

Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΧΕΩΝ
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΖΕΡΜΠΕΡΑΣ (*Gerbera hybrida* var. “Ducati”)

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΑΤΣΩΝΗΣ ΚΩΣΤΑΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2006

Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΧΕΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΕ
ΕΚΤΟΣ ΕΛΑΦΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΖΕΡΜΠΕΡΑΣ



Η υπό μελέτη ποικιλία ζέρμπερας “Ducati”

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΑΤΣΩΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	5
Πρόλογος.....	6
Εισαγωγή.....	7

Κεφάλαιο I

1. Υδροπονική καλλιέργεια ή καλλιέργεια εκτός εδάφους.....	8
1.1. Θρεπτικό διάλυμα.....	11
1.1.1. Ηλεκτρική αγωγιμότητα θρεπτικού διαλύματος.....	13
1.1.2. Το pH των θρεπτικών διαλυμάτων.....	14

Κεφάλαιο II

1. Υποστρώματα και συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών.....	15
1.1. Αεροπονία.....	17
1.2. N F T.....	18
1.3. Καλλιέργεια σε άμμο.....	19
1.4. Καλλιέργεια σε χαλίκι.....	21
1.5. Καλλιέργεια σε πετροβάμβακα.....	21
1.6. Καλλιέργεια σε περλίτη.....	22
1.7. Καλλιέργεια σε ελαφρόπετρα.....	23
1.8. Καλλιέργεια σε τύρφη.....	28
1.9. Καλλιέργεια σε coco soil.....	29
1.10. Ανοιχτά – κλειστά υδροπονικά συστήματα.....	32
1.11. Πλεονεκτήματα της υδροπονίας.....	34
1.12. Μειονεκτήματα της υδροπονίας.....	37

Κεφάλαιο III

1. Καλλιέργεια Ζέρμπερας.....	40
1.1. Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή.....	40
1.2. Πολλαπλασιασμός της Ζέρμπερας.....	42
1.2.1. Πολλαπλασιασμός με σπόρο.....	42
1.2.2. Πολλαπλασιασμός με διαίρεση.....	43
1.2.3. Πολλαπλασιασμός με ιστοκαλλιέργεια.....	44
1.3. Εγκατάσταση της καλλιέργειας.....	45
1.4. Συνθήκες περιβάλλοντος στο θερμοκήπιο.....	47

1.5.	Καλλιεργειτικές φροντίδες.....	48
1.5.1.	Άρδευση.....	49
1.5.2.	Επιφανιακή λίπανση.....	49
1.5.3.	Κλάδεμα.....	50
1.5.4.	Συγκομιδή.....	50
1.5.5.	Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί.....	52

Κεφάλαιο IV

1.	Εισαγωγή.....	55
2.	Υλικά και μέθοδοι.....	56
2.1.	Χρησιμοποιούμενα υλικά – σύνθεση υποστρωμάτων.....	56
2.2.	Διαμόρφωση χώρου.....	57
2.3.	Υποδοχείς.....	58
2.4.	Άρδευση.....	60
2.5.	Φυτοπροστασία.....	64
3.	Αποτελέσματα.....	65
3.1.	Πίνακες και διαγράμματα ποιοτικών και ποσοτικών στοιχείων.....	66
3.2.	Πίνακες και διαγράμματα φυσικοχημικών ιδιοτήτων.....	85
3.3.	Πίνακες και διαγράμματα αριθμού φυτών περιόδου 2000 -2006....	89
4.	Συζήτηση – Συμπεράσματα.....	91
	Βιβλιογραφία.....	97

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε ολο το διδακτικό προσωπικό του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης για την επιμονή και υπομονή τους στην μετάδοση των γνώσεων τους κατά την φοίτηση μου με τον προφορικό τους λόγο καθώς και με τα συγγράμματά τους, όπως και το διοικητικό προσωπικό για την εξυπηρέτηση που μου παρείχε.

Ειδικότερα δε για την συνδρομή τους στην παροχή στοιχείων και πληροφοριών απαραίτητων για την ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης ευχαριστώ τους:

Τον Καθηγητή του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης κ. Παπαδημητρίου Μιχάλη για την πολύτιμη βοήθεια και τις οδηγίες που μου προσέφερε στην παροχή στοιχείων, στην εκτέλεση και την συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Τον Καθηγητή του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης κ.Μανιό Βασίλειο και τους υπεύθυνους του εργαστηρίου υποστρωμάτων για την παροχή πολύτιμων γνώσεων και συμβουλών και για τους χώρους που μου προσέφεραν κατά την διάρκεια των αναλύσεων των υποστρωμάτων της υδροπονικής καλλιέργειας.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία, πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της υποχρέωσης μου για την λήψη του πτυχίου μου από την Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας του Τ.Ε.Ι. Κρήτης και έχει ως αντικείμενο την πειραματική αξιολόγηση πέντε υποστρωμάτων που προέρχονταν από ανάμειξη του οργανικού υλικού cocosoil και της ελαφρόπετρας σε διαφορετικές αναλογίες και δύο υποδοχέων υποστρωμάτων σε εκτός εδάφους εξαστη καλλιέργεια ζέρμπερας

Σκοπός της εργασίας ήταν να διαπιστωθεί πιο υπόστρωμα από τα πέντε τα οποία χρησιμοποιήθηκαν και σε ποιο υποδοχέα παρουσίασε τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της ζέρμπερας κατά τη διάρκεια της εξαετούς καλλιέργειας καθώς επίσης να διαπιστωθεί ποιο υπόστρωμα παρουσίασε μεγαλύτερη σταθερότητα στο χρόνο δηλαδή διατήρησε τις φυσικοχημικές του ιδιότητες για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του ΤΕΙ Ηρακλείου από το Μάρτιο του 1999 έως και τον Απρίλιο του 2006 με μετρήσεις οι οποίες έλαβαν χώρα σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Συμπληρωματικά, θα συμπεριλάβω στην εργασία μου και όλα τα στοιχεία συμφοιτητών μου, οι οποίοι ασχολήθηκαν με το συγκεκριμένο πείραμα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξέλιξη των ανθρώπινων επιστημών και της τεχνολογίας, τον αιώνα που διανύουμε έχει επιφέρει εντυποσιακές αλλαγές στους τρόπους των καλλιεργειών, των συνθηκών εργασίας και της παραγωγικότητας γενικότερα οι οποίες θέλουν να βελτιώσουν την ποιότητα και τις συνθήκες διαβίωσης μας.

Ετσι καλλιεργήθηκαν στο εργαστήριο, φυτά σε υδατικά διαλύματα εμπλουτισμένα με γνωστές θρεπτικές ουσίες και αργότερα πάνω σε στερεά υλικά, αδρανή η μη, και αυτό για να επιτευχθούν ταυτόχρονα καλύτερη οξυγόνωση και στήριξη του ριζικού συστήματος του φυτού και πιο άνετη κυκλοφορία των θρεπτικών διαλυμάτων.

Η πρώτη προσέγγιση συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους έγινε το 1860. Το 1860 ο Sachs στη Γερμανία ετοίμασε μία ολοκληρωμένη φόρμουλα για υδροπονική καλλιέργεια φυτών. Το 1849 ο Count Slam Horstmar 1849 εισήγαγε την ιδέα της καλλιέργειας σε άμμο αντί άλλου αδρανούς υλικού. Το 1861 ο Κνορ περιέγραψε μια βελτιωμένη φόρμουλα η οποία χρησιμοποιήθηκε εκείνη την περίοδο. Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και τις πρώτες δεκαετίες του αιώνα μας έγινε μια σοβαρή προσπάθεια βελτίωσης του υδροπονικού συστήματος καλλιέργειας. Η εμπορική ώθηση έγινε το 1916 στην Αμερική από τον Mc Call και αναδείχθηκαν τα πλεονεκτήματα στον αερισμό και τον εφοδιασμό που εξασφαλίζονται από την άμμο. Το 1928 ο Robins καλλιεργήσε σε άμμο μια σειρά φυτών ενώ το 1931 ο Laurie υπέδειξε το εμπορικό ενδεχόμενο τέτοιων καλλιεργειών. Η πρώτη αρκετά εκτεταμένη εφαρμογή καλλιέργειας σε αδρανή υλικά ήρθε στη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου από Ιαπωνία και ΗΠΑ με χρήση στην άμμο και χαλικιού για παραγωγή φρέσκων λαχανικών.

Οι υδροπονικές καλλιέργειες μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στη χώρα μας όπου τα εδάφη λόγω της εντατικής εκμετάλλευσης έχουν σχεδόν εξαντληθεί ή σε περιοχές που έχουν κατάλληλο μικροκλίμα για καλλιέργεια, αλλά το έδαφος είναι άγονο (νησιά – ορεινές και μειονεκτικές περιοχές), για την αύξηση του εισοδήματος των κατοίκων με σκοπό την αποτροπή ενός μεταναστευτικού ρεύματος προς τις μεγαλουπόλεις ή το εξωτερικό.

Οι εκτός εδάφους καλλιέργειες κατά κύριο λόγο πραγματοποιούνται μέσα σε θερμοκηπιακές κατασκευές και αποτελούν μια από τις περισσότερο εξελιγμένες μορφές επιχειρηματικών καλλιεργειών. Βασικό χαρακτηριστικό αυτών των καλλιεργειών ήταν η αποδέσμευση τους από το έδαφος και τον παραδοσιακό τρόπο. Το έδαφος στις πρώτες εκτός εδάφους καλλιέργειες αντικαταστάθηκε από ορισμένα οργανικής προέλευσης υποστρώματα, με βασικό συστατικό την τύρφη, που και αυτά με την εξέλιξη αντικαταστάθηκαν από ανόργανα ή αδρανή υλικά (περλίτη, πετροβάμβακα κ.α), περνώντας καθαρά σε υδροπονικές καλλιέργειες. Περισσότερο εξελιγμένη μορφή, υδροπονικών καλλιεργειών N F T (Nutrient Film Technique) με κατάργηση της χρήσης ανόργανων υλικών και οι καλλιέργειες πραγματοποιούνται σε σκέτο θρεπτικό διάλυμα με ταυτόχρονη εξασφάλιση της οξυγόνωσής τους.

Τα είδη των καλλιεργειών στις οποίες εφαρμόζεται η εκτός εδάφους καλλιέργεια, περιορίζονται στις λαχανοκομικές και ανθοκομικές καλλιέργειες και στην ανάπτυξη καλλωπιστικών φυτών γλάστρας. Η εφαρμογή αυτών των συστημάτων σε άλλα είδη καλλιεργειών είναι περιορισμένη και σε πειραματικό στάδιο.

Δεν υπάρχει αμφιβιλία ότι οι εκτός εδάφους καλλιέργειες γενικά εκτός των πλεονεκτημάτων τους παρουσιάζουν και ορισμένα μειονεκτήματα στα οποία θα γίνει σχετική αναφορά στο σχετικό κεφάλαιο της πτυχιακής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

1. Υδροπονική καλλιέργεια ή καλλιέργεια εκτός εδάφους

Η υδροπονία είναι μέθοδος καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους, σύμφωνα με την οποία οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται είτε σε στερεά υποστρώματα εμποτισμένα με τεχνητό θρεπτικό διάλυμα είτε απευθείας στο θρεπτικό διάλυμα από το οποίο τα φυτά προσπορίζονται τις απαραίτητες για την ανάπτυξή τους ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία μίας υδροπονικής καλλιέργειας είναι η τροφοδότηση των φυτών με θρεπτικό διάλυμα κατάλληλης σύστασης.

Υποστρώματα υδροπονικών καλλιεργειών συνήθως είναι πορώδη υλικά, φυσικά ή προερχόμενα από βιομηχανική επεξεργασία, τα οποία χάρις στην ύπαρξη των πόρων είναι σε θέση να συγκρατούν νερό (θρεπτικό διάλυμα) και αέρα σε κατάλληλες για την ανάπτυξη των φυτών αναλογίες. Έτσι, στο βαθμό που το θρεπτικό διάλυμα με το οποίο τροφοδοτούνται περιέχει τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών θρεπτικά στοιχεία, τα υποστρώματα μπορούν να υποκαθιστούν το έδαφος. Τα περισσότερα υποστρώματα υδροπονίας στις συνηθισμένες συνθήκες καλλιέργειας συμπεριφέρονται χημικώς ως αδρανή υλικά, δεδομένου ότι πρακτικά δεν αποδίδουν ούτε δεσμεύουν ήδη υπάρχοντα στο θρεπτικό διάλυμα ιόντα.

Στη διεθνή βιβλιογραφία όλες αυτές οι μέθοδοι καλλιέργειας συνήθως χαρακτηρίζονται με τους όρους **"καλλιέργειες εκτός εδάφους"** (**soilless culture**) και **υδροπονία (hydroponics)**. Μερικοί ερευνητές, κάνοντας μία αυστηρή εννοιολογική ερμηνεία της προερχόμενης από την ελληνική γλώσσα λέξη υδροπονία, θεωρούν τον όρο αυτό κατάλληλο για τον χαρακτηρισμό ενός μόνο μέρους των μεθόδων καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους και συγκεκριμένα εκείνων, στις οποίες δεν χρησιμοποιείται κανένα στερεό υπόστρωμα και οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται απευθείας μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, όπως π.χ. το σύστημα NFT. Οι περισσότεροι ειδικοί επιστήμονες όμως, χρησιμοποιούν τον όρο υδροπονία (hydroponics) ως απολύτως συνώνυμο με τον χαρακτηρισμό "καλλιέργεια εκτός εδάφους" (soilless culture). Ο βασικός λόγος γι' αυτό είναι το γεγονός ότι η λέξη υδροπονία έχει πλέον καθιερωθεί εδώ και μισό αιώνα σε όλο τον κόσμο και στις περισσότερες γλώσσες ως όρος που υπονοεί το σύνολο των μεθόδων και συστημάτων καλλιέργειας φυτών χωρίς την χρήση εδάφους.

Στην ελληνική γλώσσα οι δύο αυτοί όροι συνήθως χρησιμοποιούνται ως απολύτως συνώνυμοι. Στην ελληνική ειδική βιβλιογραφία όμως έχει καθιερωθεί κυρίως ο όρος υδροπονία, χάρις στην συντομία αλλά και την περιγραφική δύναμη που τον χαρακτηρίζει (δεδομένης της ελληνικής του προέλευσης). Γι' αυτό το λόγο, στην παρούσα εργασία ο όρος υδροπονία χρησιμοποιείται με την οικουμενική έννοια, συμπεριλαμβάνοντας όλα τα συστήματα και τις μεθόδους καλλιέργειας φυτών χωρίς την χρήση εδάφους.

Ένας άλλος όρος που χρησιμοποιείται στην ειδική βιβλιογραφία είναι η λέξη **υδροκαλλιέργεια** (στα αγγλικά **water culture** και **hydroculture**). Στην ελληνική γλώσσα ο όρος υδροκαλλιέργεια συνήθως χρησιμοποιείται ως ταυτόσημος με τους όρους "υδροπονία" και "καλλιέργειες εκτός εδάφους". Στην αγγλόφωνη διεθνή βιβλιογραφία όμως οι όροι αυτοί δεν ταυτίζονται με τους όρους "υδροπονία" και "καλλιέργειες εκτός εδάφους". Ο όρος "**water culture**" περιλαμβάνει αποκλειστικά και μόνο εκείνες τις υδροπονικές καλλιέργειες, στις οποίες δεν γίνεται χρήση υποστρώματος και οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα. Χρησιμοποιείται κυρίως όταν πρόκειται για πειραματικές καλλιέργειες φυτών σε θρεπτικά διαλύματα, οι οποίες διεξάγονται σε επιστημονικά εργαστήρια. Ο όρος **hydro culture** αναφέρεται στην υδροπονική καλλιέργεια καλλωπιστικών φυτών εσωτερικών και εξωτερικών χώρων, τα οποία αναπτύσσονται μέσα σε φυτοδοχεία (γλάστρες, παρτέρια, κ.λπ.) γεμισμένα με κάποιο αδρανές υπόστρωμα όπως η διογκωμένη άργιλλος, ο περλίτης, ο βερμικουλίτης, κ.λπ.. Δεδομένης της διάκρισης που γίνεται στην διεθνή βιβλιογραφία μεταξύ των όρων υδροπονία και υδροκαλλιέργεια, θα ήταν καλύτερα η λέξη υδροκαλλιέργεια να χρησιμοποιείται και στην ελληνική γλώσσα μόνο για τις καλλιέργειες φυτών που λαμβάνουν χώρα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα χωρίς την χρήση υποστρώματος.

Άλλοι δύο όροι που χρησιμοποιούνται ορισμένες φορές όταν γίνεται αναφορά σε υδροπονικές καλλιέργειες είναι οι ονομασίες "**καλλιέργεια σε υπόστρωμα**" και "**καλλιέργεια σε θρεπτικό διάλυμα**". Οι δύο αυτοί όροι μπορεί να θεωρηθεί ότι περιγράφουν δύο ξένα μεταξύ τους υποσύνολα, από τα οποία απαρτίζεται το σύνολο των υδροπονικών καλλιεργείων. Συγκεκριμένα, οι υδροπονικές καλλιέργειες στις οποίες γίνεται χρήση υποστρώματος ονομάζονται και "καλλιέργειες σε υπόστρωμα", ενώ όταν δεν γίνεται χρήση υποστρώματος και οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε στάσιμο ή ρέον θρεπτικό διάλυμα, εκτός από τον όρο "υδροκαλλιέργεια", μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η ονομασία "καλλιέργεια σε θρεπτικό διάλυμα".

Όλες οι υπόλοιπες γνωστές ονομασίες, όπως αεροπονία (aeroponics), NFT, καλλιέργεια σε άμμο (sand culture), καλλιέργεια σε χαλίκι (gravel culture), καλλιέργεια σε πετροβάμβακα (rockwool culture), καλλιέργεια σε περλίτη, καλλιέργεια σε ελαφρόπετρα, καλλιέργεια σε τύρφη (peat culture), κ.λπ. αναφέρονται σε συγκεκριμένα ειδικά συστήματα και μεθόδους υδροπονικών καλλιεργειών.

Τέλος, μία άλλη διάκριση που γίνεται μεταξύ των διαφόρων μεθόδων υδροπονικής καλλιέργειας είναι αυτή μεταξύ ανοιγτών και κλειστών υδροπονικών συστημάτων.



Εικόνα 1. Καλλιέργεια ζέρμπερας σε κλειστό υδροπονικό σύστημα

Η εγκατάσταση υδροπονικής καλλιέργειας αντί της καλλιέργειας στο έδαφος παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα αλλά παράλληλα έχει και ορισμένα μειονεκτήματα. Για να αποφασίσει ένας παραγωγός να μεταπηδήσει από την παραδοσιακή καλλιέργεια στο έδαφος στην υδροπονία θα πρέπει να σταθμίσει αν στην δική του περίπτωση τα πλεονεκτήματα που του παρέχει η υδροπονία είναι σημαντικότερα από τα μειονεκτήματα.

Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί ότι με εξαίρεση την άρδευση και την υδρολίπανση, τα υπόλοιπα δεδομένα της τεχνικής της καλλιέργειας φυτών για παραγωγή δρεπτόν ανθέων

(τύπος και χαρακτηριστικά θερμοκηπίου, ρύθμιση συνθηκών περιβάλλοντος, κλάδεμα, υποστήλωση, συγκομιδή, κ.λπ.) δεν διαφοροποιείται σημαντικά είτε πρόκειται για υδροπονική καλλιέργεια είτε για καλλιέργεια στο έδαφος του θερμοκηπίου.

1.1 Θρεπτικά διαλύματα υδροπονικών καλλιεργειών

Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται πλήρη θρεπτικά διαλύματα, δηλαδή υδατικά διαλύματα που περιέχουν όλα τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, εκτός από τον άνθρακα τον οποίο η καλλιέργεια τον προσλαμβάνει από την ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι συστατικά του νερού ενώ οξυγόνο προσλαμβάνεται και από τον ατμοσφαιρικό αέρα για τις ανάγκες της αναπνοής. Το χλώριο εμπεριέχεται σχεδόν πάντοτε σε επαρκείς ποσότητες ως χλωριούχο ανιόν στο νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του διαλύματος καθώς επίσης και στις προσμίξεις των λιπασμάτων. Επομένως μόνο τα 12 από τα 16 απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών χημικά στοιχεία, δηλ. τα μακροστοιχεία N, P, S, K, Ca και Mg και τα ιχνοστοιχεία Fe, Mn, Zn, Cu, B, και Mo πρέπει να προστίθενται στο νερό από τον παρασκευαστή του θρεπτικού διαλύματος.

Για να προστεθούν τα θρεπτικά στοιχεία στο διάλυμα ως λιπάσματα χρησιμοποιούνται κυρίως απλά υδατοδιαλυτά άλατα καθώς επίσης και ορισμένα οξέα, ενώ ειδικά ο σίδηρος χορηγείται σε μορφή οργανομεταλλικών συμπλόκων (χηλικές ενώσεις σιδήρου). Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως κατά την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων για υδροπονικές καλλιέργειες παρατίθενται στον πίνακα 1. Όπως φαίνεται στον προαναφερθέντα πίνακα, τα χρησιμοποιούμενα στην υδροπονία απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα συνίστανται μόνο από μία χημική ένωση (με εξαίρεση το νιτρικό ασβέστιο), συνοδευόμενη συνήθως και από νερό, είτε σε κρυσταλλική μορφή (άλατα), είτε ως διαλύτη (οξέα με περιεκτικότητα χαμηλότερη από 100%). Επομένως, επιλέγοντας κάθε φορά κατάλληλες αναλογίες ανάμειξης ορισμένων από αυτά τα λιπάσματα, είναι δυνατόν να παρασκευασθεί ένα πλήρες θρεπτικό διάλυμα με εξατομικευμένες σε μία δεδομένη καλλιέργεια αναλογίες και περιεκτικότητες σε θρεπτικά στοιχεία.

Όλα σχεδόν τα λιπάσματα του πίνακα 1 που χρησιμοποιούνται ως πηγές μακροστοιχείων κατά την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων αποτελούνται από δύο ιόντα θρεπτικών στοιχείων, ένα κατιόν και ένα ανιόν. Υδατοδιαλυτά άλατα, των οποίων το ένα ιόν είναι θρεπτικό μακροστοιχείο ενώ το άλλο όχι (π.χ. KCl , NaNO_3 , κ.λπ.) δεν χρησιμοποιούνται

σχεδόν ποτέ ως λιπάσματα μακροστοιχείων στην υδροπονία, λόγω της επιβάρυνσης του διαλύματος με ένα ανεπιθύμητο ιόν σε υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις.

Πίνακας 1. Συνοπτική περιγραφή απλών υδατοδιαλυτών λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων στην υδροπονία.

Λίπασμα	χημικός τύπος	θρεπτικά στοιχεία (%)	μοριακό βάρος	διαλυτότητα (kg/l, 0° C)
νιτρικό αμμώνιο	NH_4NO_3	N: 35	80,0	1,18
νιτρικό ασβέστιο	$5[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}] \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3$	N: 15,5, Ca: 19	1080,5	1,02
νιτρικό κάλιο	KNO_3	N: 13, K: 38	101,1	0,13
νιτρικό μαγνήσιο	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	N: 11, Mg: 9	256,3	2,79 (20° C)
νιτρικό οξύ	HNO_3	N: 22	63,0	-
φωσφορικό μονοαμμώνιο	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	N: 12, P: 27	115,0	0,23
φωσφορικό μονοκάλιο	KH_2PO_4	P: 23, K: 28	136,1	1,67
φωσφορικό οξύ	H_3PO_4	P: 32	98,0	-
θειικό κάλιο	K_2SO_4	K: 45, S: 18	174,3	0,12
θειικό μαγνήσιο	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Mg: 9,7, S: 13	246,3	0,26
ανθρακικό μονοκάλιο	KHCO_3	K: 39	100,1	1,12
χηλικός σίδηρος	διαφόρων τύπων	Fe: 6 - 13	-	-
θειικό μαγγάνιο	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Mn: 32	169,0	1,05
θειικός ψευδάργυρος	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Zn: 23	287,5	0,62
θειικός χαλκός	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Cu: 25	249,7	0,32
βόρακας	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	B: 11	381,2	0,016
βορικό οξύ	H_3BO_3	B: 17,5	61,8	0,050
solubor	$\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	B: 20,5	412,4	0,045
μολυβδαινικό αμμώνιο	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Mo: 54	1235,9	0,43
μολυβδαινικό νάτριο	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Mo: 40	241,9	0,56

Μία εξαίρεση μπορεί να θεωρηθεί ότι συνιστά το KHCO_3 , το οποίο χρησιμοποιείται σε ορισμένες σπάνιες περιπτώσεις που απαιτείται η ανύψωση του pH του διαλύματος στον χώρο των ριζών. Αντίθετα, για τα ιχνοστοιχεία δεν υφίσταται τέτοιο πρόβλημα, δεδομένου ότι οι ποσότητες λιπασμάτων ιχνοστοιχείων που προστίθενται στο διάλυμα είναι πολύ χαμηλές. Επομένως, το συνοδό ιόν (δηλαδή αυτό που δεν περιέχει το επιζητούμενο ιχνοστοιχείο) των χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούνται για την προσθήκη κάποιου ιχνοστοιχείου σε ένα θρεπτικό διάλυμα δεν είναι απαραίτητο να είναι και αυτό ιόν θρεπτικού στοιχείου. Μπορεί, χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα, να είναι κάποιο άλλο ιόν (π.χ. Na^+) αρκεί σε χαμηλές συγκεντρώσεις ανάλογες με αυτές των ιχνοστοιχείων να μην είναι τοξικό για τα φυτά, όπως συμβαίνει π.χ. με το Na^+ .

Εκτός από τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στην υδροπονική πράξη χρησιμοποιούνται ευρύτατα και δύο άλλα μεγέθη για να υποδηλώσουν την σύσταση και την θρεπτική αξία των θρεπτικών διαλυμάτων. Η ευρύτατη χρήση αυτών των μεγεθών στην καλλιεργητική πράξη οφείλεται στο γεγονός ότι μπορούν να μετρηθούν εύκολα και με ακρίβεια ακόμη και στο θερμοκήπιο χρησιμοποιώντας φορητά όργανα. Τα μεγέθη αυτά είναι η **ηλεκτρική αγωγιμότητα** (EC) και το **pH** του θρεπτικού διαλύματος.

1.1.1. Ηλεκτρική αγωγιμότητα θρεπτικού διαλύματος

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (Electrical Conductivity=EC) σαν φυσικό μέγεθος είναι το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης ενός υλικού, έχει δηλαδή διαστάσεις ηλεκτρικής αντίστασης ανά μονάδα μήκους. Στην πραγματικότητα πρόκειται για την ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα, για χάρη συντομίας όμως έχει επικρατήσει να ονομάζεται απλώς ηλεκτρική αγωγιμότητα. Σήμερα, σαν μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας έχει καθιερωθεί διεθνώς το dS/m (σε ορισμένα κείμενα χρησιμοποιείται το mS/cm).

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός υδατικού διαλύματος σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων που βρίσκονται διαλυμένα σ'αυτό. Έτσι, στην περίπτωση των νερών άρδευσης και των θρεπτικών διαλυμάτων είναι μέτρο της περιεκτικότητάς τους σε θρεπτικά στοιχεία κι άλλα ανόργανα άλατα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα δεν μας δίνει καμμία πληροφορία για το είδος των αλάτων που είναι διαλυμένα σε ένα διάλυμα, αλλά μόνο για την συνολική τους συγκέντρωση. Παρ' όλα

αυτά όμως στην υδροπονική πράξη η αγωγιμότητα χρησιμοποιείται τόσο κατά τον καθημερινό έλεγχο της κατάστασης του θρεπτικού διαλύματος στον χώρο του ριζικού συστήματος, όσο και για την πιστοποίηση της καταλληλότητας των νεοπαρασκευασθέντων (νωπών) διαλυμάτων, λόγω της ευκολίας με την οποία προσδιορίζεται.

Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας χαμηλότερες από ένα κατώτερο όριο υποδηλώνουν ότι η περιεκτικότητα του διαλύματος σε ορισμένα τουλάχιστον θρεπτικά στοιχεία είναι ανεπαρκής. Ανάλογα, πολύ υψηλές τιμές πάνω από ένα ανώτατο όριο σημαίνουν ότι η συνολική περιεκτικότητα του διαλύματος σε άλατα (θρεπτικών στοιχείων και μη) είναι τόσο μεγάλη, ώστε τα φυτά υφίστανται αλατούχο καταπόνηση ανάλογη με αυτή στην οποία είναι εκτεθειμένα όταν καλλιεργούνται σε αλατούχα εδάφη.

1.1.2. Το pH των θρεπτικών διαλυμάτων

Το pH του θρεπτικού διαλύματος (μέτρο της περιεκτικότητάς του σε ιόντα υδρογόνου, δηλ. της ενεργού οξύτητάς του) είναι καθοριστικής σημασίας κριτήριο για την καταλληλότητά του. Όταν το pH είναι ψηλότερο ή χαμηλότερο από κάποιες τιμές που θεωρούνται ως ανώτερα ή κατώτερα επιθυμητά όρια, πολλά θρεπτικά στοιχεία καθίστανται δυσδιάλυτα (κυρίως P, Fe, Mn σε υψηλό pH), οπότε η απορρόφησή τους από τα φυτά δυσχεραίνεται, ενώ άλλα απορροφώνται με ταχύτερους από τους συνήθεις ρυθμούς (π.χ. το Mn και το αργίλιο σε χαμηλό pH). Το αποτέλεσμα είναι να εμφανίζονται διαταραχές στην θρέψη των φυτών (τροφοπενίες, τοξικότητες κ.λ.π.). Για τα περισσότερα είδη καλλωπιστικών φυτών το pH του θρεπτικού διαλύματος στον χώρο των ριζών θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5,2 και 6,0.

ΠΗΓΗ : (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ Δ. ΣΑΒΒΑΣ, ΓΕΩΠΟΝΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ)

\\
\\

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

1. Υποστρώματα και συστήματα υδροπονικών καλλιέργειών

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.

Η χρησιμότητα του εδάφους για τα φυτά συνίσταται στην εξασφάλιση της ανόργανης θρέψης τους και στην παροχή μηχανικής στήριξης σε αυτά. Πρόβλημα στήριξης των φυτών όμως δεν υφίσταται στις υδροπονικές καλλιέργειες στις οποίες γίνεται χρήση υποστρώματος, εφόσον αυτές λαμβάνουν χώρα στο θερμοκήπιο. Τα φυτά που αναπτύσσονται αρκετά σε ύψος (χρυσάνθεμο, γαρίφαλο, τριαντάφυλλο, κ.λπ.) προσδένονται και υποστηλώνονται, με συνέπεια να μην έχουν ανάγκη την στήριξη που τους παρέχει το έδαφος, ενώ τα χαμηλής ανάπτυξης (π.χ. ζέρμπερα) στηρίζονται ικανοποιητικά από το υπόστρωμα. Επομένως, η βασική λειτουργία την οποία καλούνται να επιτελέσουν επιτυχώς τα υποστρώματα είναι η εξασφάλιση καλής και ισόρροπης θρέψης στα φυτά.

Ο προφανέστερος τρόπος εξασφάλισης καλής και ισόρροπης θρέψης στα φυτά στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι η χρησιμοποίηση υποστρωμάτων που συμπεριφέρονται όπως ένα πολύ καλό και γόνιμο έδαφος. Σύμφωνα με αυτή της προσέγγιση του προβλήματος, τα χρησιμοποιούμενα υποστρώματα θα πρέπει να έχουν πολύ καλή και ομοιόμορφη δομή, υφή και σύσταση και να διαθέτουν υψηλό επίπεδο ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων. Θα πρέπει δηλαδή να μπορούν να συγκρατούν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών ιόντων όταν αυτά υπάρχουν σε περίσσεια στο εδαφικό διάλυμα και αντίστοιχα, να μπορούν άμεσα να απελευθερώσουν αξιόλογες ποσότητες από αυτά όταν στον χώρο του ριζοστρώματος δημιουργούνται συνθήκες ανεπάρκειας. Τα υποστρώματα αυτά συνήθως περιέχουν οργανική ουσία είτε σε μορφή τύρφης είτε σε κάποια άλλη μορφή και μπορούν να χαρακτηρισθούν ως **χημικώς ενεργά υποστρώματα**. Στην πραγματικότητα τα υποστρώματα αυτά υπερτερούν μόνο χάρις στην ομοιομορφία τους και στην επιλογή των πλέον κατάλληλων υλικών για την παρασκευή τους σε σύγκριση με τα περισσότερα φυσικά εδάφη. Παράλληλα όμως μειονεκτούν σε σύγκριση με το χώμα λόγω του πολύ μικρότερου όγκου υποστρώματος ανά φυτό. Από αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω

γίνεται προφανές ότι η καλλιέργεια φυτών σε χημικώς ενεργά υποστρώματα κατά βάση προσομοιάζει πολύ με τις κοινές καλλιεργειες που λαμβάνουν χώρα στο έδαφος με συνέπεια οι δυνατότητες αριστοποίησης της θρέψης να είναι περιορισμένες αφού όπως και στο έδαφος η θρέψη δεν είναι πλήρως ελεγχόμενη.

