

**Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας  
Σχολή Τεχνολογίας – Γεωπονίας  
Τμήμα Βιολογικών, Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και  
Ανθοκομίας (ΒΙΟ.ΘΕ.ΚΑ.)**

**Πτυχιακή Εργασία με τίτλο:**

**«Η επίδραση των υποστρωμάτων στην παραγωγή και ποιότητα της  
αγγουριάς»**



**Σπουδαστής:  
Νικόλαος Κ. Παναγιωτόπουλος  
Α.Μ. 2009019**

**Εισηγητής-Επιβλέπων Καθηγητής: Αναστάσιος Ι. Κώτσιρας**

**Καλαμάτα, Ιούνιος 2013**

**Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας  
Σχολή Τεχνολογίας – Γεωπονίας  
Τμήμα Βιολογικών, Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας  
(ΒΙΟ.ΘΕ.ΚΑ.)**

**«Η επίδραση των υποστρωμάτων στην παραγωγή και ποιότητα της  
αγγουριάς»**

**Σπουδαστής: Νικόλαος Κ. Παναγιωτόπουλος**

**Εισηγητής-Επιβλέπων Καθηγητής: Αναστάσιος Ι. Κώτσιρας**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	6
1.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	6
1.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ .....	6
1.1.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	6
1.1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ – ΟΝΟΜΑΣΙΑ .....	6
1.1.4 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ .....	7
1.1.5 ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ - ΥΒΡΙΔΙΑ.....	8
1.1.5.1 ΜΑΚΡΟΚΑΡΠΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΥΒΡΙΔΙΑ .....	8
1.1.5.2 ΜΙΚΡΟΚΑΡΠΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΥΒΡΙΔΙΑ.....	8
1.2 ΑΓΓΟΥΡΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	9
1.2.1 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ .....	9
1.2.2 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ.....	9
1.2.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ .....	10
1.2.4 ΥΓΡΑΣΙΑ .....	10
1.2.5 ΑΛΛΟΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	10
1.2.6 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ.....	10
1.2.7 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ .....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	12
ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΓΓΟΥΡΙΟΥ .....	12
ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ.....	12
2.1 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ .....	12
2.1.2 Υδατοκαλλιέργειες .....	12
2.1.3 Στερεά υποστρώματα.....	19
2.1.3.1 Γενικά .....	19
2.1.3.2 Ιδιότητες των υποστρωμάτων.....	20
2.1.3.3 Περιγραφή των σπουδαιότερων υποστρωμάτων.....	21
2.1.3.3.1 Περλίτης.....	21
2.1.3.3.2 Ελαφρόπετρα .....	23
2.1.3.3.3 Πετροβάμβακας.....	26
2.1.3.3.4 Άμμος.....	29
2.1.3.3.5 Διογκωμένη άργιλος.....	30
2.1.3.3.6 Βερμικουλίτης.....	31
2.1.3.3.7 Τύρφη .....	31

2.1.3.3.8	Κοκκοφοίνικας – Ίνες Καρύδας.....	32
2.2	ΛΙΠΑΝΣΗ – ΘΡΕΨΗ.....	32
2.2.1	ΓΕΝΙΚΑ .....	32
2.2.1.1	Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος .....	32
2.2.1.2	Περιγραφή των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία .....	34
2.2.2	ΛΙΠΑΝΣΗ – ΘΡΕΨΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΓΓΟΥΡΙΟΥ.....	35
2.2.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ .....	39
2.2.4	ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....	41
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	43
	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	43
3.1.	Σκοπός της εργασίας .....	43
3.2.	Υλικά και μέθοδοι .....	43
3.2.1	Σπορά – Μεταφύτευση – Καλλιεργητικές φροντίδες.....	43
3.2.2	ΑΡΔΕΥΣΗ.....	46
3.2.3	Περιγραφή όλων των υδροπονικών συστημάτων (στερεά υποστρώματα, επίπλευση) ..	47
3.2.3.1	Δεξαμενή.....	47
3.2.3.2.	Ηλεκτρικός πίνακας .....	48
3.2.3.3.	Κεφαλή όλων των συστημάτων (στερεά υποστρώματα και επίπλευση) .....	49
3.2.3.4	Αντλίες επανακυκλοφορίας .....	49
3.2.3.5	Δεξαμενές θρεπτικών διαλυμάτων.....	50
3.2.3.6	Θρεπτικά διαλύματα .....	51
3.3	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	52
3.4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	54
3.5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	56
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	57



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε καλλιέργεια αγγουριάς σε 4 διαφορετικά υποστρώματα με σκοπό να εξακριβωθεί το κατά πόσο η αγγουριά μπορεί να αναπτυχθεί σε συστήματα επίπλευσης, ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκε σύγκριση και με στερεά υποστρώματα. Το πείραμα έγινε στις εγκαταστάσεις θερμοκηπίων, με υδροπονικά συστήματα, του ΑΤΕΙ Καλαμάτας, στη Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας του τμήματος ΒΙΟ.ΘΕ.ΚΑ.

### Ευχαριστίες

Για την αμέριστη βοήθεια και καθοδήγηση του θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου, Δρ. Αναστάσιο Ι. Κώτσιρα (*Γεωπόνος, Επίκουρος καθηγητής*).

Επίσης τους συμφοιτητές μου Ανάγνο Χαράλαμπο και Παπασταθόπουλο Ιωάννη για την αρωγή τους κατά τη διάρκεια της πειραματικής μου εργασίας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

### 1.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το αγγούρι, είναι είδος γνωστό και καλλιεργούμενο από αρχαιοτάτων χρόνων. Η πιθανότερη περιοχή καταγωγής είναι η Ινδία, όπου αρχαιολογικά ευρήματα δείχνουν ότι οι καρποί χρησιμοποιούνταν από τους κατοίκους της περιοχής περί το 1.000 π.Χ..

Υπάρχουν όμως και επιστήμονες που ισχυρίζονται ότι τόπος καταγωγής της αγγουριάς μπορεί να είναι η Αφρική. Η αγγουριά καλλιεργείτο στην Αρχαία Αίγυπτο και αυτό προκύπτει από υπολείμματα φυτών που βρέθηκαν σε ανασκαφές σε τάφους της χώρας αυτής. Αυτοφυή φυτά αγγουριάς δεν έχουν βρεθεί. Στην Ευρώπη έχει εισαχθεί πιθανά από τους αρχαίους έλληνες, οι οποίοι το καλλιεργούσαν όπως και σήμερα για το καρπό του. Είναι ο Σίκυος ή Σίκυς του Θεόφραστου.

Σήμερα η αγγουριά καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο τόσο σε συνθήκες υπαίθρου όσο και συνθήκες θερμοκηπίου.

### 1.1.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ<sup>1</sup>

Η παγκόσμια παραγωγή αγγουριών ανέρχεται στους 36.273.065 τόνους σε έκταση καλλιέργειας 20.101.160 στρεμμάτων, εκ των οποίων στην Ασία παράγεται το 83%, στην Ευρώπη το 10,6%, στην Αμερική το 5,1%, στην Αφρική το 1,3% και στην Ωκεανία το 0,1%. Στην Ευρώπη καλλιεργείται έκταση 2.253.670 στρεμμάτων και η παραγωγή ανέρχεται στα 3.830.970 τόνους.

Η συνολική παραγωγή αγγουριών στις 15 χώρες της ΕΕ ανέρχεται στους 1.420.000 τόνους. Οι πιο μεγάλες σε παραγωγή χώρες είναι οι: *Ισπανία, Ολλανδία, Ελλάδα, Γερμανία και Γαλλία.*

Στην Ελλάδα καλλιεργείται συνολικά έκταση 20.000.000 στρεμμάτων και η παραγωγή ανέρχεται στους 160.000 τόνους. Πρώτη σε καλλιέργεια έρχεται η Περιφέρεια Κρήτης, μετά η Πελοπόννησος και τέλος η Μακεδονία.

Το μέγιστο ποσοστό των αγγουριών που παράγονται στις παραπάνω χώρες παράγονται από θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

### 1.1.3 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ – ΟΝΟΜΑΣΙΑ

---

<sup>1</sup> Ανδρέας Κανάκης (2004). «Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο», β' τόμος, εκδόσεις Σταμούλη ΑΕ, Αθήνα, 363 σελίδες

Η αγγουριά είναι φυτό που κατατάσσεται στην συνομοταξία αγγειόσπερμα (*Magnoliophyta*), στην ομοταξία δικοτυλήδονα (*Magnoliopsida*), στην υφομοταξία διλληνίδες (*Dilleniidae*) και στην τάξη ιώδη (*Violales*). Ανήκει στον οικογένεια κολοκυνθοειδών (*Cucurbitaceae*), το γένος Σίκυρος (*Cucumis*) και η επιστημονική ονομασία της είναι *Cucumis sativus*.

#### 1.1.4 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Τα καλλιεργούμενα φυτά αγγουριάς είναι είτε διπλοειδή ( $2n=14$ ), είτε τετραπλοειδή ( $4n=28$ ). Είναι φυτό πολυετές βοτανικά αλλά καλλιεργείται σαν ετήσιο, σαν μονοετής πόα, ανήκει στα φυτά θερμής εποχής, ζημιώνεται δηλαδή από θερμοκρασίες κάτω των  $10^{\circ}\text{C}$ .

Από άποψη αναπαραγωγικών οργάνων, το φυτό είναι μόνικο και δικλινές. Στο ίδιο φυτό δηλαδή υπάρχουν άνθη μόνο αρσενικά και άνθη μόνο θηλυκά, που βρίσκονται στις μασχάλες των φύλλων. Τα άνθη διακρίνονται εύκολα γιατί τα θηλυκά (*φώτο 1*) βρίσκονται πάνω στον υποτυπώδη καρπό, που είναι η αγονιμοποίητη ωοθήκη και έχουν χονδρό μίσχο, ενώ στα αρσενικά (*φώτο 2*) ο μίσχος είναι λεπτός και μακρύς. Επίσης, τα αρσενικά εμφανίζονται κατά ομάδες ανά 3-4, ενώ τα θηλυκά είναι μονήρη.



(φώτο 1) – θηλυκό άνθος αγγουριάς



(φώτο 2) – αρσενικό άνθος αγγουριάς

Η γονιμοποίηση κανονικά γίνεται με τα έντομα και κυρίως με μέλισσες, οι καλλιεργούμενες σε θερμοκήπιο ποικιλίες όμως που έχουν μόνο θηλυκά άνθη, παράγουν τους καρπούς τους παρθενοκαρπικά.

Το φυτό στα πρώτα στάδια της ζωής του αναπτύσσει μια πρωτεύουσα ρίζα, γρήγορα όμως σταματά την ανάπτυξή της και παράγει πολλές πλευρικές, μάλλον επιφανειακά (*χρειάζεται συχνό πότισμα με μικρή ποσότητα νερού*).

Οι βλαστοί είναι έρποντες και διακλαδιζόμενοι, μήκους μέχρι 3-4 μέτρα, τριχωτοί με έλικες, φύλλα εναλλασσόμενα, πλατιά με 3-5 γωνιώδης λοβούς ή απλά πενταγωνικά, μακρόμισχα και με επιφάνεια καλυπτόμενη από τρίχες.

Ο καρπός είναι ράγα, κυλινδρικός, λιγότερο ή περισσότερο επιμήκης, με επιφάνεια λεία ή έχει εξογκώματα και χρώμα βαθύ πράσινο ή πρασινοκίτρινο, ανάλογα με την ποικιλία. Έχει σάρκα λευκή-λευκοπράσινη, η οποία περικλείει 200-400 και πλέον σπόρους πεπλατυσμένους, επιμήκης και λευκοκίτρινους. Η σύνθεση του καρπού ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες της καλλιέργειας. Περιέχει περίπου 95% νερό, 1% σάκχαρα, 0,5% πρωτεΐνες, 0,1% λιπαρές ουσίες, είναι δε πλούσιο σε βιταμίνη C.

### 1.1.5 ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ - ΥΒΡΙΔΙΑ

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες αγγουριάς – υβρίδια διακρίνονται ανάλογα με το μήκος του καρπού σε δύο κατηγορίες (α) μακρόκαρπες και (β) μικρόκαρπες.

Οι μακρόκαρπες ποικιλίες-υβρίδια περιλαμβάνουν γενότυπους που ο καρπός τους φτάνει από 25-50 εκατοστά, ενώ οι μικρόκαρπες ποικιλίες-υβρίδια περιλαμβάνουν καρπούς μικρού μεγέθους 10-20 εκατοστά και επιπλέον σε αυτές ανήκουν και ποικιλίες αγγουριάς για τουρσί.

#### 1.1.5.1 ΜΑΚΡΟΚΑΡΠΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΥΒΡΙΔΙΑ

- **Αθηναϊκή** με τις δυο μορφές της: την *καλυβιώτικη* και την *συριανή* που είναι πρωιμότερη.
- **Φιλιατρών και Τήνου**: εξαιρετικές ποικιλίες για υπαίθριες καλλιέργειες
- **ToskaF1**: φυτό κατάλληλο για χειμερινές καλλιέργειες με καρπούς μεγάλου μήκους. Φυτά μειωμένης ζωηρότητας. Μολονότι θηλυκό φυτό έχει την τάση να παράγει και αρσενικά άνθη σε ποσοστό μέχρι 8%, τα οποία πρέπει να απομακρύνονται έγκαιρα.
- **SandraF1**: είναι βελτιωμένο παράγωγο της Toska. Φυτό ταχείας ανάπτυξης. Παράγει μεγάλου μήκους καρπούς με βαθύ πράσινο χρώμα. Σε κανονικές συνθήκες δεν παράγει αρσενικά άνθη. Είναι πολύ παραγωγικό και συνίσταται για θερμαινόμενα και μη θερμαινόμενα θερμοκήπια.

#### 1.1.5.2 ΜΙΚΡΟΚΑΡΠΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ – ΥΒΡΙΔΙΑ

- **DunarF1**: φυτό μέσης ζωηρότητας, σταθερής ανάπτυξης, με λίγους πλάγιους βλαστούς. Είναι πρώιμο, πολύ παραγωγικό με καρπούς σκούρου πράσινου χρώματος, ραβδωτούς, μήκους 11-13 εκ., είναι φυτό μικρής περιόδου συγκομιδής, με πολλούς καρπούς ανά κόμβο, ανθεκτικό στο κλαδοσπόριο και την ψευδομονάδα και ανεκτικό στο ωίδιο και τη μωσαϊκωση αγγουριάς.
- **BanzaF1**: φυτό μέσης ζωηρότητας και ανοικτής βλάστησης, πρώιμο και παραγωγικό. Καρποί μήκους 12-14 εκ., με μέτριας έντασης πράσινο χρώμα και λεία επιδερμίδα,

ανθεκτικοί στις μεταφορές. Φυτό ανθεκτικό στο κλαδοσπόριο και ανεκτικό στο ωίδιο και τη μωσαϊκωση της αγγουριάς.

