθμό.

Ο υπολογιστής κλίματος LCC900 ελέγχει όλα τα συστήματα κλίματος.

Οι υπολογιστές κλίματος διαιρούν την ημέρα σε 6 χρονικές ζώνες και έχουν τους ενσωματωμένους συναγερμούς για τη θερμοκρασία, την υγρασία, το έλεγχο θέρμανσης κ.λπ. Οι υπολογιστές κλίματος λειτουργούν και με τους υπολογιστές άρδευσης -λίπανσης-υδρολίπανσης. Ολόκληρο το σύστημα συνδέεται με το πρόγραμμα Super Link για την κεντρική λειτουργία και αποθήκευση στοιχείων με τον Η/Υ. Ο κάθε χώρος έχει αντίστοιχο υπολογιστή κλίματος.

Το Super Link είναι ένα προηγμένο πρόγραμμα Η/Υ επικοινωνίας με τον χρήστη για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των υπολογιστών κλίματος LCC900 της DGT-

Volmatic και των αναμικτών λιπάσματος AMI5000. Το πρόγραμμα προσφέρει μια σειρά των δυνατοτήτων για τα στοιχεία κλίματος και άρδευσης.

Το Super Link διαβάζει και ρυθμίζει τις συνθήκες στα διάφορα τμήματα,



ταυτοχρόνως τους αμοιβαίους εξαρτώμενους παραμέτρους που παρουσιάζονται και μπορούν να ελεγχθούν. Το Super Link

προγραμματίζει τις αλλαγές στο κλίμα, στο λίπασμα και την άρδευση σε εύθετο χρόνο με τις προγραμματισμένες οδηγίες ελέγχου δίνοντας τις ζητούμενες αλλαγές, τον χρόνο και την ημερομηνία της αλλαγής. Όλες οι απαραίτητες

μετρήσεις συλλέγονται και αποθηκεύονται. Οι τυποποιημένες γραφικές παραστάσεις, θερμοκρασίας, υγρασίας, διάρκειας ημέρας, συλλέγονται αυτόματα πολλές φορές ανά ώρα. Ακόμα μπορούν να συνδυαστούν οι πρόσθετες γραφικές παραστάσεις σύμφωνα με τις επιθυμίες του χρήστη. Όλοι οι συναγερμοί, που παρατηρούνται από τον υπολογιστή κλίματος και στον Η/Υ, συλλέγονται από το πρόγραμμα Super Link και σώζονται σε έναν κατάλογο συναγερμών. Όλες οι οδηγίες ελέγχου, που εκτελούνται από το πρόγραμμα, σώζονται προκειμένου να εξακριβωθεί εάν οι επιθυμητές αλλαγές έχουν πραγματοποιηθεί. Το Super Link έχει μια ανοικτή διεπαφή και είναι δυνατό να επικοινωνήσει με άλλα προγράμματα μέσω αυτής της διεπαφής.



Το σύστημα φυσικού αερισμού έχει ηλεκτρικά γυάλινα παράθυρα οροφής και πλαϊνά παράθυρα. Το σύστημα φυσικού αερισμού ελέγχεται τόσο χειροκίνητα όσο και αυτόματα μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με δυνατότητα προγραμματισμού με αισθητήρες θερμοκρασίας χώρου.

Ο εξωτερικός μετεωρολογικός σταθμός είναι της DGT Volmatic και συνδέεται με την σειρά του με Η/Υ κλίματος της DGT Volmatic LCC900. Έχει πέντε αισθητήρες για μέτρηση των εξωτερικών

κλιματικών συνθηκών και είναι τοποθετημένο έξω από το θερμοκήπιο σε μία σωλήνα στο ύψος της υδροροής. Οι αισθητήρες μετρούν την εξωτερική θερμοκρασία, την κατεύθυνση του ανέμου, την ταχύτητα του ανέμου, την ηλιακή ακτινοβολία, και τη βροχή. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας έχει κατασκευασθεί έτσι ώστε η ηλιακή ακτινοβολία και η βροχή να μην επηρεάζει τις μετρήσεις

Το σύστημα σκίασης γίνεται με θερμοκουρτίνες υψηλής αντοχής με προφίλ αλουμινίου στην επάνω πλευρά. Ο έλεγχος γίνεται και αυτόματα μέσω εξωτερικού μετεωρολογικού σταθμού MS900C της DGT Volmatic.

Σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος



Το σύστημα υδροπονίας του θερμοκηπίου έχει έλεγχο αυτοματισμών και παρασκευής των θρεπτικών διαλυμάτων και πραγματοποιείται μέσω του AMI 5000 αλλά και ηλεκτρονικού υπολογιστή, ο οποίος φέρει εγκατεστημένο λογισμικό Amilink της εταιρείας DGT Volmatic.

Εξοπλισμός Υδροπονικών καλλιεργειών



Η πειραματική εγκατάσταση αποτελείται από 8 διπλούς επικλινείς πάγκους, δυνατότητας διαφορετικών μεταχειρίσεων, μήκους 10 μέτρων, όπου τοποθετήθηκε κατά μήκος προφίλ μαλακού πλαστικού και φελιζόλ τριών εκατοστών, όπου τοποθετήθηκαν τα 10 υποστρώματα πετροβάμβακα τύπου Grodan (ανά ένα μονό επικλινή πάγκων) διαστάσεων ύψος 0,5 x πλάτος 0,15 x μήκος 1 m, όπου το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα στράγγιζε από τη ζώνη της ρίζας, μετά από κάθε εφαρμογή άρδευσης σε ειδικούς

κάδους συλλογής όπου κατόπιν επιλογής το απομάκρυναν σε ειδικές δεξαμενές. Κάθε πειραματική μονάδα αποτελούνταν από δύο πάγκους καλλιέργειας και ο



καθένας μήκους 10 m, πλάτους 0,4 m και ύψους 0,6 m. Ανά δύο διπλούς πάγκους καλλιέργειας είναι εφοδιασμένοι με ένα βαθμολογημένο δοχείο των

100L για τη συλλογή της απορροής, όπου μία μικρή αντλία το απομακρύνει είτε σε ειδικές δεξαμενές απορροής είτε πίσω στο AMI 5000 κατά επιλογήν. Η σύνδεση των πάγκων με τα δοχεία απορροής είναι με πλαστικό σωλήνα, προς το δοχείο απορροής. Το σύστημα της υδρολίπανσης είναι πλήρως αυτοματοποιημένο και η παροχή του θρεπτικού διαλύματος στον κάθε πάγκο καλλιέργειας γίνεται με αντλίες, μέσω



πλαστικού σωλήνα που έφερε ηλεκτροβάνες εξόδου και επί του πάγκου σωλήνες πλαστικοί με μικρά σωληνάκια ανά 30 εκατοστά που τοποθετούνταν μέσα στα υποστρώματα.






Συστήματα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος

Το θρεπτικό διάλυμα παρασκευάζεται αυτόματα από την κεντρική μονάδα

αυτόματης διαχείρισης της υδρολίπανσης (AMI 5000, DGT Volmatic Denmark) μέσω του λογισμικού AMI LINK το οποίο επιτρέπει την αυτόματη παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων οποιασδήποτε σύνθεσης, με την εισαγωγή των απαιτούμενων χαρακτηριστικών του διαλύματος (ηλεκτρική αγωγιμότητα-EC, pH, αναλογίες θρεπτικών στοιχείων ή επιθυμητές συγκεντρώσεις), όταν ήταν γνωστή η περιεκτικότητα του νερού σε θρεπτικά στοιχεία. Η αγωγιμότητα του νερού του Ινστιτούτου: 1,15 mmhos/cm. Έχει την δυνατότητα να λειτουργεί τόσο με κλειστό όσο και με ανοικτό σύστημα και κατόπιν επιλογής στην συγκεκριμένη περίπτωση λειτουργήσει στην ανοικτή επιλογή. Υπάρχουν 8 βαρέλια προς μίξη, όπου χρησιμοποιήθηκαν πέντε.

Στο κάθε βαρέλι (που περιείχε 150L περίπου νερό), κατά την παρακάτω αντιστοιχία βάζαμε την ζυγισμένη ποσότητα του εκάστοτε λιπάσματος. Σε κάθε ένα λίπασμα γινόταν διάλυσή του, χειρονακτικά. Αφού είχαν διαλυθεί όλα, συμπληρώναμε την

υπόλοιπη ποσότητα νερού. Κατά την διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος γινόταν αυτόματη διάλυση στα βαρέλια και η αραιώση των λιπασμάτων γινόταν αυτόματα στον ειδικό κάδο ανάμειξης του μηχανήματος, κατόπιν ανάλογου προγραμματισμού, ανά μεταχείριση. Το διάλυμα των ιχνοστοιχείων γινόταν πυκνό σε 10L, και από εκεί το βάζαμε στο αντίστοιχο βαρέλι, όπως φαίνεται παρακάτω.