Όπως είναι γνωστό, ο ρόλος του εδάφους στην θρέψη των φυτών είναι πολύπλευρος και συνίσταται τόσο στην παροχή θρεπτικών στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα και μέσω αυτού στα φυτά όσο και στην ρύθμιση της διαθεσιμότητας των υπαρχόντων θρεπτικών στοιχείων. Η ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους οφείλεται κυρίως στην ανταλλακτική του ικανότητα η οποία του επιτρέπει να εναποθηκεύει ένα μέρος των θρεπτικών στοιχείων όταν αυτά βρίσκονται σε αφθονία και να τα απελευθερώνει ξανά όταν οι συγκεντρώσεις τους στο εδαφικό διάλυμα μειώνονται λόγω απορρόφησης από τα φυτά ή έκπλυσης. Οι ιδιότητες αυτές του εδάφους καθιστούν τα φυτά ανεξάρτητα από την εξωτερική χορήγηση θρεπτικών στοιχείων. Για τα καλλιεργούμενα φυτά αυτό σημαίνει ότι μπορούν να επιβιώνουν και να αναπτύσσονται ως ένα βαθμό ακόμη και όταν η χορήγηση λιπασμάτων στην καλλιέργεια αποκλίνει σημαντικά από τις ποσότητες που απορροφώνται από αυτή. Από την άλλη πλευρά όμως, η έντονη αυτή εξάρτηση της προσφοράς θρεπτικών στοιχείων στα φυτά από το έδαφος αποτελεί μειονέκτημα για την καλλιέργεια, δεδομένου ότι λόγω της ετερογένειας του εδάφους και των δυσχερειών στην πρόβλεψη των συνθηκών περιβάλλοντος είναι δύσκολο να εκτιμηθεί πως ακριβώς θα συμπεριφερθεί αυτό από άποψη θρέψης σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Επομένως η κατάρτιση ενός ισόρροπου σχήματος λίπανσης και θρέψης της καλλιέργειας δυσχεραίνεται ενώ και η αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου σχήματος λίγο ως πολύ περιορίζεται αφού η τροφοδότηση των φυτών με θρεπτικά στοιχεία δεν εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από τις χορηγούμενες ποσότητες λιπασμάτων αλλά και από τις εκάστοτε ιδιότητες του εδάφους. Για αυτούς τους λόγους μία άλλη προσέγγιση στην επιλογή κατάλληλων για υδροπονία υποστρωμάτων είναι αυτή η οποία απορρίπτει την ιδέα της χρησιμοποίησης ενός υλικού που θα ρυθμίζει την θρέψη των φυτών με τον ίδιο τρόπο όπως το έδαφος. Σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση, το υπόστρωμα θα πρέπει να μην ασκεί καμμία ρύθμιση στην προσφορά θρεπτικών στοιχείων στα φυτά με συνέπεια να είναι δυνατός ο πλήρης έλεγχος της θρέψης μέσω της λίπανσης και μόνο. Τα υλικά αυτά δηλαδή θα πρέπει να μην συγκρατούν αλλά και να μην αποδίδουν ανόργανα ιόντα στο περιεχόμενο σε αυτά θρεπτικό διάλυμα. Τα υλικά που χαρακτηρίζονται από μία τέτοια συμπεριφορά

ονομάζονται **χημικώς αδρανή υποστρώματα** και χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην υδροπονία.

Για να είναι σε θέση ένα υπόστρωμα να επιτελεί με τον καλύτερο τρόπο τον ρόλο για τον οποίο προορίζεται θα πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- α) σταθερή δομή, ώστε να μην αποσυντίθεται εύκολα
- β) ικανοποιητική αναλογία μεταξύ νερού και αέρα στην κατάσταση της υδατοϊκανότητας
- γ) ομοιομορφία στην σύσταση, στην εμφάνιση και στην συμπεριφορά από άποψη θρέψης.
- δ) απαλλαγμένο από παθογόνα, ζωικούς εχθρούς και σπόρους ζιζανίων
- ε) εύκολο στη χρήση του και γενικά στους καλλιεργητικούς χειρισμούς
- στ) σχετικά χαμηλό κόστος.

Εκτός από αυτά τα χαρακτηριστικά ένα καλό υπόστρωμα θα πρέπει ή να είναι χημικά αδρανές ή να διαθέτει μεγάλη ανταλλακτική ικανότητα και κατάλληλο pH εφόσον είναι χημικά ενεργό.

Τα πλέον διαδεδομένα υποστρώματα υδροπονικών καλλιεργειών διεθνώς είναι ο πετροβάμβακας, η τύρφη, ο περλίτης, η ελαφρόπετρα, το κοκκόχωμα και σε μικρότερο βαθμό η διογκωμένη άργιλλος, ο ζεόλιθος και η άμμος.

1.1 Αεροπονία

Η αεροπονία είναι μια παραλλαγή της υδροπονίας σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα χωρίς την χρήση υποστρώματος. Στις αεροπονικές μεθόδους καλλιέργειας το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσια πάνω στο αναπτυσσόμενο μέσα σε κενά κυβώτια ή φυτοδοχεία ριζικό σύστημα, έτσι ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος σε υγρασία. Κατ' αυτόν τον τρόπο η ρίζα του φυτού παραμένει συνεχώς υγρή και μπορεί να απορροφά από το διάλυμα που ψεκάζεται πάνω της τόσο νερό όσο και θρεπτικά στοιχεία. Το θρεπτικό διάλυμα που δεν απορροφάται από τις ρίζες των φυτών αλλά αποστραγγίζει μετά από κάθε ψεκασμό, συνήθως συλλέγεται και ανακυκλώνεται. Η υπαρξή ανοιχτών αεροπονικών συστημάτων είναι επίσης δυνατή. Στην περίπτωση αυτή όμως είναι αναπόφευκτη η σπατάλη νερού και λιπασμάτων. Η συλλογή του απορρέοντος διαλύματος γίνεται με την βοήθεια υδρορροών, οι οποίες το οδηγούν σε μία κεντρική δεξαμενή συγκέντρωσης. Από εκεί μπορεί να επαναπροωθείται απευθείας στα φυτά αφού πρώτα συμπληρωθεί με νερό

και θρεπτικά στοιχεία. Μπορεί επίσης αρχικά να επιστρέφει στην κεντρική μονάδα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος και να συμπληρώνεται εκεί με νερό και θρεπτικά στοιχεία..

Εφόσον εφαρμόζεται ανακύκλωση, η αεροπονία έχει όλα τα μειονεκτήματα των κλειστών υδροπονικών συστημάτων, δηλαδή αναγκαιότητα συχνών αναλύσεων και εκτεταμένων αναπροσαρμογών στη σύνθεσή του μετά από κάθε ανάλυση, συσσώρευση ιόντων Na και Cl σε περίπτωση που το χρησιμοποιούμενο νερό έχει αυξημένη περιεκτικότητα στα δύο αυτά ιόντα, κ.λπ. Όπως και με το σύστημα NFT, η έλλειψη ενός στερεού υποστρώματος αυξάνει σημαντικά το ρίσκο της καταστροφής της καλλιέργειας σε περίπτωση που είτε η αντλία, είτε ο μείκτης των λιπασμάτων είτε κάποια ακροφύσια ψεκασμού παρουσιάσουν βλάβη με συνέπεια να διακοπεί για σημαντικό χρονικό διάστημα ο ψεκασμός των ριζών των φυτών με θρεπτικό διάλυμα. Όπως σε όλα τα κλειστα υδροπονικά συστήματα έτσι και στην αεροπονία είναι αυξημένος ο κίνδυνος εξάπλωσης παθογόνων σε όλη την καλλιέργεια μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος σε περίπτωση που προσβληθεί έστω και ένα φυτό από κάποιο παθογόνο. Γι αυτό το λόγο, όταν τα φυτά καλλιεργούνται σε αεροπονικό σύστημα στο οποίο εφαρμόζεται ανακύκλωση, είναι σκόπιμη η χρησιμοποίηση κάποιας εγκατάστασης για την απολύμανση του επαναχρησιμοποιούμενου θρεπτικού διαλύματος.

1.2. NFT

Το σύστημα NFT (Nutrient Film Technique = Τεχνική λεπτής θρεπτικής στοιβάδας) είναι μία υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας φυτών, στην οποία δεν γίνεται καθόλου χρήση στερεού υποστρώματος. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, το οποίο όμως είναι τρεχούμενο, σε αντίθεση με το προαναφερθέν σύστημα καλλιέργειας σε δοχεία γεμισμένα με στάσιμο θρεπτικό διάλυμα. Το NFT είναι ένα κλειστό υδροπονικό σύστημα, δεδομένου ότι το θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται συνεχώς και επαναχρησιμοποιείται.

Μία εγκατάσταση NFT αποτελείται από ένα σύστημα παράλληλα τοποθετημένων υδρορροών (καναλιών), μέσα στις οποίες κυλάει θρεπτικό διάλυμα με ρυθμό ροής περίπου 2-3 λίτρων ανά ώρα (l/h), από το σύστημα παρασκευής και διανομής του θρεπτικού διαλύματος στις υδροροές, καθώς και από τις εγκαταστάσεις συλλογής του διαλύματος από τις υδρορροές και ανακύκλωσής του. Μέσα σε κάθε υδροροή τοποθετούνται τα φυτά

σε καθορισμένες αποστάσεις μεταξύ τους. Οι υδρορροές συνήθως είναι κατασκευασμένες από σκληρό πλαστικό πολυαιθυλένιο, ή από PVC, ή από άλλη πλαστική ύλη ή ακόμη και από γαλβανισμένο μέταλλο. Έχουν πλάτος 15-30 cm ανάλογα με το είδος του καλλιεργούμενου φυτού. Οι αποστάσεις μεταξύ των παράλληλα τοποθετημένων υδρορροών αντιστοιχούν στις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών φύτευσης που επιλέγονται να εφαρμοσθούν στην εκάστοτε καλλιέργεια. Για να είναι δυνατή η ροή του διαλύματος μέσα στις υδρορροές, αυτές θα πρέπει να έχουν μια κλίση γύρω στο 1,5-2% κατά μήκος.

Το θρεπτικό διάλυμα, από την κεντρική εγκατάσταση παρασκευής του μεταφέρεται αρχικά στον χώρο ανάπτυξης των φυτών μέσω σωλήνων κατάλληλης διατομής (Φ50, Φ60) και στη συνέχεια διανέμεται σε μικρότερους σωλήνες οι οποίοι το οδηγούν στην αρχή κάθε υδροροής. Αφού εισαχθεί στις υδρορροές, χάρις στην κλίση τους το διάλυμα αρχίζει να ρέει μέσα στην κοίτη τους. Κατά την διάρκεια της ροής του το διάλυμα βρέχει τις ρίζες των φυτών και ένα μέρος του απορροφάται από αυτές. Το υπόλοιπο μέρος του διαλύματος διατρέχει όλη την υδρορροή κατά μήκος και αφού φθάσει στο τέλος της, απορρέει και μέσω ειδικά τοποθετημένων σωλήνων ή υδρορροών συλλέγεται και συγκεντρώνεται όλο μαζί σε κάποιο ειδικό δοχείο συγκέντρωσης. Από το δοχείο αυτό το διάλυμα οδηγείται ξανά στην κεντρική μονάδα παρασκευής και διανομής του διαλύματος, είτε μέσω μίας αντλίας, είτε μέσω ελεύθερης ροής, εφόσον υπάρχει υψομετρική διαφορά. Εκεί, το συλλεχθέν διάλυμα συμπληρώνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία ώστε να αποκτήσει ξανά τις επιθυμητές τιμές pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας και ξαναχρησιμοποιείται.

1.3. Καλλιέργεια σε άμμο

Συνήθως χρησιμοποιείται κρυσταλλική άμμος προερχόμενη από την κοίτη ποταμών, η οποία έχει περιεκτικότητα άνω του 50% σε διοξείδιο του πυριτίου και μηδενική πρακτικά ανταλλακτική ικανότητα. Η άμμος τοποθετείται σε ατομικά ή ομαδικά φυτοδοχεία, σε σάκκους ή σε υδρορροές, σε ποσότητα 15-20 λίτρα ανά φυτό. Εναλλακτικά, η άμμος μπορεί να διασκορπισθεί σε ολόκληρη την καλλιεργούμενη επιφάνεια του θερμοκηπίου, αν υπάρχει σε αφθονία στην περιοχή που λαμβάνει χώρα η καλλιέργεια. Σε αυτή την περίπτωση, το έδαφος του θερμοκηπίου αφού ισοπεδωθεί επικαλύπτεται με ένα πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου εφοδιασμένο με ανοίγματα αποστράγγισης, ομοιόμορφα

κατανεμημένα σε όλη του την επιφάνεια, πάνω στο οποίο απλώνεται η άμμος σε πάχος περίπου 5-10 cm.

Τα φυτά τροφοδοτούνται με θρεπτικό διάλυμα μέσω ενός συνηθισμένου συστήματος στάγδην άρδευσης. Η παροχή του διαλύματος στα φυτά γίνεται είτε με μικροσωλήνες (spragetti tubes) είτε με ενσωματωμένους σταλάκτες εφόσον η άμμος είναι απλωμένη στην επιφάνεια του θερμοκηπίου ή κατά μήκος υδρορροών. Συνήθως υπάρχει ένας σταλάκτης ανά φυτό. Συχνή όμως είναι και η χρησιμοποίηση δύο σταλακτών ανά φυτό με στόχο την καλύτερη διαβροχή του υποστρώματος αλλά και την προστασία από αποφράξεις σταλακτών.

Το θρεπτικό διάλυμα που παρέχεται στην άμμο διηθείται κατακόρυφα προς τα κάτω δια μέσου του υποστρώματος. Ένα μικρό μέρος του διαλύματος παραμένει στο πορώδες της άμμου, ενώ το υπόλοιπο στραγγίζει και τελικά απορρέει από τον χώρο των ριζών μέσω οπών ή σχισμών που έχουν ανοιχθεί στον πυθμένα του δοχείου, του σάκκου ή του πλαστικού επιστρώματος που περιέχουν ή υποστηρίζουν την άμμο. Το διάλυμα που απορρέει μέσω των σχισμών αποστράγγισης μπορεί να συλλέγεται και να επαναχρησιμοποιείται, οπότε το σύστημα λειτουργεί ως κλειστό.

Οι κόκκοι της άμμου έχουν μικρό έως μηδαμινό πορώδες και επομένως δεν συγκρατούν νερό στο εσωτερικό τους. Η άμμος ως σύνολο σχηματίζει εκτεταμένο πορώδες στα μεσοδιαστήματα μεταξύ των κόκκων. Επειδή όμως η άμμος είναι ένα σχετικά χονδρόκοκκο υλικό (0,2-4,0 mm) οι πόροι αυτοί στο μεγαλύτερο ποσοστό τους είναι μεγάλου μεγέθους, με συνέπεια να μην μπορούν να συγκρατήσουν νερό. Γι' αυτό η άμμος παρουσιάζει μικρή ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, συγκρινόμενη με άλλα υποστρώματα. Εξαιτίας της χαμηλής ικανότητας συγκράτησης υγρασίας η άμμος πρέπει να ποτίζεται πολύ τακτικά (πολλές φορές κατά την διάρκεια μιάς ημέρας) για να διατηρείται συνεχώς αρκετά υγρή για την ανάπτυξη των ριζών. Αυτό όμως συνεπάγεται σημαντικές απώλειες σε θρεπτικό διάλυμα και νερό σε περίπτωση που το διάλυμα δεν ανακυκλώνεται.

Τα πλεονεκτήματα της άμμου ως υποστρώματος υδροπονίας είναι ο καλός αερισμός του ριζικού συστήματος, το φθινό κόστος κτήσης της και η θεωρητικά απεριόριστη διάρκεια ζωής της. Γιά την αποφυγή εξάπλωσης εδαφογενών ασθενειών όμως η άμμος θα ήταν καλύτερα να απολυμαίνεται πριν από την έναρξη κάθε νέας καλλιεργητικής περιόδου. Η απολύμανση της άμμου μπορεί να γίνει εύκολα και αποτελεσματικά με ατμό.

1.4. Καλλιέργεια σε χαλίκι

Το χαλίκι είναι ένα χονδρόκοκκο υπόστρωμα. Η χημική του σύσταση ποικίλλει και εξαρτάται από το μητρικό πέτρωμα από το οποίο προέρχεται. Η διάμετρος των διαφόρων κοκκομετριών χαλικιού που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία κυμαίνεται μεταξύ 5-20 mm. Σαν υπόστρωμα έχει πρακτικά μηδενική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και αμελητέα ικανότητα συγκράτησης νερού (πολύ πιά μικρή από την αντίστοιχη της άμμου). Γι' αυτό η καλλιέργεια σε χαλίκι συνιστάται μόνο ως κλειστό υδροπονικό σύστημα.

Η τεχνική της εγκατάστασης μίας υδροπονικής καλλιέργειας σε χαλίκι είναι σε γενικές γραμμές ανάλογη με αυτή που ακολουθείτε στις καλλιέργειες σε άμμο. Ανάλογα επίσης με αυτά της άμμου είναι και τα πλεονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τις υδροπονικές καλλιέργειες σε χαλίκι. Σαν μειονέκτημα, εκτός από την έλλειψη ικανότητας συγκράτησης νερού πρέπει ακόμη να αναφερθεί και το υψηλό ειδικό του βάρος το οποίο καθιστά την μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις προβληματική και τους χειρισμούς κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας δύσκολη και επίπονη και επομένως αρκετά δαπανηρή.

1.5. Καλλιέργεια σε πετροβάμβακα

Ο πετροβάμβακας είναι το πλέον διαδεδομένο διεθνώς υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών. Είναι ένα ανόργανο ινώδες υλικό το οποίο παράγεται με θερμική επεξεργασία ενός μείγματος που αποτελείται κατά 60% από διαβάση, 20% από ασβεστόλιθο και 20% από άνθρακα. Το μείγμα αυτό θερμαίνεται στους 1600° C. Ο άνθρακας χρησιμεύει κυρίως σαν καύσιμη ύλη για την επίτευξη αυτής της θερμοκρασίας. Σ' αυτή τη θερμοκρασία, το μείγμα ρευστοποιείται και οδηγείται σε ένα περιστρεφόμενο τύμπανο από τον χώρο του οποίου εξέρχεται σε μορφή λεπτών βελονών πάχους 6-8 μικρών (μ), δηλαδή 0,005 mm και μήκους 3 mm. Στη συνέχεια οι λεπτές αυτές βελόνες συμπλέκονται και συγκολλώνται μεταξύ τους σε μια χαλαρή πλέξη με την βοήθεια μιας συνδετικής ρητινικής ουσίας που ονομάζεται βακελλίτης, οπότε προκύπτει ένα προϊόν ελαφρύ και πορώδες με βαμβακώδη εμφάνιση. Το υλικό αυτό έχει περίπου 92-96 % πορώδες, ειδικό βάρος γύρω στα 60-100 Kgr/m³ και μπορεί να λάβει οποιοδήποτε σχήμα. Για χρήση στη γεωργία συνήθως χρησιμοποιούνται ορθογώνιες πλάκες (για καλλιέργεια των φυτών μετά την μεταφύτευση).

Για γεωργική χρήση ο πετροβάμβακας διατίθεται τόσο σε μορφή κύβων (για προβλάστηση και παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού) όσο και σε μορφή ορθογώνιων πλακών με διαστάσεις ανάλογες με το είδος του φυτού που πρόκειται να καλλιεργηθεί πάνω τους. Επιπλέον, το μήκος και το πλάτος των πλακών και των κύβων επιλέγεται και ανάλογα με την διάταξη των φυτών στο θερμοκήπιο και κυρίως ανάλογα με τον επιζητούμενο όγκο υποστρώματος ανά φυτό. Το ύψος όμως τόσο των πλακών όσο και των κύβων εκλέγεται κυρίως με βάση τις υδραυλικές ιδιότητες του υλικού.

Χημικά ο πετροβάμβακας συνίσταται από οξείδια διαφόρων ανοργάνων στοιχείων και κυρίως του πυριτίου, του ασβεστίου, του σιδήρου, του μαγνησίου και του αργιλίου.

Παρακάτω δίνεται ενδεικτικά η χημική σύνθεση δύο διαφορετικής προέλευσης τύπων πετροβάμβακα. Τα οξείδια που συμμετέχουν στην σύνθεσή του πετροβάμβακα 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 ελεύθερων ηλεκτρικών φορτίων όπως τα κολλοειδή του εδάφους και επομένως ο πετροβάμβακας στερείται ανταλλακτικής ικανότητας. Γι' αυτό το λόγο ο πετροβάμβακας θεωρείται ότι είναι ένα χημικά αδρανές υλικό. Έτσι η θρέψη των φυτών μπορεί να ελέγχεται και να ρυθμίζεται πλήρως μέσω της χορήγησης θρεπτικού διαλύματος κατάλληλης σύστασης.

1.6. Καλλιέργεια σε περλίτη

Ο περλίτης είναι ηφαιστειακό, υαλώδες αργιλλοπυριτικό πέτρωμα λευκού χρώματος, το οποίο περιέχει και κρυσταλλικό νερό σε ποσοστό 2-6 %. Το πρωτογενές ορυκτό, όταν θερμανθεί για σύντομο χρόνο στους 1200-1300° C, διογκώνεται και σχηματίζει μια αφρώδη μάζα δεκαπλασίου έως εικασαπλασίου περίπου όγκου από τον αρχικό. Η ιδιότητα του αυτή χρησιμοποιείται από την βιομηχανία για την δημιουργία ενός κοκκώδους υλικού με πλούσιο πορώδες, το οποίο έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού. Το νερό συγκρατείται κυρίως στους μικρούς πόρους, ενώ στους μεγαλύτερους που υπάρχουν μεταξύ των κόκκων του περλίτη παραμένει αέρας και μετά την διαβροχή του υλικού. Στην Ελλάδα υπάρχουν σημαντικά κοιτάσματα περλίτη στα νησιά Μήλο, Αντίπαρο, Νίσσυρο, Κώ, κ.λπ.. Σήμερα ο ελληνικός περλίτης προέρχεται κυρίως από τη Μήλο. Το μέγεθος των κόκκων που συνιστάται για υδροπονία είναι 0-3 mm (διάμετρος). Το ολικό πορώδες του περλίτη ανέρχεται στο 95 %, η ικανότητα συγκράτησης νερού σε 200-450 % του βάρους

του (ανάλογα με τη κοκκομετρική του σύσταση) και το ειδικό του βάρος στα 40-150 Kg/m³.

Μια ποσότητα 2-5 λίτρων περλίτη ανά φυτό είναι επαρκής για την καλλιέργεια των κυριότερων ανθοκομικών φυτών. Ο περλίτης μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε σάκκους είτε σε γλάστρες είτε σε άλλου τύπου φυτοδοχεία. Μπορεί επίσης να απλωθεί μέσα σε υδροροές οι οποίες στη συνέχεια καλύπτονται από πάνω με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου. Το τελευταίο αυτό σύστημα όμως παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα, κυριότερο από τα οποία είναι η ανάγκη χρησιμοποίησης μεγαλύτερων ποσοτήτων περλίτη ανά φυτό.

1.7. Καλλιέργεια σε ελαφρόπετρα

Η ελαφρόπετρα είναι το κοινό όνομα του ορυκτού κιζιρίτης. Πρόκειται για ένα αργιλλοπυριτικό ηφαιστειογενές ορυκτό το οποίο δεν έχει την συμπαγή υφή άλλων πετρωμάτων αλλά φέρει εκτεταμένο πορώδες σε όλη του τη μάζα. Η ύπαρξη ενός τόσο εκτεταμένου πορώδους καθιστά την ελαφρόπετρα ένα πέτρωμα με χαμηλό ειδικό βάρος. Σε αυτήν ακριβώς την φυσική της ιδιότητα οφείλει και το όνομά της. Ο σχηματισμός των πόρων στην ελαφρόπετρα οφείλεται στην διαφυγή ηφαιστειακών αερίων μέσα από την μάζα της κατά τον χρόνο που ελάμβανε χώρα η ψύξη της λάβας. Στην φύση η ελαφρόπετρα συναντάται σε μορφή μεγάλων πλακών ή τεμαχίων. Για να χρησιμοποιηθεί για καλλιέργεια φυτών θα πρέπει να θρυμματίζεται σε λατομεία σε μικρούς κόκκους μεγέθους μέχρι 4 ή το πολύ μέχρι 8 mm. Αυτό όμως δεν αποτελεί πρόβλημα δεδομένου ότι η ελαφρόπετρα χρησιμοποιείται και ως οικοδομικό υλικό με αποτέλεσμα να υπάρχουν αρκετά λατομεία τα οποία την τεμαχίζουν σε μέγεθος ψηφίδας ή ακόμη και χονδρής άμμου. Στην Ελλάδα υπάρχουν εκτεταμένα κοιτάσματα ελαφρόπετρας στα νησιά του Αιγαίου (Κυκλάδες, Δωδεκάνησα) από τα οποία τα σημαντικότερα βρίσκονται στην Νίσυρο. Η ύπαρξή τους, οφείλεται στην έντονη ηφαιστιακή δράση των τελευταίων 200.000 χρόνων. Ως εκ τούτου, η εξεύρεση της είναι εύκολη σε ποσότητες που ξεπερνούν κατά πολύ την όποια ζήτηση αναμένεται να δημιουργηθεί για χρήση σε υδροπονικές καλλιέργειες στη χώρα μας. Η ετήσια παραγωγή της κυμαίνεται από 150.000 έως 700.000 m³ και εξαρτάται απ' τις ανάγκες της αγοράς. Το προϊόν εξάγεται στις Η.Π.Α., στην Αγγλία, την Γερμανία, τη Γαλλία, την Αλγερία, στη Σ.Αραβία, το Λίβανο και τις Σκανδιναβικές χώρες.

Χρησιμοποιείται κυρίως για οικοδομική χρήση, αλλά και στα ηλεκτρονικά, στην οδοντιατρική, στα ελαστικά, στην αγγειοπλαστική, στη λείανση μετάλλων, υαλικών, πλαστικών, δέρματος και τέλος στην υφαντουργεία για το πλύσιμο για το πλύσιμο των υφασμάτων .

Η χρήση της στη γεωργία, ως υπόστρωμα για καλλιέργειες εκτός εδάφους είναι περιορισμένη και βρίσκεται σε δοκιμαστικό στάδιο .Σ' αυτήν την περίπτωση συνήθως αφαιρείται η περιεχόμενη σκόνη και κλασμάτωναται η υπόλοιπη σε κλάσματα της επιθυμητής κοκκομετρικής σύνθεσης. Στην Κρήτη χρησιμοποιείται ευρέως για την παρασκευή υποστρωμάτων ριζοβολίας των αμερικανικών υποκειμένων του αμπελιού. Στον Πίνακα 1 φαίνεται η χημική ανάλυση της ελαφρόπετρας, στον Πίνακα 2 και στο σχήμα 1 φαίνεται η κοκκομετρική σύσταση της μη επεξεργασμένης ελαφρόπετρας ενώ στον Πίνακα 3 έχουμε την κοκκομετρική σύσταση της επεξεργασμένης ελαφρόπετρας.

Πρέπει να επισημανθεί ότι η ελαφρόπετρα είναι ανόργανο υλικό, έχει χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα, αντέχει πολύ στο χρόνο (απεριόριστη διάρκεια ζωής), εξασφαλίζει καλό αερισμό στις ρίζες των φυτών, είναι πορώδης και υδρόφιλη επομένως συγκρατεί την υγρασία και τα θρεπτικά συστατικά και τα αποδίδει σταδιακά στις ρίζες των φυτών .Διατίθεται σε διάφορες κοκκομετρίες είτε χύμα είτε σε διάφορες συσκευασίες ανάλογα με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις και ανάγκες της αγοράς και το τελευταίο διάστημα διατίθεται και σε διάφορους χρωματισμούς (π.χ. πράσινο, πορτοκαλί, μπλε κ.α.) με σκοπό να υπάρξει ένα φυσικό και καλαίσθητο υλικό για την κάλυψη της επιφάνειας σε γλάστρες και ζαρντινιέρες που ταυτόχρονα θα βοηθάει στον καλό αερισμό και στη διατήρηση της απαραίτητης υγρασίας .

Το μεγάλο πλεονέκτημα που έχει η ελαφρόπετρα είναι η πολύ χαμηλή τιμή της η οποία είναι σημαντικά χαμηλότερη ακόμη και από αυτή του περλίτη (2-3 φορές χαμηλότερη). Σε σύγκριση μάλιστα με το κόστος αγοράς διαφόρων εισαγομένων υποστρωμάτων (πετροβάμβακας, διογκωμένη άργιλλος, κ.λπ.) η δαπάνη αγοράς ελαφρόπετρας είναι θεαματικά μικρότερη. Εκτός όμως από την χαμηλή τιμή της η ελαφρόπετρα έχει επιδείξει άριστη καλλιεργητική συμπεριφορά στις δοκιμές και τα πειράματα που έχουν γίνει μέχρι σήμερα με τομάτες, τριαντάφυλλο, γαρίφαλο, χρυσάνθεμο, κ.λπ.. Γι' αυτούς τους λόγους, τα τελευταία χρόνια η ελαφρόπετρα έχει καταστεί ένα πολύ ενδιαφέρον υπόστρωμα για υδροπονικές καλλιέργειες, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς.



Εικόνα 1. Καλλιέργεια σε ελαφρόπετρα



Εικόνα 2. Ριζικό σύστημα φυτού σε ελαφρόπετρα

ΠΗΓΗ : (LAVA A.E.)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 .Χημική ανάλυση ελαφρόπετρας (%)

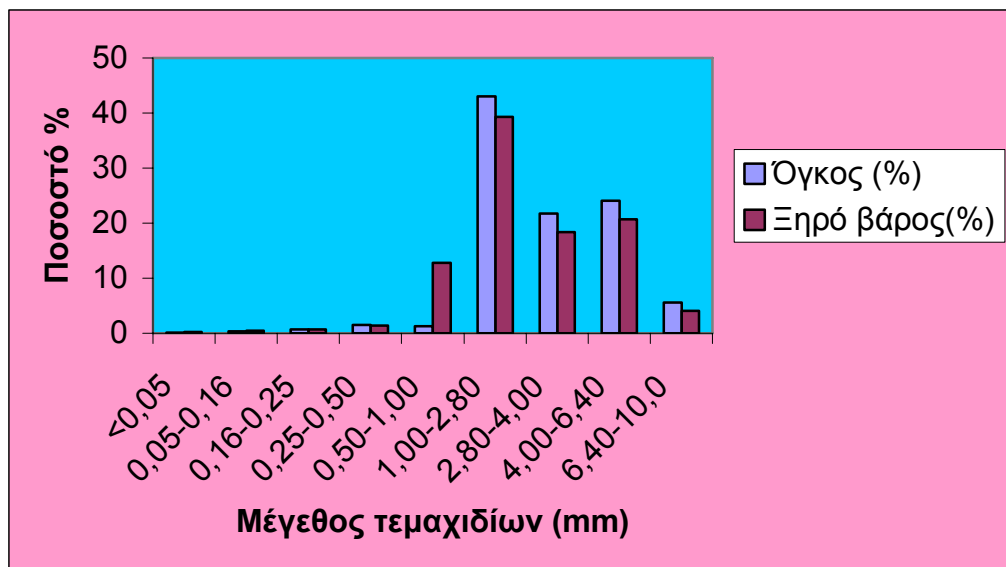
Χημικές ενώσεις	%
Διοξείδιο πυριτίου	70,55
Οξείδιο Αργιλίου	12,24
Οξείδιο Σιδήρου	0,89
Οξείδιο Ασβεστίου	2,36
Οξείδιο Μαγνησίου	0,10
Οξείδιο Θείου	0,03
Οξείδιο Καλίου	4,21
Οξείδιο Νατρίου	3,49
Απώλειες κατά την καύση	5,51
Απροσδιόριστα	0,62
ΣΥΝΟΛΟ	100,00

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 . Κοκκομετρική σύσταση της μη επεξεργασμένης ελαφρόπετρας .

