



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ  
ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΓΑΡΥΦΑΛΛΟΥ»**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: Σταυρουλάκη Νίκη**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Φουντουλάκης Μιχάλης**

**Ηράκλειο Μάρτιος 2013**

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	6
1. Επεξεργασμένα υγρά απόβλητα.....	7
1.1 Ορισμός των υγρών αποβλήτων.....	7
1.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων.....	7
1.2.1 Φυσικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων.....	8
1.2.2 Χημικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων.....	9
1.2.3 Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων .....	12
1.3 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων.....	13
1.3.1 Ιστορική αναδρομή επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.....	13
1.3.2 Στόχοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων .....	14
1.3.3 Διεργασίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.....	15
1.4 Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων.....	17
1.4.1 Ιστορική αναδρομή ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων .	17
1.4.2 Ανάγκη ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων.....	18
1.4.3 Προοπτικές επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων.....	19
1.4.4 Δυνατότητες - παράγοντες επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων .....	22
1.4.5 Είδη καλλιέργειας-ιδιαιτερότητες που χρησιμοποιούνται τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα .....	23
1.4.6 Χαρακτηριστικά αρδευτικού νερού από επεξεργασμένα απόβλητα που εγκυμονούν κινδύνους για την πορεία ανάπτυξης των καλλιεργειών.....	25

1.5 Νομικά θέματα- ισχύοντες κανονισμοί .....	28
1.5.1 Οδηγία Π.Ο.Υ.....	29
1.5.2 Κανονισμός Καλιφόρνιας .....	30
1.5.3 Κανονισμοί – νομοθεσίες άλλων χωρών .....	32
1.5.4 Σχετική νομοθεσία της ευρωπαϊκής ένωσης .....	33
2.Καλλιέργεια γαρυφάλλου .....	34
2.1 Διάδοση κι οικονομική σημασία.....	34
2.2 Βοτανική ταξινόμηση .....	35
2.2.1 Ποικιλίες.....	36
2.3 Πολλαπλασιασμός .....	38
2.3 Καλλιέργεια γαρυφαλλιάς .....	39
2.3.1 Φύτευση.....	39
2.3.2 Κορυφολογήματα (τσιμπήματα).....	40
2.3.3 Κούρεμα .....	41
2.3.4 Ξεμπουμπούκισμα .....	42
2.3.5 Συγκομιδή.....	42
2.3.6 Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί .....	44
2.4 Φυσιολογικές συνθήκες για την καλλιέργεια γαρυφαλλιάς .....	44
2.4.1 Φωτισμός .....	44
2.4.2 Σχετική ατμοσφαιρική υγρασία .....	45

2.4.3 Διοξείδιο του άνθρακα(CO <sub>2</sub> ) .....	45
2.4.4 Θερμοκρασία .....	46
2.4.5 Έδαφος .....	47
2.5 Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία-τροφοπενίες και περίσσεια στοιχείων γαρυφαλλιάς .....	48
2.5.1 Υδρολίπανση .....	52
2.6 Φυτοπροστασία .....	53
2.6.1 Κυριότεροι εχθροί και ασθένειες γαρυφαλλιάς.....	54
2.6.2 Μυκητολογικές – Βακτηριολογικές ασθένειες γαρυφαλλιάς .....	55
2.6.3 Ζιζάνια .....	57
2.6.4 Ιώσεις .....	57
2.6.5 Μη θρεπτικές ανωμαλίες της γαρυφαλλιάς.....	58
2.7. Βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά γαρυφάλλων .....	60
2.7.1 Κανονισμός για την τυποποίηση γαρυφάλλων .....	61
2.7.2 Ανοχές .....	62
3. Περιγραφή πειράματος.....	63
3.1 Τόπος και χρόνος διεξαγωγής πειράματος.....	63
3.2 Σχεδιασμός και στόχος του πειράματος .....	63
3.3 Εγκατάσταση γαρυφάλλων.....	64
3.4 Καλλιεργητικές φροντίδες .....	67

3.5 Μετρήσεις- Αναλύσεις .....	67
3.5.1 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών .....	67
3.5.2 Αναλύσεις στα υγρά επεξεργασμένα απόβλητα .....	70
4. Αποτελέσματα-διαγράμματα.....	74
4.1 Επίδραση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, της λίπανσης και του μάρτυρα στην ανάπτυξη καλλιέργειας γαρυφάλλου. ....	74
4.2 Αποτελέσματα μετρήσεων επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, της λίπανσης και του νερού. ....	80
5. Συζήτηση .....	87
6. Βιβλιογραφία .....	89
7. Παράρτημα φωτογραφιών .....	90

## Περίληψη

### **«ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΓΑΡΥΦΑΛΛΟΥ».**

<sup>1</sup> Σταυρουλάκη Νίκη, <sup>2</sup> Πετούση Ιωάννα <sup>3</sup> Φουντουλάκης Μιγάλης <sup>4</sup>Παπαδημητρίου Μιχαήλ.

<sup>1</sup>Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, ΤΕΙ Κρήτης.

<sup>2</sup> Εργαστήριο Διαχείρισης Στερεών Υπολειμμάτων Και Υγρών Αποβλήτων, Τμήμα Βιολογικών Και Θερμοκηπιακών Καλλιέργειών, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, ΤΕΙ Κρήτης.

Τα υγρά απόβλητα προέρχονται από διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες (οικιακές, βιομηχανικές, γεωργικές) και καταλήγουν σε ειδικές μονάδες επεξεργασίας τους. Προκειμένου να εξελιχθεί η διαδικασία επεξεργασίας ομαλά αλλά και να γίνει αξιολόγηση πιθανών επιπτώσεων στους τελικούς αποδέκτες, θα πρέπει να είναι γνωστά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων.

Τα τελευταία χρόνια λόγω της αλόγιστης χρήσης του νερού παρουσιάζεται η ανάγκη ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων ώστε να μπορούν να αξιοποιηθούν για άρδευση , στην βιομηχανία κ.α. Για την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος υπόκεινται σε πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία. Σε κάποιες χώρες έχουν θεσπιστεί σχετικοί νόμοι για την απαγόρευση ή όχι χρήσης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.

Η γαρυφαλλιά εντοπίζεται κυρίως στην λεκάνη της Μεσογείου και πολλαπλασιάζεται με την μέθοδο in vitro. Για την παραγωγική και ποιοτική ανάπτυξη της θα πρέπει να γίνονται κάποιες απαραίτητες διαδικασίες. Επηρεάζεται από διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η εμφάνιση ασθενειών και εχθρών είναι συχνή όμως με την σωστή πρόληψη αντιμετωπίζονται.

Η πτυχιακή μου εργασία αφορά την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για την άρδευση καλλιεργούμενων γαρυφαλλών. Σκοπός του πειράματος είναι ο προσδιορισμός των πιθανών διαφορών στην ποιότητα και στην ανάπτυξη των φυτών από την άρδευση με την χρήση Ε.Υ.Α σε σχέση με τις δύο επεμβάσεις με το νερό.

## **1. Επεξεργασμένα υγρά απόβλητα**

### **1.1 Ορισμός των υγρών αποβλήτων.**

Την σημερινή εποχή θεωρείται απαραίτητη η επάρκεια πόσιμου νερού για έναν οικισμό, η ύπαρξη συστήματος διαχείρισης των παραγόμενων αποβλήτων και η διασφάλιση αποδεκτής ποιότητας για το περιβάλλον. Το πόσιμο νερό, που αποτελεί θείο δώρο για την ανθρωπότητα και γενικότερα για την ζωή στην γη, μετατρέπεται μετά την χρήση του σε υγρά απόβλητα που δεν αξιοποιούνται.

Ως υγρά απόβλητα ορίζονται εκείνες οι ποσότητες νερού που αφού αξιοποιηθούν από διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, καταλήγουν μέσω του αποχετευτικού συστήματος στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας τους.

Προέρχονται από τις κατοικίες, από τα κτίρια που στεγάζονται διάφορες υπηρεσίες, από βιοτεχνικές και εμπορικές δραστηριότητες και πιθανόν από βιομηχανικές μονάδες. Επίσης, το σύστημα αποχέτευσης μιας πόλης παραλαμβάνει τα όμβρια ύδατα και δέχεται εισροές από υπόγεια ή επιφανειακά νερά. Ανάλογα την χρήση που προηγήθηκε προτού τα υγρά απόβλητα καταλήξουν για επεξεργασία διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- ✓ Οικιακά υγρά απόβλητα, που παράγονται από τις διάφορες ατομικές δραστηριότητες όπως είναι το μπάνιο, η κουζίνα τόσο σε οικιακό και ξενοδοχειακό όσο και σε εμπορικό επίπεδο.
- ✓ Βιομηχανικά υγρά απόβλητα, που προέρχονται από διάφορες βιομηχανίες όπως για παράδειγμα μεταλλουργικές ή ηλεκτροπαραγωγικές.
- ✓ Γεωργικά υγρά απόβλητα, τα οποία παράγονται από κάθε γεωργική δραστηριότητα όπως οι εντατικές κτηνοτροφικές μονάδες.

### **1.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων**

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων μπορούν να διακριθούν σε φυσικά, χημικά, βιοχημικά και μικροβιολογικά. Είναι απαραίτητα για την παρακολούθηση λειτουργίας διαφόρων σημείων της εγκατάστασης επεξεργασίας.

Ακόμη, θα πρέπει να είναι γνωστά προκειμένου να γίνει αξιολόγηση των επιπτώσεων από την διάθεσή τους σε διάφορους αποδέκτες.

Προκειμένου να είναι επιτυχής ο προσδιορισμός κάποιου χαρακτηριστικού είναι απαραίτητο να γίνουν κατανοητές οι λεπτομέρειες της πειραματικής μεθόδου και να λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα. Από την στιγμή παραλαβής του δείγματος θα πρέπει να συντηρείται με κατάλληλο τρόπο ώστε να παραμένουν αναλλοίωτα τα χαρακτηριστικά του. Η σωστή συντήρηση του δείγματος είναι καθοριστικής σημασίας για αρκετά ποιοτικά χαρακτηριστικά.

### **1.2.1 Φυσικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων**

Στην κατηγορία των φυσικών χαρακτηριστικών οι παράμετροι που εξετάζονται είναι οι εξής:

#### Θερμοκρασία

Έχει σημαντική επίπτωση στο ρυθμό των βιολογικών κυρίως αντιδράσεων. Η θερμοκρασία των λυμάτων στο δίκτυο υπονόμων είναι συνήθως υψηλότερη από την θερμοκρασία του νερού ύδρευσης. Αυτό συμβαίνει λόγω της προσθήκης ενέργειας από τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Η μέτρησή της είναι αρκετά απλή και στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων θα πρέπει να γίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

#### Οσμή

Οφείλεται στην εκπομπή πτητικών συστατικών που περιέχονται στα λύματα ή προκύπτουν από την αποδόμηση οργανικού υλικού τους κάτω από ανοξικές ή αναερόβιες συνθήκες. Η πιο χαρακτηριστική οσμή είναι εκείνη που αντιστοιχεί στο υδρόθειο που προκύπτει έπειτα από αναερόβια μικροβιακή μετατροπή των θεικών.

Οι κυριότερες ουσίες που ευθύνονται για την οσμή των αστικών λυμάτων είναι οι αμίνες, η αμμωνία, το υδρόθειο, οι μερκαπτάνες και η σκατόλη. Η έκλυση οσμών από την λειτουργία εγκαταστάσεων επεξεργασίας αστικών λυμάτων αποτελεί ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα. Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις ματαίωσης κατασκευής



εγκαταστάσεων λόγω έντονων αντιδράσεων όσον αφορά τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ανάδυσης οσμών.

### Στερεά

Τα στερεά που βρίσκονται στα λύματα μπορεί να είναι διαλυμένα, κολλοειδή και αιωρούμενα. Για πρακτικούς λόγους στην περίπτωση των αστικών λυμάτων γίνονται προσδιορισμοί δύο κύριων κατηγοριών. Η μία κατηγορία είναι τα ολικά στερεά και η άλλη είναι τα αιωρούμενα στερεά. Τα στερεά (ολικών και αιωρούμενων) αποτελούνται από δύο επιμέρους ομάδες. Η μία ομάδα αντιστοιχεί σε οργανικό υλικό (πτητικά στερεά ) και η άλλη ομάδα σε ανόργανο υλικό(μη πτητικά στερεά).

### Χρώμα

Ο όρος πραγματικό χρώμα αντιστοιχεί στο χρώμα του δείγματος μετά από την αφαίρεση των σωματιδίων που προκαλούν θολότητα ενώ ο όρος φαινομενικό χρώμα παραπέμπει στο χρώμα του αρχικού δείγματος.

Το χρώμα που παρουσιάζουν μερικά επιφανειακά νερά οφείλεται στην επαφή τους με το φυτικό υλικό (χορτάρια, φύλλα, φλοιοί, και ρίζες δένδρων) καθώς και με το εδαφικό υλικό. Το χρώμα των επιφανειακών νερών ενδέχεται όμως να είναι διαφορετικό από το φυσικό σύνηθες χρώμα τους σε περίπτωση που έχουν ρυπανθεί από έγχρωμα απόβλητα (π.χ. από χαρτοβιομηχανίες ή βαφεία).

Συνδέεται άμεσα με την ηλικία (το πόσο φρέσκα είναι) των υγρών αποβλήτων. Τα φρέσκα αστικά υγρά απόβλητα έχουν συνήθως ένα ελαφρύ καφέ-γκρίζο χρώμα. Καθώς οι αναερόβιες διαδικασίες λαμβάνουν χώρα με την πάροδο του χρόνου, το χρώμα αυτό αλλάζει, σκουραίνοντας για να καταλήξει σε μαύρο.

### **1.2.2 Χημικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων**

Ένα πρώτος διαχωρισμός των χημικών ουσιών που βρίσκονται στα λύματα είναι σε οργανικό και σε ανόργανο υλικό. Οι κυριότερες ομάδες οργανικού υλικού στα αστικά λύματα είναι οι πρωτεΐνες (40 έως 60%), οι υδατάνθρακες (25 έως 50%), τα λίπη και τα έλαια (περίπου 10%). Η ουρία, η οποία αποτελεί το κυριότερο συστατικό

των ούρων και είναι επίσης, μια άλλη σημαντική οργανική ένωση των αστικών λυμάτων.

- Οργανικές ουσίες

- Πρωτεΐνες

Προέρχονται από τροφές φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Είναι μόρια πολύπλοκα και ασταθή που μπορούν να διασπασθούν από μία πλειάδα διαδικασιών αποδόμησης. Άλλες είναι διαλυτές στο νερό και άλλες όχι. Όταν οι πρωτεΐνες βρίσκονται σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις κατά την αποσύνθεση τους εκλύουν δυνατές οσμές, κυρίως λόγω της ύπαρξης θείου στα μόρια τους, ενώ αποτελούνται και από άζωτο που δημιουργεί φαινόμενα ευτροφισμού.

- Λίπη και έλαια

Με γενικό όρο τα λιπίδια περιέχονται και αυτά σε διάφορα τρόφιμα φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Είναι εστέρες που προέρχονται από την ένωση αλκοόλων ή γλυκερόλης με λιπαρά οξέα. Είναι γενικά ενώσεις που δύσκολα διασπώνται από βακτήρια. Αν δεν απομακρυνθούν από τα απόβλητα πριν την απελευθέρωση τους στη φύση μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα, δημιουργούν αφρό και διάφορα φιλμ στην επιφάνεια του νερού των λιμνών, ποταμών και θαλασσών, επιδρώντας έτσι αρνητικά σε μια πλειάδα ζώντων οργανισμών.

- Οργανικά χημικά

Δύο ομάδες συνθετικών οργανικών χημικών ενώσεων αποτελούν πηγή μόλυνσης στα υγρά απόβλητα: τα φυτοφάρμακα (και γενικά τα γεωργικά χημικά) και τα οργανικά πτητικά χημικά(αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό του οργανικού φορτίου των αστικών αποβλήτων).

Τα φυτοφάρμακα (τόσο τα ζιζανιοκτόνα όσο και τα μυκητοκτόνα βακτηριοκτόνα) περιέχουν τοξικές ουσίες για την πλειονότητα των ζώντων οργανισμών. Η παρουσία τους στα υγρά απόβλητα δημιουργεί πρόβλημα μια και υπάρχει σημαντικός κίνδυνος μόλυνσης ποταμών, λιμνών και θαλασσών. Το πιο σημαντικό πρόβλημα προκύπτει όταν αυτές οι ουσίες, που διασπώνται σχετικά αργά και δύσκολα, εισέλθουν στα υπόγεια νερά μολύνουν τον υδροφόρο ορίζοντα δημιουργώντας σημαντικούς κινδύνους για τη δημόσια υγεία.

Τέλος τα χημικά λιπάσματα, τα περισσότερα των οποίων περιέχουν άζωτο, φώσφορο και κάλιο σε ανόργανη μορφή, θεωρούνται υπεύθυνα για σημαντικό ποσοστό του φαινομένου του ευτροφισμού των λιμνών και θαλασσών.

- Ανόργανες ουσίες

- Άζωτο – Φώσφορος

Τα στοιχεία του φωσφόρου και αζώτου είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη μιας πλειάδας οργανισμών μεταξύ των οποίων είναι και οι μικροοργανισμοί. Για αυτό τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα σε μια ελάχιστη ποσότητα, για τη βιολογική επεξεργασία. Η έλλειψη αυτής της ελάχιστης συγκέντρωσης μπορεί να απαιτήσει ακόμη και την προσθήκη τους ως μέρος της διαδικασίας επεξεργασίας. Από την άλλη φαινόμενα, όπως αυτό του ευτροφισμού, έχουν κάνει τη μέτρηση της συγκέντρωσης των δύο αυτών στοιχείων απαραίτητη μια και αποτελεί σημαντική παράμετρο της ποιότητας επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων.

Το άζωτο που μετριέται σε ένα δείγμα υγρών αποβλήτων είναι το άθροισμα του αμμωνιακού, νιτρικού, νιτρώδους και φυσικά του οργανικού αζώτου και ονομάζεται ολικό άζωτο. Γενικά στα λύματα το ολικό άζωτο κυμαίνεται από 10 έως 30 με 40 mg/l. Το άζωτο και ο φώσφορος εισέρχονται στον κύκλο του νερού είτε μέσω των αστικών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων είτε μέσω της έκπλυσης χημικών συνθετικών λιπασμάτων από γεωργικές εκτάσεις με το νερό της βροχής.

Καθώς η ανάγκη επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων κυρίως στη γεωργία έχει αυξηθεί, υπάρχει μια σκέψη αποφυγής μείωσης της συγκέντρωσης του αζώτου και του φωσφόρου σε απόβλητα που θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για άρδευση καλλιεργειών, αντικαθιστώντας μερικώς τη χημική λίπανση.

- Βαρέα μέταλλα

Στα υγρά απόβλητα τα βαρέα μέταλλα προέρχονται κυρίως από λύματα βιομηχανικών δραστηριοτήτων και σε πολύ μικρότερο ποσοστό από οικιακά λύματα. Τα βαρέα μέταλλα είναι απαραίτητα σε μικρές ποσότητες για την ανάπτυξη της πλειονότητας των οργανισμών. Σε μεγαλύτερες όμως συγκεντρώσεις γίνονται τοξικά προκαλώντας διάφορες βλάβες. Στον ανθρώπινο οργανισμό η συγκέντρωση βαρέων μετάλλων έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση καρκίνων.

### **1.2.3 Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων**

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μεταφέρονται στα αστικά λύματα κυρίως με τα ούρα και τα κόπρανα ασθενών ανθρώπων. Οι κύριες κατηγορίες που υπάρχουν στα λύματα είναι τα βακτήρια, οι ιοί, οι μύκητες, τα πρωτόζωα και οι ελμίνθες. Μερικές ασθένειες που μπορεί να προκληθούν από την πόση μολυσμένου νερού από τα λύματα είναι δυσεντερία, χολέρα, κ.τ.λ. Οι παθογόνοι όμως μικροοργανισμοί αποτελούν ένα πάρα πολύ μικρό ποσοστό συνολικά στα αστικά λύματα (Τσώνης Σ., 2004). Αντίθετα, τα κολοβακτηρίδια εμφανίζονται σε μεγαλύτερο ποσοστό στα ανεπεξέργαστα αστικά λύματα.

#### Βακτήρια

Μονοκύτταροι προκαρυωτικοί μικροοργανισμοί στους οποίους το γενετικό υλικό δεν περικλείεται από μεμβράνη (δεν υπάρχει σχηματισμένος πυρήνας). Η δράση και η σημασία τους στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι πολύ σημαντική. Η πλειονότητα των διεργασιών οφείλεται στη δράση τους, την ποικιλομορφία τους και την ικανότητα τους να αναπτύσσονται με γεωμετρικούς ρυθμούς.

#### Μύκητες

Πολυκύτταροι ευκαρυωτικοί μικροοργανισμοί στους οποίους το γενετικό υλικό περικλείεται από πυρηνική μεμβράνη (υπάρχει σχηματισμένος πυρήνας). Είναι κυρίως σαπροφυτικοί οργανισμοί οι οποίοι μπορούν να αναπτυχθούν σε περιοχές μειωμένης υγρασίας και μειωμένου PH (Μανιός Θ., 2007).