Θρεπτικά διαλύματα	EC =2,2 dS/m	EC=4,4 dS/m.
	 Βαρέλι 1 (200L)	 Βαρέλι 2 (200L)
Νιτρικό κάλιο (kg)	3,977	9,356
Χηλικός σίδηρος 6% (kg)	0,093	0,093
Νιτρική αμμωνία	0,725	0,079
Νιτρικό μαγνήσιο (kg)	0,400	2,604
	 Βαρέλι 3 (200L)	 Βαρέλι 4 (200L)
Νιτρικό ασβέστιο (kg)	3,187	12,883
Νιτρικό κάλιο (kg)	2,652	6,238
Θεικό μαγνήσιο (kg)	0,108	4,224
Φωσφορικό μονοκάλιο (kg)	1,692	1,836
Πυκνό διάλυμα ιχνοστοιχείων (kg)	0,500	0,500
 Κοινό Βαρέλι 5 (200L)		
Νιτρικό οξύ 68% (l)		0,239
Πυκνό διάλυμα ιχνοστοιχείων 10L		
Θεικό μαγγάνιο (g)		676,00
Θεικός ψευδάργυρος (g)		562,69
Θεικός χαλκός (g)		67,06
Solubor (g)		446,77
Μολυβδαινικό νάτριο (g)		48,38

2 Φυτά κολοκυθίου υδροπονικής καλλιέργειας

Σπορεία σε θάλαμο ανάπτυξης

Αρχικά οι σπόροι του κολοκυθίου σπάρθηκαν σε τύρφη σε ειδικά δισκία διαστάσεων 32,5X43,5 cm σε κλιματιζόμενο θάλαμο ανάπτυξης φυτών (θερμοκρασία: $23\pm 1^{\circ}\text{C}$, Σχετική Υγρασία: $70\pm 5\%$, φωτισμός: 12Klx και η διάρκεια ημέρας/ νύχτας 12h αντιστοίχως). Τα φυτάρια παρέμειναν για 10 ημέρες στο θάλαμο ανάπτυξης φυτών και κατόπιν μεταφέρθηκαν στο υαλόφρακτο θερμαινόμενο θερμοκήπιο και μεταφυτεύτηκαν στις πλάκες (100x12x7 cm) (Grodan, Εταιρία Grodania A/S) του υδροπονικού συστήματος.

Υδροπονική καλλιέργεια κολοκυθίου



Για τη μελέτη της επίδρασης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) στην υδροπονική καλλιέργεια κολοκυθίου έγιναν 2 επεμβάσεις σε πλήρως τυχαίοποιημένο σχέδιο 14 επαναλήψεων. Οι δύο ηλεκτρικές αγωγιμότητες (EC) κατά τη διάρκεια του πειράματος κυμαινόταν στο θρεπτικό διάλυμα του μάρτυρα 2,20 dS/m και στο θρεπτικό διάλυμα αυξημένης αλατότητας 4,40 dS/m (Πιν.1).

Οι περιβαλλοντικοί παράμετροι που ελέγχονταν με αισθητήρες κατά την διάρκεια της υδροπονικής καλλιέργειας είχαν τις παρακάτω τιμές:

Θερμοκρασία: (08:00) $19,6^{\circ}\text{C}$, (14:00 hr) 27°C

Ηλιακή ακτινοβολία: (Μέση Τιμή από 08:00 και 14:00 hr): $355,5\text{ W/m}^2$

pH: $6,7\pm 0,23$

Θερμοκρασία υποστρώματος: $17,9\pm 0,89^{\circ}\text{C}$

Το θρεπτικό διάλυμα στο υδροπονικό σύστημα ανανεωνόταν ανά 1 ώρα καθημερινά με δοσομετρική μονάδα υδρολίπανσης (AMI 5000 dgt Volmatic). Η αξιολόγηση της επίδρασης των ηλεκτρικών αγωγιμοτήτων (EC) στην ανάπτυξη του κολοκυθίου σε υδροπονική καλλιέργεια γινόταν κάθε δεύτερη μέρα από την 15^η ημέρα από τη μεταφύτευση του κολοκυθίου στο υδροπονικό σύστημα έως την 14 εβδομάδα. Κάθε φορά μετριόταν το έλασμα και ο μίσχος του No. 9 και No. 29 φύλλου καθώς και οι διαστάσεις και τα βάρη των καρπών των φυτών. Επίσης καταγραφόταν κάθε φορά ο αριθμός των αρσενικών και θηλυκών ανθέων, τα μήκη και τα πλάτη των ποδίσκων

των καρπών, ο αριθμός το νωπό και ξηρό βάρος των καρπών κάθε φυτού και μετρίονταν τα ολικά σάκχαρα των καρπών.

Πίνακας 1: Θρεπτικά διαλύματα δύο ηλεκτρικών αγωγιμοτήτων (EC) υδροπονικής καλλιέργειας.

Table 1: Hydroponic Nutrient solution electrical conductivity (2,2 dS/m and 4,4 dS/m.)

Θρεπτικά διαλύματα	EC =2,2 dS/m	EC=4,4 dS/m.
Νιτρικό ασβέστιο	3,187	12,883
Νιτρικό κάλιο (kg)	2,652	6,238
Νιτρική αμμωνία (kg)	0,725	0,079
Χηλικός σίδηρος 6% (kg)	0,093	0,093
Νιτρικό κάλιο (kg)	3,977	9,356
Θεικό μαγνήσιο (kg)	0,108	4,224
Νιτρικό μαγνήσιο (kg)	0,400	2,604
Φωσφορικό μονοκάλιο (kg)	1,692	1,836
Θεικό κάλιο (kg)	0,000	0,000
Πυκνό διάλυμα ιχνοστοιχείων (kg)	0,500	0,500
Νιτρικό οξύ 68% (kg)	0,239	0,239
Θεικό μαγγάνιο (g)	676,00	676,00
Θεικός ψευδάργυρος (g)	562,69	562,69
Θεικός χαλκός (g)	67,06	67,06
Βορικό οξύ (g)	0,00	0,00
Βόρακας (g)	0,00	0,00
Solubor (g)	446,77	446,77
Επταμολυβδαινικό αμμώνιο (g)	0,00	0,00
Μολυβδαινικό νάτριο (g)	48,38	48,38

Η αξιολόγηση των δεδομένων έγινε με ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) και η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο Duncan ($\alpha < 0,05$), χρησιμοποιώντας το στατιστικό πρόγραμμα SPSS. Για τον έλεγχο των Post Hoc συγκρίσεων χρησιμοποιήθηκαν εναλλακτικά κατά περίπτωση οι μέθοδοι Student-Newman-Keuls (SNK), Dunnett και Tukey.

3 Μετρήσεις και ανάλυση των δεδομένων

Ο υπολογισμός των παραμέτρων

Για τη βιολογική ερμηνεία της επιμήκυνσης των φύλλων και των καρπών κολοκυθιού *Cucurbita pepo L. cv. Abodanza* κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης, υπό την επίδραση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC 2,2 dS/m και 4,4 dS/m σε θρεπτικά

διαλύματα υδροπονικής καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση Richards (Richards, 1959).

Η συνάρτηση Richards περιγράφεται από την ακόλουθη διαφορική εξίσωση:

$$\frac{dL}{dt} = \frac{kL}{nA^n} (A^n - L^n) \quad (1)$$

όπου το L είναι το μήκος κάθε μέρους των φυτών ξεχωριστά τη μέρα t , το t είναι οι ημέρες από την ημέρα μεταφύτευσης στις πλάκες της υδροπονικής καλλιέργειας στο θερμοκήπιο και οι A , n , b και k είναι οι παράμετροι της συνάρτησης Richards. Οι A και k είναι θετικές μεταβλητές ενώ η μεταβλητή n ανήκει στο διάστημα $-1 \leq n < \infty$, $n \neq 0$.