Μέγεθος Τεμαχιδίων (mm)	Νωπό βάρος (Kg)	Νωπό βάρος (%)	Ξηρό βάρος (Kg)	Ξηρό βάρος (%)
<1	205,5	20,15	181,69	21,18
1-10	747,0	74,70	631,14	73,56
>10	51,5	5,15	44,89	5,23
ΣΥΝΟΛΟ	1000,0	100,00	857,72	99,97

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Κοκκομετρική σύσταση της επεξεργασμένης ελαφρόπετρας

Μέγεθος Τεμαχιδίων (mm)	Όγκος (ml)	Όγκος (%)	Ξηρό βάρος (g)	Ξηρό βάρος (%)
<0,05	0,70	0,14	1,10	0,24
0,05-0,16	1,80	0,36	2,30	0,49
0,16-0,25	3,26	0,65	3,40	0,73
0,25-0,50	7,70	1,54	6,70	1,44
0,50-1,00	6,30	1,26	59,80	12,83
1,00-2,80	215,000	43,00	186,20	39,26
2,80-4,00	108,50	21,70	85,80	18,41
4,00-6,40	120,20	24,04	96,50	20,71
6,40-10,0	28,00	5,60	19,00	4,08
ΣΥΝΟΛΟ	500,00	98,29	466,00	98,89



Σχήμα 1 : Κοκκομετρική σύσταση της επεξεργασμένης ελαφρόπετρας (κοσκινισμένη)

1.8. Καλλιέργεια σε τύρφη

Το πιο συνηθισμένο οργανικό υπόστρωμα που χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια φυτών εκτός εδάφους είναι η τύρφη.

Η **τύρφη** είναι φυσικό υλικό. Προέρχεται από την αποδόμηση της υδροχαρούς βλάστησης που φύεται σε ελώδεις περιοχές και γενικότερα σε υγρότοπους. Σε τέτοιες περιοχές, με την πάροδο του χρόνου έχουν σχηματισθεί ολόκληρα κοιτάσματα, από τα οποία η τύρφη εξορύσσεται, υφίσταται κάποια επεξεργασία (απολύμανση, άλεσμα, ομογενοποίηση, κ.λπ.) και συσκευάζεται σε βιομηχανική κλίμακα. Γενικά υπάρχουν δύο τύποι τύρφης, η ξανθιά και η μαύρη τύρφη.

Η **ξανθιά τύρφη** έχει ινώδη υφή και δομή σταθερότερη από αυτή της μαύρης δεδομένου ότι η υδροχαρής βλάστηση από την οποία προέρχεται είναι νεώτερης ηλικίας σε σύγκριση με την τελευταία και συνεπώς έχει υποστεί αποσύνθεση (χουμοποίηση) σε μικρότερο βαθμό από αυτή. Το φαινόμενο ειδικό βάρος της κυμαίνεται μεταξύ 50-100 g/l. Προέρχεται κυρίως από την Ρωσία και τις βαλτικές χώρες αλλά και από αρκετές άλλες βορειοευρωπαϊκές χώρες. Έχει εκτεταμένο πορώδες (90-95 % του όγκου της) με καλή αναλογία μεταξύ μικρών και μεγάλων πόρων με συνέπεια να διακρίνεται από μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού και αέρα. Διαβρέχεται όμως δύσκολα και γι' αυτό θα πρέπει να ποτίζεται με νερό τουλάχιστον 1-2 ημέρες πριν την χρησιμοποίησή της. Έχει ικανοποιητική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, όμως στην φυσική της κατάσταση τα αρνητικά φορτία των κολλοειδών είναι κορεσμένα κυρίως με ιόντα υδρογόνου, με συνέπεια να είναι φτωχή σε θρεπτικά στοιχεία και να έχει χαμηλό pH (3,5-4,0). Γι' αυτό η ξανθιά τύρφη, πριν χρησιμοποιηθεί ως υπόστρωμα καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους είτε αμιγής είτε σε μείγματα, θα πρέπει απαραίτητα να αναμειγνύεται με μία μικρή ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) σε ποσότητα 4-6 kg/m³ για την ρύθμιση του pH της.

Η **μαύρη τύρφη** βρίσκεται σε πιο προχωρημένο στάδιο αποσύνθεσης από την ξανθιά τύρφη και γι' αυτό δεν έχει τόσο σταθερή δομή. Σε σύγκριση με την ξανθιά τύρφη έχει μεγαλύτερο φαινόμενο ειδικό βάρος (120-200 g/l) και πιο περιορισμένης έκτασης πορώδες, με συνέπεια η ικανότητα συγκράτησης νερού να είναι ελαφρώς μικρότερη η η αεροπερατότητά της σαφώς χαμηλότερη. Αντίθετα, η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων της μαύρης τύρφης είναι πολύ μεγάλη (300-500 meq/l). Κοιτάσματα μαύρης τύρφης

υπάρχουν και στην Ελλάδα, με πίο σημαντικά αυτά των Φιλιππων στην Ανατολική Μακεδονία.

1.9. Καλλιέργεια σε coco soil

Το Coco – Soil είναι ένα νέο οργανικό υλικό , όπου τα χαρακτηριστικά του το καθιστούν κατάλληλο για τον τομέα της γεωπονίας, και επιπλέον διεγείρει ένα οικολογικό τρόπο παραγωγής . Το coco – soil παράγεται από ίνες καρύδας, σε συνεχή βάση . Το προϊόν παράγεται συγκριτικά σε μικρή χρονική περίοδο (μικρό κύκλο του C), απ' ότι η τύρφη που χρειάζεται μια αρκετά μεγαλύτερη περίοδο ωρίμανσης (μεγάλος κύκλος του C). Αυτό συνεπάγεται στο ότι το coco – soil απαιτεί μικρότερη κατανάλωση ενέργειας . Η περιεκτικότητα λιγνίνης του coco – soil είναι 45,5 %, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το προϊόν να διατηρεί τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά του (πολύ καλή αναλογία νερού /αέρα) για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (το λιγότερο 4 χρόνια). Σε μύζηση 10 cm το coco – soil περιέχει 66% νερό και 30% αέρα .

Το οργανικό αυτό υλικό προσφέρει δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του (με μια ετήσια καλλιέργεια). Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και ως βελτιωτικό εδάφους . Το Coco – Soil δεν δημιουργεί πρόβλημα στο περιβάλλον από επικίνδυνα υπολείμματα (όπως το Rock – Wool). Επίσης δεν περιέχει ασθένειες του εδάφους, γιατί ακριβώς δεν προέρχεται από αυτό . Αντίθετα περιέχει τον μύκητα Trichoderma (όπου ανταγωνίζεται τις ασθένειες του εδάφους) .

Όσον αφορά το λιπαντικό πρόγραμμα, το coco – soil απαιτεί μια αλλαγή (αντικατάσταση του KNO_3 με $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ στο ξεκίνημα της καλλιέργειας, εξαιτίας ενός μικρού ανταγωνισμού μεταξύ N και του Ca . Το PH του υποστρώματος είναι 5,5 και πρέπει να διατηρείται κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας σε αυτό το επιθυμητό επίπεδο (στα τριαντάφυλλα συστήνεται $\text{PH}=5,0$) Πρόσφατη έρευνα (εν συγκρίσει με το Rock-Wool) έδειξε ότι τι χαμηλότερο PH (χαμηλότερο αυτό του Rock – Wool για το οποίο συστήνεται = 5,5) βελτιώνει την ανάπτυξη και την παραγωγή .Το χαμηλό PH δεν έχει αρνητική επίδραση στη ποιότητα του Coco – Soil, αντίθετα με το Rock – Wool .

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί ότι η ποιότητά του δεν μεταβάλλεται κατά την διάρκεια της μεταφοράς του από τον τόπο παρασκευής του υλικού, στον τόπο που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ή κατά την διάρκεια της αποθήκευσής του .

Στον παρακάτω πίνακα 4 παρουσιάζονται οι φυσικές και οι φυσικοχημικές ιδιότητες του Coco-Soil, καθώς και η χημική του σύσταση . Τα στοιχεία αυτά προέρχονται από χημική ανάλυση με βάση τη μέθοδο εκχυλίσματος 1 :1,5 .

Οι φυσικές ιδιότητες του Coco-Soil υποδηλώνουν ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε λεπτά υποστρώματα καλλιέργειας (σε μύζηση 10 cm η περιεκτικότητα σε αέρα είναι 30 %) χωρίς να δημιουργεί συνθήκες έλλειψης οξυγόνου . Η ριζοβολία σε Coco-Soil είναι συχνά ταχύτερη και δίνει περισσότερα ριζικά τριχίδια απ' ό,τι άλλα υποστρώματα . Συρρίκνωση του υλικού σπάνια συμβαίνει εξ' αιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε λιγνίνη και του αργού ρυθμού αποσύνθεσης

Το καλύτερης ποιότητας Coco-Soil είναι το επιφανειακό στρώμα του υλικού . Δεν περιέχει μύκητες εδάφους, μόνο ένα φυσικό πληθυσμό από μη παθογενείς μύκητες και βακτήρια . Με αυτό το υπόστρωμα μπορούν να αρχίσουν και να συνεχίσουν οι καλλιέργειες χωρίς καθόλου ασθένειες (όσον αφορά τους μύκητες εδάφους) αν το φυτικό υλικό είναι απαλλαγμένο από ασθένειες .

Όπως και στην τύρφη, υπάρχουν καθαρές διαφορές στην ποιότητα του Coco-Soil που εξαρτώνται από τον τόπο τον οποίο προέρχονται, από τις διάφορες συνθήκες καλλιέργειας των δέντρων καρύδας, από το μέρος του φυτού που παράγονται (φλοιοί, ίνες, καρποί) και ακόμα περισσότερο από την επεξεργασία του υλικού . Το καλής ποιότητας Coco-Soil από την Sri Lanka έχει πλυθεί με καθαρό νερό χαμηλής περιεκτικότητας σε άλατα (E.C 0,5 ή και λιγότερο), σε αντίθεση με άλλους τρόπους παραγωγής όπου το Coco-Soil ξεπλένεται με θαλασσινό νερό, με αποτέλεσμα την υψηλή περιεκτικότητα του υλικού σε άλατα (E.C. 3,0 ή και μεγαλύτερη) . Απαραίτητη είναι μια χαμηλή συγκέντρωση του Coco-Soil σε άλατα, για να πετύχουμε μια καλή ανάπτυξη των φυτών . (E.C. μικρότερη από 0,5).

Η διαδικασία για την παραγωγή του **Coco-Soil** έχει ως εξής :

- Όλος ο φλοιός της καρύδας τοποθετείται σε καθαρό νερό και στη συνέχεια απομακρύνονται όλες οι τραχιές ίνες .
- Το τμήμα που απέμεινε είναι η βάση για την παρασκευή του Coco-Soil .
- Αποθήκευση έξω για τουλάχιστον 2 χρόνια (φυσική έκπλυση με βρόχινο νερό μουσώνων).

- Συλλογή του Coco-Soil ηλικίας μεταξύ 2 και 6 χρονών για μετατροπή σε υπόστρωμα καλλιέργειας (οι φυσικές ιδιότητες του coco-soil 10 χρονών ή και πιο γηρασμένου), μειώνονται αργά κάτω από τις συνθήκες στη Sri Lanka .
- Στέγνωμα του coco-soil σε λεπτές στρώσεις .
- Κοσκίνισμα μέχρι 1,25 cm ή λιγότερο .
- Συμπύεση 200 lit χαλαρού coco-soil σε μπάλες των 50 lit .
- Οι Ολλανδικές χώρες υποστρωμάτων μετατρέπουν το Coco-Soil σε ογκώδη δέματα ή το πακετάρουν σε σάκους καλλιέργειας σε διάφορα μεγέθη .
- Αν απαιτείται από τον αγοραστή, το Coco-Soil μπορεί να ενισχυθεί από κάποια βασική λίπανση .

Τα στάδια παραγωγής από 1-7 λαμβάνουν χώρα στη Sri Lanka και τα στάδια 8 και 9 στην Ολλανδία .

Πίνακας 4. Φυσικές και φυσικοχημικές ιδιότητες του COCO-SOIL

Φ.Ε.Β	250 Kg/m ³	NO ₃	0,4*	Fe	28,5 **
Π.Ε.Β	75-80 Kg/m ³	P	0,25	Mn	1,3
Ο.Ο.Π.	96 %	K	2,0	Zn	0,9
E.C	<0,5 Ms/cm	Mg	0,1	Cu	0,8
PH	5,4	Na	<2,0	B	10,0
ΛΙΓΝΙΝΗ	45,5%	Cl	<2,0		
ΜΥΖΗΣΗ	% Αέρας	% Νερό		Στερεή φάση	
10 CM	25-30	66-71		4	
50 CM	50	46		4	
100 CM	54	42		4	

* σε mmol/lit ** σε μmol/lit

ΠΗΓΗ : (Dutch plantin, 1995)

Πίνακας 5. Φυσικές και χημικές ιδιότητες υποστρωμάτων

Υποστρώματα	Όγκος Πορώδες V%	Περιεκτικότητα πορώδους σε αέρα (σε μύζηση 10cm)	Συγκράτηση νερού% (σε μύζηση 10cm)	PH	EC (mS/cm)	C.E.C (meq/100gr)
Rock-Wool (πετροβάμβακας)	95	20	75	5,5-6	0,05	0,05
περλίτης	95	75	20-40	7-7,5	0,03	0
Ελαφόπετρα	75	65	35	8-8,5	0,45	0
Τύρφη	95	25-35	70	3,5-4,5	-	100
Cocosoil	95	30	65	5,5	<0,5	0,5-1

1.10. Ανοιχτά-κλειστά υδροπονικά συστήματα

Ένα υδροπονικό σύστημα ονομάζεται ανοιχτό, όταν το μέρος του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει ως πλεονάζον από τον χώρο των ριζών δεν συλλέγεται αλλά αφήνεται να χαθεί στο περιβάλλον (συνήθως απορροφάται από το έδαφος του θερμοκηπίου). Κλειστό αντίθετα καλείται ένα υδροπονικό σύστημα όταν το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα που απομακρύνεται από το χώρο των ριζών συλλέγεται, ανανεώνεται, συμπληρώνεται και με την βοήθεια μιάς αντλίας οδηγείται ξανά στα φυτά προς επαναχρησιμοποίηση. Στα κλειστά συστήματα έχουμε δηλαδή ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει.

Ένας τρόπος επαναχρησιμοποίησης του διαλύματος απορροής είναι η συνεχής τροφοδοσία και επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος, όπως π.χ. γίνεται στο σύστημα NFT. Ο δεύτερος τρόπος ανακύκλωσης αφορά υδροπονικά συστήματα στα οποία η παροχή θρεπτικού διαλύματος (πότισμα) είναι συχνή αλλά διακοπτόμενη και μικρής διάρκειας. Σε αυτού του είδους τα κλειστά υδροπονικά συστήματα το διάλυμα απορροής που συλλέγεται μετά από κάθε πότισμα συμπληρώνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία και χρησιμοποιείται ξανά. Οι ποσότητες θρεπτικού διαλύματος που απορρέουν από το ριζόστρωμα και επαναχρησιμοποιούνται αφού πρώτα συμπληρωθούν με νερό και λιπάσματα είναι τελείως διαφορετικές σε κάθε μία από τις προαναφερόμενες τεχνικές ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος. Για παράδειγμα, σε μία καλλιέργεια τομάτας, όταν εφαρμόζεται συνεχής επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος ο όγκος του θρεπτικού διαλύματος που επανακυκλοφορεί κυμαίνεται γύρω στα 200 m³ ανά στρέμμα

και ημέρα ενώ όταν η άρδευση βασίζεται σε συνεχή, διακοπτόμενα ποτίσματα, το θρεπτικό διάλυμα που συλλέγεται και ανακυκλώνεται δεν υπερβαίνει τα 6-8 m³ ανά στρέμμα και ημέρα.

Η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει και απορρέει από το ριζόστρωμα μετά από κάθε εφαρμογή άρδευσης συμβάλλει τόσο στην εξοικονόμηση νερού και λιπασμάτων όσο και στον περιορισμό της μόλυνσης του περιβάλλοντος με νιτρικά και άλλα λιπάσματα. Πρόκειται δηλαδή για μία κατ' εξοχήν φιλική προς το περιβάλλον μέθοδο καλλιέργειας φυτών. Η εφαρμογή ανακύκλωσης όμως εμπεριέχει κινδύνους γρήγορης εξάπλωσης μολύνσεων στην καλλιέργεια όταν το διάλυμα απορροής δεν απολυμαίνεται πριν επαναχρησιμοποιηθεί. Οι κυριότερες μέθοδοι απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος είναι η παστερίωση με θέρμανση, η έκθεσή του σε υπεριώδη ακτινοβολία και η αργή διήθηση μέσω άμμου. Η χρήση χημικών απολυμαντικών όπως O₃, H₂O₂ και I₂ περικλείει κινδύνους φυτοτοξικότητας ενώ η διήθηση μέσω μικροφίλτρων παρουσιάζει προβλήματα απόφραξης.

Τα περισσότερα συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών μπορούν να λειτουργούν τόσο ως κλειστά όσο και ως ανοιχτά. Για να λειτουργήσει όμως ως κλειστό ένα υδροπονικό σύστημα θα πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες εγκαταστάσεις, ώστε να είναι δυνατή η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος. Εκτός από τον επιπλέον εξοπλισμό, η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος απαιτεί και διαφορετικούς χειρισμούς όσον αφορά την τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικό διάλυμα και γενικά την θρέψη της καλλιέργειας. Το πρόβλημα της συμπλήρωσης του διαλύματος απορροής συνίσταται στον καθορισμό των απαραίτητων ποσοτήτων νερού και πυκνών διαλυμάτων που πρέπει να προστεθούν σε αυτό ώστε το διάλυμα που θα προκύψει από αυτή την διαδικασία να έχει την επιθυμητή σύνθεση. Όπως είναι γνωστό, ο ρυθμός απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά δεν είναι σταθερός αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος και στάδιο ανάπτυξης του φυτού (έκταση φυλλικής επιφάνειας), τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ηλιοφάνεια, κ.λπ.) που επικρατούν σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, κ.λπ. Επομένως, ο όγκος θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει και απομακρύνεται από το ριζόστρωμα μετά την χορήγησή του στα φυτά καθώς και οι συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων που περιέχονται σε αυτό διαφέρουν κάθε φορά. Κατά συνέπεια, οι ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων που πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα απορροής δεν είναι σταθερές και γι' αυτό δεν μπορούν να καθορισθούν εκ των προτέρων. Σε κάθε

περίπτωση όμως, για να είναι εφικτή από τεχνική και οικονομική άποψη η ανακύκλωση του διαλύματος απορροής, η συμπλήρωσή του με τις κατάλληλες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων θα πρέπει να γίνεται αυτόματα με την βοήθεια κατάλληλου εξοπλισμού. Οι στρατηγικές που μπορούν να εφαρμοσθούν για την συμπλήρωση του διαλύματος απορροής με τις αναγκαίες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων εξαρτώνται από τον διατιθέμενο εξοπλισμό και μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής τρεις κατηγορίες:

1. Συμπλήρωση με προεπιλεγόμενη αναλογία μείξης διαλύματος απορροής-νερού.
2. Συμπλήρωση με αυτόματα ρυθμιζόμενη αναλογία ανάμειξης απορροής-νερού.
3. Συμπλήρωση με αυτόματα μεταβαλλόμενη αναλογία έγχυσης λιπασμάτων.

1.11. Πλεονεκτήματα υδροπονίας

1. Το πρώτο και προφανέστερο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες (φουζάριο, βερτισίλλιο, πύθιο, πυρηνochaίτη, έντομα εδάφους, νηματώδεις, ορισμένα βακτήρια και φυτοϊοί, κ.λπ.. Πρέπει βέβαια να διευκρινισθεί ότι προβλήματα με ορισμένα μεταδιδόμενα μέσω του εδάφους παθογόνα, όπως το πύθιο, η φυτόφθορα, το φουζάριο, κ.λπ. δεν είναι απίθανο να εμφανισθούν ακόμη και στις υδροπονικές καλλιέργειες, μολονότι η πιθανότητα είναι πολύ μικρότερη σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος. Συνήθως όμως τέτοια προβλήματα στην υδροπονία μπορούν να εμφανισθούν μόνο όταν η απομόνωση του υποστρώματος ή του θρεπτικού διαλύματος από το έδαφος του θερμοκηπίου δεν είναι πλήρης (όχι καλή κάλυψη του εδάφους με πλαστικό φύλλο) ή όταν το νερό άρδευσης είναι έντονα μολυσμένο με κάποιο παθογόνο.

2. Εφόσον στις υδροπονικές καλλιέργειες το χώμα δεν έρχεται καθόλου σε επαφή με το φυτό και ιδιαίτερα με τις ρίζες του, δεν υφίσταται ανάγκη για απολύμανση του εδάφους. Αποφεύγεται επομένως η εφαρμογή χημικών απολυμαντικών υψηλής τοξικότητας όπως το βρωμιούχο μεθύλιο, η χρήση των οποίων εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για την υγεία τόσο των παραγωγών όσο και των καταναλωτών. Παράλληλα, μειώνεται δραστικά η ανάγκη εφαρμογής φυτοφαρμάκων για την αντιμετώπιση των εδαφογενών ασθενειών.

3. Μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου, είτε λόγω υπερεντατικής

εκμετάλλευσης και μονοκαλλιέργειας (κόπωση εδαφών) είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων (π.χ. πολύ βαρεία ή πολύ ελαφρά εδάφη, εδάφη με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, εναλατωμένα εδάφη, κ.λπ.). Σε τέτοιες περιπτώσεις η υδροπονία αποτελεί πιά ριζική και πιά αποτελεσματική λύση από την βελτίωση και την ανάπλαση του προβληματικού εδάφους.

4. Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η υδροπονία όταν το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα (ηλεκτρική αγωγιμότητα πάνω από 1-1,5 dS/m) Στις περιπτώσεις αυτές η υδροπονία είναι ίσως ο μόνος τρόπος επιτυχημένης αντιμετώπισης του προβλήματος. Πρέπει όμως να διευκρινισθεί ότι, όταν υφίσταται πρόβλημα υπερβολικά υψηλής αλατότητας του νερού άρδευσης, λύση αποτελεί μόνο η καλλιέργεια σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα. Αντίθετα, τα κλειστά υδροπονικά συστήματα στα οποία εφαρμόζεται ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα όταν η περιεκτικότητα του νερού άρδευσης σε ανόργανα άλατα είναι υψηλή και συνεπώς σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να αποφεύγεται η υιοθέτησή τους.

5. Στις υδροπονικές καλλιέργειες το κόστος θέρμανσης είναι μειωμένο. Όπως είναι γνωστό, η εξάτμιση νερού συνοδεύεται πάντοτε από κατανάλωση ενέργειας υπό μορφή λανθάνουσας θερμότητας. Σε ένα θερμοκήπιο που καλλιεργείται υδροπονικά όμως, η εξάτμιση νερού από την επιφάνεια του εδάφους είναι πρακτικά αμελητέα, δεδομένου ότι αυτό είναι καλυμμένο με πλαστικά φύλλα. Συνεπώς οι ανάγκες σε ενέργεια για την θέρμανση του αέρα μειώνονται.

Εκτός όμως από την εξοικονόμηση ενέργειας λόγω ελαχιστοποίησης της εξάτμισης νερού από το έδαφος, μειωμένες δαπάνες για θέρμανση προκύπτουν και από το γεγονός ότι η καλλιέργεια παύει να εξαρτάται από την θερμοκρασία του εδάφους του θερμοκηπίου. Γενικά, η διατήρηση της θερμοκρασίας του εδάφους του θερμοκηπίου σε ικανοποιητικά επίπεδα τον χειμώνα είναι δύσκολη και απαιτεί την διατήρηση υψηλών θερμοκρασιών στον εναέριο χώρο ή (εναλλακτικά) την εγκατάσταση επιδαπέδιου ή υπόγειου συστήματος θέρμανσης του εδάφους. Στην υδροπονία αντίθετα, οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα στον περιορισμένο όγκο των υποστρωμάτων ή των θρεπτικών διαλυμάτων, τα οποία μάλιστα είναι τοποθετημένα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, χωρίς να έρχονται σε επαφή με το χώμα. Κατά συνέπεια, η ανύψωση της θερμοκρασίας στον χώρο του ριζοστρώματος μπορεί να επιτευχθεί γρηγορότερα κατά την διάρκεια της ημέρας και με χαμηλότερη δαπάνη για καύσιμα.

6. Έχει αποδειχθεί ότι η καλλιέργεια τόσο σε υποστρώματα όσο και σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα (π.χ. NFT) επιφέρει σημαντική προώμιση. Αυτό οφείλεται κυρίως στις υψηλότερες θερμοκρασίες που διαμορφώνονται στον χώρο του ριζοστρώματος όταν τα φυτά καλλιεργούνται εκτός εδάφους.

7. Στις υδροπονικές καλλιέργειες η θρέψη των φυτών είναι πολύ πιο ακριβής, μπορεί να ελέγχεται και να εποπτεύεται καλύτερα και με μεγαλύτερη αξιοπιστία και επίσης μπορεί να διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα σε περίπτωση που έχει διαπραχθεί κάποιο λάθος. Στην υδροπονία όλα τα θρεπτικά στοιχεία παρέχονται σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις και αναλογίες μεταξύ τους, μέσω του θρεπτικού διαλύματος. Κατά συνέπεια, μία σειρά από μεταβλητές του εδάφους που επηρεάζουν την τροφοδοσία των φυτών με θρεπτικά στοιχεία, όπως π.χ. η μηχανική του σύσταση, η δομή του, η περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία, η ανταλλακτική του ικανότητα, κ.λπ. αλλά και άλλοι παράγοντες, όπως π.χ. αυτοί που επηρεάζουν την ταχύτητα ανοργανοποίησης της οργανικής ουσίας δεν ασκούν πλέον καμία επίδραση στην καλλιέργεια, με τελικό αποτέλεσμα, η σχεδίαση ενός κατάλληλου σχήματος θρέψης των φυτών να καθίσταται πολύ πιο εύκολη.

8. Η καλλιέργεια των φυτών εκτός εδάφους απαλλάσσει τον καλλιεργητή από τις εργασίες της προετοιμασίας του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα, βασική λίπανση, κ.λπ.) με αποτέλεσμα, αφενός μεν να μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά και αφετέρου να είναι δυνατή η φύτευση νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης. Αυτή η τελευταία δυνατότητα είναι πολύ χρήσιμη όταν το θερμοκήπιο αξιοποιείται όλο τον χρόνο με περισσότερες από μία καλλιέργειες ανά ημερολογιακό έτος (π.χ. διαδοχικές καλλιέργειες μαρουλιού, χρυσανθέμων, κ.λπ.).

9. Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε σύγκριση με το έδαφος, η αριστοποίηση της θρέψης και η διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά την διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων. Σύμφωνα με μαρτυρίες αρκετών ερευνητών που έχουν ασχοληθεί με το θέμα αυτό, οι αποδόσεις των υδροπονικών καλλιεργειών είναι κατά μέσο όρο γύρω στο 15-20% υψηλότερες, συγκρινόμενες με καλλιέργειες που λαμβάνουν χώρα σε γόνιμα, καλής ποιότητας εδάφη. Όταν όμως το έδαφος του θερμοκηπίου παρουσιάζει προβλήματα, όπως εδαφογενείς ασθένειες, κόπωση λόγω μονοκαλλιέργειας, χαμηλή γονιμότητα, αλατότητα, κ.λπ., τότε η αύξηση της παραγωγής που επιτυγχάνεται στην υδροπονία είναι υψηλότερη και όχι σπάνια μπορούν να ληφθούν διπλάσιες αποδόσεις.

10. Η αριστοποίηση της θρέψης που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία αλλά και η αποφυγή μίας σειράς προβλημάτων τα οποία έχουν ήδη εκτεθεί πιο πάνω, έχει σαν συνέπεια τα παραγόμενα στις υδροπονικές καλλιέργειες καλλωπιστικά φυτά να είναι καλύτερης ποιότητας (μεγαλύτερο μέγεθος, καλύτερο χρώμα φυλλώματος, αύξηση του χρόνου διατήρησης των ανθέων, κ.λπ.)

11. Τέλος, τελευταίο στη σειρά αναφοράς αλλά όχι και σε σπουδαιότητα πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η δυνατότητα αποτελεσματικότερης προστασίας του περιβάλλοντος όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε κλειστό υδροπονικό σύστημα. Χάρη στην δυνατότητα συνεχούς ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος, όλα τα λιπάσματα που χορηγούνται στην καλλιέργεια αξιοποιούνται από τα φυτά με συνέπεια να μην διαφεύγουν κάποιες ποσότητες στο περιβάλλον και το επιβαρύνουν. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιοχές στις οποίες το πόσιμο νερό είναι επιφανειακό ή προέρχεται από μικρό βάθος, με συνέπεια να μολύνεται εξαιτίας της έκλυσης ενός μέρους των λιπασμάτων. Σε τέτοιες περιπτώσεις δημιουργείται σοβαρό πρόβλημα κυρίως με τα αζωτούχα λιπάσματα, τα οποία είτε είναι είτε μετατρέπονται στο έδαφος σε νιτρικά άλατα με συνέπεια η περιεκτικότητα του πόσιμου νερού σε νιτρικά να αυξάνεται πάνω από τα ανώτερα επιτρεπτά όρια και να δημιουργούνται κίνδυνοι για την δημόσια υγεία. Στις περιπτώσεις αυτές, η καλλιέργεια των φυτών θερμοκηπίου σε κλειστά υδροπονικά συστήματα είναι η μόνη λύση η οποία μπορεί να παράσχει αποτελεσματική προστασία στο πόσιμο νερό χωρίς να καθίσταται αναγκαία η εφαρμογή περιορισμών στην καλλιέργεια φυτών με υψηλές λιπαντικές απαιτήσεις, όπως είναι οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

1.12. Μειονεκτήματα της υδροπονίας

Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μίας υδροπονικής μονάδας είναι σημαντικό. Το κόστος αυτό συνίσταται κυρίως στην δαπάνη αγοράς των πάγιων εγκαταστάσεων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος καθώς και στα έξοδα προμήθειας του υποστρώματος καλλιέργειας (εφόσον χρησιμοποιείται υπόστρωμα). Το καθαρό κόστος που απαιτείται για την εγκατάσταση μίας υδροπονικής μονάδας είναι βέβαια χαμηλότερο από το άθροισμα των παραπάνω δαπανών, δεδομένου ότι παράλληλα εξοικονομούνται τα έξοδα προετοιμασίας, κατεργασίας και απολύμανσης του εδάφους. Επιπλέον, ένα σύστημα παρασκευής και διανομής θρεπτικού διαλύματος είναι απαραίτητο και στις καλλιέργειες εδάφους για την εφαρμογή υδρολίπανσης.

2. Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες. Στην προκείμενη περίπτωση, σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος η υδροπονία χαρακτηρίζεται από ταχύτερη αντίδραση σε ορισμένους καλλιεργητικούς χειρισμούς, ιδιότητα η οποία άλλοτε μεν αποτελεί πλεονέκτημα (όταν πρόκειται για επιθυμητούς χειρισμούς που αποσκοπούν σε συγκεκριμένο θετικό αποτέλεσμα) άλλοτε δε μειονέκτημα (όταν πρόκειται για λανθασμένους ή άστοχους χειρισμούς).