- **CarpiceFI:** φυτό με ισχυρό στέλεχος και μεγάλα φύλλα, μέσης πρωιμότητας. Καρποί μήκους 14-16 εκ., ομοιόμορφοι, λείοι με βαθύ πράσινο χρώμα.

Ποικιλίες και υβρίδια κατάλληλα για τουρσί είναι: *RioPS, PremiersPS, Pikina, Rubeno, Miriam, Pioneer, Peppi, SpattanDawn, DubbleYield, Wisconsin.*

## 1.2 ΑΓΓΟΥΡΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 1.2.1 ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

Η αγγουριά είναι φυτό που απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες γι' αυτό και καλλιεργείται στην υπαίθρο από άνοιξη έως και φθινόπωρο και στο θερμοκήπιο όλες τις εποχές του χρόνου. Οι κλιματικές συνθήκες επιδρούν αποφασιστικά τόσο στην ανάπτυξη όσο και στην καρποφορία του φυτού. Προτιμά περιοχές που δεν έχουν δυνατούς ανέμους και οι ανεμόπληκτες περιοχές αποτελούν σημαντικό πρόβλημα στην ευδοκίμηση των υπαίθριων καλλιεργειών. Επίσης κλιματικές συνθήκες όπως ξερή ατμόσφαιρα, ισχυρός φωτισμός και διακύμανση θερμοκρασιών ευνοούν την παραγωγή ουσιών, όπως η ουσία κουκουρμπιτακίνη, οι οποίες προκαλούν το πίκρισμα των καρπών.

### 1.2.2 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ

Η αγγουριά είναι φυτό ουδέτερο, ως προς τον φωτοπεριοδισμό, γι' αυτό άλλωστε καλλιεργείται με επιτυχία τόσο το καλοκαίρι όσο και τον χειμώνα, είτε σε συνθήκες μεγάλης ημέρας, είτε και σε συνθήκες μικρής ημέρας αντίστοιχα. Η φωτοπερίοδος παίζει ρόλο στην έκφραση του φύλλου των ανθέων. Έτσι σε συνθήκες μικρής ημέρας και χαμηλών θερμοκρασιών ευνοείται η παραγωγή θηλυκών ανθέων σε φυτά που φέρουν αρσενικά και θηλυκά άνθη. Ομοίως σε συνθήκες μεγάλης ημέρας και υψηλών θερμοκρασιών ευνοείται και πάλι ο σχηματισμός θηλυκών ανθέων. Επίσης υπάρχει αλληλεπίδραση φωτός και θερμοκρασίας η οποία επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών, την πρωίμιση της παραγωγής και τη συνολική στρεμματική απόδοση. Στο θερμοκήπιο το χειμώνα σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού και με θερμοκρασία 21 βαθμούς κελσίου η ανάπτυξη του βλαστού και η πρωίμιση της παραγωγής πλησιάζουν το άριστα. Καλύτερα αποτελέσματα προκύπτουν όταν η διάρκεια του φωτισμού είναι 12-14 ώρες την ημέρα. Έτσι κατά τη διάρκεια του χειμώνα επιβάλλεται ο συμπληρωματικός φωτισμός με φθοριούχες λάμπες νωρίς το πρωί, πριν την ανατολή του ηλίου ή το σούρουπο αμέσως μετά τη δύση του ηλίου.



### **1.2.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**

Η άριστη θερμοκρασία στην καλλιέργεια της υπαίθριας αγγουριάς κυμαίνεται από 18-24<sup>0</sup>C. Η κατώτερη βιολογική θερμοκρασία είναι εκείνη μεταξύ 10-13<sup>0</sup>C και η ανώτερη βιολογική είναι 32<sup>0</sup>C. Η ελάχιστη θανατηφόρος θερμοκρασία είναι μεταξύ 0-4<sup>0</sup>C, ανάλογα με τη διάρκεια της. Όσον αφορά τις ποικιλίες και την καλλιέργεια της αγγουριάς στο θερμοκήπιο η άριστη θερμοκρασία είναι 18-24<sup>0</sup>C, ενώ για παρθενοκαρπικές ποικιλίες και υβρίδια έχει αποδειχθεί ότι για το μέγιστο παραγωγής καρπών το άριστο επίπεδο θερμοκρασίας ημέρας κυμαίνεται μεταξύ 22-25<sup>0</sup>C. Θερμοκρασίες ημέρα μικρότερες των 19<sup>0</sup>C έχουν επίπτωση τόσο στην πρώιμη, όσο και στην ολική παραγωγή καρπών. Για να είναι αποτελεσματικές οι ανωτέρω θερμοκρασίες ημέρας πρέπει να συνδυάζονται με κατάλληλες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η άριστη θερμοκρασία νύχτας κυμαίνεται μεταξύ 17-23<sup>0</sup>C.

### **1.2.4 ΥΓΡΑΣΙΑ**

Η αγγουριά είναι φυτό που αναπτύσσεται και θέλει υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας. Τα καλύτερα ποσοστά ανάπτυξης κυμαίνονται από 70-80%. Ποσοστά ατμοσφαιρικής υγρασίας πάνω από 80% προσπαθούμε να τα αποφεύγουμε για να μειώσουμε τους κινδύνους προσβολής από ασθένειες. Ο συστηματικός εξαερισμός των θερμοκηπίων είναι κάτι που επιβάλλεται στα θερμοκήπια, όταν η θερμοκρασία του αέρα ξεπεράσει τους 25 βαθμούς κελσίου και συμβάλει στη μείωση του επιπέδου της σχετικής υγρασίας στο θερμοκήπιο.

### **1.2.5 ΑΛΛΟΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ**

Ο εμπλουτισμός των θερμοκηπιακών καλλιεργειών αγγουριάς με CO<sub>2</sub> βοηθάει στην αύξηση του ρυθμού της φωτοσύνθεσης που συνεπάγεται και αύξηση της παραγωγής. Ο εμπλουτισμός με CO<sub>2</sub> στοχεύει στην επίτευξη συγκέντρωσης 1.000-3.000 ppm. Ένας τέτοιος εμπλουτισμός δίνει αύξηση της παραγωγής αγγουριών της τάξης του 20-43%. Ιδιαίτερα στις χώρες της Β. Ευρώπης και Αμερικής ο εμπλουτισμός σε CO<sub>2</sub> γίνεται κάθε μέρα από το πρωί μέχρι και 2 ώρες πριν τη δύση του ηλίου, διακόπτεται μόνο κατά τη διάρκεια του εξαερισμού, όταν απαιτείται, για τη μείωση της θερμοκρασίας του θερμοκηπίου. Στην Ελλάδα από το Μάιο και μετά λόγω των υψηλών θερμοκρασιών επιβάλλεται επαναλαμβανόμενος εξαερισμός, οπότε ο εμπλουτισμός με CO<sub>2</sub> περιορίζεται σε λίγες ώρες ή και ακυρώνεται.

### **1.2.6 ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ**

Ο πολλαπλασιασμός αγγουριάς γίνεται με δύο τρόπους (α) με σπόρο και (β) με εμβολιασμό σε ποικιλίες ανθεκτικές σε μύκητες εδάφους.

- (α) Η σπορά πραγματοποιείται σε γλαστράκια χαρτιού ή τύρφης, σακουλάκια, κύβους πετροβάμβακα, κύβους τύρφης, δίσκους με ατομικές θέσεις σποράς και ακολουθεί μία μόνο μεταφύτευση στην τελική θέση στο έδαφος ή σε υποστρώματα υδροπονίας και ο σπόρος τοποθετείται σε βάθος 1,5-2 εκ.
- (β) Για την αντιμετώπιση ασθενειών του εδάφους (π.χ. φουζάριο) και την αύξηση της αντοχής των φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους εφαρμόζεται η τεχνική του εμβολιασμού (κατακόρυφος ή δια προσεγγίσεως) σε κατάλληλα υποκείμενα, όπως το *Cucurbita ficifolia*.

### 1.2.7 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Οι κυριότεροι ζωικοί εχθροί καθώς και οι κυριότερες μυκητολογικές ασθένειες που προσβάλουν το αγγούρι αναφέρονται παρακάτω.

Οι εχθροί του αγγουριού είναι οι εξής:

- Τετράνυχος (*Tetranychus urticae*)
- Αφίδες γένη που ανήκουν στην οικογένεια Aphididae
- Βρωμούσα (*Nezara viridula*)
- Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*)
- Νηματώδεις
- Άλλα έντομα (*Agrotis* sp).

Οι κυριότερες μυκητολογικές ασθένειες είναι οι:

- Περονόσπορος (*Pseudoperonospora cubensis*)
- Ωίδια
- Αλτεναρίωση (*Alternaria alternata* f.sp. *curcubitae*)
- Κλαδοσπορίωση (*Cladosporium cucumerinum*)
- Βοτρύτης (*Botrytis cinerea*)
- Προσβολήλαιμού, ριζών, καρπών (*Pythium* sp-*Phytophthora* sp)
- Σκληρωτινίαση (*Sclerotinia sclerotiorum*)
- Αδροφουζαρίωση αγγουριάς (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*)

Οι κυριότερες ιολογικές ασθένειες που ταλαιπωρούν την αγγουριά είναι:

- Μωσαϊκό της αγγουριάς (*cucumber mosaic virus, CMV*)
- Πράσινο ποικιλοχλωρωτικό μωσαϊκό (*cucumber greenmottle mosaic virus, CGMMV*)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΓΓΟΥΡΙΟΥ

#### ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

##### 2.1 ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ<sup>2</sup>

Σύμφωνα με τον τρόπο ταξινόμησης των υδροπονικών συστημάτων υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες διαχωρισμού:

α) με κριτήριο τον τρόπο διαχείρισης των απορροών

β) με κριτήριο το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος

α. Με βάση τον τρόπο διαχείρισης των απορροών έχουμε δύο συστήματα: (1) τα ανοικτά και (2) τα κλειστά.

α.1 Στα ανοικτά συστήματα το κλάσμα απορροής, δηλαδή το ποσοστό θρεπτικού διαλύματος που υπάρχει μετά την στράγγιση από το διάλυμα εφαρμογής δεν συλλέγεται για ανακύκλωση και απορρίπτεται.

α.2. Στα κλειστά συστήματα το κλάσμα απορροής συλλέγεται, αποστειρώνεται, εμπλουτίζεται και επαναχρησιμοποιείται.

β. Με βάση το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος τα υδροπονικά συστήματα χωρίζονται στις υδατοκαλλιέργειες και στις καλλιέργειες σε στερεά υποστρώματα.

##### 2.1.2 Υδατοκαλλιέργειες

Στα συστήματα αυτά διακρίνονται οι εξής κατηγορίες:

α) **Επιπλέουσα υδροπονία (*Floating Technique*)**

Η καλλιέργεια σε σύστημα επίπλευσης γίνεται σε ειδικά κατασκευασμένες δεξαμενές οι οποίες στεγανοποιούνται μέσω της επίστρωσης φύλλων πολυαιθυλενίου και γεμίζεται με θρεπτικό διάλυμα (φώτο 3).

Τα φυτά καλλιεργούνται σε επιπλέουσες σχεδίες (φώτο 4) που είναι κατασκευασμένες από ελαφρά υλικά. Οι σχεδίες αυτές επιπλέουν στο θρεπτικό διάλυμα με το οποίο είναι γεμάτες οι δεξαμενές.

Τα φυτά σπέρνονται και αναπτύσσονται συνήθως σε δίσκους, με διάφορα υποστρώματα (περλίτη, τύρφη κ.λπ.) και σε κύβους πετροβάμβακα (φώτο 5).

<sup>2</sup> Αναστάσιος Ι. Κώτσιρας (2009). «Υδροπονικές Καλλιέργειες»



*(φώτο3) – δεξαμενή με επιστροφή φύλλων πολυαιθυλενίου*



*(φώτο 4) – επιπλέουσες σχεδίες*





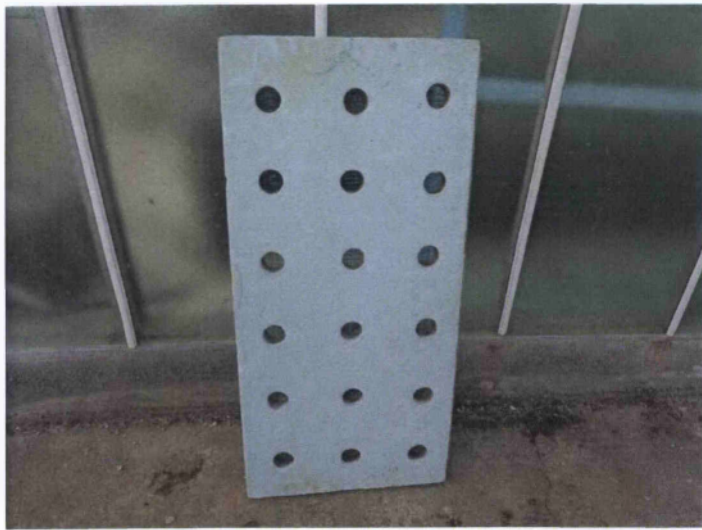
*(φώτο 5) – κύβοι πετροβάμβακα για σπορά*

Όταν τα φυτά φτάσουν στο στάδιο της μεταφύτευσης (φώτο 6) τοποθετούνται στις σχεδίες στις οποίες έχουν δημιουργηθεί οι αντίστοιχες υποδοχές (φώτο 7,8).



*(φώτο 6) – σπορόφυτα αγγουριάς*





(φώτο 7) – σχέδια επίπλευσης



(φώτο 8) –  
σχέδια επίπλευσης με δίκτυο συγκράτησης σποροφότων

Οι σχεδίες αποτελούν το μέσο στήριξης των φυτών και οι ρίζες των φυτών «κρέμονται» στο θρεπτικό διάλυμα. Η δε σύσταση του διαλύματος σε θρεπτικά στοιχεία ελέγχεται συνεχώς μέσω συστημάτων αυτόματου ελέγχου και διορθώνεται κατάλληλα έτσι ώστε το φυτό να δέχεται την ιδανική θρέψη σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του. Παράλληλα με συχνές εκχύσεις αέρα μέσω ειδικών αεροσυμπιεστών επιτυγχάνεται η επαρκής οξυγόνωση του διαλύματος και κατ' επέκταση του ριζικού συστήματος των φυτών.