Για την καλύτερη προσαρμογή στα πειραματικά δεδομένα χρησιμοποιήθηκε η λογαριθμική συνάρτηση της παρακάτω μορφής:

$$\ln L = \ln A - \frac{1}{n} \ln(1 + e^{(b-kt)}) \quad (2)$$

όπου το A είναι το μέγιστο μέγεθος κάθε ξεχωριστού μέρους των φυτών και το n περιγράφει τη μορφή της καμπύλης. Η παράμετρος b δεν έχει κάποια βιολογική σημασία. Σχετίζεται απόλυτα με τη θέση της καμπύλης σε σχέση με τον άξονα του χρόνου. Τέλος, το k είναι μια παράμετρος ρυθμού που εξαρτάται από την τιμή του n και έχει επίσης ιδιαίτερη βιολογική σημασία. Ο Richards (1959) πρότεινε τρεις διαφορετικούς συνδυασμούς παραμέτρων με ιδιαίτερη βιολογική σημασία:

Η πρώτη παράμετρος $R = \frac{k}{n+1}$ είναι ο σταθμισμένος μέσος σχετικός ρυθμός ανάπτυξης κατά τη διάρκεια όλης της περιόδου.

Η δεύτερη παράμετρος $G = \frac{e^A k}{2(n+2)}$ είναι ο αντίστοιχος σταθμισμένος μέσος σχετικός ρυθμός ανάπτυξης.

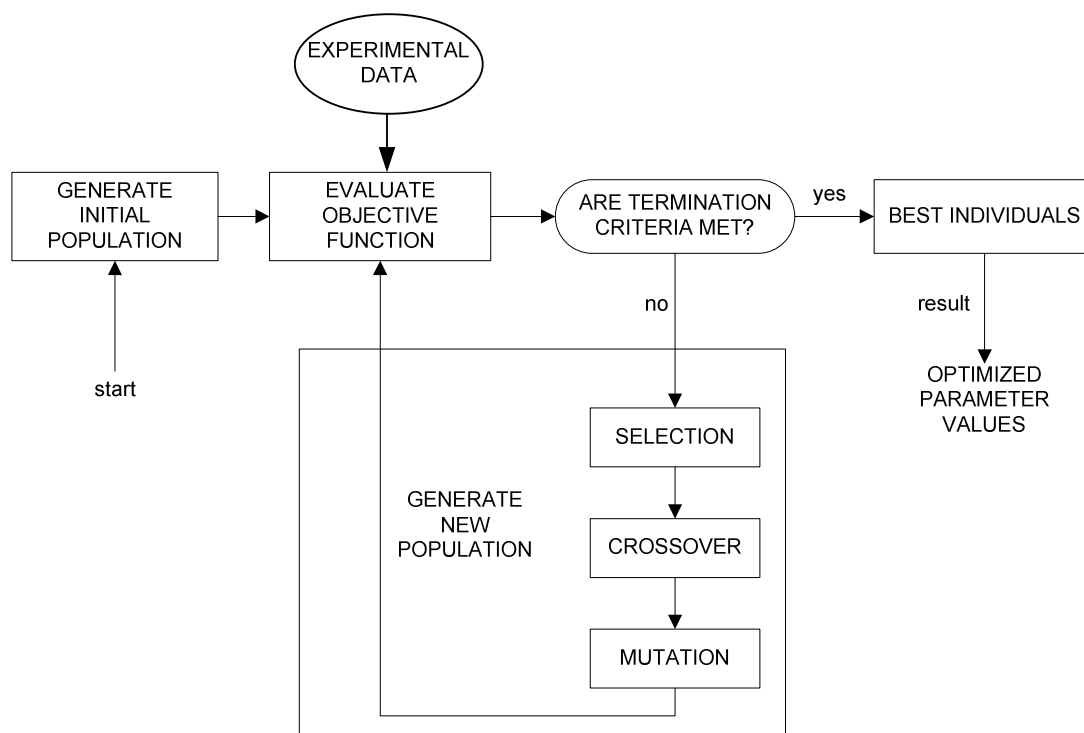
Η τρίτη παράμετρος $\frac{2(n+2)}{k}$ αντιπροσωπεύει το χρόνο που απαιτείται για να συμβεί το μεγαλύτερο μέρος της ανάπτυξης και συνήθως περιγράφεται ως η διάρκεια της επιμήκυνσης. Όμως, μπορεί να υπολογιστεί μόνο από μια ασυμπτωτική συνάρτηση.

Ο προσδιορισμός της πρωτεύουσας μεταβλητής A και των τριών δευτερευόντων παραμέτρων έχουν μεγάλη σημασία επειδή αυτές οι σημαντικές πληροφορίες μπορούν να είναι ιδιαίτερα χρήσιμες στους ερευνητές ώστε να μελετήσουν καλύτερα και να μπορέσουν να κατανοήσουν την ανάπτυξη των φυτών.

Οι συναρτήσεις Richards που κατασκευάστηκαν για κάθε διαφορετικό φυτικό όργανο $-(9^\circ \text{ και } 29^\circ)$ 2 ελάσματα φύλλων X 14 επαναλήψεις X 2 πειραματικές εφαρμογές (2,2 dS/m και 4,4 dS/m EC) και $(9^\circ \text{ και } 29^\circ)$ 2 μίσχοι φύλλων X 14 επαναλήψεις X 2 πειραματικές εφαρμογές φύλλων (2,2 dS/m και 4,4 dS/m EC) και 14 μήκη και 14 πλάτη καρπών X 12 επαναλήψεις X 2 πειραματικές εφαρμογές (2,2 dS/m και 4,4 dS/m EC), συνολικά 584 καμπύλες αύξησης) – προσαρμόστηκαν στις διαδοχικές τιμές αύξησης των μερών κάθε φυτού και του χρόνου παρατήρησής (11 εβδομάδων) τους χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των Εξελικτικών Αλγορίθμων η οποία υλοποιήθηκε στο περιβάλλον προγραμματισμού Matlab 7.0.1. Η ανάπτυξη του προγράμματος μοντελοποίησης των μοντέλων ανάπτυξης των μερών των φυτών και η αξιολόγηση των πειραματικών δεδομένων με τη βοήθεια αυτού του προγράμματος έγινε από το Εργαστήριο Αναγνώρισης Προτύπων του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πατρών. Η βελτιστοποίηση των τιμών των παραμέτρων καθορίστηκε επαναληπτικά μέσω της εξελικτικής διαδικασίας ενός απλού Εξελικτικού Αλγόριθμου. Ως αρχική τιμή για το μήκος των μερών των φυτών A χρησιμοποιήθηκε κάθε φορά το μέγιστο μήκος κάθε μέρους του φυτού. Οι υπόλοιπες αρχικές παράμετροι εκτιμήθηκαν εμπειρικά. Από τις παραμέτρους της προσαρμοζόμενης συνάρτησης που προέκυψε από τη διαδικασία προσέγγισης υπολογίστηκαν στη συνέχεια οι παράμετροι που έχουν βιολογική σημασία, δηλαδή το μέγιστο μήκος A , ο σχετικός ρυθμός επιμήκυνσης R , ο απόλυτος ρυθμός επιμήκυνσης G και η διάρκεια επιμήκυνσης D των ελασμάτων και μίσχων των φύλλων, των μήκων και πλατών καρπών για το κάθε μέρος φυτού ξεχωριστά του πειράματος.

Οι Εξελικτικοί Αλγόριθμοι (EA) είναι πιθανοτικοί αλγόριθμοι που αναπτύχθηκαν μιμούμενοι τους μηχανισμούς της φυσικής επιλογής και εξέλιξης. Υπάρχουν εδώ και αρκετό καιρό, αλλά τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλείς, κυρίως λόγω της εξέλιξης του υλικού και του λογισμικού η οποία έχει κάνει την υλοποίησή τους ιδιαίτερα εύκολη και αποδοτική. Οι EA λειτουργούν σε δομές συμβολοσειρών, ανάλογες με τα βιολογικά όντα, οι οποίες εξελίσσονται στο χρόνο σύμφωνα με τον κανόνα της επιβίωσης του ικανότερου, χρησιμοποιώντας ένα τυχαίο σχήμα ανταλλαγής πληροφοριών το οποίο όμως είναι πλήρως δομημένο. Έτσι, σε κάθε γενιά, δημιουργείται ένα νέο σύνολο συμβολοσειρών, με χρήση κομματιών από τα πιο ικανά μέλη του συνόλου της προηγούμενης γενιάς (Goldberg 1989, Michalewicz 1996, Michalewicz and Fogel 2000, Mitchell 1998).