3. Η εφαρμογή υδροπονίας σε μία θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει ότι ο επικεφαλής της επιχείρησης θα πρέπει να διαθέτει ένα ελάχιστο μορφωτικό επίπεδο. Η ισχύς αυτής της προϋπόθεσης είναι σχετική, δεδομένου ότι όταν υπάρχει η κατάλληλη τεχνική υποστήριξη από ειδικευμένο σύμβουλο-γεωπόνο, η εφαρμογή υδροπονίας είναι δυνατή ακόμη και από έναν επιμελή αγρότη με στοιχειώδες επίπεδο γραμματικών γνώσεων.

4. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μίας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος εφόσον προσβληθεί ένα φυτό. Στην πράξη βέβαια ο κίνδυνος αυτός είναι σχετικά μικρός. Από την πρακτική εμπειρία όσο και από σχετικά πειράματα έχει αποδειχθεί ότι ακόμη και αν μολυνθούν κάποια φυτά η υπόλοιπη καλλιέργεια συνήθως δεν μολύνεται εφόσον αυτά απομακρυνθούν αμέσως από την υδροπονική εγκατάσταση. Η ύπαρξη μικρής ποσότητας μολύσματος (σπόρια, κ.λπ.) μέσα στο θρεπτικό διάλυμα δεν οδηγεί αυτόματα στην προσβολή των υπολοίπων φυτών εφόσον δεν συντρέχουν και ορισμένες άλλες προϋποθέσεις, όπως η ύπαρξη πληγών στις ρίζες, κ.λπ. Άλλωστε η έγκαιρη εφαρμογή ενός ριζοποτίσματος αμέσως μόλις διαγνωσθεί έστω και σε ένα μόνο φυτό ασθένεια, συνήθως μειώνει ακόμη περισσότερο τις πιθανότητες μίας εκτεταμένης προσβολής λόγω μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος. Παρόλα αυτά, ο κίνδυνος γρήγορης εξάπλωσης τυχόν μολύνσεων δεν θα πρέπει να αγνοείται και γι' αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις που λειτουργεί κλειστό υδροπονικό σύστημα, το διάλυμα που συλλέγεται ως απορροή μετά από κάθε εφαρμογή άρδευσης, πριν ανακυκλωθεί, είναι σκόπιμο να απολυμαίνεται.

5. Ορισμένοι παραγωγοί παραπονούνται ότι στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με το έδαφος. Είναι γεγονός ότι στην υδροπονία, ο καλλιεργητής θα πρέπει να χορηγεί όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά ενώ αντίθετα, στις καλλιέργειες εδάφους, ορισμένα θρεπτικά στοιχεία

όπως το ασβέστιο και τα περισσότερα ιχνοστοιχεία χορηγούνται σπάνια μέσω της λίπανσης, δεδομένου ότι περιέχονται σε επαρκείς ποσότητες στο χώμα. Οι ποσότητες των ιχνοστοιχείων που χορηγούνται στα φυτά στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι πολύ μικρές, ενώ χορήγηση μαγνησίου συνηθίζεται και στις καλλιέργειες εδάφους, ιδιαίτερα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Επίσης οι χορηγούμενες στην υδροπονία ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και καλίου σε γενικές γραμμές δεν ξεπερνούν τις αντίστοιχες ποσότητες που απαιτούνται σε μία καλλιέργεια εδάφους, δεδομένου ότι και στις δύο περιπτώσεις ισχύει η γενική αρχή ότι οι προστιθέμενες ποσότητες θα πρέπει να ισούνται με το ύψος της κατανάλωσης από τα φυτά σύν τις απώλειες μέσω έκπλυσης, ακινητοποίησης, κ.λπ. Επομένως, στην πραγματικότητα, οι μόνες άξιες λόγου ποσότητες λιπασμάτων που είναι αναγκαίες ειδικά στις υδροπονικές καλλιέργειες, ενώ στο έδαφος εξοικονομούνται, είναι αυτές που αφορούν τα λιπάσματα ασβεστίου (κατά κανόνα υδατοδιαλυτό νιτρικό ασβέστιο). Όμως και οι ποσότητες λιπασμάτων ασβεστίου που απαιτούνται, συνήθως δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες γιατί, στις περισσότερες περιπτώσεις, το νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων περιέχει ασβέστιο σε σημαντικές συγκεντρώσεις.

Στην πραγματικότητα, υπαρκτό πρόβλημα υπερβολικής κατανάλωσης λιπασμάτων υφίσταται μόνο σε ανοιχτά υδροπονικά συστήματα και μόνο όταν το χορηγούμενο νερό άρδευσης είναι αρκετά περισσότερο από τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας. Συνεπώς, το μειονέκτημα αυτό της υδροπονίας δεν είναι απόλυτο αλλά σχετικό και μπορεί να αντιμετωπισθεί ικανοποιητικά μέσω προσαρμογής του προγράμματος άρδευσης στις ανάγκες της καλλιέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

1. Η καλλιέργεια της ζέρμπερας

1.1. Βοτανική ταξινόμηση και περιγραφή

Η ζέρμπερα είναι φυτό πολυετές και ποώδες. Είναι δικότυλο φυτό και ανήκει στην οικογένεια των συνθετωδών (*Compositae*). Το φυτό προέρχεται από την Νότια Αφρική και έγινε για πρώτη φορά γνωστό στην Ευρώπη γύρω στα 1880 από τον R. Jameson, έναν σκωτσέζο άποικο, από τον οποίο πήρε και το βοτανικό του όνομα το είδος (*Gerbera jamesonii*). Η καλλωπιστική αξία της ζέρμπερας αναγνωρίστηκε πολύ γρήγορα και στα αμέσως επόμενα χρόνια έλαβαν χώρα αρκετά προγράμματα γενετικής βελτίωσης του φυτού τόσο σε δημόσια ερευνητικά ιδρύματα όσο και σε ιδιωτικές εταιρείες παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού ανθοκομίας. Τα αποτελέσματα της βελτιωτικής αυτής εργασίας ήταν η δημιουργία νέων ποικιλιών και υβριδίων με άνθη διαφόρων χρωματισμών των οποίων το μέγεθος είναι αρκετά μεγαλύτερο από το αρχικό των αυτοφυών πληθυσμών



Εικόνα 1. Ποικιλία χρωμάτων σε ανθισμένα φυτά ζέρμπερας

Σήμερα η ζέρμπερα είναι ένα από τα πλέον γνωστά και διαδεδομένα δρεπτά άνθη τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο όσο και στην Ελλάδα, μολονότι η ιστορία της είναι τόσο βραχύχρονη. Την μεγάλη της εξάπλωση η ζέρμπερα την οφείλει στην απaráμιλλη ωραιότητα των ανθέων της τα οποία είναι μαργαρίτες μεγάλου μεγέθους, διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων και φέρονται πάνω σε μακρείς και ισχυρούς μίσχους.

Η ζέρμπερα δεν σχηματίζει υπέργειο επίμηκες βλαστικό στέλεχος. Οι βλαστοί της ζέρμπερας είναι υπόγειοι (ριζώματα). Τα ριζώματα κάθε φυτού συνενώνονται στην περιοχή του λαιμού σχηματίζοντας έναν βλαστικό δίσκο. Όλα τα φύλλα του φυτού εκπτύσσονται ακτινοειδώς από τον βλαστικό αυτό δίσκο ο οποίος βρίσκεται στο ύψος της επιφάνειας του εδάφους, με αποτέλεσμα η ζέρμπερα να λαμβάνει την μορφή ενός ρόδακα (ροζέτας). Τα φύλλα της ζέρμπερας είναι άμισχα, απλά, επιμήκη, πτεροσχιδή και σχετικά μεγάλου μεγέθους. Το μήκος των πλήρως ανεπτυγμένων φύλλων συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 15-45 cm και το πλάτος τους περίπου 5-12 cm.

Από την περιοχή του λαιμού του φυτού βλαστάνουν επίσης και τα ανθικά στελέχη τα οποία φέρουν επάκρια τα άνθη του φυτού. Αντίθετα με άλλα φυτά της οικογένειας των συνθετωδών που επίσης σχηματίζουν ρόδακα, όπως το μαρούλι, η ζέρμπερα διατηρεί την ροδακοειδή μορφή και μετά την έκπτυξη ανθικών στελεχών. Από τον λαιμό ενός φυτού ζέρμπερας εκπτύσσονται διαδοχικά πολλά ανθικά στελέχη. Τα ανθικά στελέχη της ζέρμπερας είναι ευθεία και αναπτύσσονται κατακόρυφα προς τα επάνω. Είναι σχετικά χονδρά (διάμετρος περίπου 0,5 cm) και ψηλά (35-55 cm), χωρίς καθόλου φύλλα ή άλλα φυλλόμορφα όργανα πάνω τους. Κάθε ανθικό στέλεχος φέρει επάκρια ένα άνθος.

Τα άνθη της ζέρμπερας είναι μεγάλες μαργαρίτες, διαμέτρου 8-12 cm, τυπικές για την οικογένεια των συνθετωδών. Από βοτανική άποψη, κάθε άνθος ζέρμπερας είναι στην πραγματικότητα μία ταξιανθία αποτελούμενη από δύο ειδών άνθη, τα γλωσσανθή και τα σωληνανθή. Οι δύο αυτές κατηγορίες ανθέων είναι με τέτοιο τρόπο τοποθετημένες πάνω στην ταξιανθία, ώστε να προκύπτει ένας ανθικός δίσκος που δίνει την ψευδή εικόνα ενός απλού άνθους. Η σύνθετη αυτή ταξιανθία καλείται ανθοκεφαλή. Τα γλωσσανθή άνθη βρίσκονται περιμετρικά του ανθικού δίσκου και δίνουν την εντύπωση στεφάνης (πετάλων) απλού άνθους, ενώ τα σωληνανθή τα οποία είναι πολυάριθμα βρίσκονται στο κέντρο αυτού. Τα περιφερειακά τοποθετημένα, γλωσσανθή άνθη καλούνται και επιχείλια, ενώ τα σωληνανθή, τα οποία είναι τοποθετημένα παράλληλα μεταξύ τους και κάθετα στον ανθικό δίσκο, ονομάζονται και επιδίσκια άνθη. Συνήθως τα γλωσσανθή άνθη της ζέρμπερας

έχουν διαφορετικό χρώμα από αυτό των σωληνανθών. Κατά συνέπεια, η αισθητική εμφάνιση ενός ανθικού δίσκου ζέρμπερας δεν εξαρτάται από ένα μόνο χρώμα ή μία απόχρωση αλλά από τον συνδυασμό δύο χρωμάτων μεταξύ τους, καθώς και των αποχρώσεων αυτών. Τα συνήθη χρώματα των ανθέων της ζέρμπερας είναι το κόκκινο, το πορτοκαλί, το κίτρινο, το σωμόν, το ροζ, το μαύρο (στα επιδίσκια ανθίδια), το λευκό και οι διάφορες αποχρώσεις τους.

1.2 Πολλαπλασιασμός ζέρμπερας

Η ζέρμπερα από βοτανική άποψη μπορεί να πολλαπλασιασθεί είτε με σπόρο, είτε με διαίρεση του ριζώματός της, είτε με ιστοκαλλιέργεια (in vitro καλλιέργεια).

1.2.1 Πολλαπλασιασμός με σπόρο

Η ζέρμπερα χαρακτηρίζεται από μεγάλη γενετική ετερογένεια, με αποτέλεσμα οι σπόροι που παράγονται με ελεύθερη επικονίαση στην ύπαιθρο να δίνουν φυτά ανόμοια μεταξύ τους ως προς τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά και ιδιαίτερα ως προς το χρώμα, το σχήμα και το μέγεθος των ανθέων. Όπως είναι προφανές, τέτοια φυτά δεν μπορούν σε καμία περίπτωση να αποτελέσουν την παραγωγική βάση μιας σύγχρονης επιχειρηματικής καλλιέργειας ζέρμπερας. Γι' αυτό ο πολλαπλασιασμός της ζέρμπερας με σπόρο που έχει παραχθεί με ελεύθερη επικονίαση στην ύπαιθρο ή και σε θερμοκήπιο, εφαρμόζεται μόνο στις περιπτώσεις βελτιωτικών προγραμμάτων που αποσκοπούν στην παραγωγή νέων ποικιλιών.

Μία εναλλακτική δυνατότητα για λήψη γενετικά ομοιόμορφων φυτών από σπόρο είναι η παραγωγή F1 υβριδίων. Η δυνατότητα αυτή πράγματι υφίσταται και εφαρμόζεται στην πράξη από ορισμένους σποροπαραγωγικούς οίκους με επιτυχία. Ο πολλαπλασιασμός της ζέρμπερας με σπόρο F1 υβριδίων καθιστά δυνατή την παραγωγή σποροφύτων της ίδιας ποικιλίας, δηλαδή φυτών με τα ίδια μορφολογικά και άλλα χαρακτηριστικά, σε απεριόριστο αριθμό. Εντούτοις, το κόστος παραγωγής σπόρου υβριδίων ζέρμπερας, ιδιαίτερα για ορισμένες νέες ποικιλίες υψηλής εμπορικής αξίας, είναι τόσο υψηλό που προσεγγίζει ή ακόμη και ξεπερνά το κόστος της δημιουργίας νέων φυτών με ιστοκαλλιέργεια. Γι' αυτό, στις επιχειρηματικές καλλιέργειες ζέρμπερας για παραγωγή κομμένου λουλουδιού, η χρήση των F1 υβριδίων είναι πολύ λιγότερο διαδεδομένη από τον μικροπολλαπλασιασμό

1.2.2. Πολλαπλασιασμός με διαίρεση

Η ζέρμπερα σχηματίζει πολλά υπόγεια ριζώματα τα οποία φέρουν βλαστοφόρους οφθαλμούς πάνω τους και τα οποία κάποια στιγμή βλαστάνουν και δίνουν παραφυάδες. Οι παραφυάδες αυτές μπορούν να αφαιρεθούν και να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή νέων φυτών. Ένα καλά ανεπτυγμένο φυτό ζέρμπερας δίνει περίπου 10-12 παραφυάδες ανά έτος από τις οποίες προκύπτουν ισάριθμα νέα φυτά. Ο αριθμός αυτός όμως θεωρείται ανεπαρκής και ως εκ τούτου αυτή η μέθοδος αναπαραγωγής δεν είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για επιχειρηματικές καλλιέργειες. Η παραγωγικότητα ανά φυτό μπορεί να αυξηθεί εάν, παράλληλα με τις παραφυάδες, αξιοποιηθούν και τα υπόγεια ριζώματα που σχηματίζει η ζέρμπερα. Τα ριζώματα, αφού συλλεγούν, μπορούν να χωρισθούν σε τεμάχια μήκους 1,5-2,5 cm, με τρόπο ώστε κάθε τεμάχιο ριζώματος να φέρει πάνω του και έναν αριθμό λεπτών ριζιδίων. Τα τεμάχια φυτεύονται σε κιβώτια γεμισμένα με ένα καλό υπόστρωμα σποράς με τρόπο ώστε τα ριζίδια να καλύπτονται από το υπόστρωμα, ενώ ο σαρκώδης κύλινδρος να εφάπτεται πάνω του. Αφού ολοκληρωθεί αυτή η εργασία, τα φυτεμένα ριζώματα τοποθετούνται σε υδρονέφωση. Εφόσον η υγρασία διατηρείται συνεχώς σε υψηλά επίπεδα (γύρω στο 80-85%) και η θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 25° C, οι οφθαλμοί που υπάρχουν πάνω στα ριζώματα βλαστάνουν μέσα σε διάστημα 2 περίπου εβδομάδων. Μετά την εμφάνιση των πρώτων φυλλαρίων, τα φυτάρια μπορούν να μεταφερθούν σε ατομικά μέσα ανάπτυξης όπου αναπτύσσονται για 4-5 εβδομάδες ακόμη, μέχρι να αποκτήσουν μέγεθος κατάλληλο για μεταφύτευση στην οριστική τους θέση. Με τον τρόπο αυτό η παραγωγικότητα μπορεί να φθάσει τα 40-50 νέα φυτάρια ανά μητρικό φυτό ανά έτος.

Ο πολλαπλασιασμός με διαίρεση με τον τρόπο που περιγράφεται παραπάνω είναι σχετικά εύκολος και δίνει φυτά με απολύτως ταυτόσημη γενετική σύσταση. Στην σύγχρονη ανθοκομική πράξη όμως εφαρμόζεται όλο και σπανιότερα, δεδομένου ότι παρουσιάζει δύο σημαντικά μειονεκτήματα: Το πρώτο μειονέκτημα είναι ο μεγάλος κίνδυνος προσβολών από τον μύκητα *Phytophthora cryptogea* που υφίσταται κατά την διαδικασία της βλάστησης των ριζωμάτων. Ο μύκητας αυτός αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα των καλλιεργειών ζέρμπερας και καταπολεμάται πολύ δύσκολα όταν οι συνθήκες ευνοούν την ανάπτυξή του. Το δεύτερο σημαντικό μειονέκτημα της αναπαραγωγής της ζέρμπερας με διαίρεση είναι ο κίνδυνος διάδοσης διαφόρων

παρασιτικών ασθενειών και ιδιαίτερα ιώσεων οι οποίες μπορούν να μεταδοθούν εύκολα από γενεά σε γενεά μέσω των ριζωμάτων.

1.2.3. Πολλαπλασιασμός με ιστοκαλλιέργεια

Η μέθοδος αυτή η οποία είναι γνωστή και ως μικροπολλαπλασιασμός ή *in vitro* καλλιέργεια είναι αγενής και επομένως δίνει την δυνατότητα παραγωγής κλωνικών φυτών τα οποία είναι γενετικά απαράλλακτα και συνεπώς έχουν πλήρως ομοιόμορφη εμφάνιση . Επιπλέον με την μέθοδο αυτή τα θυγατρικά φυτά που παράγονται είναι απαλλαγμένα από ιούς και άλλα παθογόνα. Τέλος ένα ακόμη πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού ζέρμπερας είναι η ευκολία της, εφόσον υπάρχει η τεχνογνωσία και το κατάλληλα εξοπλισμένο εργαστήριο, η οποία δίνει την δυνατότητα παραγωγής φυταρίων για φύτευση οποιαδήποτε εποχή του έτους.



Εικόνα 2. Νεαρά φυτά ζέρμπερας προερχόμενα από μικροπολ/μο έτοιμα για μεταφύτευση.

1. 3. Εγκατάσταση της καλλιέργειας

Η προετοιμασία του εδάφους στο οποίο πρόκειται να φυτευτεί ζέρμπερα περιλαμβάνει κατά βάση τις ίδιες εργασίες που γίνονται πριν την φύτευση των περισσότερων ανθοκομικών καλλιέργειών παραγωγής δρεπτών ανθέων. Αρχικά διενεργούνται 1-2 οργώματα και ακολουθούν ένα φρεζάρισμα με στόχο τον ψιλοχωματισμό και την ισοπέδωση του εδάφους και η ενσωμάτωση των λιπασμάτων και της οργανικής ουσίας. Συχνά πριν την φύτευση μιας νέας καλλιέργειας το έδαφος απολυμαίνεται είτε με ατμό, είτε με βρωμιούχο μεθύλιο, είτε με κάποιο άλλο χημικό απολυμαντικό. Αφού ολοκληρωθεί η προετοιμασία του εδάφους, χαράσσονται οι γραμμές φύτευσης και τοποθετείται το σύστημα άρδευσης.

Εφόσον μετά την φύτευση η καλλιέργεια πρόκειται να υδρολιπαίνεται τακτικά, η βασική λίπανση θα πρέπει να αποσκοπεί κυρίως στην κάλυψη των αναγκών των φυτών σε φώσφορο και ίσως και σε ασβέστιο. Το ασβέστιο είναι αναγκαίο μόνο σε περιπτώσεις εδαφών που είναι φτωχά σε αυτό το θρεπτικό στοιχείο και αυτό συμβαίνει μόνο στις περιπτώσεις που το χώμα είναι αμμώδες, πολύ πλούσιο σε οργανική ουσία και έχει χαμηλό pH.

Οι ακριβείς ποσότητες λιπασμάτων που χορηγούνται κατά την βασική λίπανση της ζέρμπερας εξαρτώνται από τα δεδομένα της εκάστοτε καλλιέργειας, όπως η μηχανική σύσταση του εδάφους και η περιεκτικότητά του σε αφομοιώσιμα θρεπτικά στοιχεία όπως προκύπτει από μία χημική ανάλυση αυτού. Συγκεκριμένες συστάσεις με γενική ισχύ για όλες τις καλλιέργειες ζέρμπερας δεν μπορούν επομένως να υπάρξουν. Ενδεικτικά όμως μπορεί να προταθεί ένα σχήμα βασικής λίπανσης το οποίο περιλαμβάνει προσθήκη φωσφόρου σε ποσότητα 40-50 kg P₂O₅/στρέμμα. Αν το έδαφος είναι σχετικά φτωχό σε ασβέστιο ο φώσφορος είναι προτιμότερο να χορηγηθεί σε μορφή αραιού υπερφωσφορικού (200-250 kg ανά στρέμμα), δεδομένου ότι με το λίπασμα αυτό προστίθενται στο έδαφος και σημαντικές ποσότητες ασβεστίου. Αντίθετα, αν το έδαφος περιέχει επαρκείς ποσότητες ασβεστίου, ο φώσφορος είναι σκόπιμο να χορηγηθεί σε μορφή πυκνού υπερφωσφορικού (80-100 kg/στρέμμα). Άζωτο κατά την βασική λίπανση προστίθεται κατά κανόνα στο έδαφος σε μορφή οργανικής ουσίας (συνήθως κοπριά σε ποσότητα 5-8 kg/m² και σπανιότερα τύρφη ή άλλο οργανικό υλικό). Αν κριθεί σκόπιμη η χορήγηση αζώτου σε ανόργανη μορφή μπορούν να προστεθούν 10-15 kg/στρ. N. Τέλος, όσον αφορά

το κάλιο, 20-30 kg K₂O/στρέμμα (π.χ. 40-60 kg/στρέμμα κοκκώδες θειικό κάλιο) είναι συνήθως αρκετά κατά την βασική λίπανση.

Στο θερμοκήπιο η ζέρμπερα μπορεί να φυτευτεί οποιαδήποτε εποχή του έτους, ανάλογα με τον προγραμματισμό παραγωγής κάθε επιχείρησης. Κατά κανόνα όμως η φύτευση γίνεται είτε από τα μέσα του καλοκαιριού μέχρι και τον Σεπτέμβριο (θερινή φύτευση) είτε προς το τέλος του χειμώνα με αρχές Άνοιξης (χειμερινή φύτευση).

Η ζέρμπερα φυτεύεται σε αλίες (βραγιές). Οι αλίες διαχωρίζονται μεταξύ τους με διαδρόμους πλάτους 60-80 cm. Κάθε αλία περιλαμβάνει 2-4 γραμμές φυτών. Τα τελευταία χρόνια οι περισσότεροι παραγωγοί ζέρμπερας προτιμούν να φυτεύουν σε αλίες με δύο γραμμές φυτών. Οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών πάνω σε κάθε γραμμή φύτευσης μπορούν είτε να είναι ίσες είτε μικρότερες από τις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών κάθε αλίας. Στην πρώτη περίπτωση οι αποστάσεις φύτευσης κυμαίνονται από 25X25 έως 30X30 cm. Στην δεύτερη περίπτωση οι αποστάσεις μεταξύ των φυτών πάνω στις γραμμές φύτευσης κυμαίνονται μεταξύ 25-30 cm ενώ οι γραμμές κάθε αλίας απέχουν μεταξύ τους 30-40 cm. Ανάλογα με τον αριθμό των γραμμών με φυτά σε κάθε αλία, τις αποστάσεις φύτευσης και το πλάτος των διαδρόμων που επιλέγονται κάθε φορά η πυκνότητα φύτευσης κυμαίνεται από 6-8 φυτά/m² (6.000-8.000 φυτά/στρέμμα).

Κατά την μεταφύτευση των φυταρίων ζέρμπερας στην οριστική θέση καλλιέργειάς τους θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο βάθος φύτευσης. Αν τα φυτά φυτευθούν βαθύτερα από την επιφάνεια του εδάφους που περιβάλλει τον λαιμό τους, αυξάνεται σημαντικά ο κίνδυνος προσβολής τους από παθογόνα εδάφους και ιδιαίτερα από τους μύκητες *Phytophthora cryptogea* και *Pythium sp.* οι οποίοι προκαλούν σήψη του λαιμού των φυτών. Η αβαθής φύτευση όμως μπορεί επίσης να προκαλέσει προβλήματα, δεδομένου ότι σε μία τέτοια περίπτωση ο λαιμός του φυτού βρίσκεται ολοκληρωτικά εκτός του εδάφους, με συνέπεια οι ρίζες της ζέρμπερας να κινδυνεύουν σοβαρά να υποστούν ζημιά. Γι' αυτό τα νεαρά φυτά της ζέρμπερας κατά την μεταφύτευση θα πρέπει να φυτεύονται είτε στο ίδιο επίπεδο με το έδαφος που τα περιβάλλει είτε ελαφρώς ψηλότερα.

Λόγω του μεγάλου κινδύνου που διατρέχει η ζέρμπερα να προσβληθεί από τα παθογόνα (*Phytophthora cryptogea* και *Pythium sp.* τα οποία προκαλούν σήψη του λαιμού, συχνά το έδαφος υπερυψώνεται κατά μήκος των γραμμών φύτευσης, ώστε να σχηματισθούν αναχώματα (σαμάρια) ύψους 5-10 cm. Η φύτευση σε υπερυψωμένα αναχώματα

διευκολύνει την στράγγιση στην περιοχή του λαιμού των φυτών, με συνέπεια να μειώνεται η υγρασία στην ευαίσθητη για τα φυτά αυτή περιοχή και συνεπώς να αποφεύγεται η δημιουργία συνθηκών κατάλληλων για την ανάπτυξη των δύο προαναφερθέντων φυκομυκήτων.

1.4. Συνθήκες περιβάλλοντος στο θερμοκήπιο

Όταν η ζέρμπερα βρίσκεται σε παραγωγική φάση, οι άριστες θερμοκρασίες ανάπτυξής της κυμαίνονται μεταξύ 15-17° C την νύχτα και 21-24° C την ημέρα. Κατά την διάρκεια του βλαστικού σταδίου ανάπτυξής της όμως, χαμηλότερες νυχτερινές θερμοκρασίες (γύρω στους 13° C) διαγείρουν την βλαστική ανάπτυξη των φυτών με αποτέλεσμα να παράγονται αργότερα περισσότερα άνθη. Μολονότι η ζέρμπερα είναι ένα ήπια θερμοαπαιτητικό φυτό, η διατήρηση της νυχτερινής θερμοκρασίας σε ακόμη χαμηλότερα από τα προαναφερθέντα επίπεδα (μέχρι και 10° C) γίνεται καλά ανεκτή και δεν προκαλεί μεγάλες απώλειες στις αποδόσεις. Σε περίπτωση μάλιστα που η θερμοκρασία του εδάφους είναι σχετικά υψηλή (πάνω από 20° C), η νυχτερινή θερμοκρασία μπορεί να μειωθεί στα προαναφερθέντα επίπεδα χωρίς να ελαττωθούν οι αποδόσεις. Εφόσον υπάρχει η δυνατότητα θέρμανσης του ριζοστρώματος των φυτών η θερμοκρασία της νύχτας τον χειμώνα μπορεί να διατηρηθεί σε πολύ χαμηλά επίπεδα (10-12° C) χωρίς να επηρεασθούν αρνητικά οι αποδόσεις.

Η ζέρμπερα μπορεί να ανθίσει οποιαδήποτε εποχή του έτους, ανεξάρτητα από την φωτοπερίοδο. Παλιότερες πειραματικές εργασίες δεν έδειξαν καμία διαφορά στον χρόνο άνθησης που να σχετίζεται με την φωτοπερίοδο (Stinson, 1957). Από ορισμένες πρόσφατες πειραματικές εργασίες όμως (Lin and French, 1985; Leffring, 1981), προκύπτει το συμπέρασμα ότι υπάρχουν ποικιλίες ζέρμπερας, όπως η «Orange Nassau» και η «Fabiola», οι οποίες δίνουν σημαντικά υψηλότερες αποδόσεις (μέχρι και διπλάσιες) σε συνθήκες βραχείας φωτοπεριόδου. Η θετική επίδραση της βραχείας φωτοπεριόδου στην παραγωγή ανθέων ζέρμπερας εκδηλώνεται κυρίως όταν η νυχτερινή θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο είναι χαμηλή (μικρότερη από 13° C) Αντίθετα, όταν η νυχτερινή θερμοκρασία είναι υψηλή, όπως συμβαίνει το καλοκαίρι, η μικρή διάρκεια ημέρας είναι λιγότερο αποτελεσματική.

Η ζέρμπερα είναι φωτόφιλο φυτό. Υψηλές εντάσεις φωτισμού διαγείρουν τον σχηματισμό πλευρικών βλαστών με ιδιαίτερα ευνοϊκά αποτελέσματα για την

παραγωγικότητα των φυτών. Σε περιοχές όπου τον χειμώνα η ηλιοφάνεια είναι χαμηλή, η παροχή τεχνητού φωτισμού κατά την διάρκεια της ημέρας με στόχο την αύξηση της αφομοιωτικής ικανότητας των φυτών μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των αποδόσεων και να βελτιώσει την ποιότητα των παραγομένων ανθέων (μακρύτερα ανθικά στελέχη, ανθοκεφαλές μεγαλύτερης διαμέτρου). Όταν υπάρχει εγκατάσταση παροχής τεχνητού φωτισμού, αυτή θα πρέπει να τίθεται σε λειτουργία μόλις η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει πάνω από την κόμη των φυτών πέφτει κάτω από τις 3.000 lx. Σε όλα σχεδόν τα κέντρα θερμοκηπιακών καλλιεργειών της Ελλάδος όμως η ηλιοφάνεια τις περισσότερες ημέρες του χειμώνα είναι ικανοποιητική. Κατά συνέπεια, η εγκατάσταση συστήματος παροχής τεχνητού φωτισμού στις καλλιέργειες ζέρμπερας της χώρας μας, με στόχο την αύξηση της αφομοιωτικής τους ικανότητας κατά την ψυχρή εποχή του έτους συνήθως δεν είναι σκόπιμη από οικονομική άποψη.

Η σχετική υγρασία (Σ.Υ.) δεν θα πρέπει να είναι χαμηλότερη από 60% ούτε να υπερβαίνει το 85% μέσα στα θερμοκήπια που καλλιεργούνται με ζέρμπερα. Ειδικά κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών αμέσως μετά την μεταφύτευση και εφόσον η θερμοκρασία του αέρα είναι ικανοποιητική, η Σ.Υ. μπορεί να φθάνει μέχρι 90%. Υψηλότερες τιμές από τις προαναφερθείσες προκαλούν σοβαρά προβλήματα προσβολών από φυτόφθορα στην περιοχή του λαιμού των φυτών και από βοτρυτή στα άνθη και στα ανθικά στελέχη.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αποδόσεις της ζέρμπερας αυξάνονται όταν χορηγείται διοξείδιο του άνθρακα σε συγκεντρώσεις μέχρι 700-800 ppm CO₂. Εντούτοις, πολλές ποικιλίες ζέρμπερας, σε συγκεντρώσεις CO₂ μεγαλύτερες από 800 ppm παρουσιάζουν συμπτώματα φυτοτοξικότητας και συγκεκριμένα χλωρώσεις, κηλιδώσεις και τελικά νεκρώσεις των φύλλων με συνέπεια την σημαντική μείωση της παραγωγής. Γι' αυτό στις καλλιέργειες ζέρμπερας, ανθρακολίπανση θα πρέπει να εφαρμόζεται μόνον εφόσον είναι γνωστή η συμπεριφορά των ποικιλιών που θα καλλιεργηθούν έναντι της χορήγησης CO₂.

1.5. Καλλιεργητικές Φροντίδες

Οι σημαντικότερες καλλιεργητικές φροντίδες που παρέχονται στην ζέρμπερα είναι η άρδευση, η επιφανειακή λίπανση, το κλάδεμα και η συγκομιδή. Παράλληλα θα πρέπει να λαμβάνονται και όλα τα αναγκαία μέτρα φυτοπροστασίας τα οποία θα πρέπει να αποσκοπούν στην προστασία της ζέρμπερας από τον μύκητα *Phytophthora cryptogea* από

τους τετράνυχους και από διάφορες εντομολογικές προσβολές. Όσον αφορά τις εντομολογικές ασθένειες, τα σημαντικότερα προβλήματα στην ζέρμπερα τα προκαλούν ο αλευρώδης, ο θρίπας και η λιριόμυζα.