### β) Καλλιέργεια σε λεπτή μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος NFT<sup>3</sup>

Η καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος είναι γνωστή διεθνώς και με το ακρώνυμο NFT (*Nutrient Film Technique*). Το NFT είναι μια υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας φυτών στην οποία δεν γίνεται καθόλου χρήση στερεού υποστρώματος. Στο σύστημα υδατοκαλλιέργειας αυτό το ριζικό σύστημα των φυτών αναπτύσσεται σε μια πολύ λεπτή μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος. Το θρεπτικό διάλυμα είναι υπό συνεχή ροή μέσα σε ειδικά διαμορφωμένα κανάλια (φώτο 9) στο κέντρο των οποίων τοποθετούνται τα νεαρά φυτάρια στις ενδεδειγμένες αποστάσεις. Το ριζικό σύστημα των φυτών καλύπτεται με φύλλα πολυαιθυλενίου με σκοπό την αποτροπή της εξάτμισης καθώς και την παρεμπόδιση της εισόδου του φωτός. Το μέγιστο μήκος των καναλιών καλό θα είναι να μην ξεπερνά τα 18-20 μέτρα για να αποφευχθούν προβλήματα υποξίας στα φυτά, ενώ η κλίση τους θα πρέπει να είναι μεταξύ του 1-2% για την παθητική ροή του θρεπτικού διαλύματος. Το θρεπτικό διάλυμα

<sup>3</sup>Δημήτριος Σάββας (2011). «Καλλιέργειες εκτός εδάφους», εκδόσεις ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ, Αθήνα, σελίδες 525

εισέρχεται από το υψηλότερο σημείο των καναλιών και στη συνέχεια ρέει προς το χαμηλότερο σημείο στο οποίο μέσω οπής εξόδου συλλέγεται σε μια δεξαμενή, ελέγχεται, συμπληρώνεται και επανακυκλοφορεί (φώτο 10).



(φώτο 9) – κανάλια NFT

Η παροχή του θρεπτικού διαλύματος ρυθμίζεται στα 2 με 3 lit/sec σε συνάρτηση με το μήκος του καναλιού. Στην καλλιέργεια αγγουριάς στο σύστημα NFT έχει δοκιμαστεί αλλά δεν εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα, λόγω του ότι η αγγουριά είναι επιρρεπής στην έλλειψη οξυγόνου στο περιβάλλον της ρίζας. Διαπιστώθηκε ότι η διαφορά συγκέντρωσης οξυγόνου μεταξύ του εισερχομένου θρεπτικού διαλύματος στη κορυφή του καναλιού και του απορρέοντος διαλύματος στο τέλος αυτού είναι σημαντικά μεγάλη. Πιο συγκεκριμένα η συγκέντρωση οξυγόνου στους 24,5<sup>0</sup>C ήταν 6,2 mgL<sup>-1</sup> στην κορυφή του καναλιού αλλά μόνο 2,9 mgL<sup>-1</sup> στο κατώτερο άκρο του. Χαμηλότερες όμως συγκεντρώσεις οξυγόνου από 3 mgL<sup>-1</sup> στα θρεπτικά διαλύματα συνδέονται σαφώς με την εμφάνιση υποξίας στην καλλιέργεια. Σημαντικό ρόλο στην έλλειψη οξυγόνου στο περιβάλλον της ρίζας της αγγουριάς παίζει και ο μεγάλος πληθυσμός μικροοργανισμών που αναπτύσσονται λόγω της απέκκρισης οργανικών ουσιών από τις ρίζες της αγγουριάς, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ανταγωνισμός με τις ρίζες της αγγουριάς ως προς την κατανάλωση οξυγόνου. Η άμεσα και η έμμεσα αυξημένες ανάγκες των ριζών της αγγουριάς σε οξυγόνο καθιστούν την καλλιέργεια λιγότερο κατάλληλη όχι μόνο σε συστήματα NFT αλλά και σε άλλα συστήματα υδατοκαλλιέργειας.





*(φώτο 10) – οπή αποστράγγισης σε κανάλια NFT*

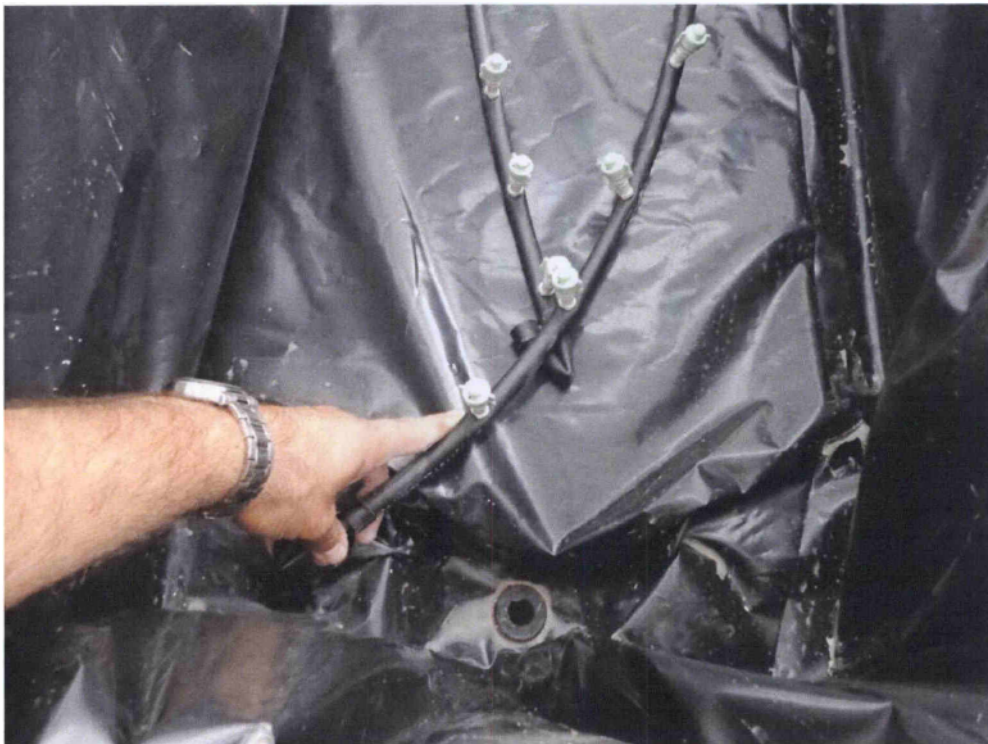
### **γ) Αεροπονία**

Η αεροπονία είναι ένα σύστημα υδατοκαλλιέργειας κατά το οποίο το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσια πάνω στο ριζικό σύστημα του φυτού, που αιωρείται μέσα σε κενά κιβώτια ή επιμήκης σωλήνες (φώτο 11). Σε αυτό το σύστημα τα κενά κιβώτια είναι τελείως κλειστά από πάνω, έτσι ώστε ο χώρος να μπορεί να παραμένει κλειστός και να είναι συνεχώς κορεσμένος με υγρασία. Κατ' αυτό τον τρόπο η ρίζα του φυτού παραμένει συνεχώς υγρή και μπορεί να απορροφά το διάλυμα που εφαρμόζεται. Στο ανώτερο τμήμα των κλειστών κιβωτίων ανοίγονται οπές, μέσα από τις οποίες διέρχονται οι ρίζες, ώστε να αιωρούνται στο εσωτερικό, ενώ ο βλαστός και το φύλλωμα βρίσκονται εκτός. Ο λαιμός του φυτού μπορεί να στερεώνεται χαλαρά με ένα σπογγώδες υλικό στη τρύπα εισόδου της ρίζας στο κιβώτιο. Ο ψεκασμός του θρεπτικού διαλύματος στο ριζικό σύστημα διαρκεί λίγα δευτερόλεπτα και επαναλαμβάνεται κάθε 2-3 λεπτά.



*(φώτο 11) – σύστημα αεροπονίας*

Τα φυτά απορροφούν το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία από στοιβάδα διαλύματος που προσκολλάται στο ριζικό σύστημα. Το θρεπτικό διάλυμα που δεν απορροφάται από τις ρίζες των φυτών αποστραγγίζεται μετά από κάθε ψεκασμό και συλλέγεται και ανακυκλώνεται (φώτο 12).



*(φώτο 12) – οπή αποστράγγισης αεροπονίας*

Εκτός το ότι η αεροπονία έχει όλα τα μειονεκτήματα των κλειστών υδροπονικών συστημάτων, δηλαδή αναγκαιότητα συχνών αναλύσεων και αναπροσαρμογών στη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος, στον κίνδυνο εξάπλωσης παθογόνων μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος, ένα πρόσθετο μειονέκτημα είναι η παρουσίαση βλαβών είτε στην αντλία, είτε στην κεφαλή υδρολίπανσης, είτε στα ακρόφυσια ψεκασμού που βουλώνουν με αποτέλεσμα να διακοπεί για σημαντικό χρονικό διάστημα ο ψεκασμός των ριζών με θρεπτικό διάλυμα.

### **2.1.3 Στερεά υποστρώματα<sup>4</sup>**

#### **2.1.3.1 Γενικά**

Στις υδροπονικές καλλιέργειες το υπόστρωμα αποτελεί ένα υποκατάστατο του εδάφους και επομένως θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτελεί όλες τις λειτουργίες που γίνονται από το χώμα και μάλιστα με καλύτερο τρόπο. Μόνο όταν εκπληρώνεται αυτή η προϋπόθεση είναι οικονομικά σκόπιμη η χρήση υποστρώματος αντί της καλλιέργειας στο έδαφος. Ως υπόστρωμα δεν θα πρέπει να θεωρείται μόνο το στερεό μέσο, μέσα στο οποίο αναπτύσσεται η ρίζα του φυτού, αλλά το σύνολο και των τριών φάσεων που συμμετέχουν στη συγκρότηση του:

- *Στερεό Μέσο*
- *Θρεπτικό διάλυμα (υδατικό διάλυμα)*
- *Διαλελυμένος αέρας*

Επομένως η βασική λειτουργία την οποία πρέπει να επιτελέσουν επιτυχώς τα υποστρώματα είναι η τροφοδότηση των φυτών με νερό και οξυγόνο, η εξασφάλιση στήριξης, καθώς η καλή και ισόρροπη θρέψη σε αυτά. Οι προδιαγραφές των στερεών υποστρωμάτων που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία θα πρέπει να πληρούν τα παρακάτω:

- Τα χαρακτηριστικά της δομής τους θα πρέπει να αποτρέπουν την εύκολη αποσύνθεση τους.
- Θα πρέπει να έχουν ικανοποιητικό πορώδες, καθώς και ικανοποιητική υδατοϊκανότητα.
- Θα πρέπει να παρουσιάζουν υψηλή αντοχή στις διάφορες μεθόδους απολύμανσης (*ατμός, υπεριώδης ακτινοβολία και φυτοπροστατευτικά προϊόντα*).
- Θα πρέπει να έχουν χαμηλή πυκνότητα (*διευκόλυνση των καλλιεργητικών χειρισμών*).
- Η χημική τους σύσταση και η συμπεριφορά τους από πλευράς θρέψης θα πρέπει να παρουσιάζουν ομοιομορφία.

---

<sup>4</sup> Αναστάσιος Ι. Κώτσιρας (2009). «Υδροπονικές Καλλιέργειες»



- Η ποιότητα τους θα πρέπει να παραμένει σταθερή.
- Η εφαρμογή τους είναι προτιμότερο να γίνεται στη φυσική τους κατάσταση χωρίς επεξεργασία.
- Η διάρκεια ζωής τους θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 3 χρόνια.
- Θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από παθογόνα, εχθρούς και σπόρους ζιζανίων.
- Θα πρέπει να έχουν ουδέτερη αντίδραση.
- Οι εταιρείες που τα διαθέτουν θα πρέπει να παρέχουν στους παραγωγούς τις απαραίτητες οδηγίες, σε σχέση με τη συμπεριφορά τους στις διάφορες καλλιεργητικές παρεμβάσεις (άρδευση κ.λπ.).
- Μετά την ολοκλήρωση της χρήσης η διαχείριση τους δεν θα πρέπει να επιβαρύνει το περιβάλλον (διάθεση και ανακύκλωση υποστρωμάτων).
- Θα πρέπει να είναι απαλλαγμένα από βαρέα μέταλλα.
- Θα πρέπει να έχουν χαμηλό κόστος.

### 2.1.3.2 Ιδιότητες των υποστρωμάτων

Οι ιδιότητες των υποστρωμάτων που χρησιμοποιούνται για καλλιέργεια φυτών μπορούν να διακριθούν σε φυσικές και χημικές.

Στις **φυσικές ιδιότητες** των υποστρωμάτων περιλαμβάνονται:

- (α) κοκκομετρική σύσταση
- (β) ιδικό βάρος
- (γ) ολικό πορώδες
- (δ) συνολική συγκράτηση νερού

Στις **χημικές ιδιότητες** υποστρωμάτων περιλαμβάνονται:

- (α) χημική σύνθεση
- (β) οξύτητα (pH)
- (γ) συνολική συγκέντρωση αλάτων – ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- (δ) ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων
- (ε) ικανότητα ανταλλαγής ανιόντων
- (στ) περιεκτικότητα των υποστρωμάτων σε διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία

Από πλευράς φυσικοχημικών ιδιοτήτων προτιμώνται αδρανή υποστρώματα, τα οποία δεν δεσμεύουν τα απαραίτητα για τη θρέψη των φυτών θρεπτικά στοιχεία. Η συνολική συγκέντρωση αλάτων (EC) θα πρέπει να είναι μικρή, ενώ η αντίδραση τους (pH) θα πρέπει να είναι ουδέτερη.

### 2.1.3.3 Περιγραφή των σπουδαιότερων υποστρωμάτων

#### 2.1.3.3.1 Περλίτης<sup>5</sup>

Ο περλίτης (φωτο 13) είναι ένα ηφαιστειακό, υαλώδες, αργιλοπυριτικό πέτρωμα, λευκού χρώματος, το οποίο περιέχει στη δομή του παγιδευμένο νερό σε ποσοστό 2-6%. Το πρωτογενές ορυκτό θερμαίνεται για μικρό χρονικό διάστημα στους 1000<sup>0</sup>C, οπότε διογκώνεται και αποκτά μάζα 10 με 20 φορές μεγαλύτερη από την αρχική, λόγω της εξαέρωσης του νερού που περιείχε.



(φώτο 13) - περλίτης

Όταν θα ψυχθεί οι χώροι στους οποίους υπήρχε αέρας και νερό παραμένουν κενοί με αποτέλεσμα μετά την επαναφορά του σε θερμοκρασία περιβάλλοντος να αποκτά πορώδη υφή. Η ιδιότητα του ορυκτού περλίτη να διογκώνεται μετά από ένα κύκλο θέρμανσης-ψύξης χρησιμοποιείται από τη βιομηχανία για τη δημιουργία ενός κοκκώδους υλικού, με πλούσιο πορώδες, το οποίο έχει υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού. Ο περλίτης που χρησιμοποιείται στην υδροπονία συνήθως για υδροπονική καλλιέργεια αποτελείται από κόκκους διαμέτρου 0-2 mm, 1,5-3mm ή παρεμφερών μεγεθών. Γενικά οι λεπτόκοκκοί τύποι περλίτη συγκρατούν μεγάλα ποσοστά υγρασίας και προτιμώνται για καλλιέργειες εκτός εδάφους.