#### Ιοί

Οι ιοί είναι μια κατηγορία οργανισμών που φέρει DNA ή RNA περιστοιχισμένο από μία μεμβράνη πρωτεϊνικής φύσεως. Έχουν την ανάγκη ενός ζωντανού φορέα τον οποίο μολύνουν και τον χρησιμοποιούν για να αναπαραχθούν.

#### Κολοβακτηρίδια

Τα κολοβακτηρίδια αντιπροσωπεύουν μια μεγάλη ομάδα μικροοργανισμών. Η ύπαρξη ή όχι των μικροοργανισμών αυτών στα υγρά απόβλητα είναι ενδεικτικά της ύπαρξης και άλλων παθογόνων μικροοργανισμών. Για το λόγο αυτό τα ονομάζουμε

και δείκτες του μικροβιακού φορτίου. Ουσιαστικά αντιπροσωπεύονται από τα *Escherichia Coli* ή για συντομία *E. Coli* και αυτή των θερμοανθεκτικών κολοβακτηριδίων *Faecal coliforms* (Μανιός Θ., 2007).

### **1.3 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων**

#### **1.3.1 Ιστορική αναδρομή επεξεργασίας υγρών αποβλήτων**

Στην αρχαιότητα, τόσο η ύδρευση όσο και η αποχέτευση ήταν γνωστές. Όμως ο καθαρισμός των υγρών αποβλήτων με τη σημερινή έννοια δεν έχει κανένα ιστορικό παρελθόν, διότι η εξέλιξη του είναι πολύ πιο πρόσφατη. Βέβαια σε πολλές αρχαιολογικές ανασκαφές βρίσκουμε ευρήματα που δίνουν ενδείξεις για κάποια μορφή επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων όπως π.χ. αρχαίες εγκαταστάσεις με χαλικόφιλτρα. Η εξέλιξη όμως της επεξεργασίας των αποβλήτων στην αρχαιότητα δεν είναι σε καμία περίπτωση εφάμιλλη εκείνης με άλλους τομείς της υδραυλικής των οικισμών (αποχέτευση, όμβρια). Στις εποχές που ακολουθούν μόνο σε μεμονωμένες περιπτώσεις διοχετεύονται τα απόβλητα σε αγρούς ή χρησιμοποιούνταν στη γεωργία. Μέχρι το 19ο αιώνα δεν έγινε καμία σημαντική αλλαγή στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Η ανακάλυψη στον τομέα της ιατρικής, πριν από περίπου 100 χρόνια οδήγησε τον άνθρωπο να καταλάβει ότι οι ασθένειες προκαλούνται από παθογόνα μικρόβια. Ένας από τους τρόπους εισβολής τους στον ανθρώπινο οργανισμό ήταν και μέσω του πόσιμου νερού. Τότε συνειδητοποιήσαν ότι το νερό αυτό θα έπρεπε να ήταν απαλλαγμένο από κάθε μορφής ρύπανση. Επειδή όμως το πόσιμο νερό προερχόταν και από επιφανειακούς υδάτινους πόρους, θα έπρεπε να βρεθεί μια λύση, έτσι ώστε να κρατηθούν τα υγρά απόβλητα μακριά από τους υδάτινους αποδέκτες.

Για να γίνει όμως αυτό εφικτό θα έπρεπε να γίνεται, πρώτα καθαρισμός των υγρών αποβλήτων πριν από τη διοχέτευση τους στους υδάτινους αποδέκτες. Για την υλοποίηση της ιδέας αυτής όμως θα έπρεπε να ξεπεραστούν πολλά εμπόδια, όπως η επιφυλακτικότητα με την οποία αντιμετωπίζονται πολλές φορές ακόμη και σήμερα πολλές τέτοιες ιδέες. Για την υλοποίηση μιας τέτοιας ιδέας σημαντικές υπηρεσίες

πρόσφεραν στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ου αιώνα ο *W. Ph. Dunbar* (1863-1922) και ο *Karl Imhoff* (1876-1965).

Στα μέσα του 19ου αιώνα άρχισαν να κατασκευάζονται μεικτά αποχετευτικά συστήματα, δηλαδή από κοινού για όμβρια και υγρά απόβλητα. Το 1868 κατασκευάστηκε στην Αγγλία το πρώτο αμμοδιυλιστήριο. Το 1887 εφαρμόστηκε η χημική καθίζηση των αποβλήτων στις Η.Π.Α., κάτι που είχε δοκιμαστεί πρώτα στην Αγγλία το 1762. Στη συνέχεια το 1983 κατασκευάστηκε το πρώτο χαλικοδιυλιστήριο στην Αγγλία. Το 1904 στη Γερμανία επινοήθηκε η πρώτη σηπτική δεξαμενή *Imhoff*, ενώ το 1916 επινοήθηκε στις Η.Π.Α. η διεργασία επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων.

### **1.3.2 Στόχοι επεξεργασίας υγρών αποβλήτων**

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων έχει ως σκοπό την απομάκρυνση, την εξουδετέρωση ή την τροποποίηση του εκάστοτε ρυπαντικού φορτίου προκειμένου να εξαλειφθούν ή τουλάχιστον να ελαττωθούν οι δυσμενείς συνέπειες για τον τελικό αποδέκτη όπως το έδαφος, επιφανειακά νερά κ.τ.λ. Η επεξεργασία περιλαμβάνει συνδυασμό φυσικών, χημικών, φυσικοχημικών και βιολογικών διεργασιών. Οι συγκεκριμένες διεργασίες σκοπεύουν να δεσμεύσουν και να αφαιρέσουν το ρυπαντικό φορτίο από το νερό.

Βέβαια ο κύριος στόχος είναι η μείωση του  $BOD_5$  (Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο) των αιωρούμενων στερεών και του πληθυσμού των διάφορων παθογόνων μικροοργανισμών (Μαυρίδου Α., Παπαπετροπούλου Μ., 1995). Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων στην οποία διαχωρίζονται οι ρύποι, έχει επικρατήσει να ονομάζεται βιολογικός καθαρισμός (Αραβώσης κ.α., 2003).

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων καθίσταται υποχρεωτική για την προστασία του ανθρώπου, την αποφυγή μετάδοσης ασθενειών, την αποτροπή δηλητηριάσεων από τοξικές ουσίες, υπολείμματα φυτοφαρμάκων και βαρέων μετάλλων, από αισθητική υποβάθμιση(οσμές) και φαινόμενα ευτροφισμού (Νταράκας Ε., 2006).

### 1.3.3 Διεργασίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

Για την επίτευξη των διαφόρων βαθμών επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων θα πρέπει να γίνεται σε αρχικά στάδια η προεπεξεργασία. Ως προεπεξεργασία ορίζεται η απομάκρυνση των υλικών που περιέχονται στα απόβλητα όπως κουρέλια, ξύλα, επιπλέοντα υλικά, χαλίκια – άμμος και λίπη, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα λειτουργίας στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών αποβλήτων. Τα στάδια που περιλαμβάνονται είναι εσχάρωση (απομάκρυνση ογκωδών αντικειμένων), άλεση – πολτοποίηση (τεμαχισμός ογκωδών αντικειμένων), εξάμμωση (απομάκρυνση άμμου και σωματιδίων μεγαλύτερων των 200μ.), λιποσυλλογή (απομάκρυνση ελαίου και λιπών) και τέλος εξισορρόπηση παροχής (εξασφάλιση ομοιόμορφης κατανομής για τα επόμενα στάδια). (Μανιός Θ. κ.α, 2009).

#### Πρωτοβάθμια επεξεργασία – μηχανικός καθαρισμός

Έχει ως σκοπό την αφαίρεση του αιωρούμενου υλικού κατά τουλάχιστον 50% της τιμής των εισερχόμενων δειγμάτων και την τιμή του BOD<sub>5</sub> κατά τουλάχιστον 20%. Σε αρκετές εγκαταστάσεις η πρωτοβάθμια επεξεργασία είναι η μοναδική διεργασία που πραγματοποιείται ενώ σε άλλες ανάλογα το είδος που ακολουθεί, μπορεί κι να παραληφθεί. Ο μηχανικός αυτός καθαρισμός μπορεί να ελαττώσει σημαντικό μέρος του ρυπαντικού φορτίου (Μαρκαντωνάτος Γ., 1986). Τα συστήματα που εφαρμόζονται είναι η καθίζηση των αιωρούμενων σωματιδίων μεγέθους 0,1- 0,001 mm και η επίπλευση των ελαφρών στερεών.

Η επίπλευση γίνεται σε δεξαμενές όπου τα στερεά κατευθύνονται στην επιφάνεια με παροχή αέρα με κατάλληλες διατάξεις. Από την άλλη, η καθίζηση πραγματοποιείται σε δεξαμενές υπό συνθήκες απόλυτης ηρεμίας κάτω από την επίδραση της βαρύτητας. Η πρωτοβάθμια καθίζηση αφαιρεί τα καθιζάνοντα στερεά υπό μορφή πρωτοβάθμιας ιλύος και το υπερκείμενο υγρό αποτελεί την πρωτοβάθμια επεξεργασμένη εκροή (Τσώνης Σ., 2004). Η εκροή συνήθως δεν είναι κατάλληλης ποιότητας για διάθεση και έτσι ακολουθεί η δευτεροβάθμια επεξεργασία.

#### Δευτεροβάθμια επεξεργασία- βιολογικός καθαρισμός

Στοχεύει στη περαιτέρω μείωση του BOD<sub>5</sub> και των αιωρούμενων στερεών αλλά και στην επιπλέον δυνατότητα μείωσης των αζωτούχων και φωσφορικών ενώσεων που μπορεί να παρουσιάζονται στα απόβλητα. Βασίζεται στην μετατροπή των

διαλυμένων ουσιών και των αιωρούμενων σωματιδίων σε μικροβιακή βιομάζα και στην συνέχεια ακολουθεί η απομάκρυνσή της με καθίζηση. Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιείται αερόβια βιολογική αποικοδόμηση οργανικής ύλης.

Κατά την βιολογική επεξεργασία οι οργανικές ουσίες χρησιμοποιούνται ως τροφή από τους μικροοργανισμούς, προκειμένου να αποκτήσουν την απαραίτητη ενέργεια για την συντήρηση και την αναπαραγωγή τους μειώνοντας έτσι την τιμή του BOD (Σαββάκης Κ.Ε., 2002).

#### Τριτοβάθμια επεξεργασία

Είναι προφανές ότι στα λύματα εμπεριέχονται ουσίες που προέρχονται από βιομηχανίες και βιοτεχνίες. Επομένως, η τριτοβάθμια επεξεργασία στοχεύει στην αφαίρεση βαρέων μετάλλων, παθογόνων μικροοργανισμών και διάφορων τοξικών ουσιών επικίνδυνων για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Οι πιο συνηθισμένες διαδικασίες τριτοβάθμιας επεξεργασίας θεωρούνται η προσθήκη κροκιδωτικών – συσσωμάτωση, κροκίδωση, διύλιση – φιλτράρισμα (αμμόφιλτρα, φυσικά συστήματα) και απολύμανση. Η σημαντικότερη διεργασία της τριτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η απολύμανση.

Με τον όρο απολύμανση εννοούμε εκείνη την επεξεργασία του νερού που έχει ως σκοπό τη καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών των αποβλήτων ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση ασθενειών μέσω του νερού του αποδέκτη. Είναι το τελευταίο στάδιο της επεξεργασίας και το μοναδικό με αποκλειστικό στόχο την καταστροφή των μικροοργανισμών ενός ανοικτού ή κλειστού δικτύου νερού σε επίπεδα που δεν επηρεάζουν τη διεργασία.

Η απολύμανση γίνεται με τη χρήση χημικών ουσιών (χλώριο, όζον) ή με φυσικά μέσα (αντίστροφη όσμωση, ακτινοβολία UV). Όμως το πιο συνηθισμένο μέσο απολύμανσης είναι το χλώριο.



## **1.4 Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων**

### **1.4.1 Ιστορική αναδρομή ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων**

Η άρδευση καλλιεργειών με υγρά απόβλητα εφαρμόζεται επί αιώνες σε αρκετά μέρη του κόσμου. Οι πρώτες αναφορές επαναχρησιμοποίησης αποβλήτων ήταν κατά την διάρκεια του Μινωικού πολιτισμού αλλά και αργότερα στην Ασία κυρίως για την κάλυψη αναγκών άρδευσης. Στην Γερμανία κατά τον 16<sup>ο</sup> αιώνα και στην Αγγλία κατά την διάρκεια του 19<sup>ου</sup> αιώνα η χρήση αστικών υγρών αποβλήτων αποτελούσε κοινή πρακτική. Στην Αμερική αναφέρεται ότι χρήση αποβλήτων έγινε για πρώτη φορά το 1870. Κατά την δεκαετία 1980-1990, παρουσιάστηκε αυξημένο ενδιαφέρον στις αναπτυγμένες χώρες της επαναχρησιμοποίησης.

Τον τελευταίο αιώνα έχει κατασκευαστεί ένας σημαντικός αριθμός εγκαταστάσεων ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης σε αρκετά μέρη του κόσμου με σκοπό την διάθεση των αποβλήτων στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις αλλά και σε άλλες ευεργετικές χρήσεις.

Στο Grand Canyon National Park στην Αριζόνα το 1926, χρησιμοποιήθηκαν αρχικά επεξεργασμένα υγρά απόβλητα σε διπλό σύστημα υδροδότησης για τον καθαρισμό τουαλετών και μετά για άρδευση χλοοταπήτων, ψύξη και παραγωγή ατμού. Στην πόλη Pomona της Καλιφόρνια άρχισε το 1929 ένα έργο επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων για άρδευση καλλωπιστικών κήπων και άλλων χώρων πρασίνου. Επίσης το 1912, χρησιμοποιήθηκαν υγρά απόβλητα (αρχικά ανεπεξέργαστα και μετά επεξεργασμένα σε σηπτικές δεξαμενές) στο Golden Gate Park στο Σαν Φραντζίσκο, για τη διαβροχή χλοοταπήτων και υδατοτροφοδοσία λιμνοδεξαμενών αναψυχής. Μια συμβατική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων κατασκευάστηκε στην ευρύτερη περιοχή αυτού του πάρκου το 1932 και η επαναχρησιμοποίηση της εκροής της συνεχίστηκε μέχρι το 1985. Ένα διπλό σύστημα υδροδότησης υλοποιήθηκε το 1960 στην πόλη Springs του Κολοράντο.

Στην πολιτεία αυτή των Η.Π.Α επαναχρησιμοποιούνται υγρά απόβλητα μετά από ανάκτηση τους, κυρίως για άρδευση κοινόχρηστων εκτάσεων, όπως είναι γήπεδα γκολφ, πάρκα, νεκροταφεία και πρανή δρόμων. Ένα παρόμοιο σύστημα επαναχρησιμοποίησης αστικών υγρών αποβλήτων άρχισε στο St. Petersburg της

Φλόριντα το 1977, ως μέρος του εφαρμοζόμενου τοπικά δημοτικού προγράμματος, για περιορισμό της ρύπανσης. Σήμερα η εκροή, που ανακτάται από την επεξεργασία υγρών αποβλήτων σ' αυτό το έργο, διανέμεται δια μέσου ενός διπλού δικτύου 300km περίπου για άρδευση δημόσιων πάρκων, γηπέδων γκολφ, σχολικών κήπων και άλλων χώρων πρασίνου, καθώς και για υδατοτροφοδοσία ψυκτικών υδατοπύργων. Ένα από τα πιο σημαντικά έργα εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων με ανακτώμενα υγρά απόβλητα άρχισε το 1962 στην επαρχία Whittier Narrows στο Λος Άντζελες της Καλιφόρνιας.

#### **1.4.2 Ανάγκη ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων**

Το νερό είναι η περισσότερο διαδεδομένη χημική ένωση. Χαρακτηρίζεται ως πηγή ζωής για όλους τους έμβιους οργανισμούς που η φύση παρέχει απλόχερα. Αποτελεί ένα βασικό στοιχείο της επιβίωσης, της ανάπτυξης αλλά κι της ίδιας της ζωής του περιβάλλοντος και της ανθρωπότητας.

Σήμερα το 80% του διαθέσιμου νερού χρησιμοποιείται στην γεωργία, το 8% στην βιομηχανία ενώ μόνο το 10% για οικιακή χρήση. Δυστυχώς, υπάρχει η τάση το νερό να θεωρείται ως δεδομένο αγαθό που θα παρέχεται κι θα αντικαθίσταται για πάντα από την φύση δωρεάν. Τα τελευταία χρόνια λόγω της κατάχρησης του νερού, της ραγδαίας αύξησης του πληθυσμού παγκοσμίως και της μαζικής κατανάλωσης, η διαθεσιμότητα του νερού δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες της σύγχρονης ζωής και συνεχώς μειώνεται.

Για αυτό το λόγο, το νερό αποτελεί στρατηγικής σημασίας αγαθό σε όλη την υφήλιο και αιτία για πολλές πολιτικές διενέξεις . Πολλοί έχουν προβλέψει ότι το καθαρό νερό θα γίνει το "πετρέλαιο του μέλλοντος" καθιστώντας τον Καναδά με τα πλεονάζοντα αποθέματα νερού την πιο πλούσια χώρα του πλανήτη. Σύμφωνα με την έρευνα της UNESCO που πραγματοποιήθηκε το 2003 για τα παγκόσμια αποθέματα νερού, υπολογίζεται ότι στα επόμενα 20 χρόνια η ποσότητα του νερού που αναλογεί στον καθένα προβλέπεται να μειωθεί κατά 30%.

Αυτό έχει σαν συνέπεια την αναζήτηση εναλλακτικών πηγών νερού και την εξέταση της επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων τουλάχιστον για την

άρδευση αν αυτό είναι δυνατόν (Στάμου Α., 1995). Εκτιμάται ότι η χρήση περιθωριακών νερών θα μπορούσε να συμβάλλει αποφασιστικά τόσο στην εξοικονόμηση και διατήρηση πηγών νερού, όσο και στην αύξηση της αρδευόμενης γεωργικής γης.

Επιπλέον θεωρείται βέβαιο ότι τέτοιες δράσεις στο μέλλον θα ενισχυθούν γιατί είναι φιλικές προς το περιβάλλον, χαμηλού κόστους και συμβάλλουν στο περιορισμό της χρήσης χημικών λιπασμάτων στις αρδευόμενες γεωργικές καλλιέργειες. Βεβαίως, πρέπει να διερευνηθεί η ποιότητα και το είδος των αποβλήτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και συγχρόνως να οριστεί η κατάλληλη ποιότητα νερού για κάθε χρήση καθώς και ο τρόπος που μπορούμε να επιτύχουμε την ποιότητα αυτή. Παράλληλα, πρέπει να αναζητηθούν οι προϋποθέσεις που θα καθιστούν τη προσέγγιση της επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων, λύση φιλική προς το περιβάλλον αλλά και οικονομική για τον άνθρωπο. Τελευταίο και κυριότερο πρέπει να εξασφαλιστεί η κοινωνική αποδοχή της συνολικής διαδικασίας και η συμμετοχή των πολιτών σε αυτή.

### **1.4.3 Προοπτικές επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων**

Η συνεχής πληθυσμιακή αύξηση, η ρύπανση και η συνεχής υποβάθμιση τόσο των επιφανειακών, όσο και των υπόγειων νερών, η άνιση κατανομή των υδάτινων πόρων και οι περιοδικές ξηρασίες έχουν καταστήσει αναγκαία τη διερεύνηση και ανάπτυξη νερών πηγών νερού. Στις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες αυξάνονται και εντείνονται τα προβλήματα που σχετίζονται με τη διασφάλιση της υδατοτροφοδοσίας και της διάθεσης των αστικών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων. Αντίθετα, στις αναπτυγμένες χώρες και ιδιαίτερα σ' αυτές με ξηρά και ημίξηρα κλίματα, υπάρχει η ανάγκη διαθεσιμότητας τεχνολογίας προσιτού κόστους, για αύξηση των εκμεταλλεύσιμων ποσοτήτων νερού, παράλληλα με την προστασία των φυσικών πόρων και γενικά του περιβάλλοντος.

Το γενικότερο πλαίσιο διαχείρισης των υδατικών πόρων στοχεύει:

✓ Στον περιορισμό, μέχρι και πλήρους εξάλειψης της ρυπαντικής επίδρασης των αποβλήτων έτσι, που οι ανεπιθύμητες επιδράσεις τους στο περιβάλλον, να περιορίζονται ή να εξαλείφονται εντελώς.

✓ Στην εξοικονόμηση πηγών νερού που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες χρήσεις.

✓ Σε κάποιο οικονομικό όφελος με τον εφοδιασμό με νερό και θρεπτικά στοιχεία φυτών ή δένδρων, κατάλληλων για αγροτική εκμετάλλευση ή για δημιουργία χώρων πράσινου και αναψυχής.