1.5.1. Άρδευση

Τα φυτά ζέρμπερας, λόγω του χαμηλού τους ύψους και γενικά λόγω της περιορισμένης βλαστικής ανάπτυξης σε σύγκριση με άλλα, υψίκορμα καλλωπιστικά φυτά, δεν καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες νερού. Στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδος, η καθαρή ημερήσια κατανάλωση νερού ενός πλήρως ανεπτυγμένου φυτού ζέρμπερας κατά την διάρκεια ημερών με μέτρια έως υψηλή ηλιοφάνεια κυμαίνεται μεταξύ 0,2-0,5 λίτρα ανά φυτό και ημέρα, ενώ σε περιόδους με νεφελώδη καιρό δεν ξεπερνά τα 0,1-0,2 λίτρα ανά φυτό και ημέρα. Αυτό σημαίνει ότι μία καλλιέργεια ζέρμπερας ενός στρέμματος με πυκνότητα φύτευσης 6.000 φυτών/στρέμμα σε περιόδους με μέτρια έως έντονη ηλιοφάνεια καταναλώνει νερό σε ποσότητα περίπου 1,2-3 m³/ημέρα, ανάλογα με τις εκάστοτε καιρικές συνθήκες και την εποχή του έτους. Σε περιόδους όμως με χαμηλή ηλιοφάνεια και υγρό καιρό, η κατανάλωση νερού ανά στρέμμα κυμαίνεται γύρω στα 0,5 m³/ημέρα και σε κάθε περίπτωση δεν ξεπερνά το 1 m³/ημέρα. Η καλύτερη μέθοδος χορήγησης νερού στις καλλιέργειες ζέρμπερας είναι η άρδευση με σταγόνα.

Μία σημαντική λεπτομέρεια στην οποία θα πρέπει να δίνεται προσοχή κατά την άρδευση της ζέρμπερας είναι ο τρόπος τοποθέτησης των σταλακτών κατά μήκος των γραμμών φύτευσης. Συγκεκριμένα, λόγω της μεγάλης ευαισθησίας που παρουσιάζει η ζέρμπερα στις προσβολές από φυτόφθορα, οι σταλάκτες θα πρέπει να μην βρίσκονται κοντά στο λαιμό του φυτού, έτσι ώστε η υγρασία στα σημεία αυτά του εδάφους να μην είναι υψηλή.

1.5.2.. Επιφανειακή λίπανση

Στις σύγχρονες καλλιέργειες ζέρμπερας η επιφανειακή λίπανση των φυτών διενεργείται μέσω προσθήκης υδατοδιαλυτών λιπασμάτων στο νερό άρδευσης (υδρολίπανση). Τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν εφαρμόζεται **συνεχής τροφοδότηση**, δηλαδή χορήγηση θρεπτικών στοιχείων σε σταθερές συγκεντρώσεις κάθε φορά που γίνεται άρδευση. Οι συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων που συνιστώνται για την υδρολίπανση της ζέρμπερας παρατίθενται στον Πίνακα που ακολουθεί..

Συνιστώμενες συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα κατά την υδρολίπανση καλλιεργειών ζέρμπερας στο έδαφος οι οποίες αρδεύονται με σταγόνα.

Θρεπτικό στοιχείο	N	P	K	Mg
mg/l	125	18	175	25

1.5.3. Κλάδεμα

Η ζέρμπερα δεν έχει ανάγκη από κάποιο κλάδεμα εκτός από την αφαίρεση των παλιών, γηρασμένων φύλλων και κυρίως αυτών που έχουν ήδη νεκρωθεί. Τα φύλλα αυτά δεν φωτοσυνθέτουν πλέον και δεν έχουν καμία χρησιμότητα για το φυτό. Αντίθετα, το εκθέτουν σε κινδύνους προσβολών από κρυπτογαμικές ασθένειες που ευνοούνται από την υγρασία, επειδή λειτουργούν σαν σφουγγάρι συγκεντρώνοντας στη μάζα τους σημαντικές ποσότητες υγρασίας. Σύμφωνα όμως με πειραματικά δεδομένα (Loeser και Essig, 1984), η τακτική αφαίρεση παλιών, αλλά ακόμη φωτοσυνθετικά ενεργών φύλλων δεν φαίνεται να είναι σκόπιμη, έστω και αν αυτά, λόγω της αντισταθμιστικής δράσης της αναπνοής, έχουν σχεδόν μηδενικό ρυθμό καθαρής αφομοίωσης.

1.5.4. Συγκομιδή

Η συγκομιδή των ανθέων ζέρμπερας στο θερμοκήπιο ξεκινάει 2-3 μήνες περίπου μετά την φύτευση της καλλιέργειας. Ο ακριβής χρόνος που απαιτείται για την ωρίμανση των ανθέων σε μεγάλο βαθμό αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα της ποικιλίας, ενώ μέσα σε κάποια όρια επηρεάζεται και από τις συνθήκες καλλιέργειας (θερμοκρασία, φωτισμός, χορήγηση CO₂, κ.λπ.). Οι ανθοκεφαλές της ζέρμπερας θεωρούνται ώριμες για συγκομιδή μόλις εμφανισθεί γύρη στον δεύτερο κύκλο των σωληνανθών ανθέων του κυκλικού δίσκου. Πρωιμότερη κοπή δεν συνιστάται γιατί οι ανθοκεφαλές δεν έχουν αποκτήσει ακόμη το τελικό τους μέγεθος και την εμφάνιση που απαιτείται για να ενταχθούν στην Α' ποιοτική κατηγορία. Από την άλλη πλευρά, η συγκομιδή των ανθοκεφαλών της ζέρμπερας μετά από αυτό το στάδιο ανάπτυξης οδηγεί στην συλλογή ανθέων με μικρή διάρκεια ζωής τα οποία στην αγορά αξιολογούνται ως υπερώριμα και κατατάσσονται στην Β' ποιοτική κατηγορία.



Εικόνα 3. Ανθισμένη ζέρμπερα σε στάδιο συγκομιδής

Σε ορισμένες περιπτώσεις και εφόσον η πρώιμη παραγωγή δεν είναι καθοριστικής σημασίας στόχος, είναι σκόπιμο το πρώτο άνθος να αφαιρείται πριν ωριμάσει και να απορρίπτεται, ώστε να ευνοηθεί η αρχική βλαστική ανάπτυξη της καλλιέργειας και να ληφθεί αυξημένη συνολική παραγωγή από κάθε φυτό.

Η κοπή των ανθοκεφαλών της ζέρμπερας είναι καλύτερα να μην γίνεται με ψαλίδι αλλά με το χέρι. Η χειρωνακτική κοπή επιτυγχάνεται με θραύση του ανθοφόρου μίσχου ακριβώς στη βάση του, δηλαδή στο σημείο από το οποίο εκπτύσσεται και με το οποίο συνδέεται με το ρίζωμα του φυτού. Για να αφαιρεθεί η ανθοκεφαλή από το φυτό, το ανθικό στέλεχος πιάνεται με το χέρι στην περιοχή που αντιστοιχεί περίπου στο μέσο του μήκους του και στη συνέχεια του ασκείται απότομα ροπή προς τα πλάγια και λίγο προς τα κάτω, με συνέπεια να σπάει στη βάση του, δηλαδή στην περιοχή έκφυσής του από το φυτό. Με τον τρόπο αυτό δεν μένει κανένα υπόλειμμα ανθικού μίσχου πάνω στο φυτό. Αυτός ο τρόπος αφαίρεσης των ανθέων της ζέρμπερας ενώ μειώνει τους κινδύνους προσβολών από μύκητες, εμπερικλείει ένα μικρό ρίσκο πρόκλησης μηχανικής βλάβης στο φυτό. Ειδικότερα, η βλάβη που μπορεί να προκληθεί όταν τα άνθη συλλέγονται με αυτόν τον τρόπο είναι η εκρίζωση του φυτού, ιδιαίτερα όταν αυτό είναι νεαρό και το ριζικό του σύστημα δεν έχει αγκυροβολήσει ακόμη καλά στο έδαφος. Γι' αυτό, ειδικά κατά τις

αρχικές συλλογές ανθέων σε μία νέα καλλιέργεια ζέρμπερας, παράλληλα με την αφαίρεση της ανθοκεφαλής που γίνεται με το ένα χέρι, με το άλλο χέρι θα πρέπει να παρέχεται αντιστήριξη στο φυτό. Ειδικά μάλιστα η πρώτη συγκομιδή ανθέων ζέρμπερας, ίσως είναι σκόπιμο να γίνεται με ψαλίδι.

Η συχνότητα συγκομιδής σε μία καλλιέργεια ζέρμπερας ανέρχεται συνήθως στις 2-3 φορές ανα εβδομάδα. Τον χειμώνα η συχνότητα συγκομιδής είναι γενικά μικρότερη, δεδομένου ότι η μικρή διάρκεια ημέρας σε συνδυασμό με την χαμηλότερη ηλιοφάνεια έχουν σαν συνέπεια την βραδύτερη ανάπτυξη των φυτών. Από τον Μάιο μέχρι τον Οχτώβριο αντίθετα, τα άνθη θα πρέπει να συγκομίζονται συχνότερα. Ιδιαίτερα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες ζέρμπερας της νότιας Ελλάδας, κατά τους θερμούς μήνες του έτους θα πρέπει να διενεργείται συλλογή ανθέων κάθε δεύτερη ημέρα.

Οι αποδόσεις μίας καλλιέργειας ζέρμπερας εξαρτώνται τόσο από την ποικιλία όσο και από τις συνθήκες καλλιέργειας. Οι τυπικές μεγανθείς ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα, δίνουν αρκετά υψηλή παραγωγή εφόσον αναπτύσσονται σε σύγχρονα θερμοκήπια όπου τους παρέχονται οι κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, κ.λπ. και οι καλλιεργητικές φροντίδες (άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία) γίνονται σωστά και έγκαιρα. Στην Ολλανδία τέτοιες καλλιέργειες δίνουν ετήσια παραγωγή που φθάνει τα 150-200 άνθη/m² όταν η φύτευση έχει γίνει στο έδαφος, ενώ στις υδροπονικές καλλιέργειες σε πετροβάμβακα αναφέρονται παραγωγές μέχρι και 250 άνθη/m². Μεμονωμένες ποικιλίες μάλιστα έχει παρατηρηθεί να δίνουν ακόμη υψηλότερες ετήσιες παραγωγές, όπως π.χ. η πορτοκαλόχρωμη ποικιλία ‘Sire’ η οποία όταν καλλιεργείται στο έδαφος αγγίζει τα 260 άνθη/m² ενώ όταν φυτεύεται σε πετροβάμβακα αποδίδει 300 άνθη/m² ετησίως.

1.5.5. Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί

Μετά την αποκοπή του άνθους της ζέρμπερας από το φυτό, το κατώτερο τμήμα του μίσχου σε μήκος 5-8 cm θα πρέπει να αφαιρείται με ένα ψαλίδι και να απομακρύνεται. Η μετακίνηση του νερού στο κατώτερο αυτό τμήμα του μίσχου συντελείται πιο αργά σε σύγκριση με το υπερκείμενο μέρος. Γι αυτό, τα άνθη της ζέρμπερας που διατηρούν το κατώτερο αυτό τμήμα του μίσχου μετά την συλλογή τους από το μητρικό φυτό χάνουν σύντομα την ορθοτενή εμφάνιση και τείνουν να πλαγιαίνουν ευκολότερα όταν τοποθετούνται στο ανθοδοχείο, ενώ η μετασυλλεκτική τους διατηρησιμότητα είναι γενικά βραχύτερη.

Μετά την συγκομιδή τους και την αφαίρεση του κατώτερου τμήματος του μίσχου τα άνθη της ζέρμπερας ταξινομούνται σε ποιοτικές κατηγορίες ανάλογα με το μήκος του στελέχους τους, την διάμετρο του ανθικού δίσκου τους καθώς και την γενικότερη εμφάνισή τους. Η ταξινόμηση και η συσκευασία των λουλουδιών θα πρέπει να διενεργείται σε χώρους δροσερούς, σκιερούς και ελεύθερους από ρεύματα αέρα. Κατά την ταξινόμηση τα άνθη συσκευάζονται σε ειδικά χαρτόνια τα οποία φέρουν κατάλληλες υποδοχές (ανοίγματα), ώστε οι ανθοκεφαλές να παραμένουν ανοιχτές και να μην αλληλοεπικαλύπτονται και υποβαθμίζεται η εμφάνισή τους. Στη συνέχεια τα άνθη τοποθετούνται όρθια με το κατώτερο μέρος των μίσχων τους μέσα σε δοχεία τα οποία περιέχουν ρυθμιστικό διάλυμα (αρχικό διάλυμα συντήρησης) και παραμένουν εκεί για 6-24 ώρες με στόχο να διατηρηθεί για μεγαλύτερο χρόνο η καλή τους εμφάνιση και να αυξηθεί η διατηρησιμότητά τους στο ανθοδοχείο. Σχετικά με την σύσταση του ρυθμιστικού αυτού διαλύματος υπάρχουν ορισμένες εναλλακτικές δυνατότητες. Σε κάθε περίπτωση όμως ως βάση χρησιμοποιείται διάλυμα σακχαρόζης 9% (w/v), παρασκευασμένο κατά προτίμηση με αποσταγμένο ή απιονισμένο νερό στο οποίο προστίθεται και ένας αντιμικροβιακός παράγοντας, όπως π.χ. διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (χλωρίνη). Συνήθως για την συντήρηση της ζέρμπερας χρησιμοποιείται ένα από δύο παραπλήσια σύστασης συντηρητικά διαλύματα. Το πρώτο είναι ένα ρυθμιστικό διάλυμα για αρχική προετοιμασία το οποίο χρησιμοποιείται κατά τις πρώτες 6-24 ώρες μετά την συλλογή των ανθέων. Το δεύτερο χρησιμοποιείται μετά, με στόχο την καλύτερη συντήρηση των φυτών στους χώρους διακίνησης και εμπορίας καθώς και την επιμήκυνση της ζωής τους στα ανθοδοχεία των καταναλωτών. Η σύσταση των δύο αυτών διαλυμάτων παρατίθεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1 : Σύνθεση διαλυμάτων για μετασυλλεκτική συντήρηση των δρεπτών ανθέων ζέρμπερας. Οι ουσίες με αύξοντες αριθμούς 3 και 4 χρησιμοποιούνται διαζευκτικά (μία από τις δύο).

A/A	Αρχικό ρυθμιστικό διάλυμα		Διάλυμα μακροχρόνιας συντήρησης	
	Χημική ουσία	Ποσότητα	Χημική ουσία	Ποσότητα
1.	Σακχαρόζη	9 g/l	Σακχαρόζη	3 g/l
2.	Κιτρικό οξύ	150 mg/l	Κιτρικό οξύ	150 mg/l
3.	δισόξινο φωσφορικό κάλιο (K ₂ HPO ₄ ·7H ₂ O)	75 mg/l	δισόξινο φωσφορικό κάλιο (K ₂ HPO ₄ ·7H ₂ O)	75 mg/l
4.	κιτρική (ή θειική) 8-υδροξυκινολεΐνη	200 mg/l	κιτρική (ή θειική) 8-υδροξυκινολεΐνη	200 mg/l
5.	ή 5 % υποχλωριώδες νάτριο (χλωρίνη)	7 ml/l	ή 5 % υποχλωριώδες νάτριο (χλωρίνη)	7 ml/l

Η μεταφορά των ανθέων από τον τόπο παραγωγής τους στις αγορές γίνεται μέσα σε ειδικά κουτιά από χαρτόνι. Τα χαρτοκιβώτια που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά λουλουδιών χρυσανθέμου θα πρέπει να έχουν το κατάλληλο μέγεθος και να φέρουν ανοίγματα στα πλάγια για εξαερισμό. Οι μίσχοι των ανθέων της ζέρμπερας τείνουν να κάμπτονται μέσα στα κουτιά συσκευασίας. Γι' αυτό το λόγο κατά την μεταφορά τους τα χαρτονένια κουτιά μέσα στα οποία είναι συσκευασμένα τα άνθη θα πρέπει να τοποθετούνται όρθια. Για τον ίδιο λόγο, όρθια θα πρέπει επίσης να τοποθετούνται τα άνθη και στους χώρους εμπορίας τους.

Ο χρόνος διατήρησης των ανθέων ζέρμπερας μετά την συλλογή τους σε μεγάλο βαθμό ελέγχεται γενετικά και επομένως αποτελεί χαρακτηριστικό των καλλιεργούμενων ποικιλιών. Εκτός όμως από την ποικιλία, σημαντική επίδραση στον χρόνο ζωής των ανθέων ζέρμπερας έχουν και οι παράγοντες του περιβάλλοντος, τόσο πριν όσο και μετά την συλλογή τους. Σε αυτούς συγκαταλέγονται η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η ένταση του φωτισμού, τα επίπεδα CO₂ καθώς και η ύπαρξη αιθυλενίου στην ατμόσφαιρα που περιβάλλει τα άνθη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

Μελέτη υποστρωμάτων και υποδοχέων υποστρώματος καλλιέργειας ζέρμπερας εκτός εδάφους

1. Εισαγωγή

Η υδροπονική καλλιέργεια κηπευτικών και ανθοκομικών φυτών στα θερμοκήπια κερδίζει συνεχώς έδαφος στις χώρες τις Βόρειας Ευρώπης. Για την υδροπονική καλλιέργεια ανθέων χρησιμοποιούνται διάφορα αδρανή υποκατάστατα του εδάφους όπως ο περλίτης, ο πετροβάμβακας ή οργανικά (τύρφη, coco-soil κ.α.). Η τεχνική αυτή παρουσιάζει ενδιαφέρον και για τις Μεσογειακές χώρες και αρκετοί ερευνητές ασχολούνται τελευταία με την αξιολόγηση ντόπιων και εισαγόμενων υποστρωμάτων.

Έτσι σε πειραματική καλλιέργεια ζέρμπερας που έγινε στο Κέντρο Έρευνας Μακεδονίας-Θράκης (Μαλούπα, 1994 σε διάφορα τοπικής προέλευσης αδρανή υποκατάστατα του εδάφους (περλίτης, ζεόλιθος, άμμος και Rock-Wool), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι υψηλότερες αποδόσεις βρίσκονταν στον περλίτη και το ζεόλιθο με καλύτερα ποιοτικά άνθη στον πρώτο. Τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα κρίνονται πολύ ικανοποιητικά και συνίσταται η εφαρμογή τους σε εμπορική κλίμακα.

Επίσης σε πείραμα που έγινε στο Τ.Ε.Ι Ηρακλείου (Μανιός και Παπαδημητρίου, 1994) σε υδροπονική καλλιέργεια ζέρμπερας και τομάτας με αδρανή υποστρώματα και μίγμα αυτών με τύρφη (περλίτης, Rock-Wool, ξεπλυμένη ελαφρόπετρα/τύρφη 85-15%), έδωσαν όλα τα υποστρώματα ικανοποιητικά αποτελέσματα χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Σ' άλλο πείραμα που έγινε στο "Institute Sperimentale per l'Orticoltura της Ιταλίας με καλλιέργειες ζέρμπερας διαφόρων ποικιλιών σε υδροπονική καλλιέργεια ανοιχτού και κλειστού συστήματος διαπιστώθηκε ότι, μεγαλύτερη παραγωγή λουλουδιών απ' όλη την καλλιέργεια έδωσε το ανοικτό τύπου σύστημα σε σχέση με το κλειστό τύπου. Επίσης μεγαλύτερη παραγωγή έδωσε κατά την διάρκεια του χειμώνα το σύστημα ανοικτού τύπου. Καλύτερα αποτελέσματα λήφθηκαν με χρήση του περλίτη σε σχέση με το Rock-Wool, κατά την διάρκεια του χειμώνα αλλά δεν ήταν ιδιαίτερα σημαντικά σε ολόκληρο το κύκλο της παραγωγής.

Επίσης στο Κ.Γ.Ε.Μ.Θ. σε υδροπονική καλλιέργεια ζέρμπερας στην οποία χρησιμοποιήθηκαν διάφορα υποστρώματα και μίγματα αυτών, τα καλύτερα αποτελέσματα πάρθηκαν από το μίγμα τύρφη : περλίτη 1:1 όσον αφορά την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών καθώς και την παραγωγή και την ποιότητα των ανθέων σε σχέση με τα λοιπά υποστρώματα (Miliad N.F. , Maloupa E., and Gerasopoulos D., 1995).

Η ΛΑΒΑ μεταλλευτική και λατομική Α Ε στην προσπάθεια της για τη συνεχή διερεύνηση και ανάπτυξη των προϊόντων της, συμμετέχει σε συνεργασία με πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα από όλη την Ευρώπη σε ευρωπαϊκά και εθνικά ερευνητικά προγράμματα προώθησης νέων φυσικών πρώτων υλών σε εξειδικευμένες βιομηχανικές εφαρμογές. Μια σειρά πειραματικών καλλιεργειών σε υποστρώματα με βάση τα διάφορα κλάσματα της ελαφρόπετρας απέδειξε ότι αυτή αποτελεί το ιδανικό ανόργανο συστατικό για υποστρώματα με ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη των φυτών και την βελτιστοποίηση της παραγωγής τους. Με την εφαρμογή κατάλληλων αρδεύσεων εξασφαλίζει στο ριζικό σύστημα των φυτών καλό αερισμό και επάρκεια νερού. Τέλος σύμφωνα με τα πρώτα πειράματα της εταιρείας που παράγει το Coco-soil, το υλικό αυτό παρουσιάζεται εφάμιλλο έως καλύτερο του ευρέως γνωστού για τις υδροπονικές καλλιέργειες Rock-Wool (Dutch plantin 1997).

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1. Χρησιμοποιούμενα υλικά-σύνθεση υποστρωμάτων.

Κατά την εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν δύο υλικά και έγινε παρασκευή πέντε υποστρωμάτων.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν :

- Ξεπλυμένη ελαφρόπετρα η οποία λήφθηκε από μη κλασματοποιημένο υλικό, από μάντρα οικοδομικών υλικών Ηρακλείου.
- Coco soil προελεύσεως Sri Lanka που διατίθεται από την εταιρεία Dutch plantin μέσω τοπικών αντιπροσώπων.

Σύνθεση υποστρωμάτων

ΥΛΙΚΑ	1 ^ο	2 ^ο	3 ^ο	4 ^ο	5 ^ο
COCO SOIL	100%	75%	50%	25%	–
ΕΛΑΦΡΟΠΕΤΡΑ	–	25%	50%	75%	100%

2.2. Διαμόρφωση χώρου

Το πείραμα μπήκε σε εφαρμογή τον Μάρτιο 1999. Οι αρχικές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον Ιούνιο του 99' - Αύγουστο 00'. Αυτό εκτελέστηκε σ' ένα τμήμα θερμοκηπίου, του εργαστηρίου Ανθοκομίας στο Αγρόκτημα Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου.

Το θερμοκήπιο που χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση του πειράματος ήταν τύπου Διακάκη Ιεράπετρας και μη θερμαινόμενο, πολλύρικο, με 5μ κάθε πυραμίδα και ύψος υδροροής 3μ. Διέθετε πλευρικό αερισμό σε κάθε πλευρά καθώς αερισμό οροφής. Για τον δροσισμό του θερμοκηπίου λειτουργούσε σύστημα υδρονέφωσης το οποίο σε συνεργασία με τις κουρτίνες σκίασης, αποσκοπούσε στην μείωση της θερμοκρασίας κατά την περίοδο της άνοιξης.

Επεμβάσεις που προηγήθηκαν στο χώρο του θερμοκηπίου πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας :

- Καθαρισμός και ισοπέδωση του χώρου για καλύτερη λειτουργικότητα και ευκολότερη τοποθέτηση των διάφορων τύπων υποδοχέων που συμμετείχαν στο πείραμα.
- Δημιουργία τάφρου απομάκρυνσης απορρεόντων νερών.
- Κάλυψη της επιφάνειας από πλαστικό φύλλο (γαλακτώδες χρώματος στην επάνω πλευρά και μαύρου στην κάτω), για τους εξής λόγους :
 - α. Καλύτερη καθαριότητα του χώρου.
 - β. Αποφυγή ανάπτυξης ζιζανίων στο χώρο του πειράματος.
 - γ. Εξασφάλιση καλύτερου φωτισμού στα κάτω τμήματα των φυτών, λόγω του γαλακτώδες χρώματος στην πάνω επιφάνεια δημιουργείται μεγάλη αντανάκλαση του ηλιακού φωτός. (Μανιός 1992.)
 - δ. Παρεμπόδιση ασθενειών του εδάφους.



Εικόνα 1. Αρχική εγκατάσταση ζέρμπερας

2.3. Υποδοχείς

Σ' όλη την καλλιέργεια χρησιμοποιήθηκαν μεταλλικοί υποδοχείς, από σίδηρο Φ8 οικοδομής όπου ηλεκτροσυγκολλήθηκαν με τις κατάλληλες παραμέτρους ώστε ο κάθε ένας υποδοχέας να έχει χωρητικότητα 6 γλάστρες ή αντίστοιχα να ακουμπάει πάνω στον μεταλλικό υποδοχέα ο σάκος. Οι διαστάσεις που μπορούν να δοθούν είναι ανάλογες του χώρου προς εκμετάλλευση, καθώς και τις απαιτήσεις της καλλιέργειας ως προς τις ανάλογες καλλιεργούμενες φροντίδες (π.χ. συγκομιδή).

Στο πείραμα μια ποικιλία ζέρμπερας (Ducati), η οποία διέθετε τα εξής χαρακτηριστικά

- Κόκκινο χρώμα (ζωηρό)
- Μέσης διαμέτρου ανθικής κεφαλής (8-10 cm)
- Απλό άνθος (τύπου μαργαρίτας)
- Υψηλής παραγωγικότητας
- Καλής ποιότητας ύψος στελεχών (40-60 cm)
- Καλής διαθεσιμότητας στο βάζο.

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα ήταν των πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων και περιελάμβανε τα πέντε διαφορετικά υποστρώματα στους δύο τύπους υποδοχέων σε έξι επαναλήψεις όπως φαίνονται στο γενικό πλάνο που ακολουθεί.



Εικόνα 2. Γενικό πλάνο πειραματικής καλλιέργειας

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΕΡΜΠΕΡΑΣ

1	1 Γ I	1 Γ III	1 Γ V
2	4 Γ I	4 Γ III	4 Γ V
3	1 Σ I	1 Σ III	1 Σ V
4	4 Σ I	4 Σ III	4 Σ V
5	2 Γ I	2 Γ III	2 Γ V
6	5 Γ II	5 Γ IV	5 Γ VI
7	2 Σ I	2 Σ III	2 Σ V
8	5 Σ II	5 Σ IV	5 Σ VI
9	3 Γ I	3 Γ III	3 Γ V
10	1 Γ II	1 Γ IV	1 Γ VI
11	3 Σ I	3 Σ III	3 Σ V
12	1 Σ II	1 Σ IV	1 Σ VI
13	4 Γ II	4 Γ IV	4 Γ VI
14	2 Γ II	2 Γ IV	2 Γ VI

15	4 Σ II	4 Σ IV	4 Σ VI
16	2 Σ II	2 Σ IV	2 Σ VI
17	5 Γ I	5 Γ III	5 Γ V
18	3 Γ II	3 Γ IV	3 Γ VI
19	5 Σ I	5 Σ III	5 Σ V
20	3 Σ I	3 Σ IV	2 Σ VI

- I,II,III,IV,V,VI Επαναλήψεις πειράματος
- 1,2,3,4,5 Διαφορετικά υποστρώματα
- Γ Γλάστρα
- Σ Σάκος
- 1 coco soil 100%
- 2 coco soil 75% ελαφρόπετρα 25%
- 3 ελαφρόπετρα 75% coco soil 25%
- 4 coco soil 50% ελαφρόπετρα 50%
- 5 ελαφρόπετρα 100%

2.4. Άρδευση - λιπανση

Η άρδευση και η λιπανση γινόταν ταυτόχρονα με την διανομή του θρεπτικού διαλύματος, μέσω προγράμματος H/Y. Το υδροπονικό σύστημα που λειτούργησε ήταν ανοικτού τύπου, κατά το οποίο έπρεπε να απορρέει το 25-40% του παρεχόμενου θρεπτικού διαλύματος.

Το σύστημα θρέψης σε υδροπονική καλλιέργεια ζέρμπερας αποτελούνταν από:

- Τα δοχεία των μητρικών διαλυμάτων (100 lit)
- Τα δοχεία νερού άρδευσης (100 lit)
- Δοχείο οξέος (5 lit)
- Δοσομετρικές αντλίες των μητρικών διαλυμάτων και οξέος
- Την αντλία μεταφοράς του νερού στο δοχείο παρασκευής του τελικού διαλύματος
- Μια μεγαλύτερη αντλία μανομετρικού για την μεταφορά του τελικού διαλύματος στην τελική καλλιέργεια
- Απαραίτητα φίλτρα
- Ηλεκτρικό σύστημα (ρελέ, η λεκτροβάνες κ.λ.π.)
- Ένα Ρημετρο και ένα αγωγιμόμετρο κατάλληλα συνδεδεμένα με το δοχείο παρασκευής του τελικού διαλύματος

- Η/Υ και προγράμματα για τις διάφορες λειτουργίες που τρέχουν σε περιβάλλον Windows
- Σύστημα συναγερμών (alarm) σε περίπτωση που οι τιμές του PH και EC του θρεπτικού διαλύματος υπερβούν τα όρια τους.

Το αρδευτικό συγκρότημα αποτελούνταν από μια μεταλλική γαλβανισμένη δεξαμενή χωρητικότητας 1cm³, η οποία τροφοδοτούνταν από το δίκτυο ύρδευσης του Δήμου Ηρακλείου και από μία αντλία η οποία έπαιρνε εντολή για την λειτουργία της από τον πίνακα ελέγχου.

Ο πίνακας ελέγχου περιελάμβανε δύο χρονοδιακόπτες, ένα για την ρύθμιση του χρόνου λειτουργίας αυτής, ένα ρελέ και μια αυτόματη ασφάλεια.

Συγκεκριμένα η άρδευση-λίπανση εφαρμόζονταν 8-12 φορές την ημέρα και η διάρκεια λειτουργίας 1-2 min με σταλάκτες των 2lit/h ανάλογα την ανάπτυξη των φυτών, το υπόστρωμα και τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Συνολικά εφαρμόζονταν η ίδια ποσότητα θρεπτικού διαλύματος σε κάθε επέμβαση αλλά διέφερε η συχνότητα εφαρμογής για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Ο κύριος αγωγός του αρδευτικού δικτύου ήταν σωλήνας PE Φ32, στο τέλος του οποίου ήταν τοποθετημένα ένα φίλτρο σίτας και 3 βάνες για την ρύθμιση της παροχής. Στην συνέχεια διακλαδίζονταν σε σωλήνες PE Φ16 οι οποίοι ήταν τοποθετημένοι ανάμεσα στους σάκους-γλάστρες των διπλών γραμμών του πειράματος. Σε αυτούς ήταν προσαρμοσμένοι σταλακτήρες τύπου σπαγγέτι (ένας σε κάθε φυτό), παροχής 4 lit/h.

Για την άρδευση-λίπανση της καλλιέργειας χρησιμοποιήθηκε νερό του δικτύου ύρδευσης του Δήμου Ηρακλείου. Με βάση την χημική σύσταση η οποία παρουσιάζεται στον πίνακα και την διαθέσιμη βιβλιογραφία φτιάχτηκε το θρεπτικό διάλυμα άρδευσης-λίπανσης του πειράματος.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί ότι η ποιότητα του νερού δεν παρέμεινε σταθερή κατά την διάρκεια του πειράματος, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνουν την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος.

Πίνακας 1. Χημική ανάλυση νερού του Δήμου Ηρακλείου. (Οι συγκεντρώσεις είναι σε ppm,25⁰ C.

PH	7,5	Na	114,9
E.C.(Ms/cm)	1,2	Cl	269
N-NO³	18,6	Mn	0,0
P-PO⁴	0	Fe	0,0
K	3,9	Zn	1,1
Mg	36,41	Cu	0,2
B	0,05	SO ⁴	38,4
Ca	84,1	HCO ³	262,3

Πίνακας 2. Στοιχείων θρέψης υδροπονικής καλλιέργειας ζέρμερας.