<sup>5</sup>Δημήτριος Σάββας (2011). «Καλλιέργειες εκτός εδάφους», εκδόσεις ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ, Αθήνα, σελίδες 525

Πιο συγκεκριμένα ο περλίτης με μέγεθος κόκκων 0-1,5 mm, φαινόμενο ειδικό βάρος  $0,06\text{gcm}^{-3}$  συνδυάζει υψηλό πορώδες, υψηλή περιεκτικότητα σε νερό και επαρκή αεροπερατότητα. Ο συνδυασμός των παραπάνω φυσικών ιδιοτήτων με την απουσία ανταλλακτικής ικανότητας καθιστούν το λεπτόκοκκο περλίτη ιδιαίτερα κατάλληλο υπόστρωμα για καλλιέργειες φυτών εκτός εδάφους. Είναι υλικό χημικά αδρανές και αποτελεί ένα ουδέτερο υπόστρωμα με  $\text{pH}7-7,5$ . Σημαντικό πλεονέκτημα του περλίτη είναι ότι μπορεί να απολυμανθεί εύκολα και να επαναχρησιμοποιηθεί για περισσότερο από μια καλλιέργειες. Λόγω της φυσικής του προέλευσης η αποκομιδή του μετά τη χρήση του δεν προκαλεί προβλήματα στο περιβάλλον.

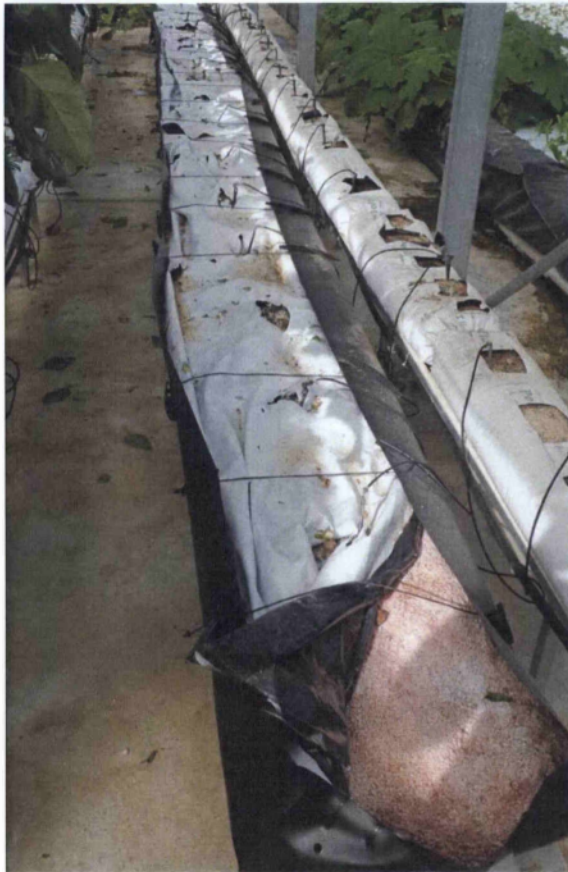
Ο περλίτης στη χώρα μας παράγεται στη Μήλο, στη Νίσυρο, στην Αντίπαρο, στην Κω και διατίθεται στο εμπόριο συσκευασμένο σε σάκους 33-45 λίτρων, με μέγεθος κόκκου 0,5-2,5 mm και φαινόμενο ειδικό βάρος  $0,06-0,08\text{gcm}^{-3}$ . Ο περλίτης χρησιμοποιείται είτε ως συστατικό μειγμάτων κυρίως με τύρφη, είτε σε σάκους, είτε σε κανάλια καλλιέργειας αυτούσιος (φώτο 14).



(φώτο 14) – κανάλια με περλίτη

Κατά τις καλλιέργειες τα κανάλια, τα γεμάτα με περλίτη, σκεπάζονται με πλαστικό διπλής όψεως, μαύρο εσωτερικά και άσπρο εξωτερικά, για την προστασία του ριζικού συστήματος από την ηλιακή ακτινοβολία και την αποφυγή δημιουργίας αλγών (φώτο 15,16).





(φώτο 15) -

κανάλια καλυμμένα με πλαστικό διπλής όψης



(φώτο 16) -

κανάλια καλυμμένα με πλαστικό διπλής όψης

### 2.1.3.3.2 Ελαφρόπετρα

Η ελαφρόπετρα είναι το κοινό όνομα του ορυκτού κίσηρη, το οποίο είναι ένα αργιλοπυριτικό ηφαιστειογενές υλικό. Έχει μεγάλο πορώδες και γι' αυτή τη φυσική της ιδιότητα οφείλει και το όνομα της. Ο σχηματισμός πόρων στην ελαφρόπετρα οφείλεται στη διαφυγή υδρατμών και άλλων ηφαιστειακών αερίων μέσα από τη μάζα της, κατά το χρονικό διάστημα της ψύξης του μάγματος από το οποίο προέρχεται. Το μάγμα από το οποίο προέρχεται η ελαφρόπετρα περιέχει 2-3% νερό. Όταν το μάγμα εξέρχεται στην ατμόσφαιρα το νερό που περιέχεται εξατμίζεται γρήγορα με συνέπεια το μάγμα να διογκώνεται και καθώς στερεοποιείται αποκτά πορώδη υφή.

Η ελαφρόπετρα στην ελληνική αγορά διατίθεται σε τρεις κύριους τύπους ανάλογα με το εύρος του μεγέθους των κόκκων. Οι κοκκομετρικοί τύποι της ελαφρόπετρας είναι οι εξής: (α) 0-3mm, (β) 0-8mm και (γ) 2-10mm. Η ελαφρόπετρα έχει pH σχεδόν ουδέτερο μεταξύ 7-7,3% και είναι χημικά σταθερή ακόμη και σε χαμηλό pH μέχρι 2,5. Έχει πολύ χαμηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων πράγμα, που την κάνει να συμπεριφέρεται ως χημικά αδρανής, ενώ η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται μεταξύ 0,1 έως 0,2 dSm<sup>-1</sup>. Το μεγάλο πλεονέκτημα που

έχει η ελαφρόπετρα είναι η πολύ χαμηλή τιμή αγοράς της, καθώς και η πολύ καλή καλλιεργητική συμπεριφορά λόγω του ότι μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί αρκετές φορές. Στην Ελλάδα παράγεται στα νησιά του Αιγαίου, Κυκλάδες και Δωδεκάνησα. Η ελαφρόπετρα για να χρησιμοποιηθεί ως υπόστρωμα υδροπονίας παραλαμβάνεται είτε απ' ευθείας από το λατομείο, είτε μετά από κοσκίνισμα και ξέπλυμα της με καλής ποιότητας νερό. Πρόσφατα άρχισε να διατίθεται τυποποιημένη σε σάκους καλλιέργειας όγκου 25-40 lit. Χρησιμοποιείται σε σάκους φύτευσης (φώτο 17,18) ή τοποθετείται σε γλάστρες ή κανάλια καλλιέργειας (φώτο 19).



(φώτο 17) – σάκοι με ελαφρόπετρα



(φώτο 18) – σάκος με ελαφρόπετρα





*(φώτο 19) – κανάλι με ελαφρόπετρα*

Στην καλλιέργεια αγγουριάς σε κανάλια, το πάνω μέρος του καναλιού σκεπάζεται με πλαστικό διπλής όψεως, μαύρο εσωτερικά και άσπρο εξωτερικά, για την προστασία του ριζικού συστήματος από την ηλιακή ακτινοβολία και την αποφυγή δημιουργίας αλγών (φώτο 20).



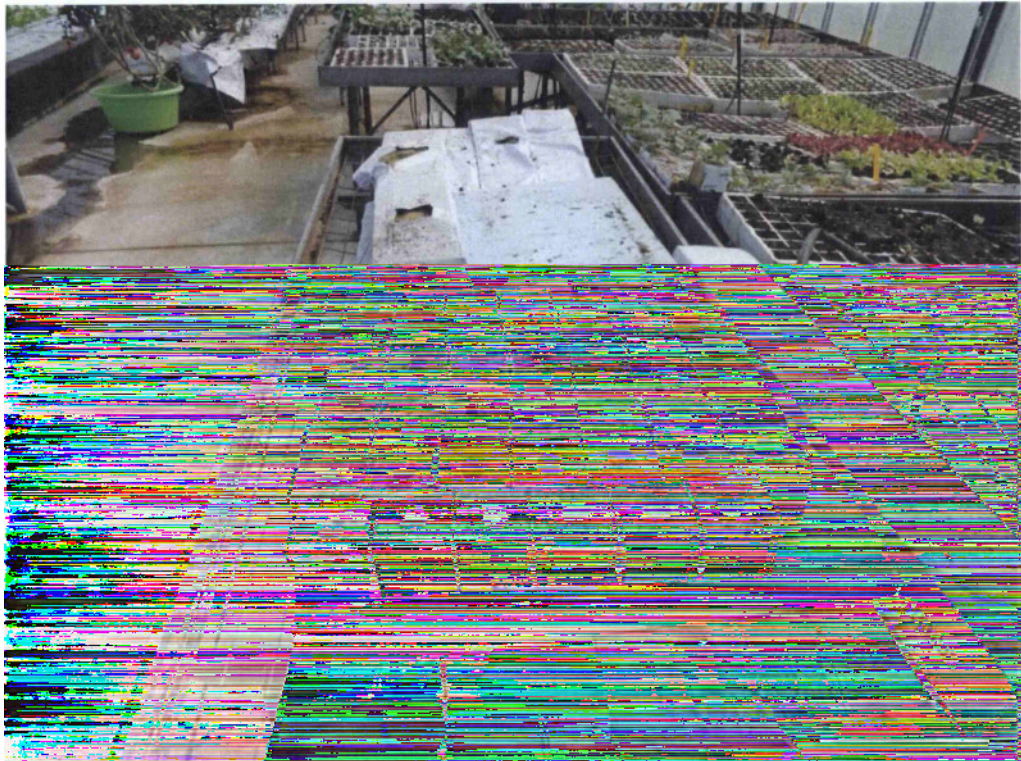
(φώτο20) – κανάλια καλυμμένα με πλαστικό διπλής όψης

### 2.1.3.3.3 Πετροβάμβακας<sup>6</sup>

Ο πετροβάμβακας είναι ένα ανόργανο ινώδες υλικό, το οποίο παράγεται με θερμική επεξεργασία ενός μίγματος που αποτελείται 60% από διαβάση, 20% από ασβεστόλιθο και 20% από άνθρακα, το οποίο θερμαίνεται στους 1600°C. Ο άνθρακας χρησιμεύει κυρίως σαν καύσιμη ύλη για την επίτευξη αυτής της θερμοκρασίας. Σε αυτή την θερμοκρασία το μίγμα ρευστοποιείται και οδηγείται σε ένα περιστρεφόμενο τύμπανο, στο οποίο στροβιλίζεται και απ' αυτό εξέρχεται με την μορφή λεπτών βελόνων-ινών, πάχους 0,004-0,006 mm και μήκους 3 mm. Οι ίνες αυτές συμπλέκονται και συγκολλούνται μεταξύ τους σε ένα χαλαρό πλέγμα με τη βοήθεια μιας συνθετικής ρητινικής ουσίας που ονομάζεται βακελίτης, οπότε δημιουργείται ένα προϊόν ελαφρύ και πορώδες με βαμβακώδη εμφάνιση. Το υλικό αυτό έχει ολικό πορώδες 95-97%, ειδικό βάρος 0,04-0,10 gcm<sup>-3</sup> και μπορεί να λάβει οποιοδήποτε σχήμα ανάλογα με το σκοπό της χρήσης του. Η έκθεση του πετροβάμβακα σε θερμοκρασία 1600°C κατά την παρασκευή του το καθιστά πλήρως αποστειρωμένο και απαλλαγμένο από κάθε είδους ζιζάνια, μικρόβια και ζωικούς εχθρούς. Οι τύποι χρήσης του στις καλλιέργειες εκτός εδάφους είναι σε μορφή κύβων για σπορά (φώτο 21) και σε μορφή ορθογώνιων πλακών (φώτο 22,23).

<sup>6</sup> Δημήτριος Σάββας (2011). «Καλλιέργειες εκτός εδάφους», εκδόσεις ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ, Αθήνα, σελίδες 525





*(φώτο 21) – κύβοι πετροβάμβακα*



*(φώτο 22) – πλάκα πετροβάμβακα*



*(φώτο 23) – πλάκα πετροβάμβακα*

Οι κύβοι χρησιμοποιούνται για προβλάστηση και παραγωγή σποροφύτων, ενώ οι ορθογώνιες πλάκες για την καλλιέργεια φυτών μετά την μεταφύτευση. Συνήθως χρησιμοποιούνται πλάκες με διαστάσεις 7,5x15x100cm.

Χημικά ο πετροβάμβακας είναι αδρανές και στερείται ανταλλακτικής ικανότητας. Τα οξείδια των διαφόρων χημικών στοιχείων που αποτελούν τον πετροβάμβακα, κυρίως του πυριτίου, ασβεστίου, σιδήρου, μαγνησίου και αργίλου είναι πρακτικά αδιάλυτα όταν το pH του



θρεπτικού διαλύματος κυμαίνεται μεταξύ 5,5-6,5. Εκτός αυτού κανένα από τα προαναφερθέντα οξείδια δεν φέρει θέσεις ελευθέρων ηλεκτρικών φορτίων. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του πετροβάμβακα ανέρχεται στο 0,05-0,1 dSm<sup>-1</sup>.

Επίσης όταν το pH είναι κάτω του 5, ορισμένα χημικά συστατικά του πετροβάμβακα αρχίζουν να διαλυτοποιούνται, με συνέπεια η δομή του πετροβάμβακα να υφίσταται βλάβη, ενώ η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος που περιέχει αλλάζει, γι' αυτό το λόγο το pH του θρεπτικού διαλύματος που περιέχεται στον πετροβάμβακα πρέπει να διατηρείται πάντοτε σε επίπεδα πάνω του 5.

Ο πετροβάμβακας, ως υπόστρωμα, για εκτός εδάφους καλλιέργειες έχει πολύ καλή συμπεριφορά η οποία οφείλεται:

- Στην υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού που τον χαρακτηρίζει, σε συνδυασμό με την επίτευξη ικανοποιητικής αναλογίας μεταξύ αέρα και νερού στο πορώδες του.
- Στο γεγονός ότι το νερό που συγκρατεί ο πετροβάμβακας είναι στο συντριπτικά μεγαλύτερο μέρος του εύκολα διαθέσιμο για τα φυτά.
- Στην χημική του αδράνεια που δίνει την δυνατότητα στον καλλιεργητή να καθορίζει και να ελέγχει πλήρως την θρέψη των φυτών που αναπτύσσονται πάνω του, μέσω της σύστασης του θρεπτικού διαλύματος.
- Στην πλήρη απουσία παθογόνων, ζωικών εχθρών και ζιζανίων σε οποιαδήποτε μορφή μέσα στην μάζα του, με συνέπεια να παρέχεται αποτελεσματική προστασία στην καλλιέργεια από ζιζάνια και ασθένειες εδάφους.
- Στην δυνατότητα που υπάρχει, να καθορίζεται εύκολα όχι μόνο ο όγκος που θα χρησιμοποιηθεί αλλά και το σχήμα του (πλάκες, κύβοι, κ.λπ.), χωρίς να εξαρτάται κανείς από τα υλικά συσκευασίας του (σάκοι, κ.λπ.) ή τοποθέτησής του στον χώρο του θερμοκηπίου (γλάστρες, φυτοδοχεία διαφόρων τύπων, κ.λπ.).