Έτσι, η ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση εκροών επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων θεωρείται ότι συμβάλλει :

- Στην εξασφάλιση νέων υδάτινων πόρων.
- Στην προστασία των υδάτινων πόρων, σε πρακτικές κυρίως περιοχές όπου παρατηρείται διείσδυση αλμυρού νερού σε υπόγειους υδροφορείς (υφαλμύρωση).
- Στην ανάπτυξη πολιτικής υδατικών πόρων, με έμφαση στη διατήρηση πηγών και στη προστασία του περιβάλλοντος.
- Στη προστασία της υγείας του κοινού και του περιβάλλοντος (ο περιορισμός μέχρι και η πλήρης εξάλειψη της ρυπαντικής επίδρασης των αποβλήτων στο περιβάλλον).
- Στη μείωση του κόστους νερού.
- Στην αξιοπιστία υδατοπρομήθειας, ιδιαίτερα σε αγροτικές περιοχές.

Η έλλειψη ικανοποιητικών ποσοτήτων καθαρού νερού που θα καλύψει τις ανάγκες αλλά σε πόσιμο αλλά και αρδευτικό νερό, έχει ως αποτέλεσμα την προσεκτική εξέταση της δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων, τουλάχιστον για άρδευση.

Ταυτόχρονα η νέα περιβαλλοντική πρακτική ανά τον κόσμο έχει βασιστεί στα πέντε <R> που αντιπροσωπεύουν τις βασικές αρχές προστασίας του περιβάλλοντος Reclamation (επανάκτηση), Recycle (ανακύκλωση), Reuse(επαναχρησιμοποίηση), Renewable (ανανεώσιμη) και Reduce (μείωση). Κάτω από αυτό το πρίσμα σε μερικά εκατοντάδες χιλιάδες κυβικά μέτρα υγρών αποβλήτων που παράγονται ανά τον κόσμο θα μπορούσαν να ανακτηθούν (*reclamation*), να επαναχρησιμοποιηθούν

(*reuse*) δημιουργώντας έτσι μια μορφή ανακύκλωσης (*recycle*) που θα οδηγήσει στη μείωση (*reduce*) των ποσοτήτων καθαρού νερού που χρησιμοποιούνται στη γεωργία δημιουργώντας μια ανανεώσιμη (*renewable*) πηγή νερού.

Όλο το νερό ανακυκλώνεται μέσω του παγκόσμιου υδρολογικού κύκλου. Παρ' όλα αυτά, η επαναχρησιμοποίηση του νερού τοπικά γίνεται ολοένα και πιο σημαντική για δύο λόγους. Ο ένας είναι, ότι η απαλλαγή από τις εκροές αποβλήτων επιφανειακά είναι πολύ δύσκολη και ακριβή καθώς οι απαιτήσεις για την διαχείριση τους γίνονται όλο και πιο αυστηρές, ώστε να προστατέψουν την ποιότητα του νερού. Το κόστος που προέρχεται από αυστηρούς κανόνες επεξεργασίας είναι τόσο υψηλό, που καθίσταται οικονομικά ελκυστική η διαχείριση του νερού κατά τέτοιο τρόπο σε τοπικό επίπεδο για να είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση του. Ο δεύτερος λόγος είναι, ότι τα δημοτικά απόβλητα, συχνά είναι μια σημαντική πηγή νερού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς, κυρίως σε περιοχές που αντιμετωπίζουν προβλήματα λόγω έλλειψης νερού. Η πιο συχνή μορφή επαναχρησιμοποίησης είναι για μη πόσιμους σκοπούς, όπως για γεωργική και αστική άρδευση, για βιομηχανικές χρήσεις (π.χ ψύξη). Αυτά απαιτούν επεξεργασία εκροών τέτοια που να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις ποιότητας που περιβάλλει η στοχευόμενη χρήση. Επαρκής αριθμός κατασκευών, όπως νερά διαφορετικής ποιότητας να πηγαινούν σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Η αισθητική και κοινωνική αποδοχή είναι από τις πιο σημαντικές πτυχές επαναχρησιμοποίησης του νερού, ειδικά εκεί όπου η επίδραση προς το κοινό είναι άμεση.

Ελλειμματικές περιοχές σε διαθέσιμους υδατικούς πόρους αναπτύσσουν νέες τεχνολογίες και προγραμματίζουν την επαναχρησιμοποίηση προεπεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.

Τέτοιες περιοχές χαρακτηρίζονται από περιορισμένους υδατικούς πόρους, που αντιμετωπίζουν και προβλήματα ρύπανσης οφειλόμενα στην ελλειπή αραίωση, διασπορά και έκλυση και μια αυξημένη ζήτηση νερού, κυρίως για άρδευση, ιδιαίτερα την περίοδο ορισμένων βροχοπτώσεων.

Περιοχές όπως η Β. Αφρική, η Μέση Ανατολή, η Ν. Ευρώπη, οι ΝΔ ΗΠΑ, το Μεξικό, η Ν. Αμερική, η Ν. Αφρική και τμήματα της Κεντρικής και Ανατολικής Ασίας και Αυστραλίας και εκείνες, στις οποίες η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων έχει πρακτική και σε άλλες περιπτώσεις ζωτική σημασία.

Η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων, εκτός του ότι εξοικονομεί πηγές νερού, όπως προαναφέρθηκε, μειώνει το κόστος επεξεργασίας και διάθεσης τους, περιορίζει την απαιτούμενη υποδομή για εκμετάλλευση και χρήση των άλλων πηγών νερού και φυσικά περιορίζει το κόστος χρήσης τους και τις ρυπαντικές επιπτώσεις τους.

#### **1.4.4 Δυνατότητες - παράγοντες επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων**

Τα υγρά απόβλητα έπειτα από την κατάλληλη επεξεργασία τους μπορούν να αξιοποιηθούν για οποιοδήποτε σκοπό σε διάφορους τομείς όπου η χρήση νερού είναι καθοριστικής σημασίας. Με την σωστή επεξεργασία επιδιώκεται να αντιμετωπιστούν προβλήματα υγείας, ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα και οι τυχόν ζημιές σε καλλιέργειες. Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα μπορούν χρησιμοποιηθούν σε:

- Άρδευση γεωργικών εκτάσεων (καλλιέργειες, φυτώρια, οικιακοί κήποι).
- Άρδευση κοινόχρηστων- αναψυχής χώρων (πάρκα, σχολικοί κήποι, εθνικοί δρόμοι).
- Βιομηχανίες (ψύξη, μεταποίηση).
- Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων (έλεγχος υφαλμύρωσης, φόρτιση υπόγειου υδροφορέα).
- Άλλες περιβαλλοντικές χρήσεις (τεχνητές λίμνες και δεξαμενές, δημιουργία πάγου, φόρτιση ιχθυοκαλλιεργειών, αποκατάσταση ελών).
- Μη πόσιμες οικιακές χρήσεις (πυροπροστασία, κλιματισμό, καθαρισμό WC).
- Πόσιμες χρήσεις (προηγμένη ανάμειξη με το νερό, απευθείας χρήση) (Αγγελάκης Α.Ν. κ.α, 2001).

Από αυτές τις κατηγορίες η άρδευση για γεωργικούς σκοπούς αντιπροσωπεύει στις μέρες μας αλλά κι στο κοντινό μέλλον την πιο σημαντική χρήση του νερού κι προσφέρει σοβαρές δυνατότητες απορρόφησης όλο κι μεγαλύτερων ποσοτήτων ανακτώμενων υγρών αποβλήτων (Αγγελάκης, 1995).

Για την επαναχρησιμοποίηση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν πολλοί παράγοντες. Αποτελεί μια πρακτική που δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλές περιπτώσεις καθώς η επαναχρησιμοποίηση μπορεί να επιφέρει αντίθετα αποτελέσματα από τα αναμενόμενα. Για την επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων θα πρέπει να εξεταστούν οι παρακάτω παράγοντες:

- Η δημόσια αποδοχή των αγροτών και των καταναλωτών ως προς τα παραγόμενα προϊόντα με την συγκεκριμένη μέθοδο.
- Η δημόσια υγεία (κυρίως σε σχέση με παθογόνα όπως παράσιτα βακτήρια και ιοί, μέταλλα).
- Το περιβάλλον ( προβλήματα ευτροφισμού οφειλόμενος στο άζωτο και φώσφορο).
- Η προστασία των καλλιεργειών κυρίως ως προς την επίδραση των αλάτων στο έδαφος και στα φυτά, παρουσία μεγάλων ποσοτήτων θρεπτικών στοιχείων που οδηγεί σε τοξικότητα.
- Οικονομικές και πολιτικές συνιστώσες όπως οι οικονομικές δυνατότητες μιας περιοχής, περιβαλλοντικές απόψεις και οι προκαταλήψεις.

#### **1.4.5 Είδη καλλιέργειας-ιδιαιτερότητες που χρησιμοποιούνται τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα**

Η κάθε καλλιέργεια διαθέτει τις δικές τις ιδιαιτερότητες όσο αφορά την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων, κυρίως σε θέματα ασφάλειας για τον καταναλωτή – χρήστη. Μπορούμε να χωρίσουμε τις καλλιέργειες στις οποίες επαναχρησιμοποιούνται τα λύματα για άρδευσης σε τρεις κατηγορίες:

- Παραγωγή ωμών βρώσιμων προϊόντων
- Παραγωγή ζωοτροφών, μη βρώσιμων αγροτικών προϊόντων και βιομάζας
- Χώροι αναψυχής και άθλησης – δασικές εκτάσεις

### Παραγωγή ωμών βρώσιμων προϊόντων

Στην πρώτη αυτή κατηγορία ανήκουν τα περισσότερα προϊόντα που άμεσα ή έμμεσα καταναλώνουμε όπως ελιές, ελαιόλαδο, οπωροκηπευτικά και εσπεριδοειδή. Παρακάτω αναφέρονται τα είδη καλλιέργειας αλλά και οι ιδιαιτερότητες της καθεμιάς ως προς την άρδευση με λύματα.

#### Δενδρώδεις καλλιέργειες

Σε περίπτωση που ο καρπός συγκομίζεται απευθείας από το δέντρο τότε ο κίνδυνος επαφής του με το έδαφος είναι μικρός, εφόσον εφαρμόζεται στάγδην άρδευση ή υποεπιφανειακή άρδευση.

Αν ο καρπός συγκομίζεται από το έδαφος τότε υπάρχει αυξημένη πιθανότητα ο καρπός να έρθει σε επαφή με το έδαφος αλλά κι με τα ίδια τα λύματα ακόμα κι αν χρησιμοποιείται η στάγδην άρδευση. Για να αποφευχθεί λοιπόν, η άρδευση με τα επεξεργασμένα απόβλητα μπορεί να διακοπεί ένα μήνα πριν την συγκομιδή κι να διασφαλιστεί η καθαρότητα των προϊόντων.

Και στην δυο περιπτώσεις έκθεσης των καρπών ενδείκνυται κυρίως η τριτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων ενώ η χρήση συστημάτων ψεκασμού για άρδευση θα πρέπει να αποφεύγεται.

#### Ποώδεις καλλιέργειες

Η εξασφάλιση ότι τα φυτά δεν έρπονται και επομένως δεν υπάρχει άμεση επαφή των καρπών με τα λύματα διαφυλάσσει την υγιεινή των προϊόντων. Προληπτικά θα πρέπει να διακόπτονται οι αρδεύσεις δύο με τρεις εβδομάδες πριν την συγκομιδή.

Σε περίπτωση που τα φυτά έρπουν θα πρέπει να δίνεται μεγαλύτερη προσοχή όσο αφορά την διακοπή του ποτίσματος το οποίο θα πρέπει να πραγματοποιείται το ελάχιστο ένα μήνα πριν την έναρξη της συγκομιδής. Απαραίτητη είναι η χρήση τριτοβάθμιων επεξεργασμένων λυμάτων.

### Παραγωγή ζωοτροφών και μη βρώσιμων αγροτικών προϊόντων

Για την παραγωγή των ζωοτροφών καλό θα ήταν να χρησιμοποιούνται μόνο τριτοβάθμια επεξεργασμένα απόβλητα. Μεταξύ συγκομιδής και εφαρμογής των



λυμάτων θα πρέπει να μεσολαβεί ένα διάστημα τεσσάρων εβδομάδων. Το σύστημα ψεκασμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί μ' όλα τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που φέρει.

Όσο αφορά τα μη βρώσιμα προϊόντα όπως είναι το βαμβάκι προτού καταλήξουν στα χέρια των καταναλωτών υπόκεινται σημαντικές επεξεργασίες που απομακρύνει κάθε είδους παθογόνα.

Η παραγωγή βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς διέπεται από τους λιγότερους περιορισμούς.

#### Χώροι αναψυχής και άθλησης- δασικές εκτάσεις

Σε αυτούς τους χώρους θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αποκλειστικά τριτοβάθμια επεξεργασμένα υγρά απόβλητα. Μπορούν βέβαια να αρδεύονται και με δευτεροβάθμια απόβλητα εφόσον χρησιμοποιείται το σύστημα υπεδάφεια εφαρμογή. Βασική προϋπόθεση είναι το πότισμα να γίνεται όταν έχουν κλείσει οι χώροι αυτοί ή τουλάχιστον να μεσολαβήσει ένα χρονικό διάστημα μεταξύ έντονης ηλιοφάνειας έπειτα την άρδευση.

#### **1.4.6 Χαρακτηριστικά αρδευτικού νερού από επεξεργασμένα απόβλητα που εγκυμονούν κινδύνους για την πορεία ανάπτυξης των καλλιεργειών**

Η ποιότητα του αρδευτικού νερού αποτελεί έναν βασικό παράγοντα που επιδρά τόσο στην ποιοτική όσο και στην ποσοτική πορεία ανάπτυξης των διάφορων καλλιεργειών. Οι χημικές, φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του εδάφους όπως η σταθερότητα των εδαφικών συσσωματωμάτων, ο βαθμός διασποράς εδαφικών σωματιδίων, η υδραυλική αγωγιμότητα και η εδαφική δομή είναι ευαίσθητου παράμετροι στα περιεχόμενα ιόντα που προέρχονται από το αρδευτικό νερό.

Προκειμένου να σχεδιαστεί κάποιο έργο για χρήση επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το είδος του φυτού αλλά και οι εδαφικές ιδιότητες.

Ωστόσο, κάποια χαρακτηριστικά του νερού που προέρχεται από υγρά απόβλητα υποβαθμίζουν την ποιότητα του αρδευτικού νερού πράγμα το οποίο μπορεί να έχει

αρνητικές συνέπειες για πορεία των διάφορων καλλιεργειών. Παρακάτω αναφέρονται κάποια χαρακτηριστικά που μπορεί να επηρεάσουν τις καλλιέργειες.

### Αλατότητα

Η αλατότητα αποτελεί μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους για την εκτίμηση της καταλληλότητας του νερού για άρδευση και προσδιορίζεται με την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC). Η παρουσία αλάτων στο αρδευτικό νερό την ανάπτυξη των φυτών με τρεις βασικές διεργασίες: α) ωσμωτική επίδραση, β) την ειδική τοξικότητα ιόντων και γ) την διασπορά των εδαφικών σωματιδίων. Όταν η εδαφική αλατότητα είναι σε αυξημένα επίπεδα τότε τα φυτά καταναλώνουν περισσότερη υγρασία από αυτήν που χρειάζονται με αποτέλεσμα να μειώνεται η διαθέσιμη ενέργεια για την ανάπτυξη τους.

Γενικά δεν αναμένονται προβλήματα όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα των αποβλήτων κυμαίνεται από 0,7 μέχρι 3. Κίνδυνος αλάτωσης ενδέχεται να εμφανιστεί όταν οι τιμές υπερβούν τα 3 ds/m ( Στάμου Α., 1995).

Η μόνη διαδικασία που μπορεί να διατηρήσει τα επιθυμητά επίπεδα αλατότητας είναι η έκπλυση η οποία επιτυγχάνεται με την προσθήκη περισσότερου νερού από αυτό που μπορεί να συγκρατήσει το έδαφος κι τα φυτά. Βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή της είναι η άριστη στράγγιση ώστε η ροή να είναι συνεχής προς τα κάτω.

### Ειδική τοξικότητα ιόντων

Σε περίπτωση άρδευσης με ανακτώμενα υγρά απόβλητα ο κύριος προβληματισμός εντοπίζεται στην ύπαρξη νατρίου, χλωρίου και βορίου. Τα απόβλητα περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις νατρίου που σε συνδυασμό με υψηλές τιμές αλατότητας δημιουργεί προβλήματα αλκαλίωσης του εδάφους καθώς και τοξικότητας στα φυτά. Για άρδευση με καταιονισμό δεν αναμένονται προβλήματα τοξικότητας όταν η συγκέντρωση νατρίου είναι μικρότερη από 70mg/l.

Τα ιόντα χλωρίου σε μεγάλες συγκεντρώσεις προκαλούν βλάβες κυρίως στα φύλλα στις δενδρώδεις καλλιέργειες και λιγότερο στα φυλλώδη λαχανικά, δημητριακά κ.α.

Στα αστικά υγρά απόβλητα επικρατέστερη είναι η τοξικότητα βορίου με την μορφή βορικού οξέος. Οι κύριες πηγές βορίου είναι τα απορρυπαντικά, οι ειδικές

βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες. Η συγκέντρωσή του στα απόβλητα κυμαίνεται από 0,1 μέχρι 2,5 mg/l (Στάμου Α., 1995).

#### Ταχύτητα διήθησης αρδευτικού νερού

Όταν πρόκειται για σημαντική μείωση της ταχύτητας διήθησης, τότε καθίσταται προβληματισμός και ο εφοδιασμός των φυτών με επαρκή υγρασία και φυσικά η ανάπτυξη και παραγωγή τους. Τα προβλήματα διήθησης επικεντρώνονται συνήθως στο επιφανειακό έδαφος και σχετίζονται άμεσα με τη σταθερότητα της δομής του εδάφους.

#### Θρεπτικά στοιχεία

Τα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται στα επεξεργασμένα απόβλητα και τα οποία μπορεί να έχουν λιπαντική αξία για τα φυτά είναι κυρίως το άζωτο, ο φώσφορος, αλλά και το κάλιο, ο ψευδάργυρος, το βόριο και το θείο. Τα συστατικά αυτά όταν βρίσκονται σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τις ανάγκες των φυτών μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα. Το άζωτο βρίσκεται στα απόβλητα μετά από δευτεροβάθμια επεξεργασία κυρίως με την μορφή νιτρικών, αμμωνίας ή αμμωνιακού αζώτου. Ο φώσφορος βρίσκεται στα απόβλητα ως ανόργανος φώσφορος, κυρίως ως φωσφορικά (Στάμου, 1995).

#### Αιωρούμενα στερεά

Στα συστήματα άρδευσης με καταιονισμό τα αιωρούμενα στερεά (SS) μπορεί να προκαλέσουν βιολογικές διαταραχές στα φύλλα των καλλιεργειών. Στα συστήματα άρδευσης με σταγόνες υπάρχει έντονος ο κίνδυνος έμφραξης των σταλακτήρων με αποτέλεσμα στην μη καλή λειτουργία του συστήματος και την ανομοιομορφία της κατανομής του αρδευτικού νερού.

Στα συστήματα επιφανειακής άρδευσης SS τα αιωρούμενα συστατικά μπορεί να οδηγήσουν σε δραστική μείωση της υδραυλικής αγωγιμότητας και της διηθητικότητας των εδαφών (με τη δημιουργία επιφανειακής κρούστας και την έμφραξη των πόρων του εδάφους), ειδικά όταν αυτά είναι λεπτόκοκκα, καθώς και στη δημιουργία προβλημάτων στο φύτρωμα των σπόρων (Στάμου, 1995).

## 1.5 Νομικά θέματα- ισχύοντες κανονισμοί

Ο σχεδιασμός έργων ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων θα πρέπει να περιλαμβάνει την ανάπτυξη και εφαρμογή κανονισμών, που θα προλαμβάνουν τη δημιουργία προβλημάτων που συνδέονται με τη δημόσια υγεία και την προστασία του περιβάλλοντος. Οι κανονισμοί αυτοί θα πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Σύστημα χορήγησης αδειών για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων. Επιπλέον, τεχνικούς ελέγχους για την παραπάνω διαδικασία.
- Προδιαγραφές ποιότητας για το ανακτώμενο νερό που προορίζεται για διάφορες χρήσεις.
- Ελέγχους που μειώνουν την ανθρώπινη έκθεση σε κινδύνους που προέρχονται από το ανακτώμενο νερό, καθώς και περιορισμούς στις διάφορες χρήσεις του ανακτώμενου και επαναχρησιμοποιούμενου νερού.
- Ελέγχους όσον αφορά την πρόσβαση στο σύστημα συλλογής των υγρών αποβλήτων και προληπτικούς ελέγχους για την αποφυγή της σύνδεσης μεταξύ του δικτύου ύδρευσης και του δικτύου ανακτώμενου και επαναχρησιμοποιούμενου νερού.
- Μηχανισμούς που θα καθιστούν υποχρεωτικούς και θα δίνουν ανταγωνιστική ισχύ σε όλους τους παραπάνω κανονισμούς συμπεριλαμβανομένων και των αρμοδιοτήτων για διενέργεια ελέγχων και επιβολή ποινών στις περιπτώσεις παραβιάσεων.