Ο ΕΑ που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα είναι ο απλός ΕΑ. Η λειτουργία ενός τέτοιου ΕΑ φαίνεται στην Εικόνα 1. Το γονίδιο που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση κάθε παραμέτρου που θα βελτιστοποιηθεί αποτελείται από μια δυαδική συμβολοσειρά με μέγεθος 31 δυαδικά ψηφία. Έτσι, το συνολικό μέγεθος του κάθε ατόμου του γενετικού πληθυσμού και για τις τέσσερις άγνωστες παραμέτρους ισούται με $4 \times 31 = 123$ δυαδικά ψηφία, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 1: Η δομή του ΕΑ που χρησιμοποιήθηκε

Το μέγεθος του πληθυσμού για όλα τα πειράματα ήταν ίσο με 100. Τα δυαδικά ψηφία κάθε γονιδίου θέτονται αρχικά ίσα με 1, με τυχαίο και ανεξάρτητο τρόπο και πιθανότητα ίση με $\frac{1}{2}$. Τα πεδία ορισμού των προς βελτιστοποίηση άγνωστων παραμέτρων είναι τα εξής:

- ♦ για την παράμετρο A: [7, 80]
- ♦ για την παράμετρο b: [0, 3]
- ♦ για την παράμετρο k: [0, 2]
- ♦ για την παράμετρο n: [0, 10]

$$\underbrace{\underbrace{0000\dots0111}_{31} \dots \underbrace{0000\dots0001}_{31}}_4$$

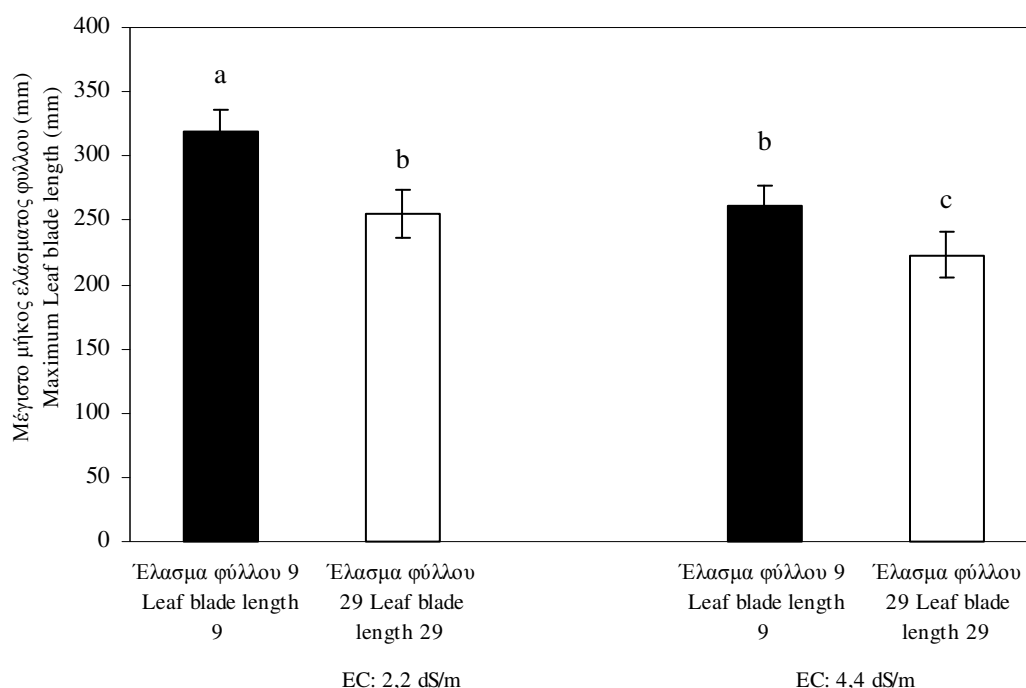
Εικόνα 2: Η δομή ενός τυχαίου ατόμου του πληθυσμού του EA

Ως αντικειμενική συνάρτηση χρησιμοποιείται η εξίσωση (2) η οποία αποτελεί τη συνάρτηση που προσπαθεί ο EA να μοντελοποιήσει βρίσκοντας τις βέλτιστες τιμές για τις τέσσερις άγνωστες παραμέτρους A, n, b και k. Ο τελεστής επιλογής που χρησιμοποιήθηκε είναι ο κλασσικός τελεστής εξαναγκασμένης ρουλέτας με βάση την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης που ανατίθεται σε κάθε πιθανή λύση (δυαδική συμβολοσειρά που αναπαριστά τις τέσσερις προς βελτιστοποίηση άγνωστες μεταβλητές). Όσον αφορά τον τελεστή διασταύρωσης, χρησιμοποιήθηκε ο τελεστής ομοιόμορφης διασταύρωσης με πιθανότητα διασταύρωσης 0.9 (Michalewicz 1996), ενώ όσον αφορά τον τελεστή μετάλλαξης χρησιμοποιήθηκε ο τελεστής αντιστροφής με πιθανότητα μετάλλαξης 0.01 (Michalewicz 1996). Κάθε νέα γενιά πιθανών λύσεων (ατόμων) επαναλαμβάνει την ίδια διαδικασία όπως οι προηγούμενες και αυτή η διαδικασία μπορεί να επαναλαμβάνεται όσες γενιές επιθυμούμε ή μέχρι να ικανοποιηθεί ένα συγκεκριμένο κριτήριο τερματισμού που έχει τεθεί. Στην περίπτωση μας το κριτήριο αυτό είναι ο αριθμός των γενεών που ισούται με 10.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι δυο ηλεκτρικές αγωγιμότητες EC 2,2 dS/m και 4,4 dS/m των θρεπτικών διαλυμάτων της υδροπονικής καλλιέργειας είχαν σημαντικά αποτελέσματα στα φυτικά χαρακτηριστικά στην επιμήκυνση των μερών του κολοκυθιού *Cucurbita pepo* L. cv. Abodanza κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης.

Το σχήμα 2 παρουσιάζει την επίδραση ηλεκτρικών αγωγιμοτήτων (EC=2,20 και 4,4 dS/m) σε δυο θρεπτικά διαλύματα στο μέγιστο μήκος δυο ελασμάτων του φύλλου No. 9 και No. 29 κολοκυθιού, κατά την διάρκεια ανάπτυξής του στο υδροπονικό υπόστρωμα, 15 ημέρες από την μεταφύτευση (Σχήμα 2).



Σχήμα 2: Επίδραση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC 2,2 dS/m και 4,4 dS/m σε θρεπτικά διαλύματα της υδροπονικής καλλιέργειας στο μέγιστο μήκος (A) του ελάσματος φύλλων (No 9 και 29) κολοκυθιού (*Cucurbita pepo* var. Abodanza) κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης. Η παράμετρος μέγιστο μήκος αύξησης (A) του ελάσματος των φύλλων No 9 και 29 κολοκυθιού υπολογίστηκε από τις διαδοχικές τιμές αύξησης του ελάσματος που προσαρμόστηκαν στην συνάρτηση Richards χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των Εξελικτικών Αλγορίθμων κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης 11 εβδομάδων παρατήρησης μετά την μεταφύτευση. Εκτιμημένες τιμές παραμέτρων της Richards συνάρτησης και η τυπική τους απόκλιση. ■ EC 2,2 dS/m , □ EC 4,4 dS/m. Κάθε στήλη αντιπροσωπεύει την μέση τιμή 14 τιμών.

Fig. 2. Effect EC of the nutrient solution 2,2 dS/m και 4,4 dS/m in hydroponic culture on maximum leaf-blade length on duration of elongation period, of zucchini leaves (*Cucurbita pepo* var. Abodanza) (No 9 and 29). The parameter maximum leaf-blade length (A) was calculated on the Richards functions fitted to individual leaf blade of zucchini leaves (*Cucurbita pepo* var. Abodanza) (No 9 and 29) of the experimental data taken from a 11-week long observation. Estimated values of Richards function parameters and their standard errors. ■ EC 2,2 dS/m , □ EC 4,4 dS/m. Each column represents the mean of fourteen values.

Τα μέγιστα μήκη των ελασμάτων των δυο (παλαιότερου και νεότερου No. 9 και No. 29) φύλλων των φυτών κολοκυθίου στο θρεπτικό διάλυμα, με αγωγιμότητα (EC) 2,2 dS/m ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα μέγιστα μήκη ελασμάτων στο θρεπτικό διάλυμα με αυξημένη αλατότητα, αγωγιμότητας 4,4 dS/m (Σχήμα 2).