Στα μειονεκτήματα του πετροβάμβακα είναι το σχετικά υψηλό κόστος αγοράς του, καθώς και η επιβάρυνση την οποία προκαλεί στο περιβάλλον η συσσώρευση χρησιμοποιούμενων πλακών και κύβων που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους, ως υποστρώματα καλλιέργειας.

#### **2.1.3.3.4 Άμμος**

Ως άμμος ορίζονται οι κόκκοι διαμέτρου μεγαλύτερης των 0,02mm και χωρίζεται σε 2 κατηγορίες στην χονδρόκοκκη άμμο διαμέτρου 0,2-2mm και στη λεπτόκοκκη άμμο διαμέτρου 0,02-0,2mm. Στις υδροπονικές καλλιέργειες χρησιμοποιείται συνήθως ποταμίσις άμμος, αλλά και θαλασσινή, εφόσον πρώτα έχει ξεπλυθεί πολύ καλά με νερό χαμηλής

περιεκτικότητας σε άλατα. Η επίδραση της στις χημικές ιδιότητες του ΡΗ, ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μηδενική. Συνήθως η άμμος χρησιμοποιείται ως βάση για συνθετικά μείγματα. Λόγω του μηδενικού πορώδους της οι κόκκοι της άμμου δεν συγκρατούν νερό στο εσωτερικό τους και επομένως η συχνότητα των αρδεύσεων σε σχέση με άλλα υποστρώματα είναι πολύ μεγαλύτερη, γεγονός που οδηγεί σε σπατάλη θρεπτικού διαλύματος στα ανοικτά συστήματα. Γι' αυτό η χρήση της άμμου συνιστάται μόνο στα κλειστά συστήματα.

#### **2.1.3.3.5 Διογκωμένη άργιλος**

Η διογκωμένη άργιλος είναι ένα κοκκώδες προϊόν, χημικά και βιολογικά αδρανές, με μεγάλη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, μικρό ειδικό βάρος και ΡΗ γύρω στο 7. Έχει σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής, αλλά σημαντικό μειονέκτημα της είναι το υψηλό κόστος σε σχέση με άλλα υποστρώματα. Γι' αυτό χρησιμοποιείται συνήθως σε ερασιτεχνικά υδροπονικά συστήματα (φώτο 24).



(φώτο 24) – διογκωμένη άργιλος

Παράγεται με θέρμανση αργίλου ή σχιστόλιθου στους 1200 βαθμούς, με αποτέλεσμα τη διόγκωση και την αδρανοποίηση της αργίλου και αφετέρου την απαλλαγή της από κάθε είδους φυτοπαθογόνα σπόρους ζιζανίων ή άλλα φυτοπαράσιτα. Η διογκωμένη άργιλος

παράγεται σε διάφορες κοκκομετρικές κλάσεις και οι πιο συνηθισμένες είναι: 0-4mm, 2-4mm, 4-8mm, 4-10mm, 4-12mm και 8-16mm.

Στις υδροπονικές καλλιέργειες προτιμούνται διαστάσεις αυτές των 0-4mm,4-8mm.

#### **2.1.3.3.6 Βερμικουλίτης**

Ο φυσικός βερμικουλίτης είναι ένα κρυσταλλικό, αργιλικό ορυκτό, αποτελούμενο από λεπτές στρώσεις, οι οποίες του προσδίδουν φυλλώδη υφή. Η θέρμανση στους 1000 βαθμούς έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή διογκωμένου βερμικουλίτη, με μικρό ειδικό βάρος και υψηλό ολικό πορώδες 96%. Έχει pH μεταξύ 7-7,5 και ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων αρκετά μεγάλη 65-140meq/100g, γι' αυτό και κατατάσσεται, λόγω αυτής της ιδιότητας, στα ενεργά υποστρώματα. Χρησιμοποιείται σε μία ή δύο καλλιεργητικές περιόδους, λόγω της γρήγορης καταστροφής της δομής του, με αποτέλεσμα τη μείωση του αερισμού και της στράγγισης. Επίσης ένα μεγάλο μειονέκτημα του είναι το υψηλό κόστος.

#### **2.1.3.3.7 Τύρφη**

Η τύρφη είναι ένα φυσικό υλικό και ανήκει στα οργανικά υποστρώματα, το οποίο προέρχεται από την αποδόμηση της υδροχαρούς βλάστησης, που φύεται σε ελώδης περιοχές και γενικότερα σε υγρότοπους που έχουν ψυχρό και υγρό κλίμα, υπό την επίδραση αναερόβιων ή ημιαναερόβιων συνθηκών. Έχει χαμηλό pH και η περιεκτικότητα της σε οργανική ουσία είναι κατά μέσο όρο 95% επί του ξηρού βάρους. Στις υδροπονικές καλλιέργειες τοποθετείται σε κανάλια (φώτο 25), σε γλάστρες ή σε σακούλες.



(φώτο 25) – τύρφη σε κανάλι



### 2.1.3.3.8 Κοκκοφοίνικας – Ίνες Καρύδας

Ο κόκκος ως υπόστρωμα προέρχεται από τη μερική αποσύνθεση του ινώδους περιβλήματος (μεσοκάρπιο) της ινδικής καρύδας, η οποία αποτελεί τον καρπό του κοκκοφοίνικα. Ανήκει στα οργανικά υποστρώματα με pH από 5,5-6 και ηλεκτρική αγωγιμότητα που κυμαίνεται στο 0,5ms/cm. Η ινώδης μορφή του συμβάλλει στο να διατηρούνται τα χαρακτηριστικά του για μεγάλο χρονικό διάστημα, συνήθως πάνω από 5 χρόνια. Λόγω ότι περιέχει μεγάλο αριθμό μυκήτων, του γένους *Trichoderma*, οι οποίοι δρουν ανταγωνιστικά αποτρέπουν την ανάπτυξη των γνωστών μυκητολογικών ασθενειών του ριζικού συστήματος των φυτών. Χρησιμοποιείται συνήθως σαν υπόστρωμα υδροπονίας για την καλλιέργεια κηπευτικών και ανθέων και σαν βελτιωτικό για την ανάπλαση του εδάφους. Μετά τη χρήση του δεν επιβαρύνει το περιβάλλον λόγω του ότι είναι ένα φυσικό, μη τοξικό οργανικό υλικό.

## 2.2 ΛΙΠΑΝΣΗ – ΘΡΕΨΗ

### 2.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η λίπανση και η ανόργανη θρέψη των υδροπονικών καλλιεργειών πραγματοποιείται αποκλειστικά μέσω του θρεπτικού διαλύματος που παρέχεται στα φυτά. Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος πρέπει να καταστρώνεται για καθένα συγκεκριμένο φυτικό είδος, αφού ληφθούν υπόψη, το στάδιο ανάπτυξης, η εποχή του έτους, το κλίμα της περιοχής, η ποιότητα του χρησιμοποιούμενου νερού άρδευσης.

#### 2.2.1.1 Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος

Τα ανώτερα φυτά έχουν ανάγκη από 16 χημικά στοιχεία για να αναπτυχθούν και να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο. Απ' αυτά τα 9 χημικά στοιχεία είναι απαραίτητα σε μεγάλες ποσότητες και ονομάζονται **μακροστοιχεία** (C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S) και τα υπόλοιπα 7 είναι απαραίτητα σε μικρές ποσότητες και ονομάζονται **ιχνοστοιχεία** (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl).

Στις υδροπονικές καλλιέργειες χρησιμοποιούνται πλήρη θρεπτικά διαλύματα, δηλαδή διαλύματα που περιέχουν όλα τα παραπάνω απαραίτητα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, εκτός από τον άνθρακα (C), ο οποίος προσλαμβάνεται από την ατμόσφαιρα με τη μορφή CO<sub>2</sub>, το υδρογόνο (H) και το οξυγόνο (O) είναι συστατικά του νερού, ενώ το οξυγόνο προσλαμβάνεται και από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Το χλώριο (Cl) περιέρχεται σχεδόν πάντα στο νερό. Επομένως μόνο τα 12 από τα 16 απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία πρέπει να προστίθενται στο νερό για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων. Η προσθήκη των θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα επιβάλλει την εφαρμογή απλών υδατοδιαλυτών

λιπασμάτων και οξέων, ενώ για την κάλυψη των αναγκών σε σίδηρο χρησιμοποιούνται οργανομεταλλικά σύμπλοκα (χηλικές ενώσεις). Όλα σχεδόν τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται ως πηγές μακροστοιχείων αποτελούνται από 2 ιόντα θρεπτικών στοιχείων. Αντιθέτως για τα λιπάσματα ιχνοστοιχείων δεν υφίσταται τέτοιο πρόβλημα, δεδομένου ότι οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται είναι πολύ χαμηλές. Οι μορφές υπό τις οποίες υφίστανται τα θρεπτικά στοιχεία μέσα στα διαλύματα είναι (πίνακας 1):

**Πίνακας 1: Θρεπτικά στοιχεία και διαλύματα**

Μακροστοιχείο	Χημική μορφή	Ιχνοστοιχείο	Χημική μορφή
Άζωτο (N)	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$	Σίδηρος (Fe)	$\text{Fe}^{2+}$
Φώσφορος (P)	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	Μαγγάνιο (Mn)	$\text{Mn}^{2+}$
Κάλιο (K)	$\text{K}^+$	Ψευδάργυρος (Zn)	$\text{Zn}^{2+}$
Ασβέστιο (Ca)	$\text{Ca}^{2+}$	Χαλκός (Cu)	$\text{Cu}^{2+}$
Μαγνήσιο (Mg)	$\text{Mg}^{2+}$	Βόριο (B)	$\text{H}_3\text{BO}_3$
Θείο (S)	$\text{SO}_4^{2-}$	Μολυβδαίνιο (Mo)	$\text{MoO}_4^{2-}$
		Χλώριο (Cl)	Cl

Εκτός από την περιεκτικότητα στα επιμέρους θρεπτικά στοιχεία, η ποιότητα ενός θρεπτικού διαλύματος εξαρτάται από το PH και την ηλεκτρική αγωγιμότητα αυτού (EC).

Το PH είναι μέτρο συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου ( $\text{H}^+$ ) στο διάλυμα και η τιμή του επηρεάζει καθοριστικά τη διαλυτότητα και συνεπώς την διαθεσιμότητα των περισσοτέρων ιόντων θρεπτικών στοιχείων στην καλλιέργεια. Αντίστοιχα η ηλεκτρική αγωγιμότητα αποτελεί μέτρο της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων στο διάλυμα και χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του βαθμού επάρκειας θρεπτικών στοιχείων σε αυτό. Τα δύο αυτά μεγέθη χρησιμοποιούνται ευρύτατα για τον καθημερινό έλεγχο της ποιότητας του διαλύματος, χάρη στη δυνατότητα που υπάρχει να μετρώνται εύκολα και γρήγορα στο θερμοκήπιο με απλά φορητά όργανα.

Για να δημιουργηθεί η σύνθεση ενός διαλύματος θα πρέπει να είναι γνωστά ορισμένα αρχικά δεδομένα όπως:

- Οι αμοιβαίες αναλογίες συγκεντρώσεων μεταξύ των μακροστοιχείων: K:Ca:Mg και N:K στο θρεπτικό διάλυμα.
- Οι επιθυμητές συγκεντρώσεις των μακροστοιχείων K, Ca, Mg,  $\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ .
- Το PH του θρεπτικού διαλύματος.
- Η συγκέντρωση των ιόντων  $\text{NH}_4^+$ .

- Η συνολική συγκέντρωση αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα, η οποία αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη τιμή ηλεκτρικής αγωγιμότητας.
- Οι επιθυμητές συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων Fe, Mn, Zn, Cu, B και Mo.

#### 2.2.1.2 Περιγραφή των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία

- **Νιτρική αμμωνία:** χρησιμοποιείται κυρίως για τη ρύθμιση του PH του θρεπτικού διαλύματος στο χώρο της ριζόσφαιρας. Συνήθως προστίθεται σε μικρές ποσότητες.
- **Νιτρικό ασβέστιο:** χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την προσθήκη ασβεστίου στα θρεπτικά διαλύματα. Από το χημικό του τύπο είναι εμφανές ότι περιέχει  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (5%), το οποίο θα πρέπει να συνυπολογίζεται κατά τον υπολογισμό του αμμωνίου που προστίθεται.
- **Νιτρικό κάλιο:** αποτελεί το κυρίως χρησιμοποιούμενο στην υδροπονία λίπασμα για προσθήκη καλίου.
- **Νιτρικό μαγνήσιο:** χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που απαιτείται η τροφοδότηση των φυτών με μαγνήσιο σε υψηλή συγκέντρωση, ενώ παράλληλα η συγκέντρωση των θεικών πρέπει να διατηρηθεί χαμηλή. Στην περίπτωση αυτή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μοναδική πηγή μαγνησίου το θεικό μαγνήσιο.
- **Νιτρικό οξύ:** είναι υγρό λίπασμα αζώτου και ο κύριος σκοπός της χρησιμοποίησής του είναι η μείωση του PH του θρεπτικού διαλύματος στα επιθυμητά επίπεδα (5,5-6).
- **Φωσφορικό μονοκάλιο:** χρησιμοποιείται για την προσθήκη φωσφόρου στο θρεπτικό διάλυμα.
- **Φωσφορικό οξύ:** είναι το κυριότερο φωσφορικό λίπασμα που χρησιμοποιείται στις υδροπονικές καλλιέργειες, λόγω του χαμηλότερου κόστους, σε σχέση με το φωσφορικό μονοκάλιο.
- **Θεικό κάλιο:** χρησιμοποιείται ως συμπληρωματική πηγή καλίου στις περιπτώσεις που η συγκέντρωση καλίου δεν καλύπτεται από την προσθήκη νιτρικού καλίου και φωσφορικού μονοκαλίου.
- **Θεικό μαγνήσιο:** αποτελεί τη κύρια πηγή μαγνησίου σε θρεπτικά διαλύματα και ως επί το πλείστον χρησιμοποιείται το επταϋδρικό θεικό μαγνήσιο το οποίο έχει υψηλή διαλυτότητα.
- **Χηλικός σίδηρος:** ο σίδηρος είναι το μόνο θρεπτικό στοιχείο που απαιτείται να προστίθεται σε χηλική μορφή (οργανομεταλλικό σύμπλοκο) και όχι σε ανόργανη μορφή.



Ο βασικός λόγος είναι ότι ο ανόργανος σίδηρος δεν είναι αφομοιώσιμος για τα φυτά στα θρεπτικά διαλύματα.