Μεταξύ των κανονισμών και των οδηγιών που έχουν προταθεί και εφαρμόζονται σε διάφορες χώρες, ενδιαφέρον παρουσιάζουν η οδηγία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (Π.Ο.Υ.), ο κανονισμός της πολιτείας της Καλιφόρνιας και ο κανονισμός της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (U.S.A, E.P.A.). Η οδηγία του Π.Ο.Υ βασίζεται κυρίως στα δεδομένα των επιδημιολογικών ερευνών σε συνδυασμό με μια εμφανή προσπάθεια ρεαλιστικής αντιμετώπισης των δυνατοτήτων επαναχρησιμοποίησης λυμάτων στις αναπτυσσόμενες χώρες και θέτει όχι ιδιαίτερα αυστηρά κριτήρια, τα οποία όμως έχουν υποστεί και εξακολουθούν να υφίστανται έντονη κριτική στις αναπτυγμένες χώρες.

Ο κανονισμός της πολιτείας της Καλιφόρνιας δίνει έμφαση στην αντιμετώπιση των θεωρητικών κινδύνων από την επαναχρησιμοποίηση και δεν θεωρεί ότι οι επιδημιολογικές έρευνες είναι δυνατόν, προς το παρόν τουλάχιστον, να οδηγήσουν σε ασφαλή συμπεράσματα. Τα κριτήρια που τίθενται με το σκεπτικό αυτό είναι αυστηρά και η τήρηση τους πολύ συχνά προϋποθέτει την εφαρμογή δαπανηρής τριτοβάθμιας επεξεργασίας των λυμάτων. Οι κανονισμοί των περισσότερων χωρών ακολουθούν συνήθως ένα από τους δύο προαναφερθέντες κανονισμούς, ενδεχομένως με κάποιες διαφοροποιήσεις ή εξειδικεύσεις. Ο κανονισμός του (U.S.) E.P.A. ισχύει για τις πολιτείες της Αμερικής που δεν έχουν δικά τους κριτήρια για την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων για άρδευση και δεν διαφέρει πολύ από αυτόν της Καλιφόρνια.

### **1.5.1 Οδηγία Π.Ο.Υ.**

Κατά τη διαδικασία διαμόρφωσης των νέων κριτηρίων επαναχρησιμοποίησης λυμάτων από τον Π.Ο.Υ. το 1989 με την υποστήριξη της Παγκόσμιας Τράπεζας και άλλων διεθνών οργανισμών διερευνήθηκαν οι ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες μέτρων για τη μείωση ή εξάλειψη των κινδύνων μετάδοσης ασθενειών κατά την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για άρδευση.

- Επεξεργασία των λυμάτων.
- Περιορισμός των τύπων των αρδευόμενων καλλιεργειών.
- Επιλογή μεθόδου άρδευσης.
- Έλεγχος της ανθρώπινης έκθεσης στους παθογόνους μικροοργανισμούς των λυμάτων του εδάφους ή των καλλιεργειών.

Η αποτελεσματικότητα των μέτρων αυτών (αυτόνομα ή σε συνδυασμούς) στη μείωση της μετάδοσης των παθογόνων διερευνήθηκε από τους Blumanthal et al. Τα συμπεράσματα της έρευνας αυτής μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

- ✓ Η άρδευση με ακατέργαστα λύματα και χωρίς λήψη προληπτικών μέτρων εγκυμονεί υψηλό κίνδυνο μετάδοσης ασθενειών.

✓ Η εφαρμογή μερικής επεξεργασίας των λυμάτων ή η λήψη μέτρων για την αποφυγή της ανθρώπινης επαφής με τους παθογόνους μικροοργανισμούς μειώνει τον κίνδυνο, ο οποίος όμως αν και χαμηλός, εξακολουθεί να υφίσταται.

✓ Αποτελεσματικότερο μέτρο, τουλάχιστον για τους καταναλωτές, αποτελεί η εφαρμογή της άρδευσης σε περιορισμένους τύπους καλλιεργειών και κυρίως σε καλλιέργειες που δεν παράγουν προϊόντα που τρώγονται ωμά (περιορισμένη άρδευση).

✓ Αποτελεσματικότερο μέτρο είναι η επιλογή κατάλληλης μεθόδου εφαρμογής των λυμάτων και συγκεκριμένα η εφαρμογή τους στο υπέδαφος.

✓ Η πλήρης επεξεργασία των λυμάτων αποτελεί το αποτελεσματικότερο εργαλείο για την πρόληψη μετάδοσης ασθενειών, χωρίς στην περίπτωση αυτή να είναι αναγκαίος ο περιορισμός των καλλιεργειών (απεριόριστη άρδευση).

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην επιλογή του τύπου των αρδευόμενων καλλιεργειών και στον βάση αυτού διαχωρισμό της άρδευσης σε δύο κατηγορίες. Την «περιορισμένη άρδευση», η οποία αφορά καλλιέργειες με προϊόντα που δεν τρώγονται ωμά και την «απεριόριστη», η οποία μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε τύπο καλλιέργειας, αλλά και για πότισμα γηπέδων, πάρκων κλπ. Στην πρώτη περίπτωση ουσιαστικά δεν τίθενται μικροβιολογικά κριτήρια, συνίσταται όμως η εφαρμογή μερικής επεξεργασίας η οποία μπορεί να αποτελείται από πρωτοβάθμια επεξεργασία ή από επεξεργασμένα σε λίμνες σταθεροποίησης με χρόνο παραμονής 8 – 10 ημέρες.

Επισημαίνεται πάντως ότι βασική προϋπόθεση για την περιορισμένη άρδευση είναι η αποφυγή άμεσης επαφής των καρπών με τους παθογόνους μικροοργανισμούς μέσω επιλογής κατάλληλης μεθόδου άρδευσης (επιφανειακή και όχι με καταιονισμό) και με αποφυγή συλλογής των καρπών από το έδαφος. Τέλος, ως πρόσθετο μέτρο ασφάλειας συνίσταται η διακοπή της άρδευσης δύο βδομάδες πριν από τη συλλογή των καρπών.

### **1.5.2 Κανονισμός Καλιφόρνιας**

Η πολιτεία της Καλιφόρνιας έχει μακρά ιστορία επαναχρησιμοποίησης λυμάτων και θεσμοθέτησε τον πρώτο σχετικό κανονισμό το 1918. Ο κανονισμός αυτός έχει

υποστεί αναθεωρήσεις και επεκτάσεις και με τη σημερινή του μορφή, όπως διαμορφώθηκε το 1978, αποτελεί τη βάση για τα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης όχι μόνο στην Καλιφόρνια αλλά και σε άλλες πολιτείες των Η.Π.Α. και χώρες του κόσμου. Τα μικροβιολογικά κριτήρια και τα συνεπαγόμενα σχήματα επεξεργασίας όπως ήδη αναφέρθηκε δεν βασίζονται τόσο σε επιδημιολογικές έρευνες όσο και σε μια προσπάθεια ελαχιστοποίησης των θεωρητικών κινδύνων από την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων.

Βασική παράμετρος θεωρείται η πιθανότητα ανθρώπινης έκθεσης στα επαναχρησιμοποιούμενα λύματα η οποία καθορίζει και το μέγεθος του κινδύνου. Έμμεσα με τον τρόπο αυτό αναγνωρίζεται η διάκριση σε περιορισμένη και απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση. Κατά την περιορισμένη επαναχρησιμοποίηση για άρδευση μη βρώσιμων καλλιεργειών, ζωοτροφών και υπό όρους οπωροκηπευτικών και αμπελώνων δεν τίθενται μικροβιολογικά όρια και προτείνεται κατ' ελάχιστο η πρωτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων, σε αναλογία με τις αντίστοιχες απαιτήσεις της οδηγίας του Π.Ο.Υ. για τις κατηγορίες Β και Γ.

Ωστόσο στον κανονισμό της Καλιφόρνιας και για την κατηγορία της περιορισμένης άρδευσης γίνονται περαιτέρω διαφοροποιήσεις που αφορούν βοσκοτόπους, επιφανειακή άρδευση βρώσιμων καλλιεργειών, πότισμα γηπέδων, γκολφ, νεκροταφείων κλπ. καθώς και ορισμένες κατηγορίες τεχνητών λιμνών, όπου αναγνωρίζεται μια έστω και σχετικά περιορισμένη πιθανότητα επαφής με παθογόνους μικροοργανισμούς. Στις περιπτώσεις αυτές τα μικροβιολογικά όρια, εκφρασμένα σε οδούς διαμέσων τιμών ολικών κολοβακτηριδίων κυμαίνονται από 2,2/100 ml έως 23/100ml και οι προτεινόμενες επεξεργασίες βασίζονται στη βιολογική επεξεργασία με λιγότερο ή περισσότερο έντονη απολύμανση (συνήθως με χλώριο).

Τέλος, στην περίπτωση της απεριόριστης επαναχρησιμοποίησης (η οποία περιλαμβάνει και την απεριόριστη άρδευση) κατά την οποία αναγνωρίζεται μεγάλη πιθανότητα άμεσης επαφής με το επαναχρησιμοποιούμενο νερό (είτε μέσω κολύμβησης ή μέσω κατανάλωσης προϊόντων που έχουν έρθει σε επαφή με το νερό άρδευσης), ο κανονισμός απαιτεί λύματα τα οποία πρακτικά είναι απαλλαγμένα από παθογόνους μικροοργανισμούς με όριο για ολικά κολοβακτηρίδια τα 2,2/100 ml ως διαθέσιμη τιμή και τα 23/100 ml ως μέγιστη τιμή. Εκ πρώτης όψεως τα όρια αυτά δεν φαίνονται να διαφέρουν πολύ από αυτά της προηγούμενης κατηγορίας (2,2/100 ml

διαθέσιμη τιμή) στην πραγματικότητα όμως το προτεινόμενο σχήμα επεξεργασίας, το οποίο εκτός της βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνει πλήρη τριτοβάθμια επεξεργασία με κροκίδωση, καθίζηση, δύλιση και απολύμανση, υποδηλώνει σαφώς πιο προχωρημένη επεξεργασία, η οποία στοχεύει στην απομάκρυνση όλων σχεδόν των ιών.

### **1.5.3 Κανονισμοί – νομοθεσίες άλλων χωρών**

Η ανάγκη θέσπισης Ενιαίων Ευρωπαϊκών και Ελληνικών προδιαγραφών ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης εκροών αποβλήτων είναι προφανής και αναγκαία. Έτσι ολοένα και αυστηρότεροι νόμοι θεσπίζονται για τα κριτήρια που πρέπει να ικανοποιούν τα υδατικά απόβλητα πριν αυτά καταλήξουν σε κάποιο υδάτινο αποδέκτη. Οι οδηγίες και οι κανονισμοί ποικίλουν αρκετά από πολιτεία σε πολιτεία. Πολιτείες όπως η Καλιφόρνια, η Αριζόνα, η Φλόριντα και το Τέξας έχουν αναπτύξει εκτεταμένους κανονισμούς οι οποίοι προωθούν την επαναχρησιμοποίηση του νερού ως μια εναλλακτική πηγή νερού και ως μια στρατηγική εξοικονόμησης υδατικών αποθεμάτων. Σ' αυτές τις τέσσερις Πολιτείες οι κανονισμοί έχουν αναπτυχθεί για τις προδιαγραφές ποιότητας του νερού, τις διαδικασίες επεξεργασίας και για τον έλεγχο και την παρακολούθηση όλου του εύρους των εφαρμογών επαναχρησιμοποίησης του νερού.

Στο Ισραήλ η χρήση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση καλλιεργειών βαθμιαία άρχισε από πολύ νωρίς και πιο συγκεκριμένα στη δεκαετία του 1970. Από τότε έχει αποκτηθεί τεράστια εμπειρία και σήμερα όλα σχεδόν τα γεωργικά είδη αρδεύονται με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα. Εξαιτίας του υψηλού ποσοστού χρήσης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων σ' αυτή τη χώρα και της εμπειρίας και τεχνογνωσίας που έχει αποκτηθεί, το Ισραήλ θεωρείται παγκοσμίως πρωτοπόρο σ' αυτόν τον τομέα. Γι' αυτό το λόγο, από πολύ νωρίς έχουν θεσπιστεί κανονισμοί επαναχρησιμοποίησης εκροών αστικών υγρών αποβλήτων. Εκτός από το Ισραήλ, που όπως προαναφέρεται πρωτοπορεί σε σχετικά αντικείμενα η επικρατούσα κατάσταση σε άλλες Μεσογειακές χώρες αναφέρεται παρακάτω.



Στην Κύπρο τα κριτήρια είναι αυστηρότερα από τις κατευθυντήριες οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (W.H.O.) και λαμβάνουν υπόψη τις ιδιαίτερες συνθήκες της Κύπρου. Τα κριτήρια αυτά ακολουθούνται από ένα κώδικα πρακτικής που εξασφαλίζει την καλύτερη δυνατή εφαρμογή των εκροών για άρδευση. Ωστόσο αυτά τα κριτήρια είναι εκτός από τη φιλοσοφία του κανονισμού της Καλιφόρνιας.

Στην Τυνησία και στην Αλγερία ο Νόμος Νερού απαγορεύει τη χρήση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για την άρδευση λαχανικών που μπορούν να καταναλωθούν ωμά. Απαιτείται σχετική άδεια χρήσης μη συμβατικών πηγών νερών.

Στην Αίγυπτο δεν έχουν ακόμα υιοθετηθεί οδηγίες αλλά ο στρατιωτικός νόμος του 1984 απαγόρευσε την χρήση εκροών για την άρδευση καλλιεργειών, εκτός αν ήταν επεξεργασμένα σύμφωνα με τα απαιτούμενα ποιοτικά κριτήρια του αρδευτικού νερού. Επίσης, απαγορεύεται η άρδευση λαχανικών που καταναλώνονται ωμά, με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα, ανεξάρτητα από την ποιότητα τους.

Στην Ιορδανία τα κριτήρια για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων συστάθηκαν για πρώτη φορά το 1982 υπό μορφή στρατιωτικού νόμου. Το 1989 ενισχύθηκε μια πιο απελευθερωμένη άποψη αυτού του στρατιωτικού νόμου.

#### **1.5.4 Σχετική νομοθεσία της ευρωπαϊκής ένωσης**

Γενικά η διαχείριση των υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα όπως και στα υπόλοιπα κράτη – μέλη της Ε.Ε. διέπεται από την οδηγία 91/271/EEC. Με την αριθ. 5673/400/14.3.97 Κοινή Υπουργική Απόφαση, η επεξεργασία των αστικών υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα εναρμονίζεται πλήρως με αυτή της Ε.Ε. Σύμφωνα με αυτήν, έχουν τεθεί κάποια χρονικά όρια προσαρμογής και τήρησης των όρων επεξεργασίας.

Όπως προαναφέρεται, ευρωπαϊκές οδηγίες για την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση εκροών υγρών αποβλήτων είναι βέβαιο ότι θα θεσπιστούν σύντομα. Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται στη διαφορετικότητα Νοτίων και Βορείων Χωρών σε ότι αφορά τη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων. Στην οδηγία 31/ 271/ EEC, άρθρο 12 παρ.1, αναφέρεται ρητά ότι «επεξεργασμένα υγρά απόβλητα θα επαναχρησιμοποιούνται οποτεδήποτε θεωρούνται κατάλληλα».

## 2.Καλλιέργεια γαρυφάλλου

### 2.1 Διάδοση κι οικονομική σημασία

Η γαρυφαλλιά είναι φυτό ιθαγενές των χωρών της Μεσογείου. Η καλλιέργεια και η χρήση της είναι γνωστή στην Αρχαία Ελλάδα (Θεόφραστος 300 π.Χ). το επιστημονικό του όνομα "Δίανθος ο καρυόφυλλος" είναι ελληνικό και σημαίνει άνθος του Διός με φύλλα με άρωμα κανέλλας. Ακόμα κι η αγγλική του ονομασία carnation προήλθε από την σύντμηση της λέξης coronation που σημαίνει στέψη επειδή οι αρχαίοι Έλληνες έστεφαν τους αθλητές με στέφανα από άνθη γαρυφαλλιάς.

Η επιχειρηματική καλλιέργεια της γαρυφαλλιάς σε θερμοκήπια άρχισε στις ΗΠΑ γύρω στα μισά του 20<sup>ου</sup> αιώνα κι επεκτάθηκε γρήγορα σε περιοχές όπου το οικολογικό τους περιβάλλον ευνοούσε την καλλιέργεια όπως Κολομβία, Κένυα, Μεξικό, Αυστραλία, Ισραήλ, Νότια Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία, αργότερα στην Ελλάδα κι τελευταία σε χώρες με χαμηλό εργατικό κόστος όπως η Τουρκία. Στις χώρες της Νότιας Ευρώπης κι στην Ελλάδα σήμερα κατέχει την πρώτη θέση στην καλλιέργεια των κομμένων ανθέων. Η καλλιέργεια της και σε χώρες έξω από το φυσικό της περιβάλλον όπως η Ολλανδία, Αγγλία, κ.α οφείλεται στην προηγμένη τεχνολογία τους ιδιαίτερα στην παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού.

Οι τύποι των θερμοκηπίων που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια της γαρυφαλλιάς είναι ελαφριές ξύλινες, μεταλλικές ή μεικτές κατασκευές σχήματος πυραμίδας ή τούνελ με κάλυψη από πλαστικό πολυαιθυλένιο κι χωρίς τεχνητή θέρμανση.

Η γαρυφαλλιά χρειάζεται πολλά εργατικά (200- 220/στρ το έτος) γι αυτό γίνεται κυρίως σε εκμεταλλεύσεις οικογενειακής μορφής των 3-5 στρεμμάτων, ενώ είναι λίγες οι καθαρά επιχειρηματικές καλλιέργειες άνω των 10 στρεμμάτων. Η στρεμματική απόδοση στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες κυμαίνεται από 140-180 χιλιάδες γαρύφαλλα το χρόνο, ανάλογα με την παραγωγικότητα των χρησιμοποιούμενων ποικιλιών κι την εφαρμοζόμενη καλλιεργητική τεχνική ενώ των υπαίθριων από 120-140 χιλιάδες. Οι φυτείες είναι μονοετείς ή διετείς και σπάνια τριετείς. Του δευτέρου κι κυρίως του τρίτου χρόνου η ποιότητα και η απόδοση μειώνεται. Η καλλιέργεια γίνεται στο έδαφος ενώ τελευταία άρχισε να καλλιεργείται κι εκτός εδάφους σε υποστρώματα (πετροβάμβακα, περλίτη, ελαφρόπετρας κ.α). Οι

ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι κατά 60-70% τύπου STANDARD (μονοανθή) ενώ οι υπόλοιπες τύπου SPRAY(πολυανθή). Τελευταία προτιμώνται ποικιλίες με πολλά μπουμπούκια στην ανθοταξία.

Από τις λοιπές χώρες παραγωγής η Κολομβία, ΗΠΑ, Ιταλία και τελευταία η Τουρκία και η Κένυα καλλιεργούν κυρίως STANDARD, το Ισραήλ και η Ολλανδία SPRAY και η Ισπανία στρέφεται τελευταία προς τα SPRAY. Η ζήτηση και επομένως η παραγωγή των γαρυφάλλων τύπου SPRAY, αυξάνεται χρόνο με τον χρόνο και τούτο επειδή απαιτούν λιγότερα εργατικά, είναι πιο παραγωγικά, έχουν λεπτότερο άρωμα και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στο βάζο.

## **2.2 Βοτανική ταξινόμηση**

Η γαρυφαλλιά ανήκει στην οικογένεια Caryophyllaceae, το γένος *Dianthus* κι είδος *caryophyllus*. Τα μέλη αυτής της οικογένειας είναι δικοτυλήδονα. Αποτελείται από 80 γένη κι 200 είδη τα οποία είναι είτε ετήσια είτε πολυετή κι τα περισσότερα από αυτά απαντώνται στο βόρειο ημισφαίριο. Πάνω από 300 είδη διάνθου έχουν προσδιοριστεί ( Jurgens et al., 2003).

Το γαρύφαλλο είναι φυτό ποώδες, πολυετές, ημιξυλώδης με μέσο ύψος 45εκ.-1μ. οι βλαστοί έχουν πολλούς κόμβους κι φύλλα άμισχα, στενόμακρα, με αντίθετη διάταξη που το χρώμα τους ποικίλλει από πράσινο μέχρι γκρι-μπλέ ή ακόμα και μώβ. Σε κάθε κόμβο υπάρχει μόνο ένας βλαστόφορος οφθαλμός που όταν εκπτυχθεί δίνει ένα ισχυρό πλευρικό βλαστό 40-60 εκατοστά που καταλήγει σε ένα ή περισσότερα άνθη διαφόρων χρωμάτων και μεγεθών.

Η γαρυφαλλιά αναβλαστάνει εύκολα από τους κόμβους της βάσης των βλαστών από όπου παίρνονται και τα καλύτερα, ενώ οι οφθαλμοί που βρίσκονται στους κόμβους της κορυφής δίνουν πολύ κοντά κι όχι εμπορεύσιμα γαρύφαλλα.