Δοχεία μητρικών διαλυμάτων λιπασμάτων (100 lit)	Χημική ουσία	Ποσότητα χημικής ουσίας στα 100 lit	Μέγιστη διαλυτότητα Max.Sol (gr/100ml)	Ανάλυση νερού άρδευσης (ppm)	Τελικό διάλυμα θεραπευτικών στοιχείων
ΔΟΧΕΙΟ Α	Ca(NO ₃) ₂	6,386 kgr	121,2	NH ₄ -N:1,4	NH ₄ N:25
Διάλυση 1:200	Fe EDTA 11%	0,360 Kgr	very sol.	Ca: 48 Fe: 0,028	Ca: 126,2 Fe: 2
ΔΟΧΕΙΟ Β	H ₃ PO ₄	1,85lit	548	P ₂ O ₅ : 1,5	P ₂ O ₅ :40,3
Διάλυση 1:200	NH ₄ NO ₃	2,75 Kgr	118,3	NO ₃ -N:9,7	NO ₃ -N:156
ΔΟΧΕΙΟ Γ	KNO ₃	9,93 Kgr	13,3	K ₂ O:16	K ₂ O :200
Διάλυση 1:200					
ΔΟΧΕΙΟ Δ	MgSO ₄	4,5 Kgr	71	Mg:19	Mg:30
Διάλυση 1:400	H ₃ BO ₃	236,0 gr	-	B: 0,02	B :1
	MnSO ₄	72,2 gr	-	Mn: 0	Mn:0,41
	CuSO ₄	7,53 gr	-	Cu:0,013	Cu:0,06
	ZnSO ₄	15,64 gr	-	Zn:0,42	Zn: 0,5
	(NH ₄) ₆ MoO ₂₄ 4H ₂ O	1,6gr	-	Mo:0,048	Mo:0,05
ΔΟΧΕΙΟ Ε					
Διάλυμα HNO ₃ για τη διορθωση του PH 1:4					

2.5 Φυτοπροστασία

Κατά την διάρκεια της καλλιέργειας σημειώθηκε προσβολή από ορισμένους εχθρούς και ασθένειες που αντιμετωπίστηκαν κατάλληλα με ψεκασμούς και ριζοποτίσματα που έγιναν καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος. Επίσης είχαν τοποθετηθεί χρωμοπαγίδες (μπλέ και κίτρινου χρώματος) για τον έλεγχο του πληθυσμού των εντόμων της καλλιέργειας.

Πίνακας 3. Σκευασμάτα που χρησιμοποιήθηκαν για την καταπολέμηση εχθρών και ασθενειών της υδροπονικής καλλιέργειας ζέρμπερας.

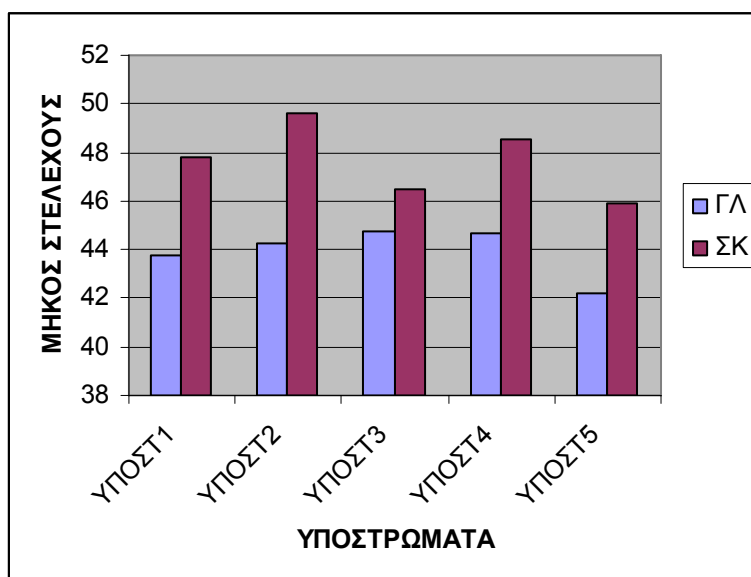
ΕΧΘΡΟΙ	ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΥΣΙΑ
Αλευρώδης	Applaud	Buprofezin
(Trialeurodes vaporarium)	Assist	Cypermethrin
	Mesurool	Methiocarb
	Talsatar	Bifethrin
Θρίπας	Applaud	Buprofezin
(Thrips tabaki)	Assist	Cypermethrin
	Mesurool	Methiocarb
	Talsatar	Bifethrin
	Confidor	Imidachloprid
ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ		
Βοτρύτης	Benlate	Benimyl
(Botrytis sp.)	Rorval	Iprodione
Φυτόφθορα	Alliete	Phosetyl-Al
(Phytophthora infestans)		

3. Αποτελέσματα

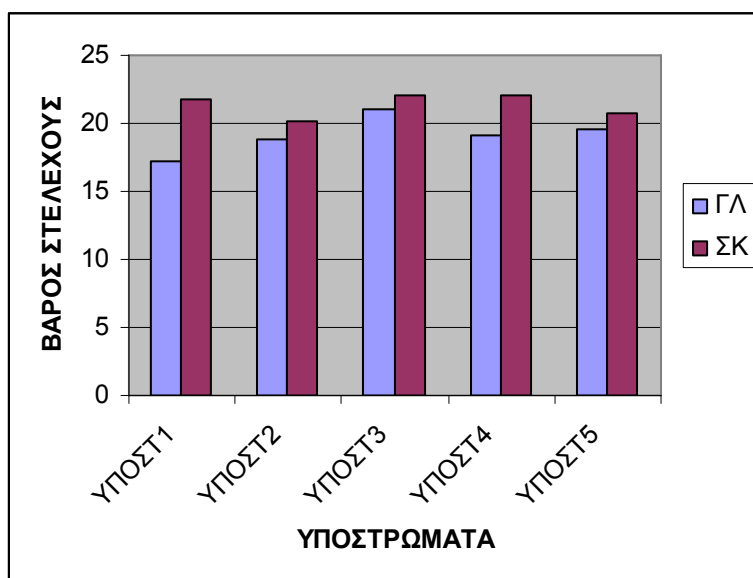
Για την μελέτη της επίδρασης των υποστρωμάτων και των υποδοχέων υποστρώματος, μελετήθηκαν παράμετροι όπως το βάρος και το μήκος στελέχους, η διάμετρος κεφαλής του άνθους, καθώς και ο όγκος της παραγωγής. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έγινε με ανάλυση της παραλλακτικότητας των επεμβάσεων του πειράματος, ενώ η εύρεση της σημαντικότητας των διαφορών των μέσων όρων έγινε με την δοκιμή Duncan και παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες και διαγράμματα

Πίνακας 1. Επίδραση των υποδοχέων και υποστρωμάτων στα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία εκτός εδάφους καλλιέργειας ζέρμπερας κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου – Δεκεμβρίου 2000

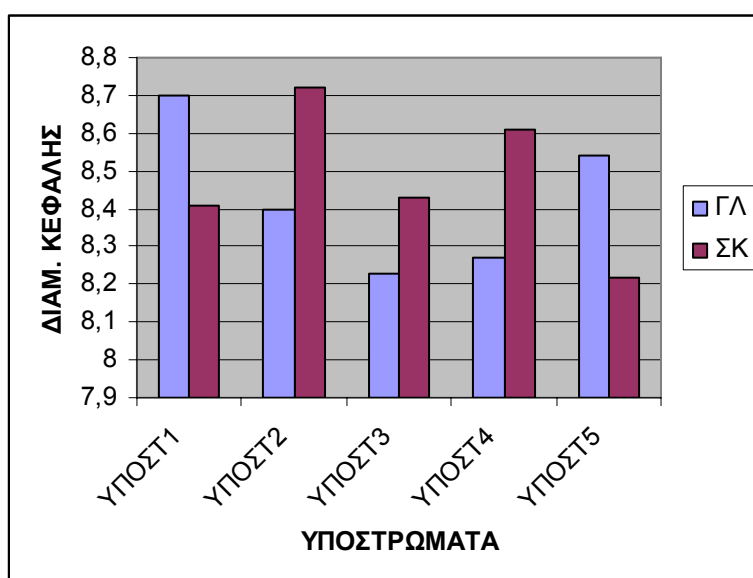
Υποδοχείς	Υποστρώματα	Αριθμός Ανθέων	Μήκος Στελέχους	Βάρος Στελέχους	Διάμετρος Κεφαλής
	1	6.61 b	43,80 de	17,15 c	8,70 a
	2	7.81 b	44,25 cde	18,88 bc	8,40 a
Γλάστρα	3	12.44 a	44,76 cde	21,06 b	8,23 a
	4	8.41 b	44,64 cde	19,16 bc	8,27 a
	5	8.73 b	42,21 e	19,56 b	8,54 a
	1	7.32 b	47,76 abc	21,81 a	8,41 a
	2	8.01 b	49,61 a	20,19 ab	8,72 a
Σάκος	3	8.52 b	46,45 abcd	22,13 a	8,43 a
	4	9.09 b	48,53 ab	22,03 a	8,61 a
	5	8.00 b	45,91 bcd	20,71 ab	8,22 a



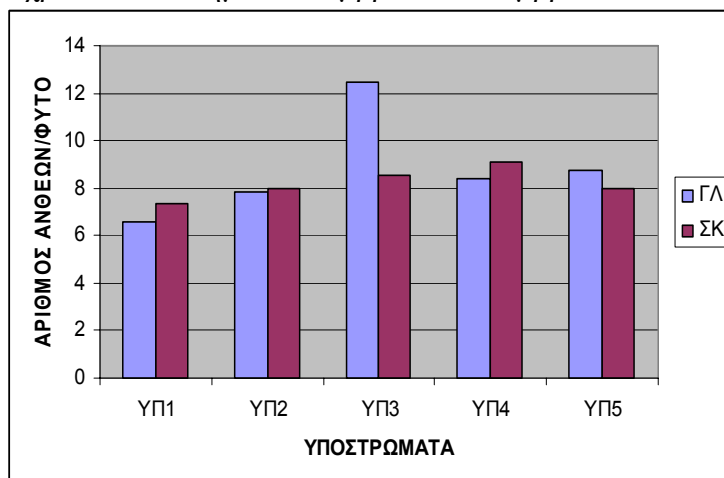
Σχήμα 1. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Σεπτεμβρίου – Δεκεμβρίου 2000



Σχήμα 2. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Σεπτεμβρίου – Δεκεμβρίου 2000



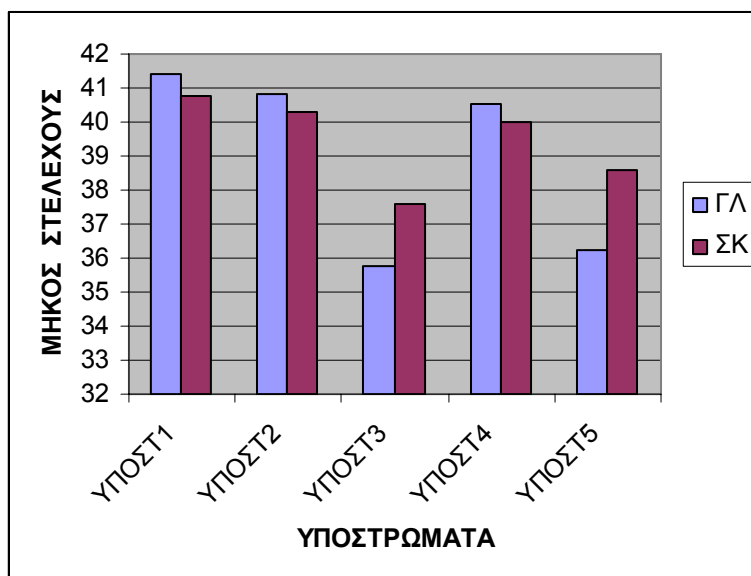
Σχήμα 3. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη διάμετρο κεφαλής των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Σεπτεμβρίου – Δεκεμβρίου 2000



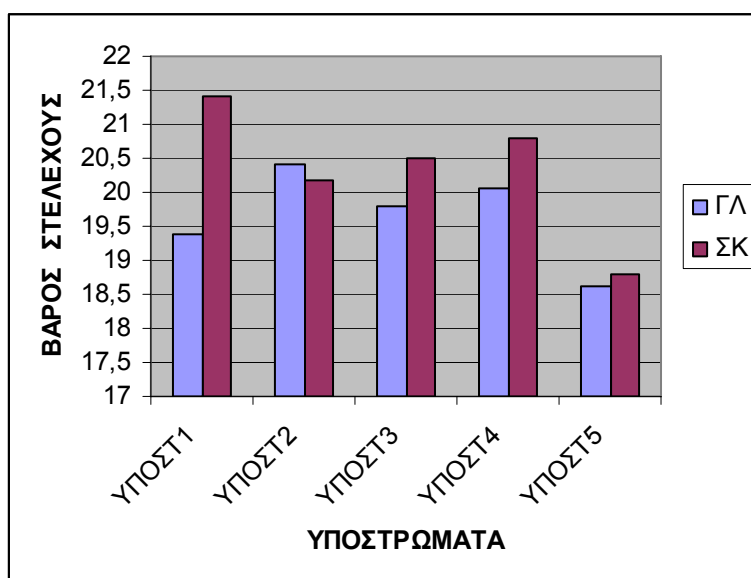
Σχήμα 4. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη παραγωγή των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Σεπτεμβρίου – Δεκεμβρίου 2000

Πίνακας 2. Επίδραση των υποδοχέων και υποστρωμάτων στα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία εκτός εδάφους καλλιέργειας ζέρμπερας κατά την περίοδο Ιανουαρίου – Φεβρουαρίου 2001

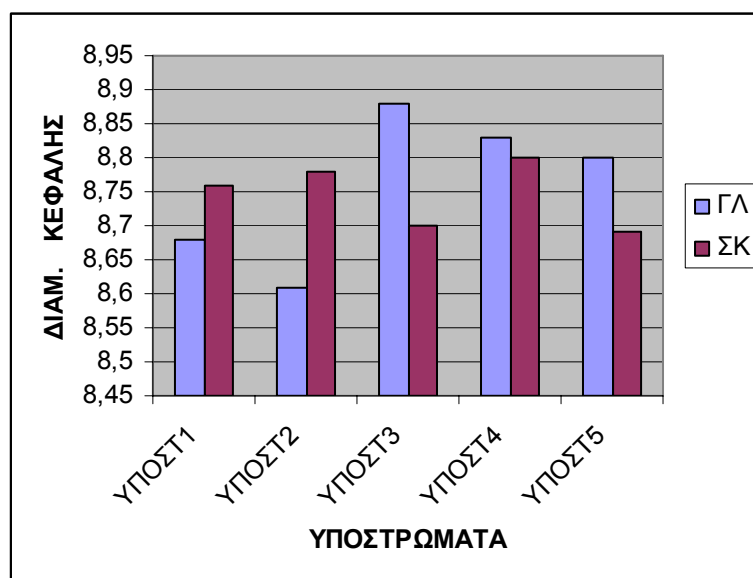
Υποδοχείς	Υποστρώματα	Αριθμός Ανθέων	Μήκος Στελέχους	Βάρος Στελέχους	Διάμετρος Κεφαλής
	1	5,68 b	41,39 a	19,38 ab	8,68 a
	2	6,11 b	40,81 ab	20,41 ab	8,61 a
Γλάστρα	3	9,45 a	35,78 d	19,79 ab	8,88 a
	4	7,40 ab	40,51 abc	20,06 ab	8,83 a
	5	7,01 ab	36,26 cd	18,63 b	8,80 a
	1	5,40 b	40,78 ab	21,41 a	8,76 a
	2	6,79 b	40,28 abc	20,19 ab	8,78 a
Σάκος	3	8,18 a	37,61 bcd	20,50 ab	8,70 a
	4	7,72 ab	40,00 abc	20,78 ab	8,80 a
	5	6,87 b	38,59 cd	18,78 b	8,69 a



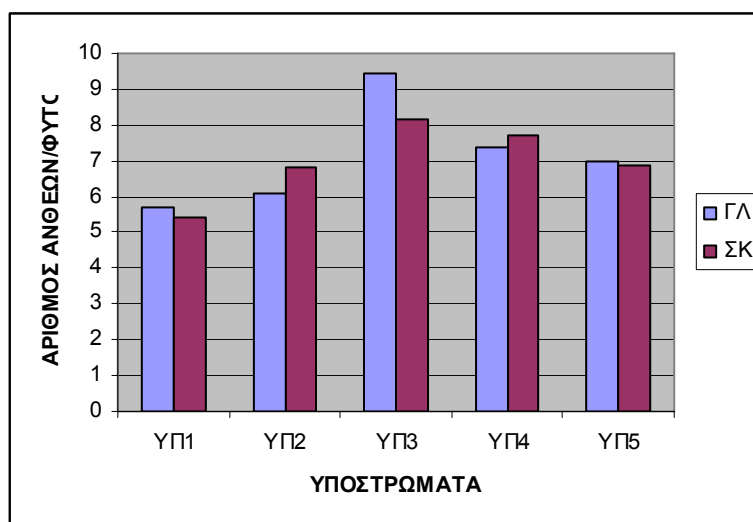
Σχήμα 5. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου –Φεβρουαρίου 2001



Σχήμα 6. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου –Φεβρουαρίου 2001



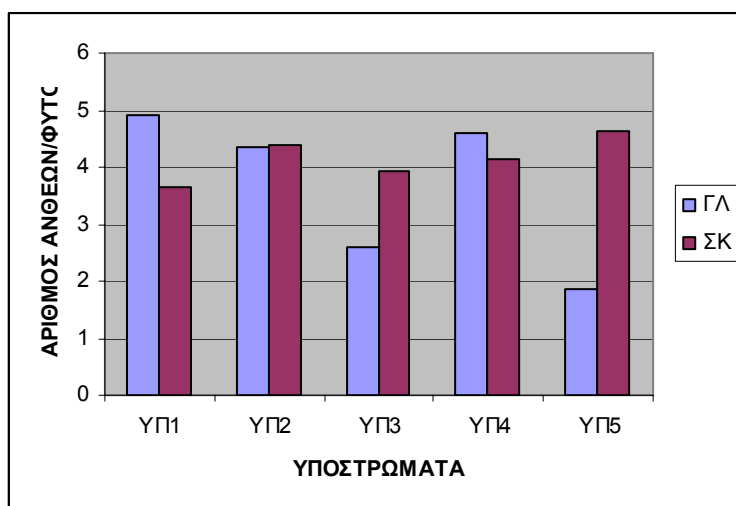
Σχήμα 7. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη διάμετρο κεφαλής των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου – Φεβρουαρίου 2001



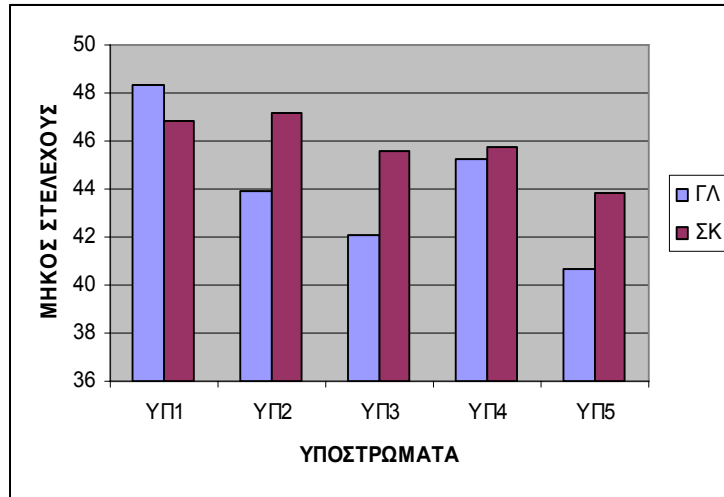
Σχήμα 8. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη παραγωγή των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου – Φεβρουαρίου 2001

Πίνακας 3. Επίδραση των υποδοχέων και υποστρώματων στα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία εκτός εδάφους καλλιέργειας ζέρμπερας κατά την περίοδο Ιανουαρίου – Φεβρουαρίου 2002

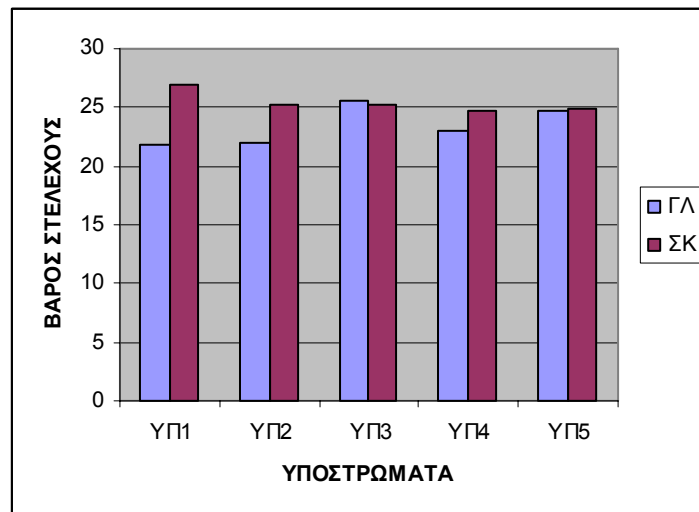
Υποδοχείς	Υποστρώματα	Αριθμός Ανθέων	Μήκος Στελέχους	Βάρος Στελέχους	Διάμετρος Κεφαλής
	1	4,92 a	48,36 a	21,82 a	8,87 a
	2	4,34 a	43,88 b	22,07 a	8,83 a
Γλάστρα	3	2,59 b	42,09 b	25,53 a	8,73 a
	4	4,58 a	45,21 ab	22,94 a	9,02 a
	5	1,87 c	40,70 b	24,74 a	9,29 a
	1	3,66 ab	46,81 a	26,98 a	9,20 a
	2	4,38 a	47,20 a	25,19 a	8,86 a
Σάκος	3	3,92 ab	45,57 ab	25,23 a	8,89 a
	4	4,13 a	45,76 ab	24,69 a	8,91 a
	5	4,64 a	43,80 b	24,96 a	8,95 a



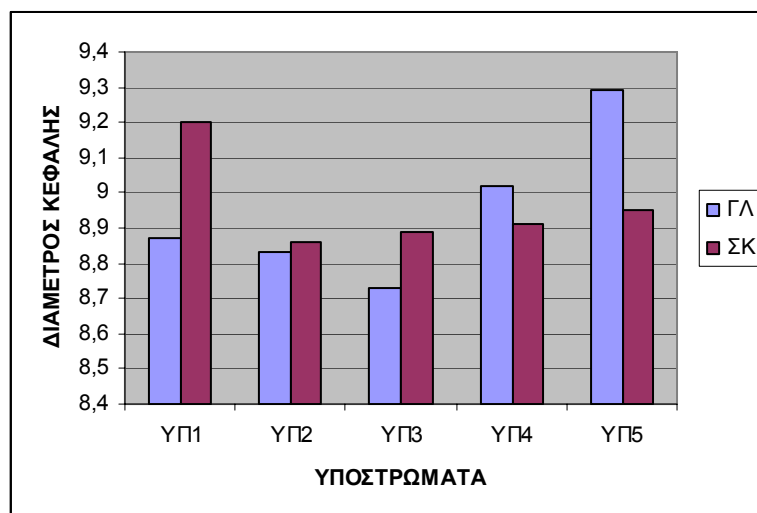
Σχήμα 9. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη παραγωγή των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου – Φεβρουαρίου 2002



Σχήμα 10. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου –Φεβρουαρίου 2002



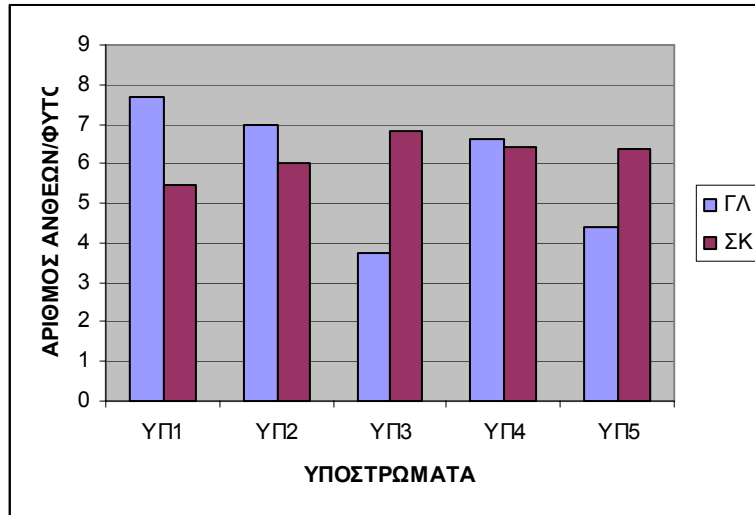
Σχήμα 11. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου –Φεβρουαρίου 2002



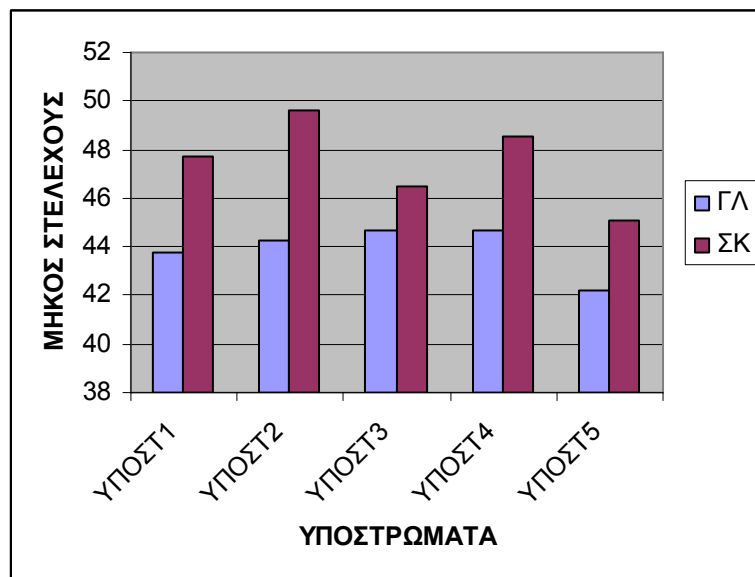
Σχήμα 12. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη διάμετρο κεφαλής των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου –Φεβρουαρίου 2002

Πίνακας 4. Επίδραση των υποδοχέων και υποστρωμάτων στα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία εκτός εδάφους καλλιέργειας ζέρμπερας κατά την περίοδο Μαΐου – Αυγούστου 2002

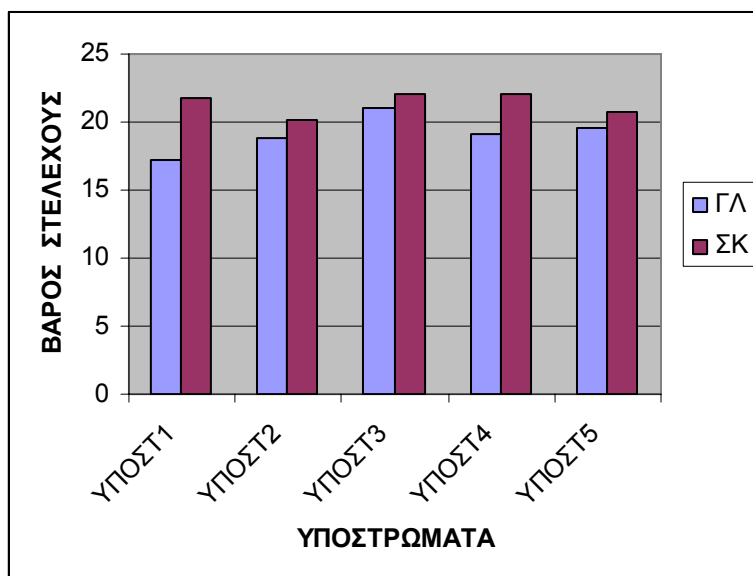
Υποδοχείς	Υποστρώματα	Αριθμός Ανθέων	Μήκος Στελέχους	Βάρος Στελέχους	Διάμετρος Κεφαλής
	1	7,70 a	43.80 de	17.15 c	8.71 a
	2	6,97 a	44.25 cde	18.88 bc	8.40 a
Γλάστρα	3	3,73 b	44.70 cde	21.06 b	8.23 e
	4	6,62 a	44.64 cde	19.16 bc	8.27 e
	5	4,39 b	42.21 e	19.56 b	8.54 a
	1	5,48 ab	47.70 abc	21.81 a	8.41 a
	2	6,05 a	49.61 a	20.19 ab	8.72 a
Σάκος	3	6,85 a	46.45 abcd	22.13 a	8.43 a
	4	6,43 a	48.53 ab	22.03 a	8.61 a
	5	6,36 a	45.11 bcd	20.71 ab	8.22 e



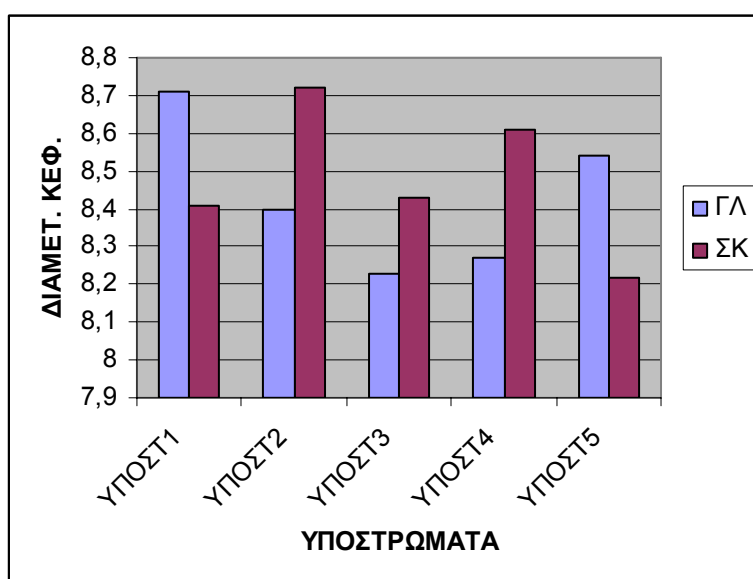
Σχήμα 13. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη παραγωγή των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Μαΐου – Αυγούστου 2002



Σχήμα 14. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Μαΐου – Αυγούστου 2002



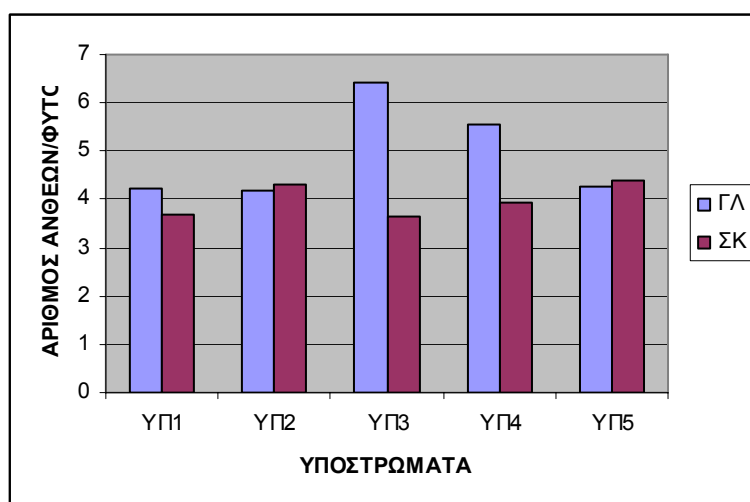
Σχήμα 15. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Μαΐου – Αυγούστου 2002



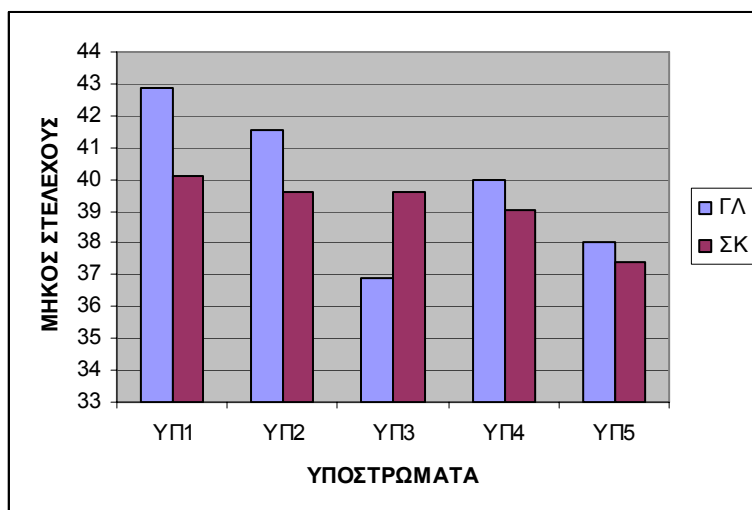
Σχήμα 16. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη διάμετρο κεφαλής των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Μαΐου – Αυγούστου 2002