- **Θεικό μαγγάνιο:** χρησιμοποιούμε το μονοϋδρικό θεικό μαγγάνιο, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε καθαρό μαγγάνιο 32%.
- **Θεικός ψευδάργυρος:** χρησιμοποιούμε τον επταϋδρικό θεικό ψευδάργυρο, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε καθαρό ψευδάργυρο 23%.
- **Θεικός χαλκός:** χρησιμοποιούμε τον πενταϋδρικό θεικό χαλκό.
- **Βόρακας:** σαν πηγή βορίου χρησιμοποιούμε συχνά το τετραβορικό άλας του νατρίου.
- **Solubor:** είναι πιο ευδιάλυτο από τον βόρακα και έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε καθαρό βόριο.
- **Επταμολυβδαινικό αμμώνιο:** είναι υδατοδιαλυτό λίπασμα μολυβδαινίου και η περιεκτικότητά του σε καθαρό μολυβδαίνιο είναι στο 54%.
- **Μολυβδαινικό νάτριο:** χρησιμοποιούμε λόγω του ότι η περιεκτικότητά σε καθαρό μολυβδαίνιο είναι 40%.

## 2.2.2 ΛΙΠΑΝΣΗ – ΘΡΕΨΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΓΓΟΥΡΙΟΥ

Τα συνιστώμενα χαρακτηριστικά για τα θρεπτικά διαλύματα, που χορηγούνται σε εκτός εδάφους καλλιέργειες αγγουριάς, καθώς και τα επιθυμητά χαρακτηριστικά για το διάλυμα ριζοστρώματος, παρατίθενται στον πίνακα 2<sup>7</sup>.

Πίνακας 2: Συνιστώμενες συνθέσεις διαλύματος τροφοδοσίας (Δ.Τ.)

Επιθυμητά χαρακτηριστικά	Βλαστικό Στάδιο (Δ.Τ.)	Στάδιο Καρποφορίας (Δ.Τ.)
EC	2,20 dS m <sup>-1</sup>	2,10 dS m <sup>-1</sup>
pH	5,60	5,60
K <sup>+</sup>	6,20 mmol L <sup>-1</sup>	7,20 mmol L <sup>-1</sup>
Ca <sup>2+</sup>	4,15 mmol L <sup>-1</sup>	3,40 mmol L <sup>-1</sup>
Mg <sup>2+</sup>	1,60 mmol L <sup>-1</sup>	1,40 mmol L <sup>-1</sup>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,40 mmol L <sup>-1</sup>	1,40 mmol L <sup>-1</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,30 mmol L <sup>-1</sup>	1,40 mmol L <sup>-1</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	14,75 mmol L <sup>-1</sup>	13,75 mmol L <sup>-1</sup>
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1,25 mmol L <sup>-1</sup>	1,15 mmol L <sup>-1</sup>
Fe	15,00 μmol L <sup>-1</sup>	15,00 μmol L <sup>-1</sup>

<sup>7</sup> Δημήτριος Σάββας (2011). «Καλλιέργειες εκτός εδάφους», εκδόσεις ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ, Αθήνα, σελίδες 525

Επιθυμητά χαρακτηριστικά	Βλαστικό Στάδιο (Δ.Τ.)	Στάδιο Καρποφορίας (Δ.Τ.)
Mn	10,00 $\mu\text{mol L}^{-1}$	10,00 $\mu\text{mol L}^{-1}$
Zn	5,00 $\mu\text{mol L}^{-1}$	5,00 $\mu\text{mol L}^{-1}$
Cu	0,80 $\mu\text{mol L}^{-1}$	0,80 $\mu\text{mol L}^{-1}$
B	25,00 $\mu\text{mol L}^{-1}$	25,00 $\mu\text{mol L}^{-1}$
Mo	0,50	0,50

Η σωστή λίπανση και θρέψη της υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριάς στοχεύει στο να διατηρήσει ένα άριστο ισοζύγιο μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας. Σχετικά με την ανόργανη διατροφή της αγγουριάς από τις αναλύσεις που έγιναν με την μέθοδο της φυλλοδιαγνωστικής για τον προσδιορισμό των θρεπτικών στοιχείων επί ξηρού βάρους των φύλλων (πίνακας 3) και από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναφέρονται τα εξής:

**Πίνακας 3:** δειγματοληψία

ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΕΛΛΕΙΨΗ	ΕΠΑΡΚΕΙΑ	ΥΠΕΡΕΠΑΡΚΕΙΑ
N (%)	3,50-4,29	4,30-6,00	>6,00
P (%)	0,25-0,29	0,30-1,00	>1,00
K (%)	2,00-3,09	3,10-5,50	>5,50
Ca (%)	1,50-2,49	2,50-4,00	>4,00
Mg (%)	0,25-0,34	0,35-1,00	>1,00
S (%)	<0,40	0,40-0,70	>0,70
B (ppm)	25-29	30-100	>100
Cu (ppm)	6-7	8-10	>20
Fe (ppm)	35-49	50-300	>300
Mn (ppm)	25-49	50-300	301-500
Mo (ppm)	0,4-0,7	0,8-3,3	>3,5
Zn (ppm)	18-24	25-200	>200

- **Αζωτο (N):** το N βοηθάει περισσότερο στη βλαστική ανάπτυξη των φυτών και πιο συγκεκριμένα των φύλλων και των βλαστών, παρά των καρπών. Η αμμωνιακή μορφή του N συμβάλλει ιδιαίτερα στη βλαστική ανάπτυξη των φυτών της αγγουριάς. Όμως οι

υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου, ενώ προάγουν την βλαστική ανάπτυξη, έχουν αρνητικό αποτέλεσμα στην ανάπτυξη των καρπών και των ριζών. Οι αγγουριές που υποφέρουν από έλλειψη N εμφανίζουν μικρά, λεπτά, χλωρωτικά φύλλα και στελέχη. Η περιεκτικότητα των φυτών αγγουριάς σε άζωτο πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5-6% επί του ξηρού βάρους των φύλλων.

- **Φώσφορος (P):** στην αγγουριά η θρέψη με χαμηλές συγκεντρώσεις P έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία μικρού, ριζικού συστήματος, ενώ οι επαρκείς συγκεντρώσεις P έχουν σαν αποτέλεσμα την φυσιολογική εμφάνιση του ριζικού συστήματος. Οι υψηλές συγκεντρώσεις P στο θρεπτικό διάλυμα επιφέρει μείωση της παραγωγής κοντά στο 11%. Η έλλειψη P δίνει φύλλα μικρά, δύσκαμπτα, με σκούρο πράσινο χρώμα. Η παρουσία του P στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του φυτού της αγγουριάς είναι απαραίτητη για την γρήγορη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, όταν μάλιστα επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες στη ριζόσφαιρα. Η περιεκτικότητα των φυτών αγγουριάς σε P πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0,35-0,80% επί του ξηρού βάρους των φύλλων.
- **Κάλιο (K):** η αγγουριά θεωρείται καλιόφιλη καλλιέργεια και η συγκέντρωση του K επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα των αγγουριών και είναι απαραίτητο στοιχείο για την παραγωγή καρπών υψηλής ποιότητας. Σε περίπτωση έλλειψης του παρατηρείται μείωση των αποδόσεων μέχρι 50%. Το K είναι έντονα κινητικό εντός του φυτού και κινείται ειδικότερα από τα παλαιότερα προς τα νεώτερα όργανα και προς την αυξανόμενη κορυφή. Η περιεκτικότητα των φύλλων αγγουριάς σε K θεωρείται φυσιολογική όταν κυμαίνεται μεταξύ 4-5% επί του ξηρού βάρους των φύλλων.
- **Ασβέστιο (Ca):** το Ca είναι ένα από τα πλέον βασικά θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών και εμπλέκεται σε πολλές μεταβολικές και φυσιολογικές λειτουργίες. Η αγγουριά θεωρείται ασβεστόφιλο φυτό, το οποίο συσσωρεύει υψηλά επίπεδα Ca στα παλαιότερα φύλλα. Κατά την έλλειψη Ca τα πρώτα συμπτώματα τροφopenίας εμφανίζονται στα φύλλα της κορυφής, ενώ οι καρποί είναι μικροί σε μέγεθος και άγευστοι. Η περιεκτικότητα των φύλλων αγγουριάς σε Ca θεωρείται φυσιολογική όταν κυμαίνεται μεταξύ 2,5-3,5% επί του ξηρού βάρους των φύλλων.
- **Μαγνήσιο (Mg):** το Mg επηρεάζει μεγάλο φάσμα των μεταβολικών αντιδράσεων των κυττάρων, γι' αυτό και βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στο κυττόπλασμα, κυρίως στους χλωροπλάστες και στα μιτοχόνδρια. Η τροφopenία Mg παρουσιάζεται με χλωρώσεις και καστανές κηλίδες στα κατώτερα φύλλα. Η περιεκτικότητα των φύλλων



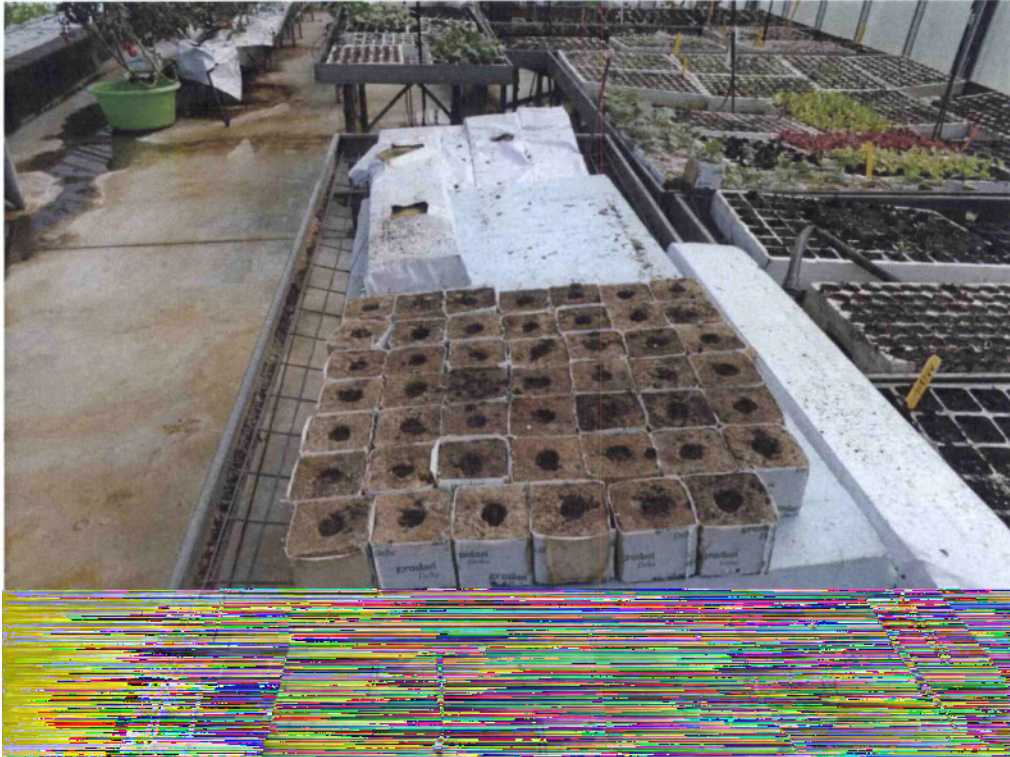
αγγουριάς σε Mg θεωρείται φυσιολογική όταν κυμαίνεται μεταξύ 0,5-0,7% επί του ξηρού βάρους των φύλλων.

- **Θείο (S):** το S βρίσκεται σε έλλειψη σε σπάνιες περιπτώσεις, λόγω της παρουσίας του σε πολλά λιπάσματα. Η περιεκτικότητα σε S στα φύλλα αγγουριάς πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0,4-0,7% επί του ξηρού βάρους των φύλλων.
- **Σίδηρος (Fe):** τα συμπτώματα έλλειψης Fe εμφανίζονται αρχικά σε νεαρά φύλλα, τα οποία εμφανίζουν μεσονεύριες χλωρώσεις, ενώ τα νεύρα παραμένουν πράσινα. Αργότερα η χλώρωση εξαπλώνεται στα νεύρα και τα φύλλα παρουσιάζουν κίτρινο προς λευκό χρωματισμό. Οι βλαστοί δεν αναπτύσσονται και εμφανίζονται νεκρώσεις στα φύλλα, τα οποία έχουν χάσει τελείως τη χλωροφύλλη. Η περιεκτικότητα των φύλλων αγγουριάς σε Fe θεωρείται φυσιολογική όταν κυμαίνεται μεταξύ 100-300 ppm επί του ξηρού βάρους των φύλλων.
- **Μαγγάνιο (Mn):** τα συμπτώματα τροφопενίας Mn εμφανίζονται αρχικά στα νεότερα φύλλα και συχνά συγχέονται με αυτά της τροφопенίας σιδήρου. Η περιεκτικότητα των φύλλων αγγουριάς σε Mn θεωρείται φυσιολογική όταν κυμαίνεται μεταξύ 60-100 ppm επί του ξηρού βάρους των φύλλων.
- **Χαλκός (Cu):** η έλλειψη του στοιχείου αυτού είναι ασυνήθης, λόγω της συχνής χρήσεως των χαλκούχων μυκητοκτόνων. Η περιεκτικότητα των φύλλων αγγουριάς σε Cu θεωρείται φυσιολογική όταν κυμαίνεται μεταξύ 8-20 ppm επί του ξηρού βάρους των φύλλων.
- **Βόριο (B):** αποτελεί ένα από τα πιο δυσκίνητα στοιχεία μέσα στο φυτό και γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η συνεχής προσθήκη του μέσω του θρεπτικού διαλύματος. Η έλλειψη του B είναι εμφανής στα αυξανόμενα τμήματα του φυτού (νέκρωση της κορυφής) καθώς και στα όργανα αναπαραγωγής. Η διαχωριστική γραμμή μεταξύ τοξικότητας και έλλειψης B αποτελεί πρόβλημα. Η τοξικότητα παρατηρείται στα παλαιότερα φύλλα. Η περιεκτικότητα των φύλλων αγγουριάς σε B θεωρείται φυσιολογική όταν κυμαίνεται μεταξύ 30-100 ppm επί του ξηρού βάρους των φύλλων.
- **Ψευδάργυρος (Zn):** η τροφопенία Zn σπάνια εμφανίζεται. Η περιεκτικότητα των φύλλων αγγουριάς σε Zn θεωρείται φυσιολογική όταν κυμαίνεται μεταξύ 40-100 ppm επί του ξηρού βάρους των φύλλων.
- **Μολυβδαίνιο (Mo):** το στοιχείο αυτό είναι απαραίτητο σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις στα θρεπτικά διαλύματα. Η περιεκτικότητα των φύλλων αγγουριάς σε Mo θεωρείται φυσιολογική όταν κυμαίνεται μεταξύ 0,8-3,3 ppm επί του ξηρού βάρους των φύλλων.