Το άνθος αποτελείται από κάλυκα 5 συμφυών σεφάλων και στεφάνη με πολλά ελεύθερα πέταλα. Η ωοθήκη είναι μονόχωρη και έχει 2 καρπόφυλλα. Ο καρπός είναι κάψα.

### 2.2.1 Ποικιλίες

Η γενετική βελτίωση του αυτοφυούς γαρυφάλλου άρχισε τον 19<sup>ο</sup> αιώνα στην Αμερική με την δημιουργία των αμερικάνικων ποικιλιών ή τύπου SIM και κορυφώθηκε κατά τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα στην Ευρώπη με την δημιουργία των Μεσογειακών ποικιλιών. Οι ποικιλίες γαρυφαλιάς που καλλιεργούνται σήμερα προέρχονται από τα είδη *Dianthus caryophyllous* (συναντάται στην Ν. Ευρώπη και στην Σαρδηνία) και *Dianthus fruticosus* που συναντάται στην Μεσόγειο και στα Ελληνικά νησιά.

Σήμερα με την μέθοδο της κλωνικής επιλογής των μεταλλαγών και των διασταυρώσεων έχουν δημιουργηθεί πολυάριθμες, παραγωγικές, ανθεκτικές στις ασθένειες και πολύ καλής ποιότητας και διατηρησιμότητας ποικιλίες και υβρίδια. Οι εμπορικές ποικιλίες που υπάρχουν σήμερα στην αγορά, χωρίζονται από πρακτικής πλευράς σε 4 κατηγορίες.

- Ποικιλίες SIM :

Αποτελούν διάφορες αποχρώσεις της ποικιλίας WILLIAM SIM και διακρίνονται από τα εξής χαρακτηριστικά :

- ✓ Συνεχής άνθιση.
- ✓ Υψηλή παραγωγή.
- ✓ Μεγάλα άνθη.
- ✓ Μακριά και μέτρια ισχυρά στελέχη.

Παρουσιάζουν κάποια μειονεκτήματα όπως:

- ✓ Πολύ μεγάλη ευαισθησία στο οξύσπορο φουζάριο (*Fusarium oxysporum* f. Sp. Dianthi).

- ✓ Εμφάνιση σχισίματος του κάλυκα.
- ✓ Ανάπτυξη σε παρθένο ή απολυμασμένο έδαφος με pH από 6,5- 7,5.
- ✓ Σταθερή θερμοκρασία περιβάλλοντος (χωρίς διακυμάνσεις).

- Μεσογειακές ποικιλίες

Δημιουργήθηκαν τόσο από διασταυρώσεις υπαίθριων ιταλικών ποικιλιών μεταξύ τους, όσο και από διασταυρώσεις ιταλικών ποικιλιών με ποικιλίες SIM. Έχουν τα εξής χαρακτηριστικά :

- ✓ Παρουσία σταδιακής ανάπτυξης.
- ✓ Άνθιση κατά κύματα .
- ✓ Μικρότερη παραγωγή από ποικιλίες SIM αλλά καλύτερης ποιότητας άνθη.
- ✓ Δυνατά στελέχη .
- ✓ Εμφάνιση σε μικρότερο ποσοστό του σχισίματος του κάλυκα.
- ✓ Καθώς υστερούν σε ανάπτυξη καλλιεργούνται με την τεχνική του «τσιμπήματος».
- ✓ Πιο απαιτητικές σε καλλιεργητικές φροντίδες από ότι οι ποικιλίες SIM .
- ✓ Αντοχή στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Στην ομάδα αυτή ανήκει η ποικιλία PALLAS της BARBERRET ET BLANC καθώς κι άλλες όπως η CANDY, PALMA, VERONA κ.τ.λ. Οι ποικιλίες αυτές μπορούν να καλλιεργηθούν σε εδάφη ελαφρά μολυσμένα με φουζάριο.

#### ▪ Ποικιλίες MINI

Υπάρχουν εκατοντάδες ποικιλίες MINI που κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι καλλιεργούνται χωρίς ξεμπουμπούκισμα, με πολλά άνθη. Τα άνθη τους είναι μικρότερα, αρωματικά, με έντονους χρωματισμούς και χρησιμοποιούνται για ανθοδέσμες. Είναι πιο απαιτητικές στο φώς σε σχέση με τις μονοανθείς και αντέχουν στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Καλλιεργούνται σε εδάφη με PH από 6,5-7,5. Τελευταία διατίθενται στην αγορά ποικιλίες ανθεκτικές στο φουζάριο και στην αλτενάρια.

#### ▪ Ποικιλίες για γλάστρες

Τα φυτά αυτών των ποικιλιών είναι χαμηλά με πολλά μικρά άνθη. Η σημασία τους είναι περιορισμένη.

### 2.3 Πολλαπλασιασμός

Η ποσότητα και η ποιότητα της παραγωγής που αποδίδει μια καλλιέργεια επηρεάζεται από τον τρόπο πολλαπλασιασμού που εφαρμόζεται. Τελευταία η κύρια προσπάθεια στο τομέα του πολλαπλασιασμού των φυτών (στις προηγμένες τεχνολογικά χώρες) έχει στραφεί στη παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού με τη μέθοδο του μικροπολλαπλασιασμού. Η μέθοδος αυτή γνωστή και ως *in vitro* καλλιέργεια εφαρμόζεται ήδη σε εμπορική κλίμακα για τον πολλαπλασιασμό πολλών φυτών κυρίως όμως ποώδων (χρυσάνθεμο, γαριφαλιά, φράουλα, κ.λ.π). Κατ' αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται σε σύντομο χρονικό διάστημα άφθονο πολλαπλασιαστικό υλικό με απόλυτη πιστότητα προς στους γονείς και απαλλαγμένο από ιώσεις και σοβαρές ασθένειες των αγγείων μεγάλη παραγωγικότητα και ποιότητα, μεγάλη διάρκεια ζωής στο βάζο, ωραίους χρωματισμούς κ. α.

Σε ότι αφορά τις ανάγκες της χώρας σε πολλαπλασιαστικό υλικό γαρυφαλλιάς αξίζει να αναφέρουμε ότι και πρόσφατα το σύνολο αυτών των αναγκών καλύπτονταν με εισαγωγές από το Ισραήλ, Γαλλία, Ιταλία και Ολλανδία. Σήμερα όμως χάρη στη δημιουργία δύο εξειδικευμένων σύγχρονων πολλαπλασιαστικών μονάδων στην Τροιζηνία και στο Αιτωλικό, με μερική σύμπραξη ξένων εξειδικευμένων οίκων το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών της χώρας μας (70% περίπου δηλαδή 12 εκατ. ριζοβλημένα μοσχεύματα) καλύπτεται από τις μονάδες αυτές μια από τις οποίες μάλιστα πραγματοποιεί και εξαγωγές.

Η γαρυφαλλιά μπορεί να πολλαπλασιαστεί εγγενώς με σπόρο και αγενώς με μοσχεύματα ή παραφυάδες. Η μέθοδος του σπόρου χρησιμοποιείται κυρίως για υβριδισμούς. Η βλάστηση γίνεται εύκολα σε θερμοκρασία 13-16. Οι παραφυάδες χρησιμοποιούνται βασικά σε ποικιλίες που προορίζονται να φυτευτούν σε κήπους.

Η διαδικασία παραγωγής μοσχευμάτων συνοψίζεται ως εξής: παράγονται καταρχήν από την επιθυμητή ποικιλία με την μέθοδο της θερμοθεραπείας και του μεριστωματικού πολλαπλασιασμού τα *super elite* φυτά( βασικό ή πυρηνικό υλικό) που είναι καθαρά από ασθένειες του αγγειακού συστήματος και ιώσεις και αποτελούν τα μητρικά των μητρικών φυτειών. Ο ιολογικός έλεγχος γίνεται είτε με φυτά δείκτες είτε με το τεστ Elisa. Τα φυτά αυτά καλλιεργούνται σε εντελώς ελεγχμένες συνθήκες από φυτουγειονομικής άποψης για την λήψη μοσχευμάτων. Οι μητρικές φυτείες

ομοίως καλλιεργούνται σε ελεγχόμενα θερμοκήπια για 6-9 μήνες και από κάθε μητρικό φυτό λαμβάνονται 30-50 μοσχεύματα φυλλοφόρα που ριζοβολούν σε υδρονέφωση με κατάλληλα υποστρώματα και αποτελούν το φυτωριακό υλικό που αγοράζουν οι παραγωγοί.

## **2.3 Καλλιέργεια γαρυφαλλιάς**

### **2.3.1 Φύτευση**

Η γαρυφαλλιά φυτεύεται όλες τις εποχές του έτους. Το μεγαλύτερο μέρος των φυτεύσεων πραγματοποιείται από τον Ιανουάριο μέχρι και τον Ιούλιο όταν επιδιώκουμε μια μεγάλη πρώτη παραγωγή γύρω στα Χριστούγεννα (Παπαδημητρίου Μ. 2008), με περίοδο αιχμής τους μήνες Απρίλιο, Μάιο, Ιούνιο. Τον Οκτώβριο μέχρι τον Δεκέμβριο οι φυτεύσεις είναι μειωμένες λόγω ότι τα φυτά χρειάζονται περισσότερο χρόνο να ανθίσουν.

Οι αποστάσεις φύτευσης εξαρτώνται από το πόσα κορυφολογήματα θα γίνουν. Με 2 κορυφολογήματα η πυκνότητα φύτευσης είναι 25 φυτά στο τετραγωνικό μέτρο, ενώ με  $1^{1/2}$  33 φυτά. Όσον αφορά το 1 κορυφολόγημα αυξάνεται στα 44 φυτά/ τ.μ. ο σημαντικότερος παράγοντας για την σωστή εγκατάσταση κάθε νέας καλλιέργειας γαρυφαλλιάς είναι το ρηχό επιφανειακό φύτεμα. Σε βαθύ φύτεμα υπάρχει ο κίνδυνος προσβολών από διάφορες ασθένειες κι εχθρούς. Για την επιτυχή επιφανειακή φύτευση μπορεί να τοποθετηθεί πρώτο δίχτυ και στην συνέχεια να φυτευτούν τα μοσχεύματα σε βρεγμένο έδαφος και στην συνέχεια με τεχνητή βροχή.

Οι άριστες θερμοκρασίες εδάφους και περιβάλλοντος για την φύτευση θα πρέπει να κυμαίνονται από 16 έως 18°C. Κατά τις πρώτες 10 μέρες από την φύτευση τα μοσχεύματα δεν θα πρέπει να στεγνώνουν καθόλου. Επίσης, ωφέλιμη θα ήταν η σκίαση με κουρτίνες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες αλλά και να γίνει το πρώτο ριζοπότισμα ενάντια της φυτοφθόρας κι του πυθίου (Παπαδημητρίου Μ., 2008). Μετά τις κρίσιμες 10 ημέρες όπου το ριζικό σύστημα των φυτών αναπτύσσεται και εφόσον δεν μαραίνονται κατά τις μεσημβρινές ώρες, τα ποτίσματα μειώνονται.

### 2.3.2 Κορυφολογήματα (τσίμπηματα)

Η τεχνική του κορυφολογήματος είναι μια επέμβαση μεγάλης οικονομικής σημασίας. Με το κορυφολόγημα μπορούμε να ρυθμίσουμε την ποσότητα, την ποιότητα και την διακύμανση της παραγωγής ώστε να υπάρχει παραγωγή την περίοδο που επικρατούν υψηλότερες τιμές.

Ο αριθμός, ο τρόπος και η εποχή του κορυφολογήματος εξαρτάται από την εποχή φύτευσης, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής καθώς και από την εποχή που ο παραγωγός θέλει να αρχίσει η συγκομιδή των ανθέων. Το καλύτερο κορυφολόγημα είναι το 1,5 καθώς δίνει ικανοποιητική παραγωγή καθ όλη την διάρκεια της παραγωγικής περιόδου χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις.

Οι ποικιλίες της γαρυφαλλιάς διακρίνονται από πλευράς ωριμότητας σε πρώιμες, σε μεσοπρώιμες και σε όψιμες. Οι πρώιμες ποικιλίες μπαίνουν γρηγορότερα στην παραγωγή από τις όψιμες και είναι πιο παραγωγικές. Για να επιτευχθεί μια ταυτόχρονη λήψη παραγωγής περίπου θα πρέπει να φυτεύονται πρώτα οι όψιμες, στην συνέχεια οι μεσοπρώιμες και τέλος οι πρώιμες ποικιλίες. Αυτό που είναι σημαντικό είναι η ημερομηνία διακοπής του κορυφολογήματος όπου στις στις οψιμότερες ποικιλίες το κορυφολόγημα σταματά νωρίτερα από ότι στις πρώιμες για ταυτόχρονη παραγωγή.

Όσον αφορά τον τρόπο και το αριθμό των κορυφολογήματων διακρίνονται 3 είδη:

- Πρώτο κορυφολόγημα
  - ✓ Γίνεται μια μόνο φορά
  - ✓ Τσίμπημα κεντρικού στελέχους πάνω από το 6<sup>ο</sup>-7<sup>ο</sup> κόμβο
  - ✓ Αρχή: 21 ημέρες από φύτευση, Τέλος: σε μια εβδομάδα
  - ✓ Πραγματοποιείται το πρωί όταν τα φυτά βρίσκονται σε σπαργή
  - ✓ Προτείνεται για όψιμες ποικιλίες
- 1,5 κορυφολόγημα
  - ✓ Πρώτο κορυφολόγημα στο ύψος του 4<sup>ο</sup>-5<sup>ο</sup> κόμβου



- ✓ Πλάγιοι βλαστοί: οι μισοί θα κορυφολογηθούν οι πιο αναπτυγμένοι στο 4<sup>ο</sup>-5<sup>ο</sup> κόμβο ενώ οι άλλοι μισοί θα αφεθούν να ανθίσουν
- ✓ Προτείνεται για μεσοπρώιμες ποικιλίες
- 2 κορυφολογήματα
- ✓ Πρώτο κορυφολόγημα: 3<sup>ο</sup>-4<sup>ο</sup> κόμβο
- ✓ Δεύτερο κορυφολόγημα: 3<sup>ο</sup>-4<sup>ο</sup> κόμβο
- ✓ Αρχή: ένα μήνα περίπου από το πρώτο, Τέλος :σε 3 εβδομάδες
- ✓ Προτείνεται για πρώιμες ποικιλίες

### 2.3.3 Κούρεμα

Όταν η φυτεία της γαρυφαλλιάς έχει διατηρηθεί σε καλή παραγωγική και φυτουγειονομική κατάσταση παραμένει και δεύτερο χρόνο εφόσον τους καλοκαιρινούς μήνες δεν υπάρχει αγορά για τα άνθη τους και σπάνια και τρίτο. Η εργασία αυτή πρέπει να γίνεται στο χρονικό διάστημα από 20 Μαΐου μέχρι 10 Ιουνίου, έτσι ώστε τα φυτά να ανθίζουν αρχές Οκτωβρίου. Σύμφωνα με την τεχνική αυτή, κόβονται όλα τα βλαστάρια σε ύψος 15- 25cm από το έδαφος αφήνοντας αρκετή ποσότητα φυλλώματος προκειμένου να συνεχιστούν οι φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού.

Μεγάλη σημασία στην επιτυχία του κουρέματος έχουν οι αρδεύσεις, οι οποίες πρέπει να διακόπτονται τουλάχιστον 7-10 ημέρες πραγματοποιηθεί και για 10-12 ημέρες μετά. Το χρονικό διάστημα που θα μείνουν απότιστα τα φυτά εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους. Σε όλο αυτό το διάστημα σταματάνε και οι λιπάνσεις.

Απαραίτητη είναι κατά την εποχή αυτή είναι και η σκίαση του θερμοκηπίου επιτυγχάνοντας έτσι την μείωση της θερμοκρασίας και ο έντονος φωτισμός. 15-20 ημέρες μετά αρχίζει το λεγόμενο φορτσάρισμα δηλαδή αρχίζουν σταδιακά οι αρδεύσεις αυξάνοντας προοδευτικά τις δόσεις του νερού και επομένως ξαναρχίζει και η λίπανση. Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού αφαιρούνται ή κορυφολογούνται όλοι οι αδύναμοι ή πρόωροι βλαστοί, αφήνοντας τους πιο ζωηρούς και υγιείς από την βάση για καλύτερη παραγωγή το φθινόπωρο.

### **2.3.4 Ξεμπομπούκισμα**

Πρόκειται για μια τεχνική κατά την οποία αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι ανθοφόροι βλαστοί κάθε στελέχους. Στα τύπου STANDARD γαρύφαλλα γίνεται όταν το κύριο μπουμπούκι είναι μεγέθους 1 με 1,5 cm και αφαιρούνται όλα τα πλάγια μπουμπούκια από το 6<sup>ο</sup> κόμβο κι πάνω με προσεκτικές κινήσεις για να μην πληγωθεί το στέλεχος και αφήνεται μόνο το κορυφαίο να εξελιχθεί σε άνθος.

Όσον αφορά τα γαρύφαλλα τύπου SPRAY ή mini αφαιρείται το κεντρικό μπουμπούκι σε μικρό στάδιο ανάπτυξης ώστε να επιτευχθεί ομοιόμορφη, ζωνρή και σύντομη ανάπτυξη μπουμπουκιών πάνω στο ίδιο στέλεχος. Στα SPRAY εμφανίζεται μια σημαντική μείωση εργατικών και είναι πιο παραγωγικά από τα STANDARD.

### **2.3.5 Συγκομιδή**

Το κόψιμο των γαρυφάλων είναι ο κρίσιμότερος χειρισμός που γίνεται από τον παραγωγό γιατί έχει σημαντικές επιπτώσεις στη μετασυλλεκτική διατήρηση της ποιότητας και επομένως στην εμπορευσιμότητα των γαρυφάλων και την απολαβή υψηλότερων τιμών. Ένα σημαντικό γεγονός στη διατηρησιμότητα των γαρυφάλων εξαρτάται από τους χειρισμούς από την στιγμή της κοπής μέχρι την παράδοση στο συσκευαστήριο γι'αυτό θα επιμείνουμε σε μερικές λεπτομέρειες που πρέπει να τηρούνται πιστά από τους παραγωγούς για να διευκολύνουν το έργο της ποιοτικής κατάταξης και συσκευασίας.

Το κατάλληλο στάδιο εξαρτάται από την ποικιλία, την εποχή, την θερμοκρασία, το χρόνο αποθήκευσης και την απόσταση από τις αγορές. Γενικά τα γαρύφαλλα STANDARD σε μικρές αποκλίσεις από ποικιλία σε ποικιλία πρέπει να κόβονται σε μισάνοικτο στάδιο μπουμπουκιού δηλαδή όταν τα εξωτερικά πέταλα έχουν ξεδιπλωθεί εντελώς, ενώ τα εσωτερικά είναι ακόμη σχετικά σφικτά. Με αυτό επιτυγχάνουμε επιμήκυνση του χρόνου ζωής των κομμένων λουλουδιών, ευκολότερο χειρισμό κατά τη συσκευασία και το κυριότερο μια αύξηση της παραγωγής περίπου 10%.

Επίσης μείωση του κινδύνου προσβολής από ασθένειες και έκλυσης αιθυλενίου που προκαλεί το φαινόμενο του <ύπνου> ή σούρωμα μπουμπουκιών. Πάντως το χειμώνα πρέπει να κόβονται πιο ανοικτά από ότι το καλοκαίρι, αλλά είναι λάθος να κόβονται τελείως ανοικτά γιατί μειώνεται έτσι η διάρκεια ζωής τους στο ανθοδοχείο, ή πολύ κλειστά γιατί διατρέχουν τον κίνδυνο να μην ανοίξουν καθόλου ιδίως οι ροζ και λευκές ποικιλίες που είναι πιο ευαίσθητες στη συντήρηση. Τα SPRAY κόβονται όταν δύο μπουμπούκια είναι τελείως ανοικτά και τα υπόλοιπα έχουν αρχίσει να ανοίγουν. Πρέπει να έχουν 4-5 μπουμπούκια σε κάθε στέλεχος για να είναι εμπορεύσιμα.

Τα στελέχη πρέπει να κόβονται με κοφτερό μαχαίρι και όχι με το χέρι ή με το ψαλίδι που τα μασάει. Στα γαρύφαλλα που συλλέγονται το φθινόπωρο και αρχές χειμώνα πρέπει να αφήνονται 2-3 βλαστοί στη βάση για να μας δασών νέα παραγωγή. Το ίδιο γίνεται και με αυτά που κόβονται προχωρημένη άνοιξη. Αυτά όμως που συλλέγονται περί το τέλος του χειμώνα (Φεβρουάριο- Μάρτιο) πρέπει να κόβονται όσον το δυνατόν χαμηλότερα γιατί δεν μας ενδιαφέρει εμπορικά η βλάστηση που θα προκύψει από αυτά αφού συμπίπτει με το καλοκαίρι που η ποιότητα και οι τιμές είναι μειωμένες. Επίσης, το βαθύ αυτό κόψιμο δίνει την δυνατότητα καλύτερων ποιοτικά στελεχών κατά την άνοιξη αφού χαμηλώνει ο ανταγωνισμός μεταξύ τους.