Πίνακας 5. Επίδραση των υποδοχέων και υποστρώματων στα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία εκτός εδάφους καλλιέργειας ζέρμπερας κατά την περίοδο Οκτωβρίου – Δεκεμβρίου 2002

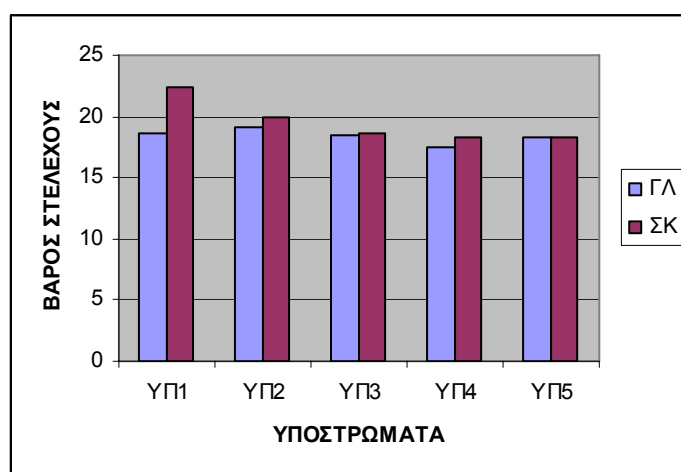
Υποδοχείς	Υποστρώματα	Αριθμός Ανθέων	Μήκος Στελέχους	Βάρος Στελέχους	Διάμετρος Κεφαλής
	1	4,24 ab	42,90 a	18,66 b	8,49 a
	2	4,17 ab	41,52 a	19,17 b	8,80 a
Γλάστρα	3	6,42 a	36,90 a	18,39 b	8,67 a
	4	5,53 ab	40,00 a	17,51 b	8,75 a
	5	4,28 ab	38,00 a	18,23 b	8,82 a
	1	3,67 b	40,10 a	22,32 a	9,09 a
	2	4,30 ab	39,58 a	19,94 b	8,81 a
Σάκος	3	3,65 b	39,57 a	18,64 b	8,60 a
	4	3,95 b	39,02 a	18,31 b	8,71 a
	5	4,39 ab	37,37 a	18,14 b	8,86 a



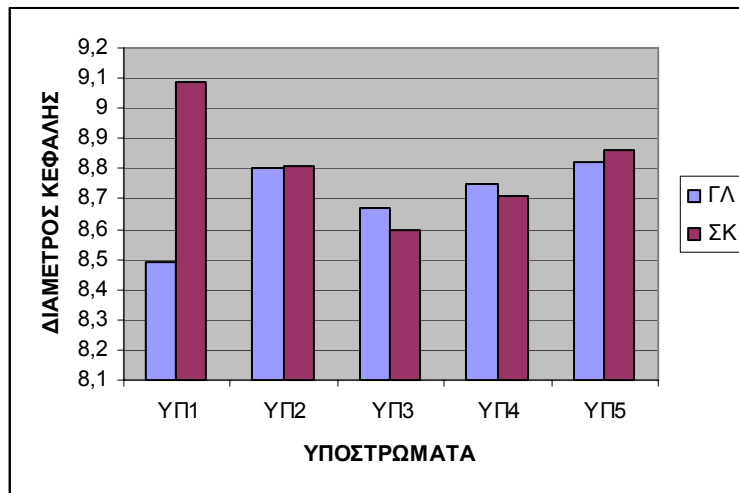
Σχήμα 17. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη παραγωγή των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Οκτωβρίου – Δεκεμβρίου 2002



Σχήμα 18. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Οκτωβρίου – Δεκεμβρίου 2002



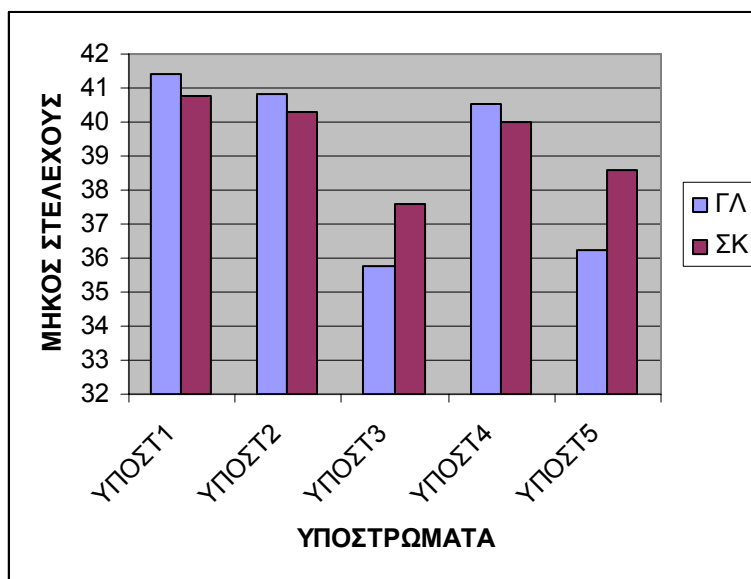
Σχήμα 19. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Οκτωβρίου – Δεκεμβρίου 2002



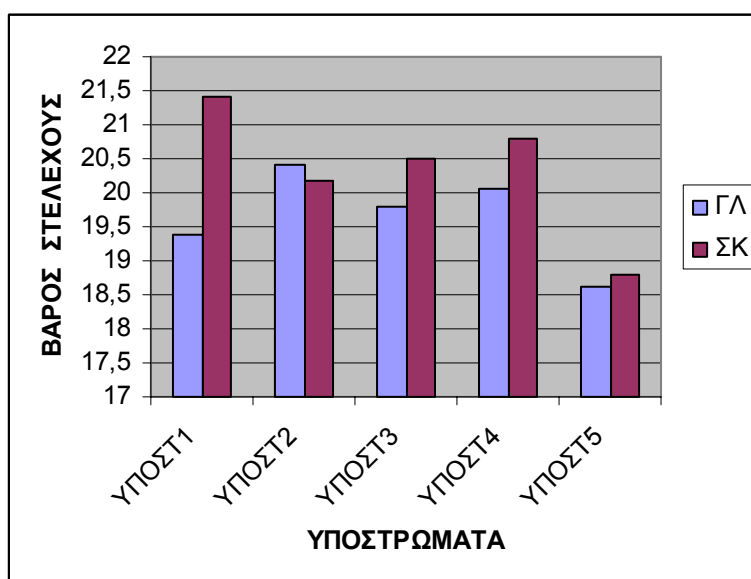
Σχήμα 20. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη διάμετρο κεφαλής των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Οκτωβρίου – Δεκεμβρίου 2002

Πίνακας 6. Επίδραση των υποδοχέων και υποστρωμάτων στα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία εκτός εδάφους καλλιέργειας ζέρμπερας κατά την περίοδο Φεβρουαρίου – Ιουλίου 2003

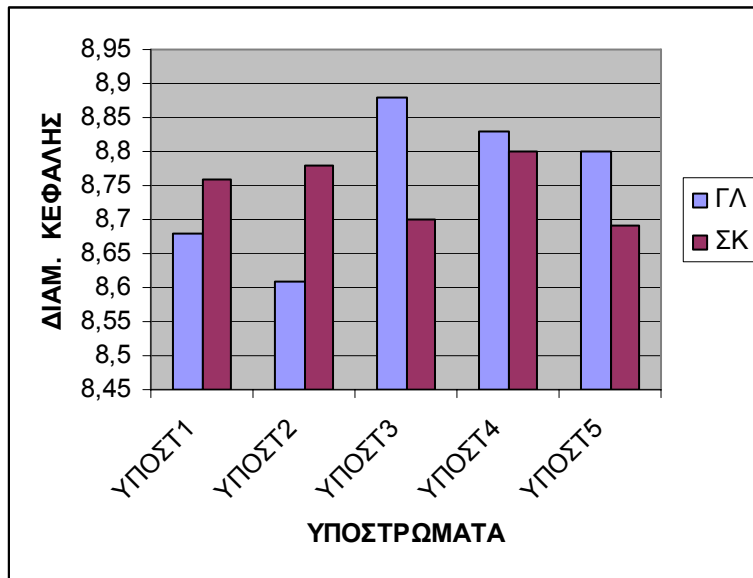
Υποδοχείς	Υποστρώματα	Αριθμός Ανθέων	Μήκος Στελέχους	Βάρος Στελέχους	Διάμετρος Κεφαλής
	1	10,57 a	41,39 a	19.38 ab	8.68 a
	2	10,73 a	40.81 ab	20.41 ab	8.61 e
Γλάστρα	3	10,17 a	35.78 d	19.79 ab	8.88 a
	4	11,67 a	40.51 abc	20.06 ab	8.83 a
	5	8,98 ab	36.26 d	18.63 b	8.80 a
	1	8,71 ab	40.78 ab	21.41 a	8.76 a
	2	10,80 a	40.28 abc	20.19 ab	8.78 a
Σάκος	3	11,80 a	37.61 bcd	20.50 ab	8.70 e
	4	12,25 a	40.00 abc	20.78 ab	8.80 a
	5	11,20 a	38.59 cd	18.78 b	8.69 c



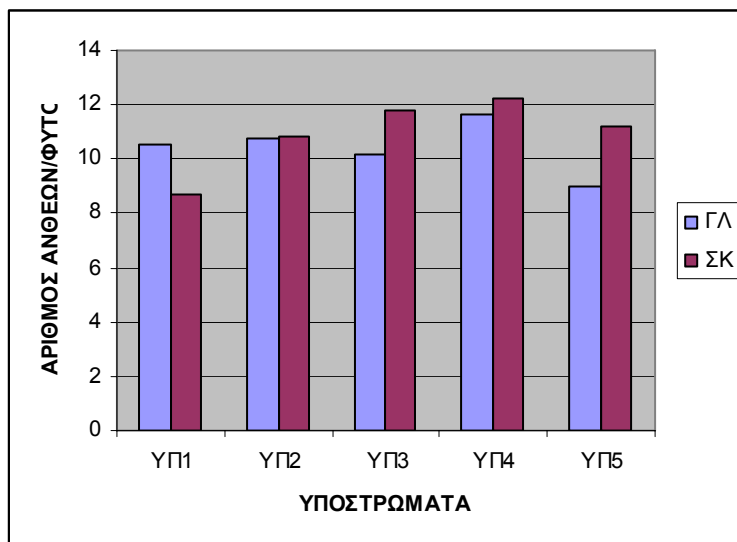
Σχήμα 21. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Φεβρουαρίου – Ιουλίου 2003



Σχήμα 22. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Φεβρουαρίου – Ιουλίου 2003



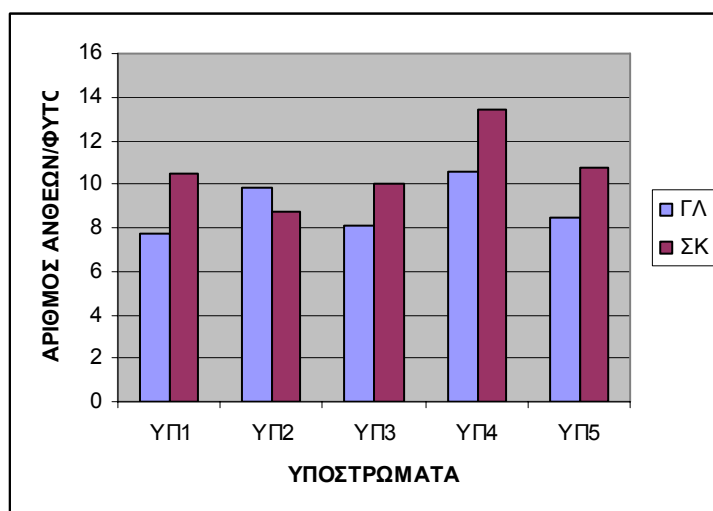
Σχήμα 23. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη διάμετρο κεφαλής των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Φεβρουαρίου – Ιουλίου 2003



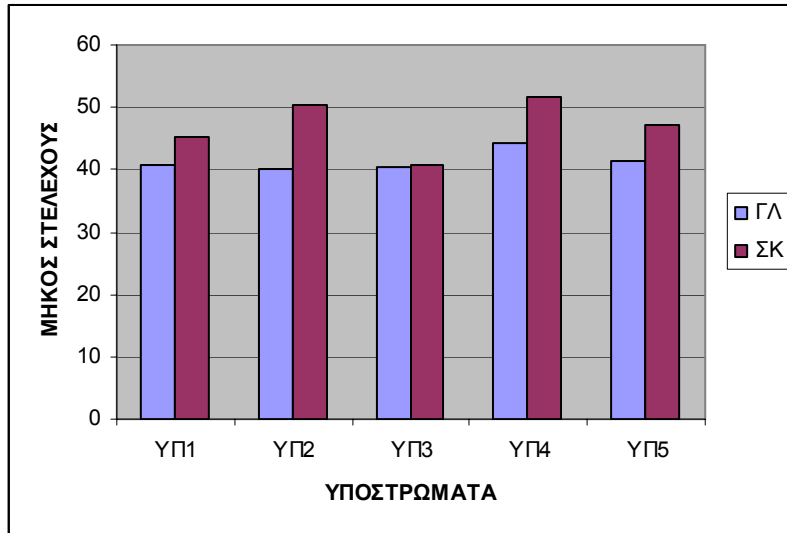
Σχήμα 24. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη παραγωγή των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Φεβρουαρίου – Ιουλίου 2003

Πίνακας 7. Επίδραση των υποδοχέων και υποστρώματων στα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία εκτός εδάφους καλλιέργειας ζέρμπερας κατά την περίοδο Ιανουαρίου – Μαΐου 2004

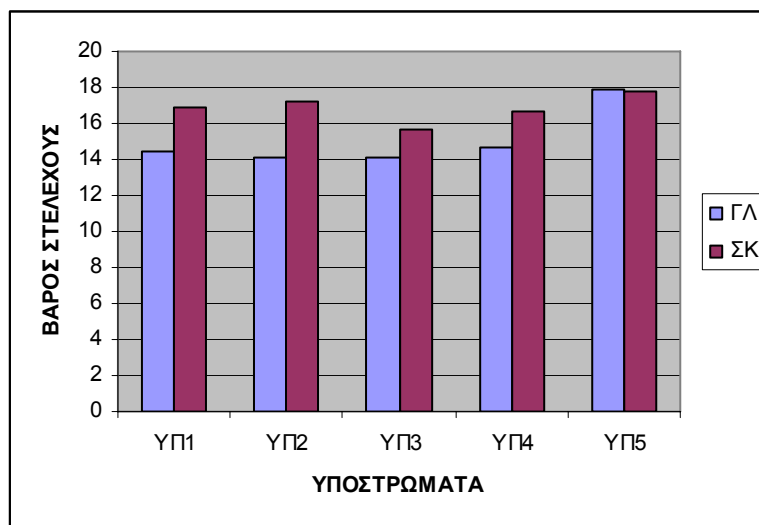
Υποδοχείς	Υποστρώματα	Αριθμός Ανθέων	Μήκος Στελέχους	Βάρος Στελέχους	Διάμετρος Κεφαλής
	1	7,75 c	40,75 a	14,48 b	7,46 b
	2	9,87 b	39,99 a	14,12 b	7,26 b
Γλάστρα	3	8,07 bc	40,42 a	14,16 b	7,08 b
	4	10,61 b	44,27 b	14,71 b	7,43 b
	5	8,49 b	41,30 c	17,88 a	7,06 b
	1	10,50 ab	45,10 b	16,93 a	7,34 b
	2	8,75 b	50,35 a	17,20 a	7,12 b
Σάκος	3	10,02 ab	40,80 a	15,69 ab	7,40 b
	4	13,42 a	51,50 a	16,72 a	7,38 b
	5	10,73 ab	47,27 ab	17,78 a	7,41 b



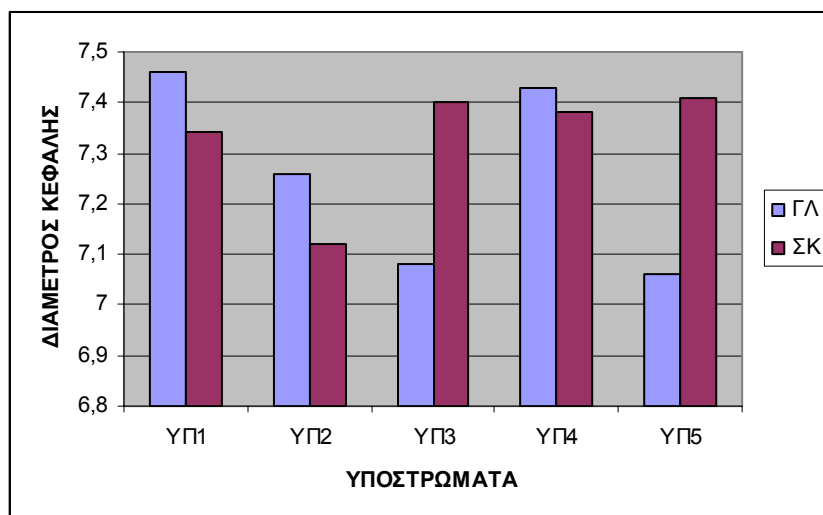
Σχήμα 25. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη παραγωγή των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου – Μαΐου 2004



Σχήμα 26. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου – Μαΐου 2004



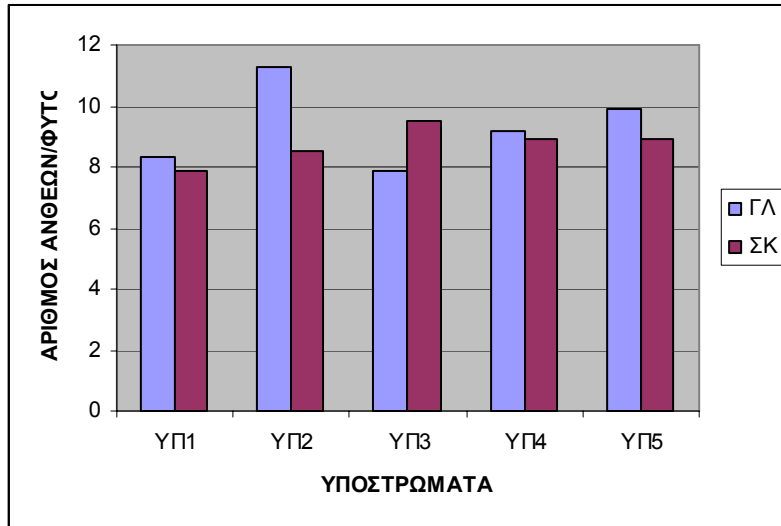
Σχήμα 27. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου – Μαΐου 2004



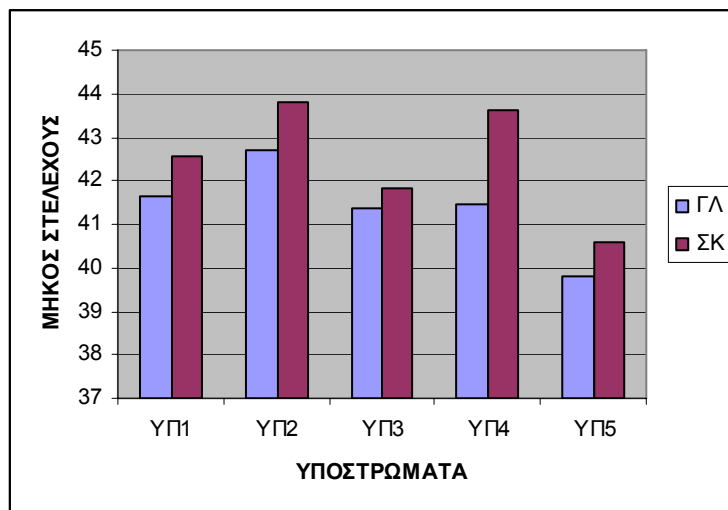
Σχήμα 28. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη διάμετρο κεφαλής των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου – Μαΐου 2004

Πίνακας 8. Επίδραση των υποδοχέων και υποστρωμάτων στα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία εκτός εδάφους καλλιέργειας ζέρμπερας κατά την περίοδο Μαρτίου – Απριλίου 2005

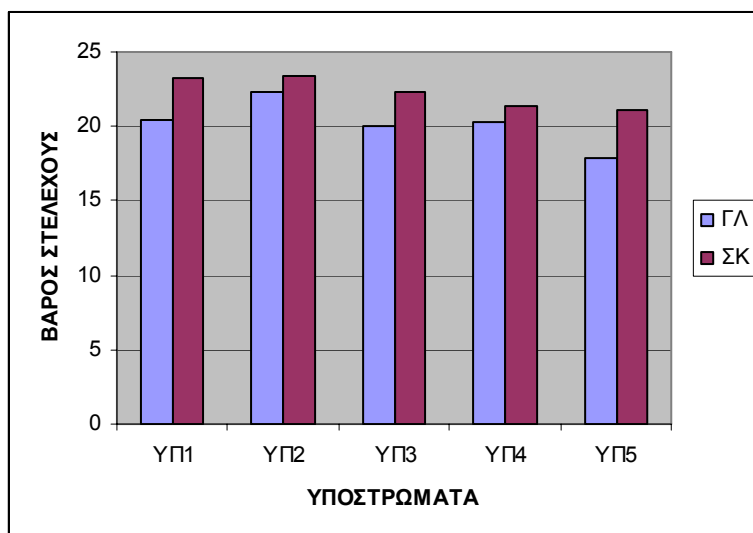
Υποδοχείς	Υποστρώματα	Αριθμός Ανθέων	Μήκος Στελέχους	Βάρος Στελέχους	Διάμετρος Κεφαλής
	1	8,30 b	41,65 a	20,40 a	8,85 a
	2	11,30 a	42,70 a	22,30 a	9,05 a
Γλάστρα	3	7,90 b	41,35 a	20,00 a	8,70 a
	4	9,20 ab	41,45 a	20,25 a	8,90 a
	5	9,90 ab	39,80 a	17,90 a	8,70 a
	1	7,90 b	42,55 a	23,20 a	8,95 a
	2	8,50 b	43,80 a	23,45 a	9,00 a
Σάκος	3	9,50 b	41,85 a	22,35 a	9,00 a
	4	8,90 b	43,60 a	21,35 a	8,70 a
	5	8,90 b	40,60 a	21,10 a	8,80 a



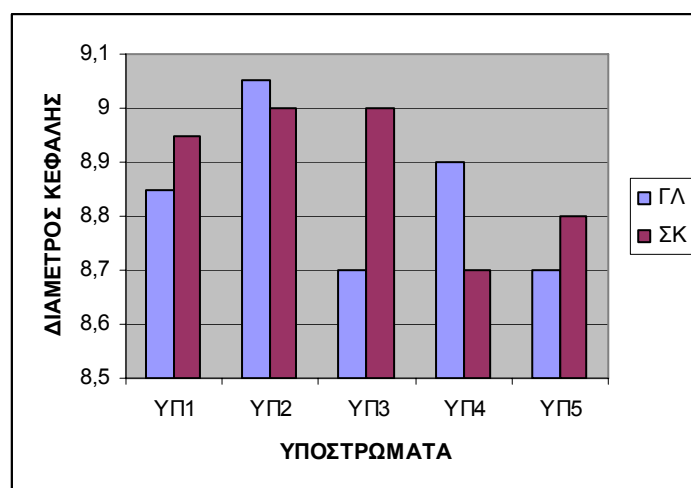
Σχήμα 29. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη παραγωγή των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Μαρτίου – Απριλίου 2005



Σχήμα 30. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο μήκος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Μαρτίου – Απριλίου 2005



Σχήμα 31. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στο βάρος των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Μαρτίου – Απριλίου 2005



Σχήμα 32. Επίδραση του υποστρώματος και του υποδοχέα στη διάμετρο κεφαλής των παραγόμενων ανθικών στελεχών σε εκτός εδάφους καλλιέργεια ζέρμπερας ποικιλίας “Ducati” για το χρονικό διάστημα Μαρτίου – Απριλίου 2005

Πίνακας 9. Επίπεδα θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα της ζέρμπερας στα πέντε υποστρώματα ένα έτος μετά την έναρξη του πειράματος

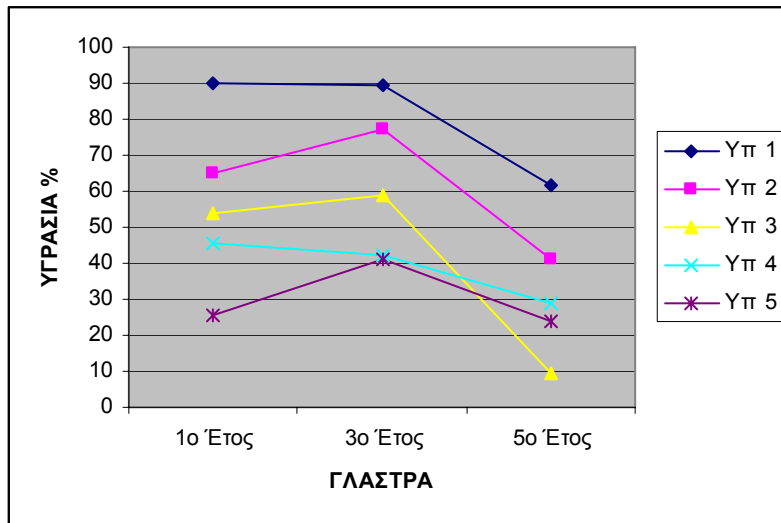
Υποστρώματα	Ca% ξ.ο	Mg% ξ.ο	K% ξ.ο	Na% ξ.ο	P% ξ.ο
1	2,921	1,195	2,656	0,354	0,442
2	3,099	1,066	2,666	0,355	0,377
3	4,101	1,288	2,485	0,203	0,372
4	3,946	0,936	2,519	0,356	0,323
5	3,225	1,276	2,150	0,403	0,291

Η εξέταση της θρεπτικής κατάστασης των φύλλων στα πέντε υποστρώματα, δεν εμφάνισε σημαντικές διαφορές στην συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων P,K,Ca,K,Mg.

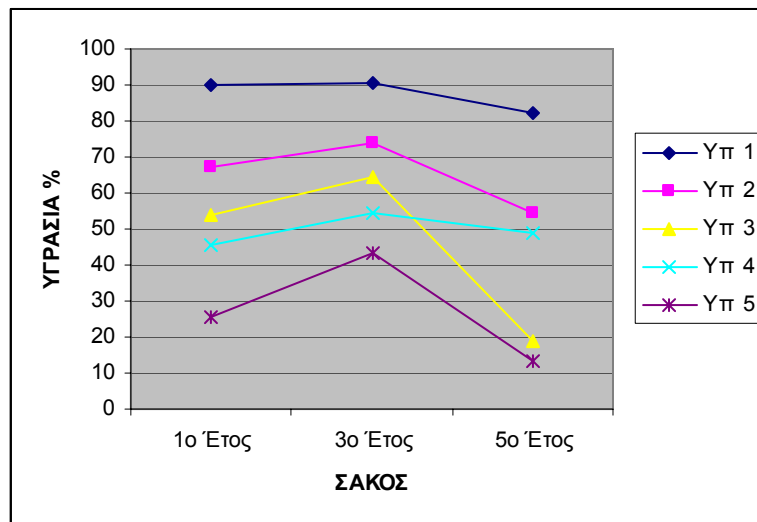
3.2. Πίνακες Φυσικοχημικών Ιδιοτήτων Υποστρωμάτων. Τρεις φορές κατά την διάρκεια του πειράματος (2000, 2003 και 2005) έγιναν αναλύσεις ορισμένων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υποστρωμάτων για να μελετηθεί η μεταβολή τους στο χρόνο και η επίδραση τους στην καλλιέργεια. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και σχήματα.