- **Χλώριο (Cl):** η έλλειψη του στοιχείου αυτού σπανίως συναντάται. Η συνιστώμενη μέγιστη συγκέντρωση χλωρίου στα θρεπτικά διαλύματα εφαρμογής στην αγγουριά σε υπόστρωμα πετροβάμβακα είναι γύρω στα 35ppm, ενώ δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 70ppm στην περιοχή της ριζόσφαιρας.
- **Πυρίτιο (Si):** στις καλλιέργειες αγγουριάς εκτός εδάφους, εκτός από τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία συχνή είναι και η χορήγηση πυριτίου, το οποίο βοηθά την αύξηση της παραγωγής, ενώ παράλληλα μειώνονται οι προσβολές από μυκητολογικές ασθένειες, όπως είναι το ωίδιο και το πύθιο. Το στοιχείο αυτό το προσθέτουμε υπό μορφή πυριτικού καλίου και πυριτικού νατρίου σε συγκέντρωση γύρω στα 21ppm.
- **Νάτριο (Na):** το στοιχείο αυτό στη καλλιέργεια αγγουριά σε πετροβάμβακα θα πρέπει να είναι γύρω στα 23ppm, όχι όμως να ξεπερνά τα 46ppm και καθίσταται ευεργετική σε περιπτώσεις έλλειψης καλίου.

### 2.2.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Ο πιο διαδεδομένος τρόπος καλλιέργειας της αγγουριάς, εκτός εδάφους, είναι η ανάπτυξη των φυτών σε κοκκώδη υποστρώματα τοποθετημένα σε σάκους, φυτοδοχεία και κανάλια. Πριν την τοποθέτηση της αγγουριάς στις τελικές θέσεις καλλιέργειας γίνεται παραγωγή σποροφύτων με σπορά είτε σε κύβους πετροβάμβακα διαστάσεων 6x7,5x7,5cm, είτε με τον κλασικό τρόπο σποράς σε μίγματα υποστρωμάτων. Κατά κανόνα αυτή η σπορά γίνεται σε δίσκους με ατομικές θέσεις φυτών, πλαστικούς ή από αφρολέξ, οι οποίοι γεμίζονται με μίγματα οργανικού υποστρώματος όπως τύρφη, κομπόστας, με ένα ανόργανο κοκκώδες υλικό όπως περλίτης, άμμος, βερμικουλίτης. Όταν η σπορά γίνει σε κύβους πετροβάμβακα οι σπόροι του αγγουριού τοποθετούνται σε τρύπες ή ανοίγματα που ήδη υπάρχουν στους κύβους και στη συνέχεια καλύπτονται με περλίτη ή τύρφη (φώτο 26).



*(φώτο 26) – κύβοι πετροβάμβακα*

Αφού τελειώσει η σπορά οι κύβοι ποτίζονται με θρεπτικό διάλυμα και μεταφέρονται στο χώρο της υδρονέφωσης (φώτο 27) όπου θα ποτίζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα.



*(φώτο 27) – πάγκοι υδρονέφωσης*



Συμπληρωματικά με το πότισμα της υδρονέφωσης εφαρμόζουμε πότισμα με μικρές ποσότητες θρεπτικού διαλύματος κάθε φορά. Ανεξάρτητα από το μέσο και τον τρόπο σποράς η θερμοκρασία που πρέπει να υπάρχει για να φυτρώσουν οι σπόροι κυμαίνεται μεταξύ 25-28°C. Το φύτευμα των σπόρων γίνεται μέσα σε 2-4 ημέρες στις συνθήκες αυτές. Η μεταφύτευση των σποροφύτων στις τελικές θέσεις γίνεται όταν τα σπορόφυτα αποκτήσουν 3-5 πραγματικά φύλλα και πλούσιο ριζικό σύστημα, το οποίο διαπιστώνεται από την εξάπλωση του σε όλη τη μάζα του υποστρώματος. Το μέγεθος αυτό το αποκτούν τα σπορόφυτα σε 20-25 ημέρες μετά το φύτευμα του σπόρου. Πριν τη μεταφύτευση και την εγκατάσταση των σποροφύτων αγγουριάς στις τελικές τους θέσεις γίνεται πότισμα με θρεπτικό διάλυμα στα στερεά υποστρώματα όπως περλίτη, ελαφρόπετρα, πετροβάμβακα, πλάκες επίπλευσης, κ.λπ. Οι αποστάσεις φύτευσης επί των γραμμών είναι δύο φυτά ανά μέτρο υποστρώματος, αφού πρώτα έχουν ανοιχθεί οπές στο πλαστικό κάλυψης των υποστρωμάτων και των πλακών επίπλευσης.

#### **2.2.4 ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ<sup>8</sup>**

Στην καλλιέργεια αγγουριάς και μετά από λίγες ημέρες από την εγκατάσταση των σποροφύτων στα υποστρώματα καλλιέργειας εφαρμόζουμε υποστύλωση. Η υποστύλωση πετυχαίνεται με σπάγκους στους οποίους το ένα άκρο τους δένεται ο βλαστός σποροφύτου σε μορφή θηλιάς και το άλλο άκρο δένεται σε οριζόντιο συρματόσκοινο υποστύλωσης στο ύψος 2,3m.

Συνήθως στην καλλιέργεια αγγουριάς εφαρμόζεται κλάδεμα σε απλό σύστημα σχήματος ομπρέλας. Κατά το σύστημα αυτό αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί μέχρι και το ύψος των 0,6-1m από την επιφάνεια του υποστρώματος, αλλά ταυτόχρονα αφαιρούνται και όλοι οι καρποί. Το φυτό σε αυτό το ύψος φέρει μόνο τα φύλλα του. Στη συνέχεια και μέχρι το ύψος του οριζοντίου σύρματος υποστύλωσης διατηρούνται μόνο τα φύλλα, αλλά αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί, οπότε σε κάθε μασχάλη φύλλου του κεντρικού στελέχους αναπτύσσεται ένα καρπός. Όταν ο κύριος βλαστός ξεπεράσει κατά ένα φύλλο το ύψος του οριζοντίου σύρματος υποστύλωσης κορυφολογείται και οι δύο πλάγιοι βλαστοί, οι αμέσως κάτω από το σημείο κοπής, αφήνονται να μεγαλώσουν ελεύθερα, ο ένας από τη μία και ο άλλος από την άλλη μεριά του φυτού. Οι βλαστοί αυτοί, λόγω του βάρους τους, πέφτουν προς τα κάτω σχηματίζοντας έτσι μια ομπρέλα και ο καθένας τους παίζει από το σημείο αυτό και έπειτα το ρόλο ενός κύριου βλαστού. Στους βλαστούς αυτούς αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι, καθώς και οι

<sup>8</sup> Ανδρέας Κανάκης (2004). «Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο», β' τόμος, εκδόσεις Σταμούλη ΑΕ, Αθήνα, 363 σελίδες

καρποί των δύο πρώτων φύλλων στη βάση τους (*περιοχή κάμψης τους προς τα κάτω*), ενώ αφήνονται να αναπτυχθούν εναλλάξ (*ένας ναι, ένας όχι*) οι υπόλοιποι καρποί μέχρι του σημείου κορυφολόγησης τους, σε ύψος έως 60 εκατοστά από την επιφάνεια του υποστρώματος.

Κατά τη διάρκεια όλης της καλλιέργειας γίνονται τακτικοί έλεγχοι των φυτών για τυχόν προσβολές ασθενειών και εντόμων, καθώς επίσης και προληπτικοί ψεκασμοί ή θεραπευτικοί για την αντιμετώπιση τους με κατάλληλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### 3.1. Σκοπός της εργασίας

Για την καλλιέργεια των φυτών αγγουριάς χρησιμοποιήσα υβρίδιο, long cucumber hybrid GS-6263 F1 (της εταιρείας Geo Store) και διήρκεσε από τις 17-9-2012 έως τις 8-1-2013 σε μη θερμαινόμενο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου λαχανοκομίας του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας. Σκοπός της πειραματικής μελέτης ήταν η διερεύνηση της ανταπόκρισης της αγγουριάς σε διαφορετικά υποστρώματα και υδροπονικά συστήματα.

Πιο συγκεκριμένα δοκιμάσθηκαν δυο υδροπονικά συστήματα:

- Καλλιέργεια σε στερεά υποστρώματα
  - *Περλίτης*
  - *Πετροβάμβακας*
  - *Ελαφρόπετρα*
- Καλλιέργεια σε σύστημα επιπλεύσεως

#### 3.2. Υλικά και μέθοδοι

##### 3.2.1 Σπορά – Μεταφύτευση – Καλλιεργητικές φροντίδες

Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 17-9-2012 σε κύβους πετροβάμβακα διαστάσεων 6x7.5x7.5. Η ανάδυση των φυταρίων έγινε μετά από 4-6 ημέρες. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των σποροφύτων, για την άρδυσή τους χρησιμοποιήθηκε η υδρονέφωση του σπορίου, με συμπληρωματική εφαρμογή πλήρους θρεπτικού διαλύματος (πίνακας 5). Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 18 φυτά ανά υπόστρωμα, σε 3 επαναλήψεις των 6 φυτών ανά επανάληψη. Η μεταφύτευση των σποροφύτων στις τελικές θέσεις έγινε όταν τα σπορόφυτα απέκτησαν 3-5 πραγματικά φύλλα και πλούσιο ριζικό σύστημα, το οποίο διαπιστώθηκε από την καλή ανάπτυξή του στην κάτω πλευρά των κύβων. Το μέγεθος αυτό το απέκτησαν σε 29 ημέρες μετά τη σπορά. 24 ώρες πριν τη μεταφύτευση των σποροφύτων αγγουριάς στις τελικές τους θέσεις πραγματοποιήθηκε πλήρωση των στερεών υποστρωμάτων με θρεπτικό διάλυμα. Οι αποστάσεις φύτευσης επί των γραμμών ήταν 50 εκ. (στα κανάλια ελαφρόπετρας και περλίτη, στις πλάκες πετροβάμβακα), ενώ οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 80 εκ. (φώτο 28,29,30).





(φώτο 28)



(φώτο 29)



(φώτο 30)

Τα φυτά της επίπλευσης τοποθετήθηκαν σε ειδικές υποδοχές σε πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης στις ίδιες αποστάσεις (φώτο 31).



(φώτο 31)- τοποθέτηση σποροφύτων στις πλάκες επίπλευσης

Μετά την εγκατάσταση τα σποροφυτά υποστυλώθηκαν με σπάγκο στα αντίστοιχα σύρματα (φώτο 32,33).



(φώτο 32)- υποστήλωση σποροφύτων



(φώτο 33) – υποστηλωμένα σπορόφυτα

Σε ότι αφορά την διαμόρφωση των φυτών, εφαρμόστηκε κλάδεμα σε απλό σύστημα σχήματος ομπρέλας. Κατά το σύστημα αυτό αφαιρέθηκαν όλοι οι πλάγιοι βλαστοί



(μονοστέλεχα φυτά), ενώ μέχρι και το ύψος των 0,4m από την επιφάνεια του υποστρώματος αφαιρέθηκαν και όλοι οι καρποί. Ο κύριος βλαστός κορυφολογήθηκε όταν ξεπέρασε κατά ένα φύλλο το ύψος του οριζοντίου σύρματος υποστύλωσης, και οι δύο πλάγιοι βλαστοί, αναπτύχθηκαν ελεύθερα ο ένας από τη μία και ο άλλος από την άλλη μεριά του φυτού.

Σε ότι αφορά την φυτοπροστασία, πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητοι ψεκασμοί για την καταπολέμηση του ωιδίου και του περονόσπορου με το σκεύασμα, με εμπορικό όνομα, “Cabrio Duo” της εταιρείας BASF, με δραστική ουσία Pyraclostrobin – Dimethomorph, 4/7,2EC, το οποίο είναι μυκητοκτόνο με διπλή δράση, που καταπολεμά ασθένειες που οφείλονται σε παθογόνα της ομάδας Ωομυκήτων (*περονόσπορο*) και Ασκομυκήτων (*ωΐδια*).

### 3.2.2 ΑΡΔΕΥΣΗ

Η άρδευση του κάθε στερεού υποστρώματος πραγματοποιήθηκε από δεξαμενές όγκου 200 λίτρων. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 3 δεξαμενές με θρεπτικό διάλυμα, μία για κάθε υπόστρωμα, στις οποίες είχαν προσαρμοστεί αντλίες άρδευσης που κατέληγαν σε σύστημα σωληνώσεων με λάστιχα διαμέτρου 2 εκατοστών (Φ20), τα οποία διέτρεχαν παράλληλα όλα τα υποστρώματα. Σε αυτά προσαρμόστηκαν με μικροσωλήνα διαμέτρου 6 εκατοστών (Φ6) σταλάκτες, με ειδικές λόγχες, οι οποίες φέρονται στο στόμιο εκροής του θρεπτικού διαλύματος (φώτο 34, 35).



(φώτο 34) – εξαρτήματα υδροπονικής άρδευσης





(φώτο 35) – σταλάκτες λόγχης

### **3.2.3 Περιγραφή όλων των υδροπονικών συστημάτων (στερεά υποστρώματα, επίπλευση)**

#### **3.2.3.1 Δεξαμενή**

Τα χαρακτηριστικά της δεξαμενής επίπλευση (φώτο 36) που χρησιμοποιήθηκε αναλύονται παρακάτω:

- Υλικό στεγανοποίησης: μαύρη γεωμεμβράνη κατάλληλη για τρόφιμα, πάχους 0.5mm.
- Υλικό σκελετού δεξαμενής: κύβοι άλφα μπλοκ (δομικό υλικό).
- Διαστάσεις δεξαμενής: Πλάτος 4 m, Μήκος 10 m, ύψος 30 cm.
- Σωληνώσεις πολυπροπυλενίου εντός δεξαμενής για επαρκή ανάδευση του διαλύματος.
- 1 βαλβίδα πλήρωσης για αυτόματη πλήρωση.
- Κάλυψη δεξαμενής με πλάκες STYROFOAM (DOW) με διαστάσεις (125x60x5cm), με κατάλληλες οπές για την τοποθέτηση των κύβων με τα σπορόφυτα.



(φώτο 36) - δεξαμενή floating

### 3.2.3.2. Ηλεκτρικός πίνακας

Ηλεκτρικός πίνακας με λογικό ελεγκτή τροφοδοσίας (φώτο 37), για Floating, υδρονέφωση και ανεμιστήρες.