Τα μέγιστα μήκη των ελασμάτων του παλαιότερου No. 9 φύλλου του κολοκυθίου και στις δυο αγωγιμότητες ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα μέγιστα μήκη των ελασμάτων του νεότερου No. 29 φύλλου του κολοκυθίου.

Πίνακας 2: Επίδραση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC 2,2 dS/m και 4,4 dS/m σε θρεπτικά διαλύματα της υδροπονικής καλλιέργειας στο μέσο σχετικό ρυθμό αύξησης (R), στο μέσο απόλυτο ρυθμό αύξησης (\bar{A}) και στη διάρκεια αύξησης (D) του μήκους των ελασμάτων φύλλων (No 9 και 29) κολοκυθίου (*Curcubita pepo* var. Abbodanza) κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης. Οι παράμετροι μέσος σχετικός ρυθμός αύξησης (R), μέσος απόλυτος ρυθμός αύξησης (\bar{A}) και η διάρκεια αύξησης (D) του μήκους των ελασμάτων των φύλλων No 9 και 29 κολοκυθίου υπολογίστηκαν από τις διαδοχικές τιμές αύξησης του ελάσματος που προσαρμόστηκαν στην συνάρτηση Richards χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των Εξελικτικών Αλγορίθμων κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης 11 εβδομάδων παρατήρησης μετά την μεταφύτευση. Κάθε εκτιμημένη τιμή παραμέτρων της Richards συνάρτησης αντιπροσωπεύει την μέση τιμή 14 τιμών και την τυπική τους απόκλιση.

Table 2. Effect EC of the nutrient solution 2,2 dS/m και 4,4 dS/m in hydroponic culture on the secondary parameter mean relative growth rate(R), mean absolute growth rate (\bar{A}), and duration of elongation period (D), on duration of elongation period, of zucchini leaves (*Curcubita pepo* var. Abbodanza) (No 9 and 29). The parameter maximum leaf-blade length (A) was calculated on the Richards functions fitted to individual leaf blade of zucchini leaves (*Curcubita pepo* var. Abbodanza) (No 9 and 29) of the experimental data taken from a 11-week long observation. Estimated values of Richards function parameters and their standard errors. ■ EC 2,2 dS/m , □ EC 4,4 dS/m. Each column represents the mean of fourteen values

Έλασμα φύλλου No.	Εφαρμογή	Δευτερογενείς παράμετροι		
		Secondary parameter		
		Μέσος σχετικός ρυθμός αύξησης R (d ⁻¹)	Μέσος απόλυτος ρυθμός αύξησης (\bar{A}) (mm ⁻¹ d ⁻¹)	Διάρκεια αύξησης D (d)
Leaf-blade No.	Treatment	Mean relative growth rate R (d ⁻¹)	Mean absolute growth rate (mm ⁻¹ d ⁻¹)	Duration of elongation period D (d)
9	EC 2,2 dS/m	0,303 ^a ±0,05	28,290±6,40	12,143 ^a ±1,99
	EC 4,4 dS/m	0,301 ^a ±0,06	21,690±6,40	14,439 ^{ab} ±1,99
29	EC 2,2 dS/m	0,275 ^b ± 0,05	22,183±6,40	17,503 ^b ±1,99
	EC 4,4 dS/m	0,188 ^c ±0,06	24,899±6,40	18,543 ^b ±1,99

Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους στο επίπεδο σημαντικότητας 5% (P<0,05).

The values that are followed by the same letter are not statistically different at a significance level of 5% (P<0,05).

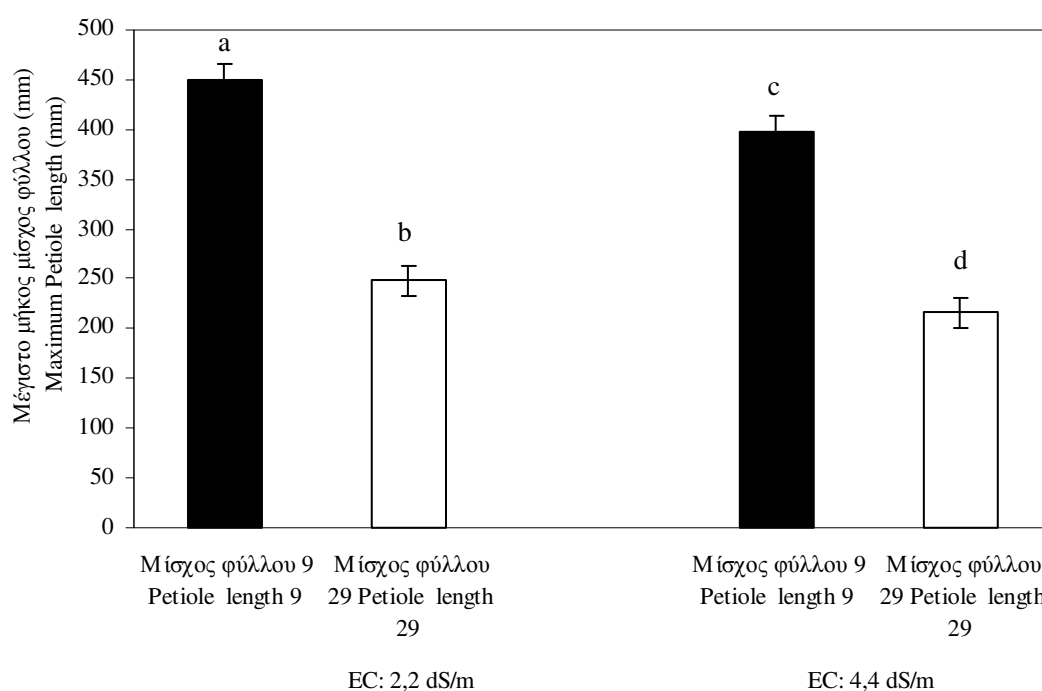
Ο μέσος σχετικός ρυθμός αύξησης (R) του μήκους των ελασμάτων του παλαιότερου Νο. 9 φύλλου των φυτών κολοκυθίου ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο του νεώτερου Νο. 29 φύλλου στα δυο θρεπτικά διαλύματα, στο μάρτυρα (EC 2,2 dS/m) και στο θρεπτικό διάλυμα με αυξημένη αλατότητα, (EC 4,4 dS/m) (Πιν. 2).

Ο μέσος απόλυτος ρυθμός αύξησης (\bar{A}) του μήκους των ελασμάτων φύλλων (No 9 και 29) κολοκυθίου κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης, στο υδροπονικό υπόστρωμα δεν διέφερε στατιστικά μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων (Πιν. 2).

Η διάρκεια αύξησης (D) του μήκους των ελασμάτων του παλαιότερου Νο. 9 φύλλου των φυτών κολοκυθίου ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη από τον αντίστοιχο του νεώτερου Νο. 29 φύλλου στα δυο θρεπτικά διαλύματα, στο μάρτυρα (EC 2,2 dS/m) και στο θρεπτικό διάλυμα με αυξημένη αλατότητα, (EC 4,4 dS/m) (Πιν. 2).

Τα μέγιστα μήκη των μίσχων του παλαιότερου Νο. 9 φύλλου του κολοκυθιού και στις δυο αγωγιμότητες ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα μέγιστα μήκη των μίσχων του νεώτερου Νο. 29 φύλλου του κολοκυθιού.

Στο μάρτυρα, με αγωγιμότητα (EC) 2,2 dS/m το μέγιστο μήκος του μίσχου του παλαιότερου και νεώτερου Νο. 9 και Νο. 29 φύλλου των φυτών κολοκυθιού ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα στο θρεπτικό διάλυμα με αυξημένη αλατότητα, με αγωγιμότητα 4,4 dS/m (Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Επίδραση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC 2,2 dS/m και 4,4 dS/m σε θρεπτικά διαλύματα της υδροπονικής καλλιέργειας στο μέγιστο μήκος (A) του μίσχου φύλλων (No 9 και 29) κολοκυθιού (*Curcubita pepo* var. *Abbodanza*) κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης. Η παράμετρος μέγιστο μήκος αύξησης (A) του μίσχου των φύλλων No 9 και 29 κολοκυθιού υπολογίστηκε από τις διαδοχικές τιμές αύξησης του μίσχου που προσαρμόστηκαν στην συνάρτηση Richards χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των Εξελικτικών Αλγορίθμων κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης 11 εβδομάδων παρατήρησης μετά την μεταφύτευση. Εκτιμημένες τιμές παραμέτρων της Richards συνάρτησης και η τοπική τους απόκλιση. ■ EC 2,2 dS/m, □ EC 4,4 dS/m. Κάθε στήλη αντιπροσωπεύει την μέση τιμή 14 τιμών.