Πίνακας 10. Φυσικοχημικές Ιδιότητες υποστρωμάτων της υδροπονικής καλλιέργειας ζέρμπερας

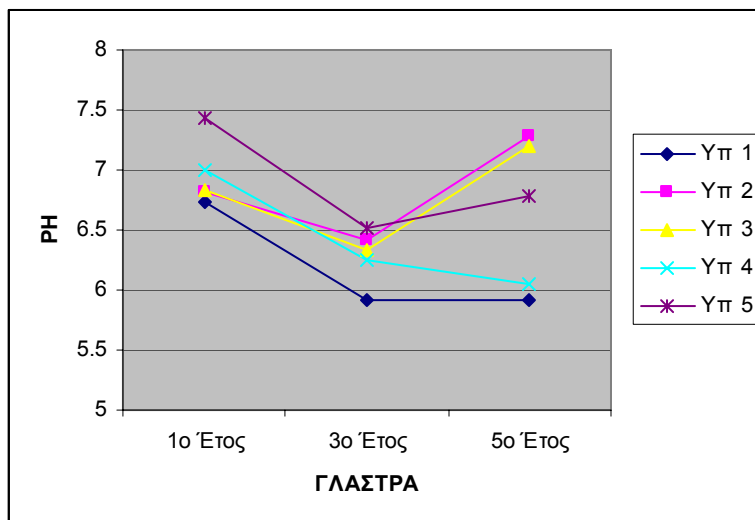
ΕΤΗ	ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ	P. H.	E. C. Ms/cm	ΥΓΡΑΣΙΑ ΥΠΟΣΤΡ. %
		1	6,74	0,487	90,01
		2	6,81	0,391	65,17
2000	γλάστρα	3	6,83	0,355	53,71
		4	7,00	0,316	45,41
		5	7,44	0,201	25,44
		1	6,74	0,487	90,01
		2	6,81	0,391	65,17
2000	σάκος	3	6,83	0,355	53,71
		4	7,00	0,316	45,41
		5	7,44	0,201	25,44
		1	5,92	0,778	89,50
		2	6,41	0,690	77,08
2003	γλάστρα	3	6,34	0,517	58,62
		4	6,25	0,570	42,27
		5	6,52	0,697	41,00
		1	6,31	0,830	90,57
		2	6,18	0,620	73,66
2003	σάκος	3	6,55	0,358	64,39
		4	6,24	0,564	54,35
		5	6,34	0,295	43,32
		1	5,92	0,778	61,42
		2	7,28	0,956	41,19
2005	γλάστρα	3	7,20	0,722	9,64
		4	6,05	0,959	28,90
		5	6,78	0,835	24,15
		1	7,21	0,568	82,32
		2	7,05	0,806	54,25
2005	σάκος	3	7,01	1,001	18,83
		4	6,52	0,674	49,16
		5	7,16	0,508	13,22



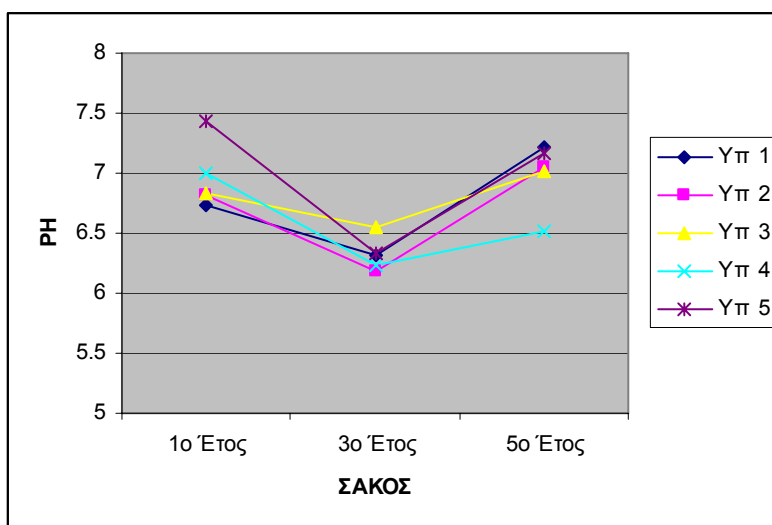
Σχήμα 31. Υγρασία υποστρώματος με υποδοχέα γλάστρα



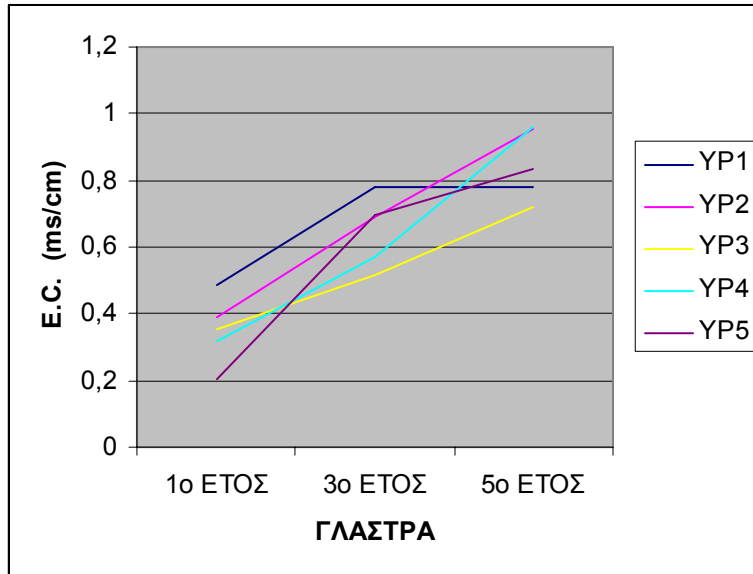
Σχήμα 32. Υγρασίας υποστρώματος με υποδοχέα σάκο



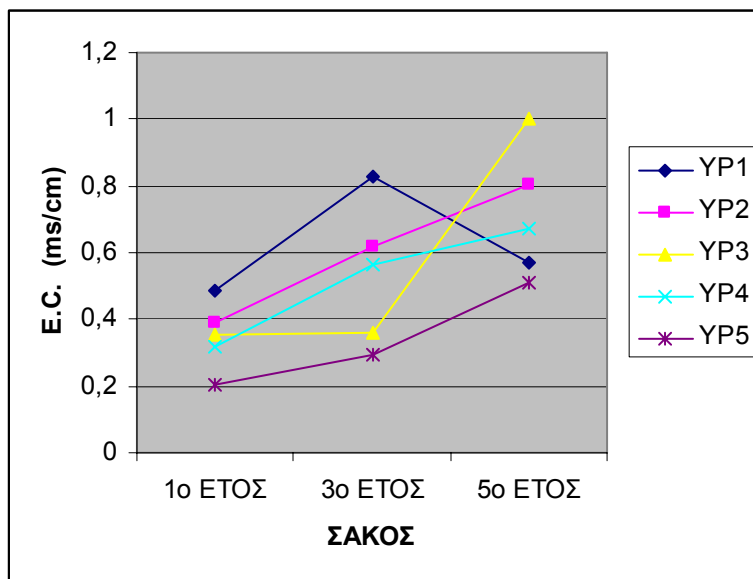
Σχήμα 33. ΡΗ Υποδοχέας γλάστρα



Σχήμα 34. ΡΗ Υποδοχέας σάκος



Σχήμα 35. Ε.Σ. Υποδοχέας γλάστρα

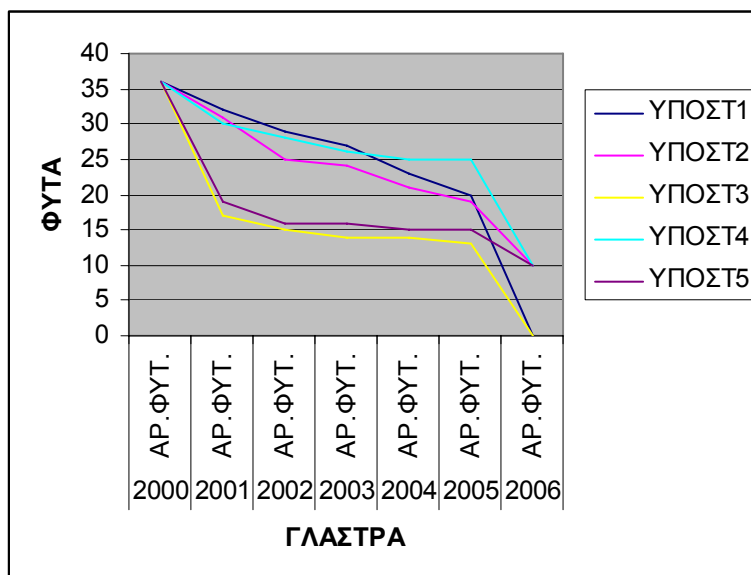


Σχήμα 36. Ε.Σ. Υποδοχέας σάκος

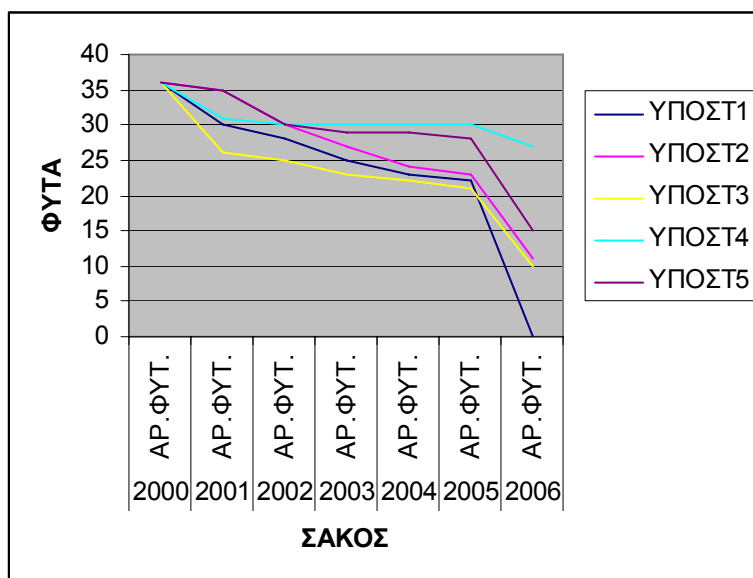
3.3. Πίνακες και διαγράμματα : Κατά την διάρκεια του πειράματος καταμετρούσαμε τα φυτά και γινόταν παρακολούθηση κατά υποδοχέα και υπόστρωμα. Πίνακα και διαγράμματα του αριθμού των φυτών της καλλιέργειας από το 2000 έως 2006 θα παρουσιάσουμε παρακάτω.

Πίνακας 12. Αριθμού φυτών από 2000 -2006

ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ	ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ	ΑΡ. ΦΥΤ. 2000	ΑΡ. ΦΥΤ 2001	ΑΡ. ΦΥΤ 2002	ΑΡ. ΦΥΤ 2003	ΑΡ. ΦΥΤ 2004	ΑΡ. ΦΥΤ 2005	ΑΡ. ΦΥΤ 2006
	1	36	32	29	27	23	20	-
	2	36	31	25	24	21	19	10
γλάστρα	3	36	17	15	14	14	13	-
	4	36	30	28	26	25	25	10
	5	36	19	16	16	15	15	10
	1	36	30	28	25	23	22	-
	2	36	35	30	27	24	23	11
σάκος	3	36	26	25	23	22	21	10
	4	36	31	30	30	30	30	27
	5	36	35	30	29	29	28	15



Σχήμα 37. Αριθμού φυτών από 2000-2006 με υποδοχέα γλάστρα



Σχήμα 38. Αριθμού φυτών από 2000-2006 με υποδοχέα σάκο

4. Συζήτηση

Από την ανάλυση της παραλλακτικότητας των επεμβάσεων του πειράματος διαπιστώθηκε ότι κατά το χρονικό διάστημα από 1/9/2000 έως 28/2/2001 δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο υποδοχέων **όσον αφορά την παραγωγή**. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μεταξύ των υποστρωμάτων κατά το πρώτο τρίμηνο του παραπάνο εξαμήνου. Συγκεκριμένα, καλύτερα υποστρώματα στην παραγωγή των ανθέων /φυτό βρέθηκαν τα coco-soil./ελαφρόπετρα. 1/1 και 1/3. Κατά το 2^ο τρίμηνο καλύτερο υπόστρωμα στην παραγωγή των ανθέων βρέθηκε το coco-soil./ελαφρόπετρα. 1/1. Το γεγονός ότι η ελαφρόπετρα φαίνεται να δίνει καλύτερη παραγωγή στο σάκο μάλλον πρέπει να αποδοθεί στο γεγονός της κατακράτησης μεγαλύτερου μέρους του εφαρμοζόμενου θρεπτικού διαλύματος διότι οι οπές αποστράγγισης είχαν γίνει στα πλάγια των σάκων σε ύψος 2-3 εκατ. από τον πυθμένα. Κατά την πειραματική περίοδο 1/10/2001 έως 28/2/2002, διαπιστώθηκε ότι το φύτεμα σε γλάστρες παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα απ' ότι στους σάκους, στα υποστρώματα 1/1 coco-soil/ελαφρόπετρα, 1/3 coco-soil/ελαφρόπετρα σε γλάστρα αλλά μόνο κατά τους μήνες Οκτώβριο – Δεκέμβριο, ενώ τους μήνες Ιανουάριο – Φεβρουάριο, δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές στην παραγωγή. Κατά την περίοδο 1/9/2002 έως 31/1/2003 διαπιστώθηκαν μεγαλύτερες τιμές στους σάκους απο ότι στις γλάστρες με εξαίρεση το υπόστρωμα 100% coco-soil το οποίο παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή στην γλάστρα απο ότι στο σάκο. Κατά την περίοδο 1/2/2003 έως 31/6/2003 διαπιστώθηκε ότι οι τιμές στους σάκους και στις γλάστρες δεν παρουσίασαν μεγάλες διαφορές στις τιμές εκτός από το υπόστρωμα 100% coco-soil το οποίο παρουσίασε μεγαλύτερη τιμή στην γλάστρα. Το γεγονός ότι το coco-soil είναι καλύτερο στη γλάστρα μάλλον οφείλεται στην μεγάλη κατακράτηση νερού και επομένως στο φτωχότερο αερισμό, γεγονός που επιτείνεται με το είδος και τον αριθμό των οπών στράγγυσης στους σάκους. Κατά την περίοδο 1/1/2004 έως 31/5/2004, διαπιστώθηκε γενικά ότι καλύτεροι υποδοχείς όσον αφορά την παραγωγή ήταν οι σάκοι με εξαίρεση το υπόστρωμα 1/3 coco-soil/ελαφρόπετρα που παρουσίασε μεγαλύτερη παραγωγή στη γλάστρα. Κατά την περίοδο 1/3/2005 έως 30/4/2005 παρατηρείται να υπάρχει διαφορά επίσης υπέρ των σάκων τόσο στη συνολική παραγωγή όσο και στη παραγωγή ανά φυτό διότι με την πάροδο του χρόνου είχαν καταστραφεί περισσότερα φυτά σε γλάστρες (πίνακας 12). Αυτό μάλλον οφείλεται στην δυνατότητα που παρέχουν οι σάκοι στα υποστρώματα και ιδιαίτερα στο μεγάλο ποσοστό ελαφρόπετρας να συγκρατούν το θρεπτικό

διάλυμα για περισσότερο χρόνο, ιδιαίτερα σημαντικό, όταν η άρδευση δεν είναι ικανοποιητική ή όταν υπάρχει βλάβη στη λειτουργία της αρδευτικής κεφαλής. Επίσης το γεγονός ότι καταστράφηκαν με την πάροδο του χρόνου περισσότερα φυτά στα υποστρώματα με μεγάλο ποσοστό coco-soil πρέπει να οφείλεται στην σταδιακή αποδόμηση του υλικού γεγονός που επηρεάζει αρνητικά τις φυσικοχημικές του ιδιότητες και έχει αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών σε σχέση με την ελαφρόπετρα που έχει μεγαλύτερη σταθερότητα στο χρόνο.

Η χρονική κατανομή της παραγωγής της ζέρμπερας παρουσιάζεται και στα γραφήματα σε γλάστρα και σε σάκο. Καλύτερο υπόστρωμα εμφανίζεται το coco-soil./ελαφρόπετρα. 1/1 καθ' όλη την χρονική διάρκεια του πειράματος και ακολούθησε το coco-soil./ ελαφρόπετρα. 1/3. Μεγαλύτερη παραγωγή έδωσαν και τα πέντε υποστρώματα κατά ανοιξιάτικη και προς θερινή περίοδο. Η χρονική κατανομή της παραγωγής στα πέντε υποστρώματα σε σάκους παρουσίασε μια παρόμοια πορεία παραγωγής σε σάκους και γλάστρες σε όλα τα υποστρώματα.

Σχετικά με τη διάμετρο της κεφαλής των ανθέων, από την ανάλυση της παραλλακτικότητας των επεμβάσεων του πειράματος, διαπιστώθηκε ότι κατά το χρονικό διάστημα από 1/9/2000 έως 28/2/2001 δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο υποδοχέων και επίσης δεν παρατηρήθηκε υπεροχή κάποιου υποστρώματος. Κατά την περίοδο 1/12/2001 έως 28/2/2002 παρατηρούμε ότι στους σάκους η διάμετρος ήταν μεγαλύτερη, από τη γλάστρα χωρίς διαφορές μεταξύ τους ενώ στις γλάστρες βρέθηκε να έχουν σχετικά μεγαλύτερη διάμετρο τα άνθη στο υπόστρωμα 100% ελαφρόπετρα και μικρότερη στο 1/1 coco-soil/ελαφρόπετρα. Άξιο αναφοράς σ' αυτό το σημείο είναι οι διαφορές που εμφανίζονται στις τιμές ανάμεσα στην περίοδο του χειμώνα και του καλοκαιριού. Το καλοκαίρι, επειδή τα λουλούδια χρειάζονται περισσότερο νερό, οι σάκοι, επειδή μπορούν να συκρατήσουν νερό για περισσότερο χρονικό διάστημα, εμφανίζονται καλύτεροι από τις γλάστρες. Κατά την περίοδο 1/9/2002 έως 31/1/2003 διαπιστώθηκε η διάμετρος των κεφαλών είναι περίπου ίδια στις περισσότερες επεμβάσεις. Μεγαλύτερη διάμετρος κεφαλής παρατηρείται στην 100% ελαφρόπετρα στις γλάστρες. Κατά την περίοδο 1/2/2003 έως 31/3/2003 διαπιστώθηκε ότι μεγαλύτερη διάμετρο είχαν οι ανθοκεφαλές στο υπόστρωμα 1/1 coco-soil/ελαφρόπετρα. και στο υπόστρωμα 3/1 coco-soil/ελαφρόπετρα σε σάκους και στο 100% ελαφρόπετρα. σε γλάστρα. Κατά την περίοδο 1/3/2004 έως 31/5/2004, διαπιστώθηκε μια αύξηση της διαμέτρου της

κεφαλής. Κατά την περίοδο 1/3/2005 έως 30/4/2005 η διάμετρος των κεφαλών είναι περίπου ίδια για κάθε υποδοχέα (σάκο, γλάστρα), σε όλα τα υποστρώματα. Άξιο αναφοράς, είναι ότι τον Απρίλιο παρουσιάστηκε μια σημαντική μείωση στα υποστρώματα 100% ελαφρόπετρα και 1/1 coco-soil/ελαφρόπετρα στις γλάστρες. Σε γενικές γραμμές λοιπόν το υπόστρωμα που έδωσε μεγαλύτερη διάμετρο ανθοκεφαλών, είναι το 3/1 coco-soil/ελαφρόπετρα.

Σχετικά με το μήκος των ανθέων, από την ανάλυση της παραλλακτικότητας των επεμβάσεων του πειράματος διαπιστώθηκε ότι κατά το τρίμηνο 1/9-31/11/2000 φαίνεται να υπάρχει διαφορά στο μήκος μεταξύ των υποστρωμάτων, όμως καλύτερα αποτελέσματα λήφθηκαν όταν χρησιμοποιήθηκε ως υποδοχέας του υποστρώματος ο σάκος αντί της γλάστρας. Κατά το τρίμηνο παραγωγής 1/12/2000-28/02/2001 διαπιστώθηκε ότι μεταξύ των υποδοχέων (σάκος, γλάστρα) δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στο μήκος. Υπεροχή παρουσίασαν τα υποστρώματα coco-soil /ελαφρόπετρα 3/1, και coco-soil/ελαφρόπετρα 1/1. Κατά την περίοδο 1/12/2001 έως 28/2/2002, το φύτεμα σε σάκους παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα απ' ότι στις γλάστρες, το μακρύτερο στέλεχος στους σάκους είχε το υπόστρωμα με το 100% coco soil. Τα υπόλοιπα, λίγο πολύ κυμάνθηκαν σε παρόμοια επίπεδα. Στις γλάστρες, μακρύτερο στέλεχος είχε το υπόστρωμα με το 100% coco-soil και χαμηλότερο αυτό με το υπόστρωμα 1/1 coco-soil/ελαφρόπετρα. Γενικότερα, παρατηρήθηκε ότι μεγαλύτερα μήκη έδωσε η καλλιέργεια σε γλάστρες. Κατά την περίοδο 1/9/2002 έως 31/1/2003 πιο μακριά λουλούδια αναπτύχθηκαν στο 100% coco-soil υπόστρωμα σε γλάστρα. Αυτό μπορεί να συνέβη γιατί το συγκεκριμένο υπόστρωμα συγκρατεί λόγω της δομής του μεγαλύτερα ποσοστά νερού και η επίδραση της αλλαγής των καιρικών συνθηκών ήταν αμελητέα.. Κατά την περίοδο 1/2/2003 έως 31/3/2003 υψηλότερα μήκη στα λουλούδια της ζέρμπερας έδωσε το υπόστρωμα 100% coco-soil σε γλάστρα. Κατά την περίοδο 1/3/2004 έως 31/5/2004, παρουσιάστηκε μια αύξηση στο μήκος του στελέχους ιδίως κατά τους μήνες Απρίλιο και Μάιο. Όλα τα υποστρώματα φαίνεται να αποδίδουν καλύτερα σε σάκους.. Καλύτερο υπόστρωμα φαίνεται να είναι το 1/3 coco-soil/ελαφρόπετρα σε σάκους, όπου παρατηρούνται και τα καλύτερα αποτελέσματα σε μήκος στελέχους. Κατά την περίοδο 1/3/2005 έως 30/4/2005 στις γλάστρες το μεγαλύτερο μήκος στελέχους παρατηρείται στα υποστρώματα 3/1 coco-soil/ελαφρόπετρα και 1/3 coco-soil/ελαφρόπετρα και το μικρότερο στο 100% ελαφρόπετρα. Όπως συμβαίνει και στη διάμετρο, τον Απρίλιο

παρουσιάζεται το φαινόμενο της αύξησης του μήκους των στελεχών και στους δυο τύπους υποδοχέων (γλάστρα, σάκο) σε ποσοστό 25% γενικά σε κάθε επέμβαση.

Από την ανάλυση της παραλλακτικότητας των επεμβάσεων του πειράματος κατά το τρίμηνο 1/9-31/11/2000 **όσον αφορά το βάρος των ανθικών στελεχών** δεν φαίνεται να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των υποδοχέων ή των υποστρωμάτων. Ενώ κατά το τρίμηνο 1/12/2000-28/02/2001 διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των υποστρωμάτων. Το βάρος μειώθηκε μόνο όταν χρησιμοποιήθηκε αυτούσια ελαφρόπετρα.. Κατά την περίοδο 1/9/2002 έως 31/1/2003 παρατηρήθηκε μεγαλύτερη τιμή, στο 100% coco-soil σε σάκο. Κατά την περίοδο 1/2/2003 έως 31/3/2003 μεγαλύτερες τιμές στο βάρος βρέθηκαν στο υπόστρωμα 100% coco-soil σε σάκους με μικρή διαφορά και τα επόμενα καλύτερα αποτελέσματα έδωσε το 1/1 coco-soil/ελαφρόπετρα σε σάκο. Παρουσιάστηκε επίσης μια γενική αύξηση στο βάρος του στελέχους κατά τους μήνες Απρίλιο και Μάιο του 2004. Η αύξηση αυτή μπορεί να οφείλεται και στο κλείσιμο των κουρτινών στον χώρο του θερμοκηπίου κατά το διάστημα αυτό, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ελαφρά σκίαση των φυτών και κατά συνέπεια είχαμε μια καλύτερη ανάπτυξη των φυτών. Κατά την περίοδο 1/3/2005 έως 30/4/2005 παρατηρείται το βάρος και στους δυο τύπους υποδοχέων να παρουσιάζει τα μεγαλύτερα αποτελέσματα στο υπόστρωμα 3/1 coco-soil/ελαφρόπετρα . Στις γλάστρες τα χειρότερα αποτελέσματα είχαμε στο 100% ελαφρόπετρα και στους σάκους στο 1/3 coco-soil/ελαφρόπετρα.

Κατά την διάρκεια του πειράματος έγιναν δειγματοληψίες από όλους τους τύπους υποστρωμάτων και στους δύο τύπους υποδοχέων. Τα δείγματα πάρθηκαν σε τρεις χρονικές περιόδους. Πρώτο δείγμα πάρθηκε μετά την εγκατάσταση στην αρχή (έτος 2000), το δεύτερο δείγμα πάρθηκε το 2003 και το τρίτο δείγμα στα τέλη του 2005. Σκοπός της δειγματοληψίας ήταν η μέτρηση της υγρασίας των υποστρωμάτων και στους δυο διαφορετικούς υποδοχείς καθώς και του PH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (E.C.) των υποστρωμάτων για να διαπιστωθεί η μεταβολή τους στο χρόνο.

Στον πίνακα (10) των αποτελεσμάτων , όσον αφορά το PH, παρατηρείται μία αύξηση στα περισσότερα υποστρώματα. Αυτό συμβαίνει διότι ως γνωστό με την πάροδο των ετών αποδομείται το κάθε υπόστρωμα περισσότερο ή λιγότερο ανάλογα και με την σύστασή του και η τιμή του PH αυξάνει αναλόγως.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα δηλαδή η εναπόθεση αλάτων στα υποστρώματα παρουσίασε παρόμοιες διακυμάνσεις όπως το PH, για τους ίδιους ακριβώς λόγους. Η δυνατότητα κατακράτησης νερού μεταβλήθηκε και αυτή με την πάροδο του χρόνου. Το ποσοστό κατακράτησης νερού ελατώθηκε σχεδόν σε όλους τους τύπους των υποστρωμάτων. Μεγαλύτερη μείωση παρατηρήθηκε στα 100 coco-soil, 1/1 coco-soil/ελαφρόπετρα 3/1 coco-soil/ελαφρόπετρα υποστρώματα. Αντίθετα, χωρίς αισθητές διακυμάνσεις παρέμεινε το 100% ελαφρόπετρα υπόστρωμα.

Κατά την χρονική περίοδο από 1/8/2005 έως 31/3/2006 δηλαδή μετά την διακοπή των μετρήσεων και την ολοκλήρωση του πειράματος παρουσιάστηκαν κάποια προβλήματα λόγω βλάβης του Η/Υ της υδροπονικής κεφαλής με αποτέλεσμα την ελλειμματική άρδευση-υδρολίπανση. Αυτά τα προβλήματα σε συνδιασμό με τις αντίξοες καλοκαιρινές συνθήκες (υψηλή θερμοκρασία κλπ.), που επικρατούσαν την δεδομένη καλλιεργητική περίοδο στο θερμοκήπιο, είχαν σαν αποτέλεσμα την καταστροφή πολλών φυτών με αποτέλεσμα σήμερα να διατηρούνται ακόμα τα παρακάτω υποστρώματα και υποδοχείς με υγιή φυτά, γεγονός που δείχνει και την ανθεκτικότητα των υποστρωμάτων (πίνακα 12):

Υποδοχέας γλάστρα :

Coco-soil/ελαφρόπετρα 1/3, εναπομείναντα φυτά 10, ποιότητα πολύ καλή

Coco-soil/ελαφρόπετρα 3/1, εναπομείναντα φυτά 10, ποιότητα καλή

Ελαφρόπετρα 100%, εναπομείναντα φυτά 10, ποιότητα καλή

Υποδοχέας σάκος :

Coco-soil/ελαφρόπετρα 1/1, εναπομείναντα φυτά 10, ποιότητα καλή

Coco-soil 100%, εναπομείναντα φυτά 6, ποιότητα μέτρια

Coco-soil/ελαφρόπετρα 1/3, εναπομείναντα φυτά 27, ποιότητα πολύ καλή

Coco-soil/ελαφρόπετρα 3/1, εναπομείναντα φυτά 11, ποιότητα μέτρια

Ελαφρόπετρα 100%, εναπομείναντα φυτά 15, ποιότητα καλή

Συμπεράσματα

1. Όλα τα υποστρώματα και ιδιαίτερα αυτά που έχουν μεγάλο ποσοστό ελαφρόπετρας, φαίνεται να αποδίδουν καλύτερα σε σάκους. Αυτό συμβαίνει γιατί επιτυγχάνεται μεγαλύτερη κατακράτηση νερού χωρίς να παρεμποδίζεται ο αερισμός, με αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξή της.
2. Το είδος του υποστρώματος επηρέασε τόσο την παραγωγή όσο και την ποιότητα των ανθέων και συγκεκριμένα το καλύτερο υπόστρωμα αποδείχθηκε το coco soil/ελαφρόπετρα 1/1 και 1/3 βελτιώνοντας κυρίως την παραγωγή.
3. Η μέτρια έως μεγάλη συμμετοχή της ελαφρόπετρας στο υπόστρωμα είχε θετική επίδραση στο βάρος των ανθέων της χειμερινής παραγωγής ενώ η μέτρια έως μεγάλη συμμετοχή του coco soil είχε μεγαλύτερη επίδραση στο μήκος και βάρος της καλοκαιρινής παραγωγής.
4. Το είδος του υποδοχέα υποστρώματος επηρέασε το ύψος της καλοκαιρινής και της χειμερινής παραγωγής των ανθέων της ζέρμπερας και η καλλιέργεια στο σάκο βελτίωσε το μήκος και το νωπό βάρος των ανθέων της καλοκαιρινής παραγωγής.
5. Η διάμετρος κεφαλής του άνθους δεν επηρεάστηκε από το είδος του υποδοχέα ούτε του υποστρώματος της εκτός εδάφους καλλιέργειας στις περισσότερες περιπτώσεις.
6. Η γενική εμφάνιση και ο αριθμός των φυτών που απέμειναν μέχρι το τέλος του πειράματος (6 έτος), εμφανίζεται ως καλύτερο υπόστρωμα το 1/3 coco-soil/ελαφρόπετρα ακολουθούμενο από το coco-soil/ελαφρόπετρα 1/1 και από την ελαφρόπετρα 100% και ιδίως όταν υποδοχέας ήταν ο σάκος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γραφιαδέλλης, Μ., 1987. Σύγχρονα Θερμοκήπια. Β΄ Έκδοση. Έκδοση Δ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.
- Γουμενάκη, Ε., 2001. Τεχνικές καλλιέργειας εκτός εδάφους από τις Σημειώσεις
- Κανταρτζής, Ν., 1991-2001. Ανθοκομία, τόμοι 1-9, Αθήνα.
- Κιούσης, Γ., Κουτέπας, Ν., Ταμβάκης Ν., 1992. Εργαστήριο Ανθοκομίας – Κηποτεχνίας. Τόμος Α΄. Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα.
- Μανιός, Β., 1995. Εργαστήριο Υποστρωμάτων και συστημάτων θερμοκηπιακών καλλιέργειών εκτός εδάφους Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.
- Manios, V.I., Papadimitriou, M. D. and Kefakis, M.D. 1995. Hydroponic culture of tomato and gerbera at different substrates. Acta Hort.(ISHS) 408:11-16
[Http://Www.Actahort.Org/Dooks/408/408_1.Htm](http://www.actahort.org/Dooks/408/408_1.htm)
- Μανιός, Β., Υποστρώματα και συστήματα θερμοκηπιακών καλλιέργειών εκτός εδάφους Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.
- Μαυρογιαννόπουλος, Γ., 1996. Θερμοκήπια. (2η Έκδοση).
- Μιχελάκης, Ν., 1994. Συστήματα αυτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες. Εκδόσεις Εκδοτική Αγροτεχνική Α.Ε., Αθήνα.
- Νούσης, Ι., 1998. Σύγχρονη Ανθοκομία & Κηποτεχνία. Αθήνα.
- Παπαδημητρίου, Μ., Σημειώσεις Δρεπτόν Ανθέων Ι Θεωρία Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.
- Παπαδημητρίου, Μ., Σημειώσεις Ανθοκηπουρικής Εργαστήρια Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας.
- Παπαδημητρίου, Μ., στοιχεία πειράματος για τα χρονικά διαστήματα που δεν έχουν γίνει εργασίες και που ετυρούντο στο αρχείο.
- Τάκος, Ι., Μέρου, Θ., 1995. Τεχνολογία Σπόρων Ξυλωδών Φυτών. ART of TEXT, Θεσσαλονίκη.
- Τσόγκας, Μ., Παπαχατζή – Αποστολάτου Μ. Παραγωγή Πολλαπλασιαστικού Υλικού Ανθοκομίας. ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- Alvarez, J.A. Οι εμβολιασμοί των καρποφόρων και των καλλωπιστικών. Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα.
- Armitage. M.A. 1993. Bedding Plants Ball Publishing, Batavia, Illinois USA
- Ashton, F.M., Monaco, T.J., 1991. Formulations and Application Equipment. 3rd Edition, John Willey & Sons, New York.
- Ball, Vic, 1998. Ball RedBook. Ball Publishing, Batavia, Illinois, U.S.A.
- Dole, J.M., Wilkins, H.F., 1999. Floriculture. Principles and Species (ISBN: 0-13-374703-4).
- Barbour M. G., J. H. Burk and W. D. Pitts. 1987. Terrestrial Plant Ecology. Second Edition. The Benjamin /Cummings Publishing Company, Inc., USA.
- Basra, A.S., 1995. Seed Quality. Food Products Press, Binghamton, New York, USA.

- lessington., M.T., Collins., C.P., 1993. Foliage Plants. Ball Publishing, Batavia, Illinois
- Boodley, J.W., 1998. The Commercial Greenhouse. 2nd Edition., Delmar Publishers, USA.
- Culpin.,C., 1992. Farm machinery. Blackweel Scientific Puplications. London.
- Dole, J.M., Wilkins, H.F., 1999. Floriculture. Principles and Species (ISBN: 0-13-374703-4).
- Grounds, R., 1998. The Plantfinder's Guide to Ornamental Grasses.
- Harpstead, M.I., Sauer, T.J., Bennett, W.F., 1977. Soil Science Simplified. 3rd Edition.
- Hannan, H., 1998. Greenhouses. Advanced Technology for Protected Cultivation. CRC
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., Jr., Geneve, R.L., 1997. Plant Propagation: Principles and Practices. 6th edition., Prentice Hall International, Inc., New Jersey.
- Heuser, C., 1997. The Complete Book of Plant Propagation. (ISBN: 1-56158-234-4).
- Holcomb. J.E. 1994. Bedding Plants IV. Ball Publishing, Batavia, Illinois USA
- Kalra, Y.P, 1998. Handbook oif Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Larsen, R.A., 1992. Introduction to Floriculture. Second Edition. Academic Press, San Diego, California
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher plants. Academic Press, London.
- Nakayama and Bucks, 1986. Trickle Irrigation for Crop Production. Elsevier, Amsterdam.
- Nau, J., 1996. Ball Perennial Manual. Ball Publishing, Batavia, Illinois.
- Neel, T.A., 1993. Flowering potted plants. Prolonging Shelf Performance. Bull Publishing, Batavia, Illinois, USA.
- Nelson, P., 1998. Greenhouse Operation and Management. Prentice Hall, Inc., New Jersey, USA.
- Pertwee, J., 1999. International Cut Flower Manual 1999 (ISBN 1-874626-10-3).
- Reed, D.W., 1996. Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops. Ball Publishing. Batavia, Illinois, USA.
- Rees, A.R., 1992. Ornamental Bulbs, Corms and Tubers. CAB International, Wallingford, U.K.
- Ricklefs, R. E. 1990. Ecology Third Edition. W.H.Freeman and Company, USA
- Rushforth, K., 1990. Tree Planting and Management. David and Charles Newton Abbot, London.
- Sacalis, J.N, Seals, J.L., 1993. Cut Flowers. Prolonging Freshness. 2nd Edition. Ball Publishing, Batavia, Illinois, USA.
- Smith, R. L.. 1992. Elements of ecology. Third edition Harper Collins Pbs, Inc., USA
- Still, S.M., 1994. Manual of herbaceous ornamental plants. Stipes Publishing (ISBN: 0-87563-434-6).