Οι καλύτερες ώρες κοπής της ημέρας είναι οι απογευματινές λόγω της μεγαλύτερης συσσώρευσης σακχάρων στα φύλλα. Επειδή αυτό όμως είναι αντιοικονομικό η κοπή μπορεί να γίνεται και το πρωί που απορρόφηση νερού είναι μεγαλύτερη από τη διαπνοή, δεν πρέπει όμως να παρατείνεται το μεσημέρι ιδίως τους θερινούς μήνες και γενικά ώρες υψηλών θερμοκρασιών που διψούν τα φυτά. Τα κομμένα λουλούδια δεν πρέπει να μένουν εκτεθειμένα στις ηλιακές ακτίνες αλλά να συγκεντρώνονται το ταχύτερο δυνατόν σε σκιερά και δροσερά μέρη όπου γίνεται η διαλογή τους.

Ιδιαίτερα τα γαρύφαλλα εξαγωγής είναι απαραίτητο να είναι φρέσκα, ζωντά, με στέλεχος ίδιο και σκληρό χωρίς σχισμένους κάλυκες ή άλλες δυσμορφίες με μήκος στελέχους πάνω από 50 εκατοστά απαλλαγμένα τελείως από εχθρούς και ασθένειες (κάμπιες, βοτρίτη, σκωρίαση κ.α.) χωρίς ίχνη φυτοφαρμάκων και καλά αποφυλλωμένα κατά το 1/3 του στελέχους.

### **2.3.6 Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί**

Εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία με τα τριαντάφυλλα επειδή χάνουν δυσκολότερα υγρασία είναι πιο ανθεκτικά και αντέχουν και σε αλλαγή της σειρά των εργασιών δηλαδή κοπή, τυποποίηση, τοποθέτηση σε νερό, στέγνωμα, συσκευασία, προψυξη και μεταφορά. Για σκληραγώγηση η θερμοκρασία πρέπει να είναι 2-4C ενώ για ξηρή αποθήκευση 1°C και στην τελευταία περίπτωση μπορούν να συντηρηθούν 2-4 εβδομάδες. Οι λευκές ποικιλίες είναι πιο ευαίσθητες στη συντήρηση ενώ οι κόκκινες πιο ανθεκτικές.

Επειδή το γαρύφαλλο παράγει αιθυλένιο αυτοκαταλυτικά που μπορεί κατά τη διάρκεια της μεταφοράς να φτάσει σε υψηλές συγκεντρώσεις και να προκαλέσει τον λεγόμενο <<ύπνο>> των ανθέων γιατί πρέπει να μπλοκαριστεί ο μηχανισμός δράσης του αιθυλενίου και αυτό γίνεται εφόσον πριν τη μεταφορά τοποθετηθούν σε νερό μικρής αλατότητας και θερμοκρασίας 1-15°C που περιέχει το συντηρητικό STS. Το συντηρητικό αυτό διατίθεται σε υγρή μορφή με το εμπορικό όνομα Florissant ή σε στερεή μορφή σαν Agrillene. (Παπαδημητρίου Μ., 2008)

## **2.4 Φυσιολογικές συνθήκες για την καλλιέργεια γαρυφαλλιάς**

### **2.4.1 Φωτισμός**

#### Α) Ένταση φωτισμού

Οι γαρυφαλλίες είναι απαιτητικές σε φώς. Επιθυμητή ένταση φωτισμού 15.000-45.000 LUX. Η καλλιέργεια τους κατά τους χειμερινούς μήνες είναι ανάλογη της έντασης του φωτισμού που δέχονται. Γι αυτό τον λόγο η εγκατάστασή τους θα πρέπει να είναι σε ηλιαζόμενα θερμοκήπια, καλυμμένα με γυαλί ή καθαρό πλαστικό. Όταν το πλαστικό κάλυψης χάνει μετά από 2-3 χρόνια διαπερατότητα σε φώς, πρέπει να αντικαθίσταται. Σκίαση χρειάζεται σε νεοφυτεμένα φυτά, κατά τις πρώτες 10-15 ημέρες από την φύτευση καθώς και σε φυτά που είναι ανθισμένα κατά το δεύτερο καλοκαίρι καλλιέργειας. Η σκίαση πρέπει να αφαιρείται μετά τις 15 Σεπτεμβρίου.

## B) Φωτοπερίοδος

Είναι γνωστό ότι οι γαρυφαλλίες αντιδρούν στην φωτοπερίοδο. Όταν οι μέρες είναι μεγαλύτερες από τις νύχτες, οι βλαστοί βγάζουν λιγότερα φύλλα και διαφοροποιούν γρηγορότερα ανθοφόρους οφθαλμούς. Κατά τους χειμερινούς μήνες καλλιέργειας είναι δυνατόν να συντομευθεί ο χρόνος άνθισης των φυτών χρησιμοποιώντας τεχνητό φωτισμό έντασης 80-100 LUX. Εφαρμόζεται από την δύση μέχρι την ανατολή του ηλίου, όταν τα βλαστάρια έχουν 5-7 ζεύγη φύλλων για 2-3 εβδομάδες.

### **2.4.2 Σχετική ατμοσφαιρική υγρασία**

Η γαρυφαλλιά απαιτεί κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ατμοσφαιρική υγρασία από 70%- 80% και κατά τους χειμερινούς μήνες από 60%-70%. Στην Ελλάδα συμβαίνει το αντίθετο. Σε συνθήκες χαμηλής σχετικής υγρασίας τα φύλλα των φυτών γίνονται στενά, με σκληρή εφυμενίδα, ενώ αυξάνονται οι προσβολές από τετράνυχο.

Αντίθετα, όταν η σχετική υγρασία είναι υψηλή παρουσιάζονται προβλήματα από προσβολές ασθενειών όπως η σκωρίαση, η αλτεναρίωση, ο βοτρυτής κ.τ.λ. το καλοκαίρι η σχετική υγρασία ρυθμίζεται πραγματοποιώντας συχνά ποτίσματα με υψηλό υδροκαταιονισμό ή με την χρήση της υγρής πορείας(Cooling system). Από την άλλη το χειμώνα ρυθμίζεται με την θέρμανση και τον αερισμό του θερμοκηπίου.

### **2.4.3 Διοξείδιο του άνθρακα(CO<sub>2</sub>)**

Κατά την διάρκεια της ημέρας όταν τα παράθυρα του θερμοκηπίου είναι κλειστά και υπάρχει έντονο ηλιακό φώς, το CO<sub>2</sub> που βρίσκεται μέσα καταναλώνεται γρήγορα από τα φυτά. Για αυτό τον λόγο θα πρέπει ή να ανοίγονται τα παράθυρα ή να προστίθεται τεχνητά CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα καθώς η έλλειψη του δρα περιοριστικά στην ανάπτυξη των φυτών.

Με το άνοιγμα των παραθύρων προστίθεται στην ατμόσφαιρα 0,03% CO<sub>2</sub> η φυσιολογική του δηλαδή συγκέντρωση. Όταν όμως ο χώρος εμπλουτίζεται τεχνητά

τότε υπάρχει η δυνατότητα να αυξηθεί το CO<sub>2</sub> 3 φορές περισσότερο μέχρι 0,1% που είναι και η άριστη συγκέντρωση για το γαρύφαλλο.

Ακόμη μπορεί να γίνει λίπανση με CO<sub>2</sub> σε ποσοστό 5-10% αυξάνοντας την παραγωγή καθώς και την ποιότητά τους κατά 10-20%. Για ένα στέμμα γαρυφάλλων απαιτούνται 4,5-6 κιλά καθαρού CO<sub>2</sub> την ώρα. Πραγματοποιούνται συνήθως από τον Οκτώβριο μέχρι τον Μάρτιο την μέρα, με τα πλαινά παράθυρα να είναι κλειστά κι εκείνα της οροφής μέχρι το 1/3 ανοιχτά. Επιθυμητή συγκέντρωση CO<sub>2</sub> γενικότερα είναι 500-1000 ppm.(Παπαδημητρίου Μ., 2008).

#### **2.4.4 Θερμοκρασία**

Η ανάπτυξη και η άνθιση του γαρυφάλλου επηρεάζεται από την διακύμανση των θερμοκρασιών ημέρας και νύχτας. Όταν στο περιβάλλον του θερμοκηπίου επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες νύχτας τότε παρατηρούνται τα εξής :

- ✓ Αδύνατα στελέχη.
- ✓ Στενά και μυτερά φύλλα.
- ✓ Μη εμφάνιση πλαγίων βλαστών.
- ✓ Μικρά άνθη.
- ✓ Άνθη με έντονο χρώμα.

Ενώ όταν οι θερμοκρασίες νύχτας είναι χαμηλές τότε:

- ✓ Χονδρά στελέχη σπάσιμο στελεχών.
- ✓ Κατσαρά φύλλα.
- ✓ Αργή ανάπτυξη.
- ✓ Κούφια μεγάλα άνθη.
- ✓ Άνθη με ξεθωριασμένο χρώμα.
- ✓ Μικρή διάρκεια συντήρησης.

Από την άλλη, υψηλές θερμοκρασίες ημέρας προκαλούν:

- ✓ Σκληρά φυτά

- ✓ Στενά και μυτερά φύλλα
- ✓ Λίγοι πλάγιοι βλαστοί
- ✓ Άνθη μικρά, κούφια και σουρωμένα
- ✓ Υψηλό ποσοστό ξηρής ουσίας

Στις χαμηλές θερμοκρασίες ημέρας τα φυτά παρουσιάζουν:

- ✓ Μικρά μεσογονάτια διαστήματα
- ✓ Εύθραυστα στελέχη
- ✓ Μεγάλα φύλλα
- ✓ Πολλά πλαινά βλαστάρια
- ✓ Μεγάλα και μαλακά άνθη
- ✓ Μικρή συντήρηση ανθέων
- ✓ Χαμηλό ποσοστό ξηρής ουσίας

Θα πρέπει να δίνεται προσοχή κατά τις πρώτες 10-12 ημέρες από την φύτευση όπου η θερμοκρασία εδάφους και περιβάλλοντος πρέπει να κυμαίνεται από 16-18°C. Άριστη θερμοκρασία νύχτας τον χειμώνα είναι 8-10° C, ενώ το καλοκαίρι 15° C. Η θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας τον χειμώνα να κυμαίνεται μεταξύ 15-18° C ενώ το καλοκαίρι από 21-24° C, ανάλογα τις συνθήκες που επικρατούν.

Όταν πρόκειται για φυτά που καλλιεργούνται για δεύτερο χρόνο οι θερμοκρασίες πρέπει να είναι δύο βαθμοί μικρότερες από τις κανονικές και ποτέ να είναι μικρότερη από 4° C ή μεγαλύτερη από 40° C. Άριστη θερμοκρασία εδάφους είναι 15° C και ο σχηματισμός ανθοφόρων  $\rightarrow$  10° C. (Παπαδημητρίου, 2009)

#### **2.4.5 Έδαφος**

Η μηχανική σύσταση του εδάφους δεν έχει τόση σημασία καθώς η γαρυφαλλιά μπορεί να καλλιεργηθούν τόσο σε αμμώδη, αμμοπηλώδη όσο και σε αργιλλώδη ή οργανικά εδάφη που να στραγγίζουν, με PH 6,5-7,5, καλή δομή και αερισμό. Μπορεί όμως να καλλιεργηθεί και σε τεχνητά υποστρώματα όπως σε περλίτη, τύρφη κ.α.

Στα πολύ ελαφριά ή βαριά εδάφη με χαμηλή στράγγιση και αερισμό είναι απαραίτητη η ανάπλαση τους με εδαφοβελτιωτικά όπως άμμο, τύρφη, κοπριά ή άλλα οργανικά υλικά για την βελτίωση των συνθηκών υγρασίας και αερισμού καθώς και των χημικών ιδιοτήτων τους. Για την βελτίωση των βαριών αργιλλωδών εδαφών δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται η άμμος ή ο περλίτης παρά μόνο οργανική ουσία. Η προσθήκη δολομίτη ή ασβεστόσκονης όπου το ενεργό ασβέστιο βρίσκεται σε χαμηλό ποσοστό ευνοεί την καλλιέργεια. Επίσης, η γαρυφαλλιά έχει την ιδιότητα να βελτιώνει από μόνη της τα εδάφη με την προϋπόθεση ότι απολυμαίνονται σωστά.

Πλήρης προστασία από τις ασθένειες του εδάφους και κυρίως από την αδρομύκωση που προκαλείται από το *fusarium oxysprum*, επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση της καλλιέργειας σε υπερυψωμένα παρτέρια αφού απολυμανθεί με ατμό σε αντίθεση με την απευθείας εγκατάστασης στο έδαφος όπου γίνεται με χημικά μέσα. Σε αυτήν την περίπτωση το έδαφος βελτιώνεται με την χρήση τύρφης, σε αναλογία 20% του όγκου αλλά και κοπριά σε αναλογία 10%. Τεχνητά υποστρώματα χρησιμοποιούνται μόνο όταν τα εδάφη είναι ακατάλληλα.

## **2.5 Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία-τροφοπενίες και περίσσεια στοιχείων γαρυφαλλιάς**

Είναι γνωστός ο ρόλος της ανόργανης θρέψης στο όλο κύκλωμα του μεταβολισμού του φυτού. Η έλλειψη ενός ή περισσοτέρων στοιχείων μπορεί να αποκλείσει τη βιοσύνθεση ορισμένων οργανικών ουσιών του φυτού, να αλλοιώσει την εμφάνιση και ανάπτυξη του και να μειώσει την παραγωγικότητά του.

Τα γαρυφαλλα ιδιαίτερα σε σημερινές εξευγενισμένες ποικιλίες και υβρίδια είναι ευαίσθητα στην έλλειψη ή και στην περίσσεια ορισμένων θρεπτικών στοιχείων και χρειάζεται συχνή παρακολούθηση της περιεκτικότητάς τους στο έδαφος και στα φύλλα των φυτών ώστε να γίνονται έγκαιρα οι σχετικές διορθώσεις. Τα βασικότερα ανόργανα στοιχεία αναγκαία για τη σωστή θρέψη των γαρυφαλλων είναι:



### Άζωτο

Είναι βασικό δομικό στοιχείο κάθε φυτικού οργανισμού. Το ένα στέμμα γαρυφαλλιάς χρειάζεται τον χρόνο 80-110 κιλά καθαρό άζωτο. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στις αζωτούχες λιπάνσεις είναι τα νιτρικά, τα αμμωνιακά, η ουρία και το οστεάλευρο. Πρέπει να γίνονται πάντοτε σε μικρές δόσεις καθ όλη την διάρκεια του έτους.

Πριν από την φύτευση ένα μικρό μέρος νιτρικής αμμωνίας προστίθεται λόγω ότι το άζωτο ανεβάζει τα συνολικά άλατα του εδάφους. Τους χειμερινούς μήνες οι αζωτούχες λιπάνσεις θα πρέπει να γίνονται με νιτρικής μορφής λιπάσματα ενώ τους θερινούς μήνες ένα μέρος της ποσότητας αυτής, μέχρι και η μισή μπορεί να αντικατασταθεί με αμμωνιακής μορφής λιπάσματα. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην ουρία, η οποία δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ποτέ σε γαρυφαλλίες που έχουν ανθίσει. Απορροφάται από το φυτό τόσο σαν αμμωνιακό όσο και σαν νιτρικό μέσα στους ιστούς του οποίου μετακινείται εύκολα.

#### Σε περίπτωση έλλειψης αζώτου τα φυτά:

- ✓ γίνονται σκληρά, τα φύλλα τους στενά και χάνουν το χαρακτηριστικό κατσάρωμά τους.
- ✓ Καθυστερεί η ανάπτυξη των πλάγιων βλαστών.
- ✓ Σε παρατεταμένη έλλειψη το χρώμα των φυτών γίνεται θαμπό προς κιτρινοπράσινα και ξεραίνονται τα παλιά φύλλα.
- ✓ Καθυστερεί η άνθηση και παράγονται στελέχη με περισσότερα ζευγάρια φύλλα.

#### Σε περίπτωση περίσσειας αζώτου:

- ✓ Τα φυτά γίνονται χλωρωτικά με ξερές βούλες στα φύλλα τους
- ✓ Τα στελέχη γίνονται μαλακά όπως και τα άνθη

Γενικά η ποσότητα του χορηγούμενου αζώτου πρέπει να αυξάνει όσο μεγαλώνει η διάρκεια της ημέρας.

### Φώσφορος

Είναι στενά συνδεδεμένος με τον μεταβολισμό της ενεργειακού δυναμικού του φυτικού κυττάρου. Μετακινείται εύκολα μέσα στο φυτό και δεν αυξάνει τα συνολικά άλατα του εδάφους σε αντίθεση με το άζωτο. Η γαρυφαλλιά απαιτεί 15-20 κιλά καθαρό φώσφορο τον χρόνο. Σε υψηλό pH δεσμεύεται από το ασβέστιο ενώ σε όξινο περιβάλλον είναι ευδιάλυτος και προσλαμβάνεται εύκολα από τα φυτά. Σε περίπτωση ανεπάρκειας φωσφόρου:

✓ Τα φυτά παρουσιάζουν μειωμένη ανάπτυξη, είναι λεπτά με στενά φύλλα και μικρά άνθη.

✓ Τα παλιά φύλλα γίνονται σκούρα μπλε προς βυσσινί και σε προχωρημένη έλλειψη ξεραίνονται.

Όταν υπάρχει περίσσεια φωσφόρου δεσμεύει το ασβέστιο για το σχηματισμό αδιάλυτου φωσφορικού τριασβεστίου. Τα μεσογειακά υβρίδια είναι πιο απαιτητικά στο φώσφορο από ότι σε ποικιλίες τύπου SIM.

### Κάλιο

Αν και δεν είναι δομικό στοιχείο του φυτικού ιστού δρα σαν καταλύτης στη σύνθεση σακχάρων. Μετακινείται εύκολα μέσα στο φυτό. Οι ετήσιες απαιτήσεις της γαρυφαλλιάς σε κάλιο κυμαίνονται από 120-180 κιλά. Σε περίπτωση έλλειψης καλίου:

✓ Τα φυτά είναι καθυστερημένα και σκληρά και έχουν μικρά μεσογονάτια.

✓ Η κορυφή των φύλλων κοντά στο άνθος είναι καψαλισμένη, ενώ τα παλιότερα φύλλα παρουσιάζουν νεκρωτικές κηλίδες.

✓ Μειώνεται η παραγωγή, η ποιότητα και η διατηρησιμότητα των λουλουδιών. Όταν το κάλιο είναι σε πολύ υψηλό επίπεδο ενώ το άζωτο χαμηλό τότε τα φυτά γίνονται εύθραυστα ιδιαίτερα στους κόμπους.

### Ασβέστιο

Είναι σκελετικό υλικό και είναι βασικό στοιχείο για τη θρέψη των γαρύφαλλων. Ιδιαίτερα απαραίτητο σε ορισμένες ευρωπαϊκές ποικιλίες και υβρίδια. Το ασβέστιο ακινητοποιείται μέσα στο φυτό. Σε περίπτωση έλλειψης:

- ✓ Οι κορυφές των νεαρών φύλλων παρουσιάζουν ένα χαρακτηριστικό κάψιμο σε μήκος 2 – 3 εκατοστά. Στη συνέχεια οι κορυφές συστρέφονται προς τα πάνω.
- ✓ Οι βλαστοί δεν είναι σκληροί, ενώ σε παρατεταμένη έλλειψη οι κορυφές τους νεκρώνονται, ενώ συγχρόνως αναπτύσσονται πλάγιοι βλαστοί.
- ✓ Πολλά άνθη δεν ανοίγουν καθόλου και
- ✓ Τα άκρα των ριζών νεκρώνονται.

Σε περίπτωση περίσσειας ασβεστίου το έδαφος γίνεται πολύ αλκαλικό και δυσκολεύεται η πρόσληψη ορισμένων στοιχείων, ιδιαίτερα του σιδήρου που δεσμεύεται από το ασβέστιο και έχουμε τροφопενία σιδήρου. Σε περίπτωση έλλειψης ασβεστίου προστίθεται γύψος ή δολομίτης 1 τόνος / στρέμμα στη βασική λίπανση.

### Μαγνήσιο

Είναι απαραίτητο στοιχείο και πρέπει να προστίθεται στο έδαφος με υδρολιπάνσεις αν και συνήθως βρίσκεται σε αρκετή ποσότητα μέσα στο νερό της άρδευσης. Η έντονη απουσία μαγνησίου προκαλεί χλώρωση του φυτού από τα κατώτερα φύλλα και προχωρεί στα ανώτερα. Το ασβέστιο και το μαγνήσιο δρουν ανταγωνιστικά, δηλαδή περίσσεια του ενός, προκαλεί έλλειψη του άλλου.

### Σίδηρος

Σε περίπτωση έλλειψής του που είναι πολύ συχνή περίπτωση στα ασπροχώματα (περίσσεια ασβεστίου), τότε τα νεαρά φύλλα κιτρινίζουν πρώτα το έλασμα ενώ τα νεύρα μένουν πράσινα και αργότερα κιτρινίζει το φύλλο. Στην περίπτωση αυτή προστίθεται στο νερό άρδευσης χηλικός σίδηρος σε ποσότητα 30-60gr / κ.μ νερού.