Fig. 3. Effect EC of the nutrient solution 2,2 dS/m και 4,4 dS/m in hydroponic culture on maximum petiole length on duration of elongation period, of zucchini leaves (*Curcubita pepo* var. *Abbodanza*) (No 9 and 29). The parameter maximum petiole length (A) was calculated on the Richards functions fitted to individual petiole of zucchini leaves (*Curcubita pepo* var. *Abbodanza*) (No 9 and 29) of the experimental data taken from a 11-week long observation. Estimated values of Richards function parameters and their standard errors. ■ EC 2,2 dS/m, □ EC 4,4 dS/m. Each column represents the mean of fourteen values.

Πίνακας 3: Επίδραση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC 2,2 dS/m και 4,4 dS/m σε θρεπτικά διαλύματα της υδροπονικής καλλιέργειας στο μέσο σχετικό ρυθμό αύξησης (R), στο μέσο απόλυτο ρυθμό αύξησης (\bar{A}) και στη διάρκεια αύξησης (D) του μήκους των μίσχων φύλλων (No 9 και 29) κολοκυθίου (*Curcubita pepo* var. Abbodanza) κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης. Οι παράμετροι μέσος σχετικός ρυθμός αύξησης (R), μέσος απόλυτος ρυθμός αύξησης (\bar{A}) και η διάρκεια αύξησης (D) του μήκους των μίσχων των φύλλων No 9 και 29 κολοκυθίου υπολογίστηκε από τις διαδοχικές τιμές αύξησης του μίσχου που προσαρμόστηκαν στην συνάρτηση Richards χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των Εξελικτικών Αλγορίθμων κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης 11 εβδομάδων παρατήρησης μετά την μεταφύτευση. Κάθε εκτιμημένη τιμή παραμέτρων της Richards συνάρτησης αντιπροσωπεύει την μέση τιμή 14 τιμών και η τυπική τους απόκλιση.

Table 3. Effect EC of the nutrient solution 2,2 dS/m και 4,4 dS/m in hydroponic culture on the secondary parameter mean relative growth rate (R), mean absolute growth rate (\bar{A}), and duration of elongation period (D), on duration of elongation period, of zucchini leaves (*Curcubita pepo* var. Abbodanza) (No 9 and 29). The parameter maximum petiole length (A) was calculated on the Richards functions fitted to individual petiole of zucchini leaves (*Curcubita pepo* var. Abbodanza) (No 9 and 29) of the experimental data taken from a 11-week long observation. Estimated values of Richards function parameters and their standard errors. ■ EC 2,2 dS/m, □ EC 4,4 dS/m. Each column represents the mean of fourteen values

Μίσχος φύλλου No.	Εφαρμογή	Δευτερογενείς παράμετροι		
		Secondary parameter		
		Μέσος σχετικός ρυθμός αύξησης R (d ⁻¹)	Μέσος απόλυτος ρυθμός αύξησης (\bar{A}) (mm ⁻¹ d ⁻¹)	Διάρκεια αύξησης D (d)
Petiole No.	Treatment	Mean relative growth rate R (d ⁻¹)	Mean absolute growth rate (mm ⁻¹ d ⁻¹)	Duration of elongation period D (d)
9	EC 2,2 dS/m	0,241 ^a ±0,03	31,258 ^a ±5,96	20,641±2,83
	EC 4,4 dS/m	0,222 ^{ac} ±0,03	21,690 ^{ab} ±5,96	20,853±2,83
29	EC 2,2 dS/m	0,158 ^b ±0,03	12,916 ^b ±5,96	22,680±2,83
	EC 4,4 dS/m	0,205 ^c ±0,03	15,692 ^b ±5,96	21,389±2,83

Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους στο επίπεδο σημαντικότητας 5% (P<0,05).

The values that are followed by the same letter are not statistically different at a significance level of 5% (P<0,05).

Στο μάρτυρα, με αγωγιμότητα (EC) 2,2 dS/m ο μέσος σχετικός ρυθμός αύξησης (R) και ο μέσος απόλυτος ρυθμός αύξησης (\bar{A}) του μήκους των μίσχων του παλαιότερου No. 9 φύλλου του κολοκυθίου ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο του νεώτερου No. 29 φύλλου και στο θρεπτικό διάλυμα με αυξημένη αλατότητα (EC) 4,4 dS/m ο μέσος σχετικός ρυθμός αύξησης (R) δεν διέφερε μεταξύ τους στους αντιστοίχους μίσχους των φύλλων(Πιν. 3).

Η διάρκεια αύξησης (D) του μήκους των ελασμάτων φύλλων (No 9 και 29) κολοκυθιού κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης, στο υδροπονικό υπόστρωμα δεν διέφερε στατιστικά μεταξύ τους σε όλες τις μεταχειρίσεις (Πιν. 3).

Πίνακας 4: Επίδραση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC 2,2 dS/m και 4,4 dS/m σε θρεπτικά διαλύματα της υδροπονικής καλλιέργειας στο μέγιστο μήκος, στο μέσο σχετικό ρυθμό αύξησης (R), στο μέσο απόλυτο ρυθμό αύξησης (\bar{A}) και στη διάρκεια αύξησης (D) του μήκους των καρπών κολοκυθίου (*Curcubita pepo* var. Abbodanza) κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης. Οι παράμετροι μέγιστο μήκος καρπού μέσο σχετικό ρυθμό αύξησης (R), μέσο απόλυτο ρυθμό αύξησης (\bar{A}) και τη διάρκεια αύξησης (D) του μήκους των καρπών κολοκυθίου υπολογίστηκε από τις διαδοχικές τιμές αύξησης του καρπού που προσαρμόστηκαν στην συνάρτηση Richards χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των Εξελικτικών Αλγορίθμων κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης 11 εβδομάδων παρατήρησης μετά την μεταφύτευση. Κάθε εκτιμημένη τιμή παραμέτρων της Richards συνάρτησης αντιπροσωπεύει την μέση τιμή 14 τιμών και η τυπική τους απόκλιση.

Table 4. Effect EC of the nutrient solution 2,2 dS/m και 4,4 dS/m in hydroponic culture on the parameter maximum fruit length mean relative growth rate(R), mean absolute growth rate (\bar{A}), and duration of elongation period(D), on duration of elongation period, of **zucchini fruits** (*Curcubita pepo* var. Abbodanza) (No 9 and 29). The parameter maximum **zucchini fruits** (A) was calculated on the Richards functions fitted to individual **fruits** (*Curcubita pepo* var. Abbodanza) (No 9 and 29) of the experimental data taken from a 11-week long observation. Estimated values of Richards function parameters and their standard errors. ■ EC 2,2 dS/m , □ EC 4,4 dS/m. Each column represents the mean of fourteen values

Καρπός	Εφαρμογή	Παράμετροι			
		Parameter			
		Μέγιστο μήκος καρπού A (mm)	Μέσος σχετικός ρυθμός αύξησης R (d ⁻¹)	Μέσος απόλυτος ρυθμός αύξησης (\bar{A}) (mm ⁻¹ d ⁻¹)	Διάρκεια αύξησης D (d)
Fruit	Treatment	Maximum fruit length A (mm)	Mean relative growth rate R (d ⁻¹)	Mean absolute growth rate (mm ⁻¹ d ⁻¹)	Duration of elongation period D (d)
Μήκος καρπού Fruit length	EC 2,2 dS/m	56,765±2,30	0,441±0,06	6,459±0,91	13,757±1,28
	EC 4,4 dS/m	56,259±1,70	0,440±0,05	6,747±0,67	12,944±0,95
Πλάτος καρπού Fruit width	EC 2,2 dS/m	14,549±0,50	0,429±0,05	1,632±0,22	13,547±0,98
	EC 4,4 dS/m	14,265±0,36	0,426±0,04	1,653±0,15	13,407±0,70
Αναλογία μήκους/ πλάτους καρπού Fruit length/width ratio	EC 2,2 dS/m	3,90			
	EC 4,4 dS/m	3,94			

Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους στο επίπεδο σημαντικότητας 5% (P<0,05).

The values that are followed by the same letter are not statistically different at a significance level of 5% (P<0,05).