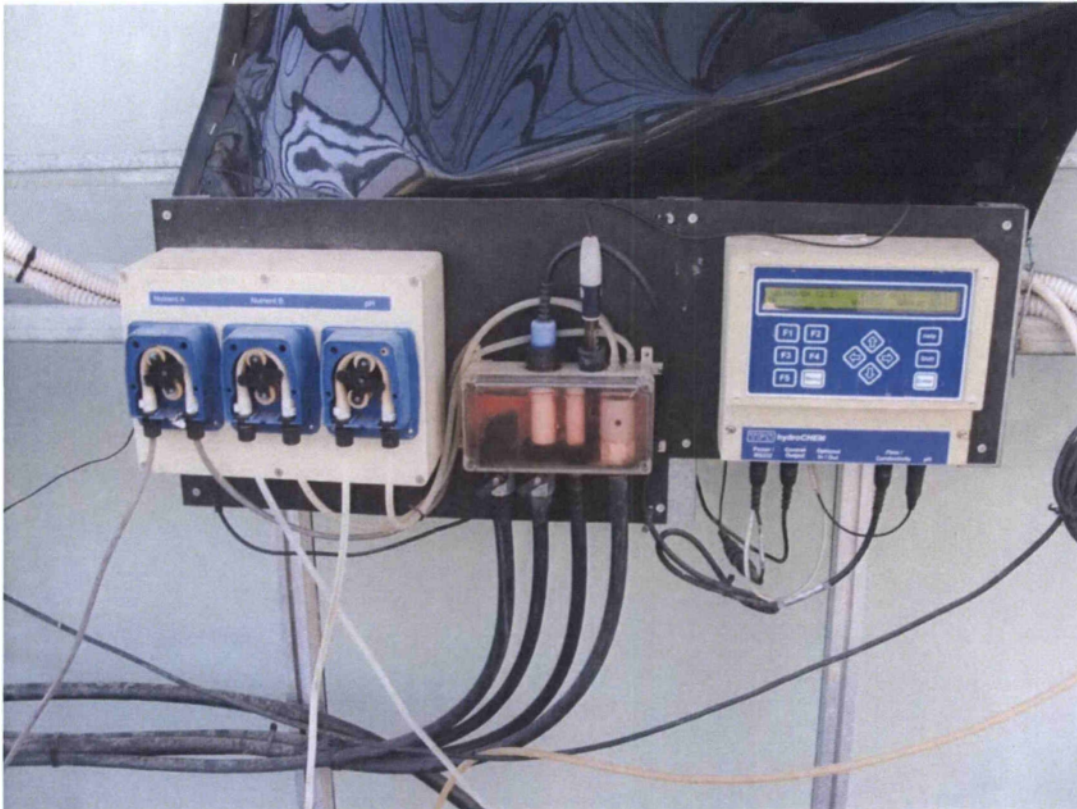
(φώτο 37) - ηλεκτρικός πίνακας

### 3.2.3.3. Κεφαλή όλων των συστημάτων (στερεά υποστρώματα και επίπλευση)

Η κεφαλή (φώτο 38) περιελάμβανε:

#### 1. Αυτόνομο ρυθμιστή pH και EC:

- 3 περισταλτικές αντλίες παροχής 5L/h (για 2 λιπάσματα και 1 οξύ) με ρυθμιζόμενη αναλογία μεταξύ των 2 λιπασμάτων.
- Αισθητήρες pH, EC και θερμοκρασίας με ακρίβεια  $\pm 0.01$ pH,  $\pm 0.01$ mS/cm,  $\pm 0.2^\circ\text{C}$  με temperature compensation σε pH και EC.
- Ρολόι πραγματικού χρόνου, καταγραφές pH, EC και θερμοκρασίας.
- Οθόνη LCD και πληκτρολόγιο.
- Σειριακή σύνδεση με Η/Υ μέσω καταλλήλου προγράμματος επικοινωνίας, alarms από pH και EC και διακοπή λειτουργίας από διακοπή ροής.

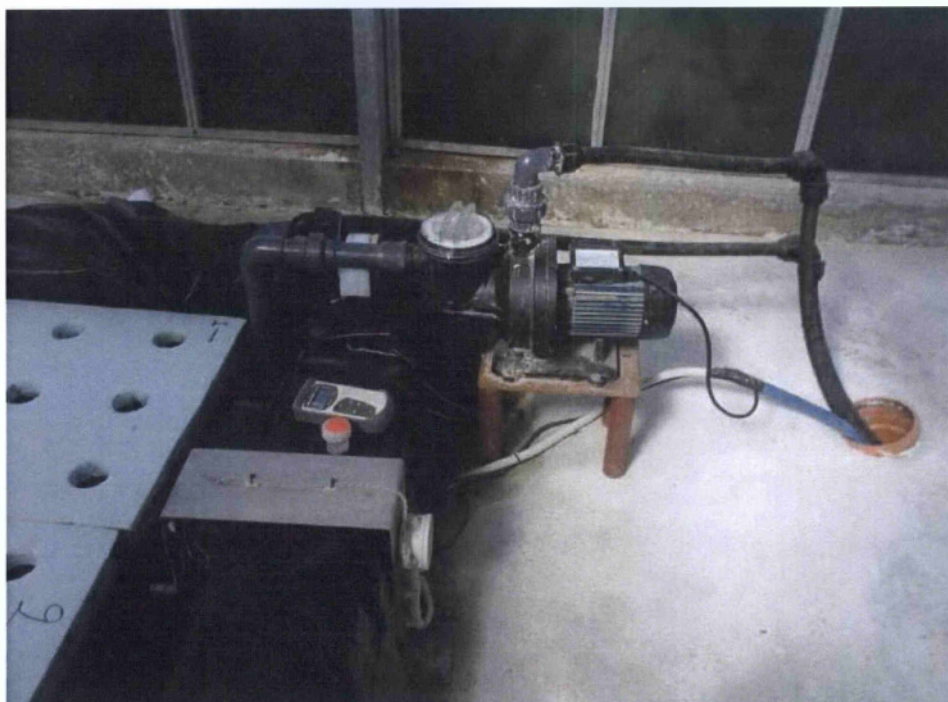


(φώτο 38) - Κεφαλή όλων των υδροπονικών συστημάτων

### 3.2.3.4 Αντλίες επανακυκλοφορίας

- 2 αντλίες επανακυκλοφορίας (φώτο 39) παροχής  $4,8 \text{ m}^3/\text{h}$  και πίεσης 1.8 atm, ανοξειδώτες.
- Αισθητήρας ροής στην αντλία επανακυκλοφορίας.





*(φώτο 39)- Αντλία επανακυκλοφορίας*

### **3.2.3.5 Δεξαμενές θρεπτικών διαλυμάτων**

- 1 δεξαμενή 200L με 2 ψηφιακές στάθμες [συλλογή, έλεγχος και αναπροσαρμογή του θρεπτικού διαλύματος] (φώτο 40).
- 2 δεξαμενές των 100L για τα πυκνά λιπάσματα και 1 δεξαμενή 50L για το οξύ (φώτο 41).



*(φώτο 40) - Δεξαμενή συλλογής θρεπτικού διαλύματος*



(φώτο 41)- Δεξαμενές πυκνών διαλυμάτων

### 3.2.3.6 Θρεπτικά διαλύματα

Η σύσταση των θρεπτικών διαλυμάτων που εφαρμόστηκαν (μετά την ανάλογη προσαρμογή στο νερό αρδύσεως) ήταν σε meq/L για τα μακροστοιχεία και μmol/L για τα μικροστοιχεία.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα διατηρήθηκε στο 2,2 mS/cm και το pH στο 6,0 με την ανάλογη προσθήκη νιτρικού οξέος (πίνακας 4).

**Πίνακας 4:** Σύσταση νερού άρδευσης και θρεπτικού διαλύματος

	Σύσταση νερού αρδύσεως	Σύσταση θρεπτικού διαλύματος
NO <sub>3</sub> meq/L	0,00	14,00
H <sub>2</sub> OP <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-	1,25
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,25	3,58
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	1,20
Ca <sup>2+</sup>	5,11	8,00
K <sup>+</sup>	0,07	8,00
Mg <sup>2+</sup>	2,63	2,74
Na <sup>+</sup>	1,09	1,09
Fe μmol/l	-	25,0
Mn	-	10,0
Zn	1,07	5,0
B	5,56	25,0
Cu	-	0,80
Mo	-	0,50
HCO <sub>3</sub> meq/L	4,85	0,65
Αγωγιμότητα	0,67 dS/m	2,20
pH	7,78	6,00

Με βάση τις ανωτέρω συγκεντρώσεις, παρασκευάζονταν πυκνά διαλύματα σε δοχεία των 200 λίτρων για τα λιπάσματα και 50 λίτρων για το νιτρικό οξύ. Η αναλογία αραιώσης ήταν 1:100 και οι αντίστοιχες ποσότητες των λιπασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι εξής:

**Πίνακας 5:** Ποσότητες των λιπασμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη των συγκεντρώσεων στόχων.

<b>ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Α (200 λίτρα)</b>	<b>ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Β (200 λίτρα)</b>	<b>ΠΥΚΝΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΕΩΣ (50 λίτρα)</b>
Νιτρικό ασβέστιο 6,267 κιλά	Νιτρικό κάλιο 6,506 κιλά	
Νιτρικό κάλιο 4,377 κιλά	Θεικό μαγνήσιο 0,296 κιλά	Νιτρικό οξύ 1,288 λίτρα
Νιτρική αμμωνία 1,457 κιλά	Θεικό κάλιο 2,262 κιλά	
Χηλικός σίδηρος 0,466 κιλά	Φωσφορικό μονοκάλιο 3,403 κιλά	
	Θεικό μαγγάνιο 34,00 γρ	
	Θεικός ψευδάργυρος 23,00 γρ	
	Θεικός χαλκός 4,00 γρ	
	Βόρακας 37,00 γρ	
	Μολυβδαινικό νάτριο 2,00 γρ	

### 3.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

#### Καρποί

Η πρώτη συγκομιδή των φυτών έγινε στις 16/11/2012, δηλαδή 30 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Οι μετρήσεις στους καρπούς αφορούσαν τις εξής παραμέτρους:

- Αριθμός εμπορεύσιμων καρπών/φυτό.
- Μέσο βάρος εμπορεύσιμων καρπών ανά φυτό.
- Συνολικό βάρος εμπορεύσιμων καρπών/φυτό.
- Διάμετρος του λαιμού των καρπών (στο σημείο της μεγαλύτερης στένωσης).
- Διάμετρος του κεντρικού σημείου των καρπών (στο μέσο του μήκους των καρπών).
- Μήκος των καρπών.

Ως εμπορεύσιμοι θεωρήθηκαν οι καλοσχηματισμένοι και υγιείς καρποί άνω των 150 g με σκούρο πράσινο χρώμα (φώτο 42).





*(φώτο 42) - συγκομισθέντες καρποί προς μέτρηση*

Η διάμετρος καθώς και το μήκος των καρπών μετρήθηκαν με παχύμετρο και υποδεκάμετρο αντίστοιχα.

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

### 3.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

**Πίνακας 6:** Επίδραση του υποστρώματος στον αριθμό και στο συνολικό βάρος των καρπών ανά φυτό

Υπόστρωμα	Αριθμός καρπών ανά φυτό	Συνολικό βάρος καρπών ανά φυτό (g)
Ελαφρόπετρα	8,22 ns	2.488,4 a
Περλίτης	6,88 ns	1.863,2 b
Πετροβάμβακα	7,33 ns	1.971,8 ab
Επίπλευση	6,83 ns	1.764,4 b

*\*\* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ( $p=0,05$ ).*

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 6, ο αριθμός των καρπών ανά φυτό δεν διαφέρει σημαντικά μεταξύ των υποστρωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν. Αντιθέτως, το συνολικό βάρος των καρπών ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερο στην ελαφρόπετρα, μόνο σε σχέση με τον περλίτη και την επίπλευση. Μεταξύ των υπολοίπων υποστρωμάτων δεν υφίστανται σημαντικές διαφορές.

**Πίνακας 7:** Επίδραση του υποστρώματος στο μέσο βάρος και το μήκος του καρπού

Υπόστρωμα	Μέσο βάρος καρπού (g)	Μήκος καρπού (cm)
Ελαφρόπετρα	302,5 a	24,5 ns
Περλίτης	263,8 b	23,8 ns
Πετροβάμβακα	263,5 b	24,8 ns
Επίπλευση	246,2 b	23,1 ns

*\*\* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ( $p=0,05$ ).*

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 7, φαίνεται ότι το μέσο βάρος του καρπού είναι σημαντικά μεγαλύτερο στην ελαφρόπετρα, σε σχέση με τα άλλα υποστρώματα, μεταξύ των οποίων δεν υφίστανται σημαντικές διαφορές. Σε ότι αφορά το μήκος του καρπού δεν μεταβάλλεται σημαντικά μεταξύ των υποστρωμάτων.

**Πίνακας 8:** Επίδραση του υποστρώματος στην διάμετρο του λαιμού και του κέντρου του καρπού

Υπόστρωμα	Διάμετρος λαιμού (cm)	Διάμετρος κεντρικού σημείου (cm)
Ελαφόπετρα	2,16 ns	2,99 ns
Περλίτης	2,39 ns	2,89 ns
Πετροβάμβακα	2,16 ns	2,98 ns
Επίπλευση	2,07 ns	2,85 ns

*\*\*Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ( $p=0,05$ ).*

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 8 δεν υπάρχει επίδραση των υποστρωμάτων στην διάμετρο του λαιμού και στην διάμετρο του κεντρικού σημείου του καρπού.



### 3.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμπεραίνεται ότι η παραγωγή της αγγουριάς, υπό τις δεδομένες συνθήκες, διαφοροποιείται σε σχέση με τα συγκεκριμένα υποστρώματα.

Πιο συγκεκριμένα, στην ελαφρόπετρα το μέσο βάρος του καρπού είναι μεγαλύτερο σε σχέση με όλα τα άλλα δοκιμαζόμενα υποστρώματα, ενώ η συνολική απόδοση στο υπόστρωμα αυτό αν και ίδια σε σχέση με τον πετροβάμβακα, είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τον περλίτη και την επίπλευση. Ποιοτικές παράμετροι όπως η διάμετρος του λαιμού, η οποία σε περιπτώσεις στένωσης θεωρείται αρνητικό χαρακτηριστικό (λαίμωση), δεν επηρεάζονται σε σχέση με τα υποστρώματα.

Επίσης, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, η αγγουριά συμπεριφέρεται αρκετά καλά και στην επίπλευση με αποδόσεις που δεν διαφέρουν σε σχέση με τον περλίτη και τον πετροβάμβακα, ενώ και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων καρπών κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με τα δοκιμασθέντα στερεά υποστρώματα. Το γεγονός αυτό αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την εμπορική καλλιέργεια της αγγουριάς σε υδατοκαλλιέργειες. Θα ήταν χρήσιμη η επανάληψη της παρούσας εργασίας με την δοκιμή και άλλων τύπων υβριδίων αγγουριάς σε άλλη εποχή (τέλος χειμώνα-άνοιξη) με μεγαλύτερη διάρκεια συγκομιδής και με την πραγματοποίηση συμπληρωματικών μετρήσεων σε ποιοτικές παραμέτρους όπως, χρώμα, συνεκτικότητα, μετασυλλεκτική συμπεριφορά, κ.λπ.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Ανδρέας Κανάκης, (2004). «Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο», β' τόμος, εκδόσεις Σταμούλη ΑΕ, Αθήνα, 363 σελίδες
- Αναστάσιος Ι. Κώτσιρας, (2009). «Υδροπονικές Καλλιέργειες»
- Δημήτριος Σάββας, (2011). «Καλλιέργειες εκτός εδάφους», εκδόσεις ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ, Αθήνα, σελίδες 525
- Αντώνης Αρβανιτίδης, (1989). «Σημειώσεις ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑ II»