### Βόριο

Η έλλειψη βορίου είναι πολύ συχνή στην Κρήτη ιδιαίτερα στα γαρύφαλλα τύπου STANDARD. Η έλλειψή του ενισχύεται από την υψηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε ασβέστιο. Τα χαρακτηριστικότερα συμπτώματα της έλλειψης βορίου είναι:

- ✓ Κοντά μεσογονάτια διαστήματα.
- ✓ Μείωση της κυριαρχίας της κορυφής με συνέπεια μεγάλη ανάπτυξη πλαγίων βλαστών σαν θύσανος.
- ✓ Κακοσχηματισμένα και παραμορφωμένα μπουμπούκια.
- ✓ Εμφάνιση στα παλιότερα φύλλα ενός λευκού περι- τριγυρίσματος.
- ✓ Πολλά σκασίματα στο στέλεχος και στη βάση των φύλλων στο σημείο όπου ενώνονται με το βλαστό.

Για την αποφυγή της τροφοπενίας βορίου προσθέτουμε 2 – 3 κιλά βόρακα / στρέμμα στη βασική λίπανση. Ειδιάλλως 150 – 200 γρ. κάθε 15 – 20 μέρες στην υδρολίπανση.

Η άριστη αναλογία N-P-K για το γαρύφαλλο το καλοκαίρι είναι 3,5:1:2, ενώ για τον χειμώνα θα πρέπει να είναι 2:1:3,5.

### **2.5.1 Υδρολίπανση**

Τα φυτά προσλαμβάνουν τα θρεπτικά στοιχεία όταν είναι διαλυμένα στο νερό. Εφόσον υπάρχει υποδομή για υδρολίπανση είναι αποτελεσματικότερη εφαρμογή της λίπανσης σε σχέση με την λίπανση στερεάς μορφής στην οποία πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε να μην προκληθούν εγκαύματα στα φύλλα. Όταν η υδρολίπανση πραγματοποιείται με την χρήση μπέκ τεχνητής βροχής χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή να μην πέσει πυκνό διάλυμα λιπασμάτων πάνω στα φύλλα και στα άνθη λόγω εγκαυμάτων. Τα τελευταία 2-5 λεπτά θα πρέπει τα φυτά να ποτίζονται με καθαρό νερό προκειμένου να μην μένουν λιπάσματα στα φυτά.

Με την στάγδην άρδευση υπάρχει η δυνατότητα του διπλασιασμού της συγκέντρωσης των λιπασμάτων στο νερό άρδευσης χωρίς να προκαλούνται εγκαύματα στις ρίζες των φυτών. Για την κάλυψη των αναγκών σε θρεπτικά στοιχεία χρειάζονται με αυτόν τον τρόπο 1-2 υδρολιπάνσεις την εβδομάδα. Τα λιπάσματα που περιέχουν ασβέστιο δεν πρέπει να αναμιγνύονται με λιπάσματα που περιέχουν φώσφορο ή ιχνοστοιχεία διότι φράζουν οι σταλακτήρες.

## 2.6 Φυτοπροστασία

Σε εδάφη που καλλιεργήθηκαν με γαρυφαλλίες επιβάλλεται απολύμανση και το βάθος της θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 30cm. Ατμός χρησιμοποιείται σε υπερυψωμένα παρτέρια. Μόλις ετοιμαστεί το εδαφικό υπόστρωμα ενσωματώνονται όλα τα ανόργανα και οργανικά βελτιωτικά εδάφους. Στην συνέχεια σκεπάζεται ολόκληρο το παρτέρι με πλαστικό ανθεκτικό στην θερμότητα και διοχετεύεται ατμός.

Η θερμοκρασία στο πιο ψυχρό σημείο του εδάφους πρέπει να είναι 82° C και να διατηρείται για 30 λεπτά. Χαμηλότερες θερμοκρασίες δεν σκοτώνουν όλους τους μικροοργανισμούς, ενώ υψηλότερες δημιουργούν προβλήματα τοξικότητας διαφόρων ιχνοστοιχείων αλλά και καταστροφή του εδάφους αν η διαδικασία της απολύμανσης διαρκέσει παραπάνω από 3 ώρες.

Η απολύμανση με ατμό μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους εδαφικούς τύπους. Πραγματοποιείται με ειδικές συσκευές αλλά δεν συνιστάται καθώς απαιτούνται πολλές ώρες εργασίας.

Ένας άλλος τρόπος απολύμανσης σε εδάφη που έχουν ξανακαλλιεργηθεί γαρυφαλλα είναι η χρήση χημικών ουσιών απευθείας στο έδαφος. Σε ελαφριά εδάφη που έχουν καλή αποστράγγιση, χρησιμοποιείται το βρωμιούχο μεθύλιο. Η θέρμανση του αυξάνει την αποτελεσματικότητά του. Έπειτα την εφαρμογή αυτής της μεθόδου το έδαφος θα πρέπει να μείνει σκεπασμένο με πλαστικό για τουλάχιστον 4 ημέρες και μετά την αφαίρεσή του είναι απαραίτητο να ξεπλένεται με άφθονο νερό για την απομάκρυνση των αλάτων βρωμίου.

Σε βαριά εδάφη που δεν στραγγίζουν ικανοποιητικά χρησιμοποιούνται τα Di-tratex, Basamid και Varam με τα οποία καταπολεμούνται διάφορα ζιζάνια, νηματώδεις έντομα και μύκητες εδάφους με ελάχιστη θερμοκρασία 10° C.

Όσο αφορά τα εδάφη που δεν έχουν καλλιεργηθεί πριν με γαρυφαλλα αρκεί τις περισσότερες φορές ένα πότισμα μια ημέρα πριν την φύτευση με κάποιο φυτοφάρμακο που καταπολεμά την ριζοκτονίαση. Στην περίπτωση που υπάρχουν νηματώδεις ή έντομα του εδάφους συνιστάται η προληπτική αντιμετώπισή τους.

Γενικότερα για την απολύμανση των επιφανειών του θερμοκηπίου καθώς και των εργαλείων η καλύτερη επιλογή είναι η χρήση φορμόλης διαλυμένης σε νερό σε

συγκέντρωση 5%. Επειδή μετά από κάθε απολύμανση δημιουργείται βιολογικό κενό είναι απαραίτητη κάποιο βιολογικό σκευάσματος που περιέχει ωφέλιμους μικροοργανισμούς όπως γαιοσκώληκες σε 300-500 gr στο τ. μ. Αμέσως μετά γίνεται ένα ρηχό φρεζάρισμα για την επιφανειακή ενσωμάτωση του λιπάσματος. Η επιτυχία εξαρτάται από την υγρασία του εδάφους . τυχόν ξήρανση του σκοτώνει τους ωφέλιμους οργανισμούς.

### 2.6.1 Κυριότεροι εχθροί και ασθένειες γαρυφαλλιάς

Οι γαρυφαλλίες συχνά προσβάλλονται από τους εξής εχθρούς:

- Θρίπας (*Thrips tabaci*)

Παρουσιάζεται όλο σχεδόν το χρόνο. Στην αρχή προκαλεί στρεβλώσεις των βλαστών και των φύλλων. Αργότερα διακρίνονται και τα νύγματα. Τρέφεται κυρίως από τα πέταλα των ανθέων προκαλώντας τους λευκές ή αργυρόχρωμες κηλίδες στις κόκκινες και λευκές ποικιλίες αντίστοιχα. Μπορεί προληπτικά τους καλοκαιρινούς μήνες να γίνονται ψεκασμοί κάθε εβδομάδα ή σε περίπτωση που εμφανιστεί κάθε τρεις ημέρες.

- Φυλλορύκτης ή Σιδηρόδρομος (*Luriomyza brioniae*)

Η λυριόμυζα είναι μια μικρή καφέ μύγα που γεννά στα φύλλα της γαρυφαλλιάς. Στην συνέχεια οι προνύμφες κάνουν στοές στα φύλλα και πέφτουν στο έδαφος και νυμφώνονται. Όταν υπάρχει προσβολή θα πρέπει να γίνονται ψεκασμοί κάθε 3 ημέρες με Carbofuran κ.α.

- Κάμπιες του μπουμπουκιού (*Totrix, Acerbela, Spodoptera κ.λ.π.*)

Παρουσιάζονται κυρίως στα άνθη τα οποία και κατατρώγουν. Έχουν 3 – 4

γενεές το χρόνο. Εμφανίζονται κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες αλλά και τους πρώτους μήνες του φθινοπώρου. Ξεχειμωνιάζουν στο στάδιο της προνύμφης (κάμπια). Καταπολεμούνται με ψεκασμό με βάκιλο θουρηγγίας ή με τα σκευάσματα που αντιμετωπίζεται ο Θρίπας.

- Τετράνυχος (*Tertranychus cinnabarinus*)

Σε ξηροθερμικό περιβάλλον γίνεται ο πιο επικίνδυνος εχθρός της γαρυφαλλιάς. Αν και τα ενήλικα φαίνονται δύσκολα με γυμνό μάτι, η παρουσίας τους γίνεται αντιληπτή από το κίτρινο χρώμα του φυλλώματος και από τα στενά και μαζεμένα φύλλα των φυτών. Οι προσβολές παρουσιάζονται πρώτα στις άκρες των καλλιεργειών ή κοντά σε παράθυρα καθώς δεν θέλουν υγρασία.

Αντιμετωπίζονται με ειδικά ακαρεοκτόνα σε διάστημα 5 ημερών με δυο ψεκασμούς ενώ προληπτικά απαιτούνται δυο ψεκασμοί τον μήνα. Η εφαρμογή του ακαρεοκτόνου θα πρέπει να πραγματοποιείται κατά τις πρωινές ή τις βραδινές ώρες διότι τα ακαρεοκτόνα προκαλούν εγκαύματα στα φύλλα.

- Αφίδες ή μελίγκρες (*Myzus persicae*)

Εμφανίζονται από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο αλλά στο περιβάλλον των θερμοκηπίων εμφανίζονται μόνο τους φθινοπωρινούς μήνες. Σε ψυχρό περιβάλλον λόγω ότι ο μεταβολισμός τους μειώνεται τα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται δεν είναι αποτελεσματικά και γι αυτό οι ψεκασμοί θα πρέπει να γίνονται όσον γίνεται κατά τις πιο θερμές ώρες της ημέρας.

- Νηματώδεις (*Meloydogynae incognita*)

Προσβάλλουν το ριζικό σύστημα των φυτών προκαλώντας τους χαρακτηριστικά εξογκώματα. Τα φυτά κιτρινίζουν και εξασθενούν και γενικότερα η εικόνα που επικρατεί από την προσβολή είναι η αναστολή της ανάπτυξης των φυτών. Τα άνθη ξεραίνονται από τη βάση.

## **2.6.2 Μυκητολογικές – Βακτηριολογικές ασθένειες γαρυφαλλιάς**

- Φουζάριο (*Fusarium oxysporum F. dianthii*)

Είναι μύκητας του εδάφους που προσβάλλει τα φυτά μέσω του ριζικού συστήματος. Τα αγγεία του λαιμού γίνονται σκούρα καστανά. Τα στελέχη 18 μαραίνονται και ξεραίνονται σταδιακά. Είναι η σοβαρότερη αρρώστια των γαρυφαλλών της περιοχής με έξαρση κατά τους θερινούς μήνες. Επιμελημένη

απολύμανση του εδάφους πριν την καλλιέργεια με το υπό κατάργηση βρωμιούχο μεθύλιο, με το Βαπάμ κ.ά. Το Βαπάμ μόνο του δίνει κατώτερα αποτελέσματα. Απαιτείται πολύ καλή έκπλυση του εδάφους μετά την εφαρμογή τους. Η μέθοδος απολύμανσης είναι γνωστή στους καλλιεργητές και δεν θα αναφερθούμε εκτενέστερα. Καλύτερη πάντως και από τις δυο παραπάνω μεθόδους είναι η αποστείρωση του εδάφους με υπέρθερμο ατμό που δεν αφήνει τοξικά κατάλοιπα στο έδαφος.

- Σηψιρριζίες (*Pythium, Phytophthora* κ.λ.π.)

Σαπίζουν το ριζικό σύστημα των φυτών. Συνιστάται αποφυγή της υπερβολικής υγρασίας στο έδαφος και ριζοπότισμα μια εβδομάδα μετά το φύτεμα των μοσχευμάτων με κατάλληλα μυκητοκτόνα.

- Ριζοκτονία (*Rhizoctonia solani*)

Μεταδίδεται από το έδαφος και προκαλεί μαύρισμα και αποσύνθεση των ιστών του φυτού στο ύψος της επιφάνειας του εδάφους. Ριζοπότισμα με κατάλληλα μυκητοκτόνα. Το ριζοπότισμα πρέπει να γίνει μια εβδομάδα μετά το φύτεμα των μοσχευμάτων κα μπορεί να συνδυαστεί με το ριζοπότισμα κατά των σηψιρριζίων. Το φύτεμα των μοσχευμάτων βαθιά ευνοεί την ασθένεια.

- Σκωρίαση (*Uromyces caryophyllinus*)

Μύκητας που ειδικά σε περιβάλλον αυξημένης υγρασίας προσβάλλει τα φύλλα και τα στελέχη προκαλώντας τους φουσκάλες με μια κιτρινωπή σκόνη που αργότερα μαυρίζει. Συνιστάται αποφυγή της υγρασίας. Τα προσβεβλημένα φύλλα να απομακρύνονται και προληπτικοί ψεκασμοί.

- Βοτρύτης (*Botrytis cinerea*)

Εμφανίζεται όταν το περιβάλλον είναι ψυχρό και υγρό, προκαλώντας καφέ ή μαύρες ακανόνιστες κηλίδες στα πέταλα του άνθους. Σε έντονες προσβολές τα άνθη καφετιάζουν ολόκληρα και κολλάνε μεταξύ τους. Αργότερα σε μέρη που προσβλήθηκαν εμφανίζεται γκρι εξάνθιση που πρόκειται για το μυκήλιο του μύκητα.



- Αλτενάρια (*Altenaria dianthi*)

Είναι λιγότερο διαδεδομένο στην περιοχή. Προκαλεί κηλίδες καφέ βιολετί στη βάση των φύλλων και στους καρπούς. Εμφανίζεται κυρίως το φθινόπωρο. Οι ψεκασμοί για τη σκωρίαση και τον βοτρυτή καταπολεμούν και την ασθένεια αυτή.

### **2.6.3 Ζιζάνια**

Για τα ζιζάνια εφαρμόζεται προφυτρωτική ζιζανιοκτονία 8 – 10 ημέρες μετά το φύτεμα των μοσχευμάτων ή και αργότερα αλλά προτού μεγαλώσουν πολύ τα ζιζάνια με Ρονστάρ (1 – 1,5 κιλό ανά στρέμμα). Ο ψεκασμός έχει καλύτερα αποτελέσματα όταν το έδαφος είναι υγρό. Επίσης πρέπει να αποφεύγονται όταν κάνει πολλή ζέστη.

### **2.6.4 Ιώσεις**

- Στικτό μωσαϊκό των γαρύφαλλων

Αυτός ο ιός είναι πολύ διαδεδομένος στις εμπορικές ποικιλίες και τα συμπτώματά του είναι ελαφρές ποικιλοχρωμίες στη νεαρά βλάστηση και καχεκτικά φυτά. Ο ιός μεταδίδεται από τα μολυσμένα φυτά στα υγιή με τους ανθρώπινους χειρισμούς.

- Περινεύριο μωσαϊκό

Εμφανίζεται σε ποικιλίες κυρίως του τύπου SIM τα συμπτώματά του είναι κιτρίνισμα κατά μήκος των παλιότερων φύλλων, ανοιχτόχρωμες κηλίδες στον κάλυκα και σπάσιμο του χρώματος των πετάλων. Μεταδίδεται κυρίως με τις αφίδες, αλλά και με τους νηματώδεις.

- Δακτυλιωτή κηλίδωση

Τα συμπτώματα της εμφάνισης του ιού αυτού είναι νεκρωτικές κηλίδες ή δακτυλίδια στα φύλλα πολλών εμπορικών ποικιλιών. Ο ιός αυτός εξαπλώνεται με την επαφή ασθενούς με υγιή φυτά.

## 2.6.5 Μη θρεπτικές ανωμαλίες της γαρυφαλλιάς

- Σχίσσιμο του κάλυκα (*calyx splitting*)

Πολύ γνωστό φαινόμενο στις ποικιλίες τύπου SIM. Παρουσιάζεται συνήθως το τέλος του χειμώνα με αρχές άνοιξης. Ο κάλυκας σχίζεται, τα πέταλα γέρνουν προς τα έξω και το άνθος χάνει την εμπορευσιμότητά του. Οφείλεται, εκτός από τους γενετικούς λόγους, κυρίως στις απότομες καιρικές μεταβολές και εντείνεται με την τροφопενία Βορίου. Ακόμη, οφείλεται στις μεγάλες και απότομες αζωτούχες λιπάνσεις αλλά και στην μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας ημέρας – νύχτας.

- Μικρό και σχεδόν άδειο άνθος (*hollow flower*)

Εμφανίζεται το καλοκαίρι όταν η θερμοκρασία είναι υψηλή και ο αερισμός του θερμοκηπίου κακός. Η παραγωγή μικρής ποσότητας ενδογενών γιβερελλινών συντελεί στο σχηματισμό λίγων πετάλων μέσα στο άνθος.

- Ασύμμετρη ανάπτυξη ανθέων (*sladside*)

Στην περίπτωση αυτή τα πέταλα ανοίγουν από την μία πλευρά του άνθους και προκαλείται από τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και κυρίως σε ψυχρό περιβάλλον.

- Σφαιρικά μπουμπούκια (*bullhead*)

Όταν η θερμοκρασία είναι μικρότερη από 10 °C δημιουργούνται πολλές σειρές πετάλων που δίνουν σφαιρικό σχήμα στα μπουμπούκια που είναι επιρρεπή στο σχίσσιμο του κάλυκα.

- Μαύρισμα των κόκκινων ανθέων (*petal blackening*)

Σε ορισμένες ποικιλίες εμφανίζεται όταν η ποσότητα του ασβεστίου είναι σε μικρό ποσοστό χωρίς να έχει φτάσει το επίπεδο της τροφопενίας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

- Ξεθώριασμα των πετάλων των ανθέων (*petal fading*)

Εμφανίζεται το καλοκαίρι λόγω υψηλής θερμοκρασίας και συνδέεται με την χαμηλή παραγωγή ή την διάσπαση χρωστικών ουσιών

- Κατσαρή κορυφή ( curling tip)

Σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού τον χειμώνα, τα νεαρά φύλλα δεν καταφέρνουν να αποχωριστούν το ένα με το άλλο με αποτέλεσμα η κορυφή του νεαρού βλαστού να συστρέφεται προς τα κάτω. Η εμφάνιση αυτή εντείνεται και σε χαμηλά επίπεδα αζώτου και φωσφόρου.

- Αδύνατα στελέχη

Προκαλούνται τόσο από τον συνδυασμό υψηλών θερμοκρασιών με χαμηλό φωτισμό, όσο από το πολύ νερό και άζωτο. Οι μεσογειακές ποικιλίες έχουν πιο ισχυρά στελέχη από τις SIM.

- Σούρωμα ανθέων (sleeping)

Εμφανίζεται μετασυλλεκτικά όταν στην ατμόσφαιρα υπάρχει αιθυλένιο που προωθεί τον γηρασμό.

- Τοξικό έδαφος

Μερικές φορές τα φυτά χωρίς να παρουσιάζουν συμπτώματα προσβολής πέφτουν. Μπορεί να οφείλεται:

- ✓ Στα υπολείμματα ζιζανιοκτόνων στο έδαφος
- ✓ Στην τοξικότητα φυτοφαρμάκων λόγω απολύμανσης του εδάφους
- ✓ Τοξικότητα του χλωρίου από το νερό ή την κοπριά προκαλώντας εγκαύματα στις ρίζες και νεκρώσεις στις άκρες των φύλλων
- ✓ Τοξικότητα αλάτων
- ✓ Τοξικότητα μαγγανίου (Mn) ή αμμωνίας (NH<sub>4</sub>)
- ✓ Κακή αποστράγγιση

## **2.7. Βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά γαρυφάλλων**

Η ποιοτική αξιολόγηση, η τυποποίηση και ο ποιοτικός έλεγχος των γαρυφάλλων βασίζεται σε ορισμένα χαρακτηριστικά τα οποία διαφοροποιούνται ανάλογα με την ποικιλία.

### Μέγεθος

Αναφέρεται στο συνολικό μέγεθος του γαρυφάλλου (στέλεχος και άνθος) αλλά ιδιαίτερα της ανθικής κεφαλής. Το μεγάλο μέγεθος είναι γενικά επιθυμητό αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις διαφοροποιείται ανάλογα με τον σκοπό χρήσης των γαρυφάλλων. Στα γαρύφαλλα τύπου Spray ενδιαφέρει ο αριθμός των ανθικών κεφαλών σε κάθε στέλεχος.

### Σχήμα

Ενδιαφέρει ιδιαίτερα το σχήμα της ανθικής κεφαλής. Προτιμώνται τα γαρύφαλλα με συμμετρική κεφαλή και σχήμα μισοανοιγμένου μπουμπουκιού.