Το μέγιστο μήκος, ο μέσος σχετικός ρυθμός αύξησης (R), ο μέσος απόλυτος ρυθμός αύξησης (\bar{A}) και η διάρκεια αύξησης (D) του μήκους και του πλάτους των καρπών κολοκυθίου κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης των καρπών του κολοκυθίου και στις δυο αγωγιμότητες στο μάρτυρα, με αγωγιμότητα (EC) 2,2 dS/m και στο θρεπτικό διάλυμα με αυξημένη αλατότητα, με αγωγιμότητα 4,4 dS/m δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους σε όλες τις μεταχειρίσεις. Η αναλογία μήκους/ πλάτους καρπού στον μάρτυρα ήταν 3,90 και στην αυξημένη αλατότητα 3,94.

Πίνακας 5: Επίδραση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC 2,2 dS/m και 4,4 dS/m σε θρεπτικά διαλύματα της υδροπονικής καλλιέργειας στο βάρος νωπού και ξηρού καρπού, στα διαλυτά ολικά στερεά συστατικά του, στο βάρος μήκος και πλάτος του ποδίσκου καρπού και στον αριθμό αρσενικών και θηλυκών ανθέων κολοκυθίου (*Curcubita pepo* var. Abbodanza) κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης.

Table 5. Effect EC of the nutrient solution 2,2 dS/m και 4,4 dS/m in hydroponic culture fruit fresh and dry weight, total soluble solids, length and width fruit stalk, Number female and male flowers on duration of elongation period, of zucchini fruits (*Curcubita pepo* var. Abbodanza)

		Εφαρμογή Treatment	
		EC 2,2 dS/m	EC 4,4 dS/m
Ανθος	Αριθμός θηλυκών ανθέων Number female flowers	1,44±0,80	1,35±0,88
	Αριθμός αρσενικών ανθέων Number male flowers	12,41±1,80	12,18±2,20
Καρπός	Βάρος νωπού καρπού Fruit fresh weight (g)	47,24±2,67	45,13±2,70
	Βάρος ξηρού καρπού Fruit dry weight (g)	3,47±0,36	3,49±0,36
	Διαλυτά ολικά στερεά συστατικά Total soluble solids (⁰Brix)	5,19^a±0,11	5,48^b±0,10
	Βάρος ποδίσκου καρπού Fruit stalk Weight (g)	60,33±5,6	60,71 ±4,5
	Μήκος ποδίσκου καρπού Fruit stalk length (mm)	26,24±0,73	25,24 ±0,59
	Πλάτος ποδίσκου καρπού Fruit stalk width (mm)	17,74±0,44	17,25± 0,35

Οι τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους στο επίπεδο σημαντικότητας 5% (P<0,05).

The values that are followed by the same letter are not statistically different at a significance level of 5% (P<0,05).

Η αναλογία αρσενικού/ θηλυκού άνθους του κολοκυθιού και στις δυο αγωγιμότητες δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους και ήταν στην αγωγιμότητα (EC) 2,2 dS/m ήταν 8,86 και στην αυξημένη αλατότητα ,αγωγιμότητα (EC) 4,4 dS/m 9,02 (Πιν.5).

Η μέση τιμή των διαλυτών ολικών στερεών συστατικών των καρπών διαφέρει στις δυο αγωγιμότητες (στατιστικώς) σημαντικά μεταξύ τους στο μάρτυρα, με αγωγιμότητα (EC) 2,2 dS/m ήταν 5,19 brix και στο θρεπτικό διάλυμα με αυξημένη αλατότητα, με αγωγιμότητα 4,4 dS/m ήταν 5,48 brix.

Το βάρος νωπού και ξηρού καρπού του ποδίσκου του καρπού καθώς και οι διαστάσεις των ποδίσκων δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους στο υδροπονικό υπόστρωμα σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Συζήτηση

Η συγκέντρωση του θρεπτικού διαλύματος στο υδροπονικό υπόστρωμα είναι ο καλλιεργητικός παράγοντας που μπορεί να ελεγχθεί και ο οποίος έχει επιπτώσεις στην αύξηση και την ποιότητα των φυτών. Στα φυτά κολοκυθίου, η αγωγιμότητα (EC) 2,2 dS/m είχε ως αποτέλεσμα να αυξηθούν περισσότερο τα μήκη των ελασμάτων και τα μήκη των μίσχων και των δυο φύλλων από τα αντίστοιχα στο θρεπτικό διάλυμα με αυξημένη αλατότητα, με αγωγιμότητα 4,4 dS/m.

Στη μελέτη μας, τα μήκη των ελασμάτων και τα μήκη των μίσχων και των δυο φύλλων μειώθηκαν από την υψηλή αγωγιμότητα 4,4 dS/m υποδηλώνοντας ότι η υψηλή αγωγιμότητα κατέστειλε την επιμήκυνση των φύλλων. Η καταστολή της επιμήκυνσης στην υψηλή αγωγιμότητα ίσως εν μέρει να οφείλεται στην υψηλή οσμωτική ικανότητα του διαλύματος. Η μείωση των ελασμάτων των δυο φύλλων του κολοκυθίου στην υψηλή αγωγιμότητα (EC) 4,4 dS/m συνδέεται με το υδατικό καθεστώς των φύλλων και έχει αναφερθεί και από άλλους ερευνητές (Cramer, 2002; Kang and Van-Iersel, 2004).

Ο υψηλότερος σχετικός ρυθμός αύξησης του μήκους των ελασμάτων και των μίσχων του παλαιότερου φύλλου των φυτών του κολοκυθίου και στα δυο θρεπτικά διαλύματα από τον αντίστοιχο του νεώτερου No. 29 φύλλου του κολοκυθίου είναι πιθανό να προκληθεί από την αυξανόμενη σπαργή των κυττάρων. Στην αυξημένη οσμωτική δυνατότητα, το ποσοστό παροχής νερού στα φύλλα να γίνεται εύκολα έτσι ώστε η αύξηση φύλλων να μεγαλώνει.

Η υψηλή αγωγιμότητα (EC) 4,4 dS/m προκάλεσε μια αύξηση των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών των καρπών, παράμετρος που καθορίζει την προτίμηση των κολοκυθίων. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και για τις τομάτες (Krauss, et al 2006).

Η αναλογία αρσενικού/ θηλυκού άνθους κυμάνθηκε γύρω στο 9 στα φυτά κολοκυθίου και στα δυο θρεπτικά διαλύματα. Η αναλογία των αρσενικών και θηλυκών ανθέων στα κολοκυθάκια επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Mancini, L. και Calabrese, N. 1999). Τα κολοκυθάκια διακρίνονται ανάλογα με το σχήμα του ποδίσκου των καρπών τους, αν δηλαδή είναι στρογγυλά παχιά (Bianchini et al 1988).

Συμπεράσματα

- ✓ Τα μήκη των ελασμάτων και των μίσχων των δυο φύλλων Νο. 9 και Νο. 29 του κολοκυθιού στην αγωγιμότητα (EC) 2,2 dS/m ήταν μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα στην αγωγιμότητα 4,4 dS/m.
- ✓ Τα μέγιστα μήκη των ελασμάτων και ο σχετικός ρυθμός αύξησης του μήκους των ελασμάτων του παλαιότερου Νο. 9 φύλλου των φυτών και στα δυο θρεπτικά διαλύματα ήταν μεγαλύτερα και η διάρκεια αύξησης (D) του μήκους των ελασμάτων ήταν μικρότερη από τα αντίστοιχα του νεώτερου Νο. 29 φύλλου του κολοκυθιού.
- ✓ Στην αγωγιμότητα (EC) 2,2 dS/m τα μήκη των μίσχων, ο σχετικός και ο απόλυτος ρυθμός αύξησης του μήκους των μίσχων του παλαιότερου Νο. 9 φύλλου ήταν μεγαλύτερα από τους αντίστοιχους του νεώτερου Νο. 29 φύλλου του κολοκυθιού.
- ✓ Στις δυο αγωγιμότητες οι τέσσερις εκτιμημένες παράμετροι της συνάρτησης για τις διαστάσεις των καρπών κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης 11 εβδομάδων παρατήρησης μετά την μεταφύτευση δεν διέφεραν μεταξύ τους.
- ✓ Τα διαλυτά ολικά στέρεα συστατικά των καρπών στην υψηλή ήταν αγωγιμότητα (EC) 4,4 dS/m ήταν 5,48 και στην (EC) 2,2 dS/m 5,19 brix.
- ✓ Σε όλες τις μεταχειρίσεις δεν διέφεραν η αναλογία αρσενικού/ θηλυκού άνθους, αναλογία μήκους/ πλάτους καρπού, τα βάρη και οι διαστάσεις των ποδίσκων του καρπού.

Βιβλιογραφία

- Andres, T.C., 1987.: *Cucurbita fraterna*, the closest wild relative and progenitor of *C. pepo*. *Cucurbit Genet. Coop. Rep.* 10: 69-71.
- Bianchini, F., Corbetta, F. and Pistoia, M. (1988) *Fruits of the Earth*. Bloomsbury Books, London (originally published in 1973 by A. Mondadori as *I Frutti della Terra*).
- Castetter, E.F., 1925. Horticultural groups of cucurbits. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 22: 338-340.
- Cotner, S., J. Parson, J. Johnson, and C. Cole. *Plant Answers.*: Texas Cooperative Extension Services.
<http://aggiehorticulture.tamu.edu/plantanswers/vegetables/squash.html>
(November 2005).
- Cramer, G.R. 2002. Differential effects of salinity on leaf elongation kinetics of three grass species. *Plant Soil* 253: 233-244.
- Daniel J. Cantliffe, Nicole L. Shaw, ., Juan C. Rodriguez, . and Peter J. Stoffella, 2007. Hydroponic greenhouse production of specialty cucurbit crops. *Acta Hort.* (ISHS) 731:225-234
- Decker, D.S., 1985. Numerical analysis of allozyme variation in *Cucurbita pepo* *Econ. Bot.* 39(3): 300-309.
- Decker, D.S., 1988. Origin(s), evolution, and systematics of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). *Econ. Bot.* 42(1): 4-15.
- Decker-Walters, D.S. and Walters, T.W., 2000. Squash. En: Kiple, K.F. y Ornelas, K.C. (eds.). *The Cambridge world history of food*. Cambridge University Press 1: 335-351.
- Decker-Walters, D.S., Staub, J.E., Chung, S.M., Nakata, E. and Quemada, H.D., 2002. Diversity in free-living populations of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae) as assessed by random amplified polymorphic DNA. *Syst. Bot.* 27(1): 19-28.
- Decker-Walters, D.S., Walters, T.W., Cowan, C.W. and Smith, B.D., 1993. I sozymic characterization of wild populations of *Cucurbita pepo*. *J. Ethnobiol.* 13: 55-72.
- Defay, B., 1995. *Trésors de courges et de potirons*. Jardinage et cuisine. Terre Vivante, Paris, 95 pp.

- Dorais, -m.; Papadopoulos, -a.; Gosselin, -a. 2001: Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie*, 21, 367-383
- European and Mediterranean Plant Protection Organization. 2004. Cucurbits under protected cultivation. *OEPP/EPPO Bulletin* 34:91-100
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Reading, MA: Addison-Wesley
- Hardenburg, R.E., A.E. Watada, and C. Y. Wang. 1986.: The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. *USDA Agricultural*
- Jeffrey, C., 1990. :Systematics of the Cucurbitaceae: an overview. En: Bates, D.M., Robinson, R.W. y Jeffrey, C. (eds.). *Biology and Utilization of the Cucurbitaceae*. Cornell University Press, Ithaca, New York: 3-9.
- Jensen, M.H. and Collins, W.L. 1985. Hydroponic vegetable production. *Horticultural Reviews*. 7: 483-558.
- Kang, J.G. and M.W. Van Iersel. 2004. Nutrient solution concentration affects shoot: root ratio, leaf area ratio, and growth of subirrigated salvia (*Salvia splendens*). *HortScience* 39: 49-54.
- Krauss, Sandra, Schnitzler, W. H. Grassmann, Johanna and M. Voitke, 2006 The Influence of Different Electrical Conductivity Values in a Simplified Recirculating Soilless System on Inner and Outer Fruit Quality Characteristics of Tomato *J. Agric. Food Chem.*, 54, 2, 441 - 448
- Lerner, R. 2003.: Senior study vegetables—Squash. Horticulture and Landscape Architecture Department, Purdue University
<http://www.hort.purdue.edu/ext/senior/vegetabl/squash6.htm> (October 2005).
- Proc. Fla. State Hort. Soc. 119: 2Merrick, L.C., 1990. : Systematics and evolution of a domesticated squash, *Cucurbita argyrosperma*, and its wild and weedy relatives. En: Bates, D.M., Robinson, R.W. y.
- Mancini, I. And calabrese, n. 1999. Effect of growth regulators on flower differentiation and yield in zucchini (*cucurbita pepo* l.) Grown in protected cultivation. *Acta hort. (ishs)* 492:265-272
http://www.actahort.org/books/492/492_35.htm
- McCollum, T. G. 2004. Revised.: The commercial storage of fruits, vegetables, florists, and nursery stocks—Squash. *USDA, ARS-Agriculture Handbook Number 66*. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/129squash.pdf> (November 2005).

- Michalewicz, Z. & Fogel, D. B. (2000), *How to Solve It; Modern Heuristics*, Springer
- Michalewicz, Z. (1996), *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*, third edn, Springer
- Mitchell, M. (1996), *An Introduction to Genetic Algorithms*, The MIT Press
- Mitchell, M. (1998). A complex-systems perspective on the "computation vs. dynamics" debate in cognitive science. In M. A. Gernsbacher and S. J. Derry (eds.), *Proceedings of the 20th Annual Conference of the Cognitive Science Society---Cogsci98*, 710-715.
- Molinar, R., J. Aguiar, M. Gaskell, and K. Mayberry. 1999. : Summer Squash Production in California. Vegetable Research and Information Center. University of California ANR Pub. 7245.
- Nee, M., 1990. : The domestication of Cucurbita (Cucurbitaceae). *Econ. Bot.*: 44(3 suppl.): 56-68.
- Paris, H.S., 1986. A proposed subspecific classification for Cucurbita pepo. *Phytologia* 61: 133-138.
- Paris, H.S., 1989. Historical records, origins, and development of the edible cultivar groups of Cucurbita pepo (Cucurbitaceae). *Econ. Bot.* 43(4): 423-443.
- Paris, H.S., 2000. First two publications by Duchesne of Cucurbita moschata (Cucurbitaceae). *Taxon*: 49: 305-319.
- Paris, H.S., 2001. History of the cultivar-groups of Cucurbita pepo. *Hort. Rev.* 25: 71-170.006
- Resh, H.M. 1998. *Hydroponic food production*. Woodbridge Press, Santa Barbara, Calif.
- Richards, F. J. 1959. A flexible growth function for empirical use. *J. Exp. Bot.* 29, 290-300
- Rouphael Y, Colla G. Growth, yield, fruit quality and nutrient uptake of hydroponically cultivated zucchini squash as affected by irrigation systems and growing seasons. *Scientia Horticulturae*. 2005;**105**(2):177–195. doi: 10.1016/j.scienta.2005.01.025
- Sargent, S. A., M. A. Ritenour, and J. K. Brecht. 2001: Handling, cooling and sanitation techniques for maintaining postharvest quality. Publication HS719. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, University of Florida/IFAS, Gainesville.
- Savvas, D. and H. Passam (eds.). 2002. *Hydroponic production of vegetables and ornamentals*. Embryo Publ., Athens, Greece.

- Shaw N. L. and D. J. Cantliffe. 2004. : Add Variety To Your Greenhouse and Table with Hydroponically Grown ‘Baby’ Squash. *Acta Hort.* Vol. 659, pp. 509-514.
- Shaw, N.L. and Cantliffe, D.J. 2004. Add variety to your greenhouse and table with hydroponically grown ‘baby’ squash. *Acta Hort.* 659:509-514.
- Smith, B.D., 1997.: The initial domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10.000 years ago. *Science* 276: 932-934.
- Van Os, E.A., Benoit, F., 1999. State of art of the Dutch and Belgian greenhouse horticulture and hydroponics. *Acta Hort.* 481, 765–767.
- Van Os, E.A., Gieling, Th.H., Ruijs, M.N.A., 2002. Equipment for hydroponic installations. In: Savvas, D., Passam, H.C. (Eds.), *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*. Embryo Publications, Athens, Greece, pp. 103–141
- Weeden, N.F. and Robinson, R.W., 1990. :Isozyme studies in *Cucurbita*. En: Bates, D.M., Robinson, R.W. y Jeffrey, C. (eds.). *Biology and Utilization of the Cucurbitaceae*. Cornell University Press, Ithaca, New York: 51-59