### Χρώμα

Συνδέεται άμεσα με την ποικιλία επηρεάζει σοβαρά την προτίμηση των καταναλωτών. Κατά την τυποποίηση μέσα σε κάθε δέσμη ή μέσο συσκευασίας, τα γαρύφαλλα πρέπει να έχουν το ίδιο χρώμα. Ανάμειξη διαφόρων χρωμάτων επιτρέπεται μόνο εφόσον είναι της ίδιας κατηγορίας και υπάρχει σχετική σήμανση.

### Υφή του στελέχους

Επηρεάζει σημαντικά την κατάταξη των γαρυφάλλων στις διάφορες ποιοτικές κατηγορίες. Το στέλεχος πρέπει να είναι ικανό να κρατήσει το βάρος της κεφαλής. Πρέπει να είναι νωπό, εύρωστο, σκληρό, ίσιο και ανθεκτικό.

### Άρωμα

Δεν έχει ιδιαίτερη σημασία για την τυποποίηση. Εξάλλου οι περισσότερες ποικιλίες στερούνται αρώματος.

### Κατάσταση των ανθέων

Αφορά κυρίως την νωπότητα των λουλουδιών αλλά και κάθε άλλο παράγοντα που επηρεάζει την συντήρησή τους.

### Ελαττώματα

#### Σχίσσιμο του κάλυκα

Σε κάθε περίπτωση είναι ανεπιθύμητο χαρακτηριστικό αν και από τον κανονισμό τυποποίησης δεν θεωρείται ελάττωμα βλάστησης.

### Εχθροί και ασθένειες

Η παρουσία ασθενειών και εχθρών επηρεάζει έμμεσα την συντήρηση των ανθέων καθώς παράγουν ή προκαλούν αιθυλένιο που επιταχύνει τον γηρασμό και την εμφάνιση φυσιολογικών ασθενειών. Ιδιαίτερα ανεπιθύμητη είναι η παρουσία βοτρυτή καθώς συνεχίζει να δρα και σε χαμηλές θερμοκρασίες εντός ψυγείου.

### Ξένες ύλες

Χώματα, σκόνες και κυρίως υπολείμματα φυτοφαρμάκων ζημιώνουν την εμφάνιση των γαρυφάλων.

## **2.7.1 Κανονισμός για την τυποποίηση γαρυφάλων**

Στα γαρύφαλλα όπως και στα υπόλοιπα δρεπτά άνθη έχει εφαρμογή ο κανονισμός 316/1968 της Ε.Ο.Κ. Προβλέπει για τα γαρύφαλλα που τυποποιούνται και προορίζονται να πουληθούν σε χώρα της Ε.Ο.Κ. Τα γαρύφαλλα κατατάσσονται σε τρεις ποιοτικές κατηγορίες και είναι οι εξής:

### Ποιοτική κατηγορία I

Τα γαρύφαλλα που κατατάσσονται στην κατηγορία αυτή θα πρέπει να είναι:

- ✓ Ολόκληρα
- ✓ Νωπά
- ✓ Χωρίς εχθρούς και ασθένειες ή βλάβες που οφείλονται σε αυτούς
- ✓ Χωρίς υπολείμματα φυτοφαρμάκων ή ξένες ύλες
- ✓ Χωρίς μολωπισμούς
- ✓ Χωρίς ελαττώματα βλάστησης
- ✓ Με σκληρά και ισχυρά στελέχη

## Ποιοτική κατηγορία II

- ✓ Ολόκληρα
- ✓ Νωπά
- ✓ Χωρίς ζωικούς εχθρούς

Τα παρακάτω ελαττώματα είναι ανεκτά με την προϋπόθεση ότι δεν παραβλέπεται η διατήρηση της ποιότητας, η γενική εμφάνιση και η καταλληλότητα των ανθέων:

- ✓ Ελαφρές δυσμορφίες
- ✓ Ελαφροί μολωπισμοί
- ✓ Ελαφρές βλάβες από εχθρούς και ασθένειες
- ✓ Στελέχη λιγότερο σκληρά και λεπτότερα
- ✓ Μικρές κηλίδες από φυτοφάρμακα

## Ποιοτική κατηγορία EXTRA

Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται γαρύφαλλα με τα χαρακτηριστικά της κατηγορίας I όταν δεν επωφελούνται από καμία ποιοτική ανοχή.

### **2.7.2 Ανοχές**

Στην ποιοτική κατηγορία I μόνο το 5% από τα γαρύφαλλα κάθε προσφερόμενης μονάδας μπορεί να παρουσιάζει κάποια ελαφρά ελαττώματα που δεν ανταποκρίνονται στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της κατηγορίας.

Στην ποιοτική κατηγορία II μόνο το 10% από τα γαρύφαλλα κάθε προσφερόμενης μονάδας μπορεί να μην ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά αυτής της κατηγορίας. Τα μισά από τα παραπάνω γαρύφαλλα μπορεί να έχουν προσβληθεί από εχθρούς και ασθένειες.

### **3. Περιγραφή πειράματος**

#### **3.1 Τύπος και χρόνος διεξαγωγής πειράματος**

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία τόσο του εργαστηρίου ανθοκομίας, όσο και του εργαστηρίου διαχείρισης στερεών υπολειμμάτων και υγρών αποβλήτων του τμήματος Φυτικής παραγωγής του Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Η καλλιέργεια εγκαταστάθηκε μέσα στο γυάλινο θερμοκήπιο της ανθοκομίας στις 14/5/2012 και η τελευταία συγκομιδή έγινε στις 2/11/2012.

#### **3.2 Σχεδιασμός και στόχος του πειράματος**

Σκοπός του πειράματος ήταν να εντοπίσουμε πιθανές διαφοροποιήσεις στην ανάπτυξη και στην ποιότητα των γαρυφάλλων αρδεύοντάς τα με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα διαφορετικής ποιότητας (πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια), νερό και θρεπτικό διάλυμα. Τα απόβλητα που χρησιμοποιήθηκαν για την άρδευση προέρχονταν από τον υδροβιότοπο του Α.Τ.Ε.Ι ενώ το νερό από το θερμοκήπιο της ανθοκομίας. Για την λίπανση χρησιμοποιήθηκαν 5 γρ. λιπάσματος διαλυμένων σε 10 λίτρα νερό, προερχόμενου από τις εγκαταστάσεις ύδρευσης του θερμοκηπίου.

Για την εγκατάσταση και την ανάπτυξη των γαρυφάλλων χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υλικά:

- ✓ Γυάλινο θερμοκήπιο ανθοκομίας.
- ✓ Πάγκος για την τοποθέτηση των γλαστρών.
- ✓ Πιάτα για συγκράτηση νερού.
- ✓ Κουρτίνα σκίασης (στα πρώτα στάδια).
- ✓ Πλαστικά δοχεία για την τοποθέτηση των πέντε διαφορετικών ποιοτήτων αρδευτικών νερών(των πέντε επεμβάσεων).
- ✓ χώμα (1/3 compost, 1/3 περλίτη και 1/3 ξανθιά τύρφη).
- ✓ 200 μοσχεύματα γαρυφάλλου τύπου Standard, ποικιλίας dover.
- ✓ Λίπασμα (  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , vita energineer 12-6-30).
- ✓ Πλαστικά και ξύλινα καλάμια υποστύλωσης.
- ✓ Μυκητοκτόνο (Rovral), ακαρεοκτόνο( Milbencock)
- ✓ Σπάγκος για την στήριξη.

- ✓ Υγρά επεξεργασμένα απόβλητα από τον τεχνητό υγροβιότοπο του ΤΕΙ Ηρακλείου.

Στο θερμοκήπιο του εργαστηρίου της ανθοκομίας 200 γλάστρες χωρητικότητας 2 λίτρων στήθηκαν πάνω σε πάγκο ανάπτυξης. Έπειτα οι γλάστρες γέμισαν με μείγμα τύρφης, compost και περλίτη σε ίση αναλογία. Σε κάθε γλάστρα φυτεύτηκε από ένα μόςχευμα γαρυφάλλου.

### 3.3 Εγκατάσταση γαρυφάλλων

Αρχικά 400 μοςχεύματα γαρυφάλλου τύπου Standard, ποικιλίας Dover είχαν τοποθετηθεί σε πάγκους εξοικείωσης. Έπειτα, από κάποιο διάστημα επιλέχθηκαν 200 μοςχεύματα που είχαν ριζώσει.

Στις 14 Μαΐου φυτεύτηκαν ένα σε κάθε γλάστρα όπου ποτιζόντουσαν μέχρι την έναρξη του πειράματος. Αμέσως μετά την φύτευση έγινε το πρώτο κορυφολόγημα (Εικόνα 1).



**Εικόνα 1:** Τα γαρυφάλλα αμέσως μετά το πρώτο κορυφολόγημα-την πρώτη ημέρα εγκατάστασης.





**Εικόνα 2:** Τα γαρύφαλλα σε τελικό στάδιο ανάπτυξης για τις ανάγκες του προγράμματος **Life- Pure**.

Οι κουρτίνες σκίασης άνοιξαν αφού τα φυτά βρίσκονταν σε μικρό στάδιο ανάπτυξης. Στην συνέχεια ποτίστηκαν με καθαρό νερό μαζί με νιτρική αμμωνία ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) σε ποσότητα πέντε γραμμαρίων στα δέκα λίτρα νερό. Το κάθε φυτό αρδεύτηκε με 200 ml από το παραπάνω διάλυμα για τέσσερις εβδομάδες. Στην συνέχεια επιλέχθηκαν τα 125 καλύτερα γαρύφαλλα για την διεξαγωγή του πειράματος και τοποθετήθηκαν πάνω στο πάγκο με τέτοιο τρόπο ώστε τα φυτά με την καλύτερη εμφάνιση να ξεχωρίζουν.

Χωρίσαμε τα φυτά μας σε πέντε ποιότητες ανάλογα με την μορφή τους, το πάχος τους, το αδελφωμα τους και τα τοποθετήσαμε πάνω στον πάγκο έτσι ώστε κάθε σειρά να έχει ένα φυτό από κάθε ποιότητα και κάθε στήλη να έχει 25 φυτά τις ίδιας ποιότητας. Ξεκινώντας από τα αριστερά προς τα δεξιά του πλάτους του πάγκου η ποιότητα των γαρυφάλλων φθίνει. Στην συνέχεια χωρίσαμε με σπάγκο σε κάθε στήλη 5 ομάδες και την κάθε μία ομάδα την ποτίζαμε με διαφορετικής ποιότητας αρδευτικό νερό. Με αυτόν τον τρόπο πετύχαμε την πλήρη ταχτοποίηση των επεμβάσεων μας χωρίς να υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ τους ,εφόσον φροντίζαμε, επίσης, καμία ίδια επέμβαση να μην είναι δίπλα σε άλλη. Είχαμε λοιπόν πέντε επεμβάσεις με 25 επαναλήψεις η κάθε μία. Η τοποθέτηση των φυτών στον πάγκο φαίνεται στον πίνακα 1.

A25	B25	Γ25	Δ25	E25
A24	B24	Γ24	Δ24	E24
A23	B23	Γ23	Δ23	E23
A22	B22	Γ22	Δ22	E22
A21	B21	Γ21	Δ21	E21
A20	B20	Γ20	Δ20	E20
A19	B19	Γ19	Δ19	E19
A18	B18	Γ18	Δ18	E18
A17	B17	Γ17	Δ17	E17
A16	B16	Γ16	Δ16	E16
A15	B15	Γ15	Δ15	E15
A14	B14	Γ14	Δ14	E14
A13	B13	Γ13	Δ13	E13
A12	B12	Γ12	Δ12	E12
A11	B11	Γ11	Δ11	E11
A10	B10	Γ10	Δ10	E10
A9	B9	Γ9	Δ9	E9
A8	B8	Γ8	Δ8	E8
A7	B7	Γ7	Δ7	E7
A6	B6	Γ6	Δ6	E6
A5	B5	Γ5	Δ5	E5
A4	B4	Γ4	Δ4	E4
A3	B3	Γ3	Δ3	E3
A2	B2	Γ2	Δ2	E2
A1	B1	Γ1	Δ1	E1

**Πίνακας 1 :** Απεικόνιση της διάταξης των γλαστρών στον πάγκο(Primary,Secondary, Tertiary, Water with fertilize, Water).

Σε κάθε γλάστρα αφέθηκε να αναπτυχθούν δύο βλαστοί και προστέθηκαν ταμπέλες με το όνομα της κάθε επέμβασης. Για τις τρεις πρώτες βδομάδες όλες οι γλάστρες ποτίζονταν με ένα διάλυμα 5gr NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> σε 10Lt νερό, για την επίτευξη έναρξη της βλάστησης. Η δόση άρδευσης ήταν 200ml ανά γλάστρα. Μετά τις τρεις εβδομάδες άρχισε το πότισμα με τα διαφορετικά διαλύματα.

Στην αρχή της εφαρμογής των πέντε διαφορετικών διαλυμάτων η συχνότητα της άρδευσης ήταν τρεις φορές την εβδομάδα σε ποσότητα 200ml ανά φυτό κατά την διάρκεια του καλοκαιριού λόγω αυξημένης θερμοκρασίας και επομένως γρήγορης εξάτμισης του νερού. Στις αρχές του φθινοπώρου η δόση των επεμβάσεων αυξήθηκε στα 300ml ενώ μειώθηκε η συχνότητα ποτίσματος στις δύο φορές την εβδομάδα.

Στο σημείο αυτό μπορεί να αναφερθεί ότι στα τριτοβάθμια επεξεργασμένα απόβλητα γινόταν προσθήκη 0,5 ml χλωρίου ανά δέκα λίτρα νερού και η ποσότητα του λιπάσματος που προστέθηκε στα δέκα λίτρα νερό ήταν πέντε γραμμάρια.

### **3.4 Καλλιεργητικές φροντίδες**

Κατά την διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος, γινόταν αφαίρεση ζιζανίων αλλά και ξεραμένων φύλλων όταν κρινόταν απαραίτητο. Κατά την έκτη εβδομάδα, πραγματοποιήθηκε ψεκασμός για την αντιμετώπιση του τετράνυχου με ακαρεοκτόνο (milbencock, 2ml/L). Ο ψεκασμός επαναλήφθηκε μετά από τέσσερις ημέρες.

Την ενδέκατη εβδομάδα έγινε ψεκασμός με μυκητοκτόνο (Rovral, 2gr/ 1 λίτρο) σε δύο επαναλήψεις, για την αντιμετώπιση του βοτρυτή. Την ίδια περίοδο οι κουρτίνες σκίασης απομακρύνθηκαν. Ακόμη στα τέλη του καλοκαιριού, πραγματοποιήθηκε η υποστύλωση των γαρυφάλλων με πλαστικά καλάμια.

### **3.5 Μετρήσεις- Αναλύσεις**

#### **3.5.1 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών**

Για να προσδιορίσουμε τις πιθανές διαφορές στην ποιότητα και την ανάπτυξη των παραγόμενων γαρυφάλλων μετρήθηκαν παράμετροι όπως η χλωροφύλλη και ο φθορισμός των φύλλων του γαρυφάλλου, το μήκος και ο αριθμός των κόμβων, ο αριθμός των σχηματισθέντων ανθέων, η διάμετρος του βλαστού, το πλάτος και μήκος της κεφαλής και το νωπό βάρος του στελέχους και της κεφαλής.

Παρακάτω φαίνονται κάποια από τα μηχανήματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διάρκεια των μετρήσεων.



**Εικόνα 3:** Μέτρηση της χλωροφύλλης με το εξειδικευμένο όργανο Minolta SPAD.



**Εικόνα 4:** Φθορίμετρο, opti-sciences OS-30p, UK και τα ειδικά 'μανταλάκια'.



**Εικόνα 5:** Παχύμετρο για την διάμετρο , το μήκος και το ύψος κεφαλής.



**Εικόνα 6:** Ζυγαριά για τη μέτρηση νωπού βάρους.

### 3.5.2 Αναλύσεις στα υγρά επεξεργασμένα απόβλητα

Από την αρχή του πειράματος και κατά την διάρκεια αυτού, εξετάστηκαν κάποια χαρακτηριστικά των πέντε διαφορετικών επεμβάσεων που εφαρμόστηκαν στην καλλιέργεια γαρυφάλλου, σημαντικά για την επιτυχή επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν την ίδια στιγμή που λαμβάνονταν τα δείγματα ήταν το PH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), το COD, το BOD, τα ολικά πτητικά (TSS) και αιωρούμενα (VSS), το ολικό άζωτο (TN), το ολικό φώσφορο (total phosphate), τα νιτρικά(  $\text{NO}_3$  ), τα αμμωνιακά ( $\text{NH}_4$ ) και το χλώριο (Cl).

Παρακάτω φαίνονται οι συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να γίνει ανάλυση των δειγμάτων.



**Εικόνα 7:** Επιτραπέζιο πεχάμετρο και αγωγιμόμετρο.





**Εικόνα 8:** Θερμομανδύας.



**Εικόνα 9:** Θάλαμος επώασης, μηχανισμός ανάδευσης και φιάλες με μανομετρικό μηχανισμό μέτρησης.



**Εικόνα 10:** Φούρνος ξήρανσης.



**Εικόνα 11 :** Φούρνος αποτέφρωσης.





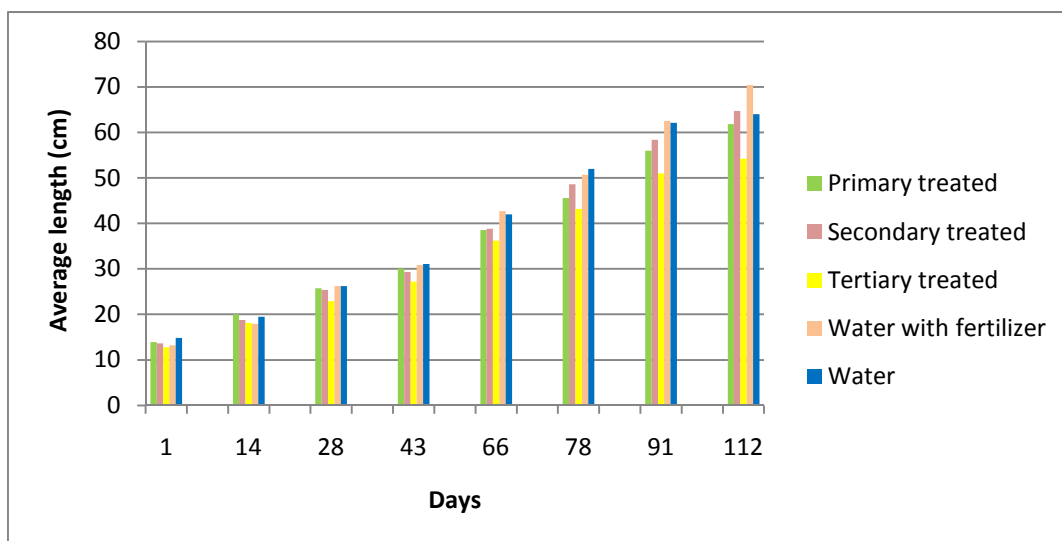
**Εικόνα 12:** Φωτομετρική μέθοδος με kit για την ανάλυση ολικού αζώτου, ολικού φωσφόρου, αμμωνιακών, νιτρικών και χλωρίου.



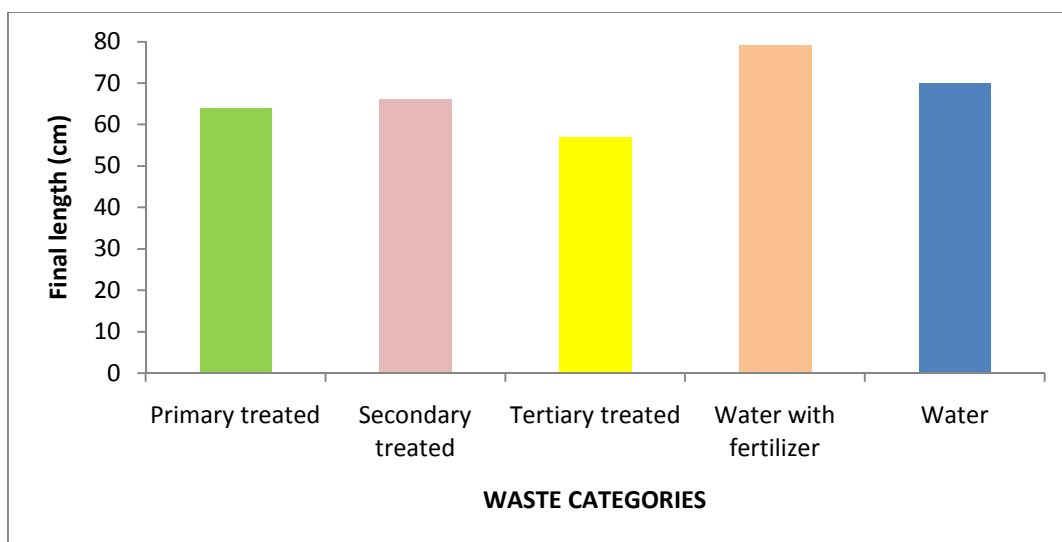
**Εικόνα 13:** Φλογοφωτόμετρο 410 της Shewood για τον προσδιορισμό καλίου και νατρίου.

#### 4. Αποτελέσματα-διαγράμματα

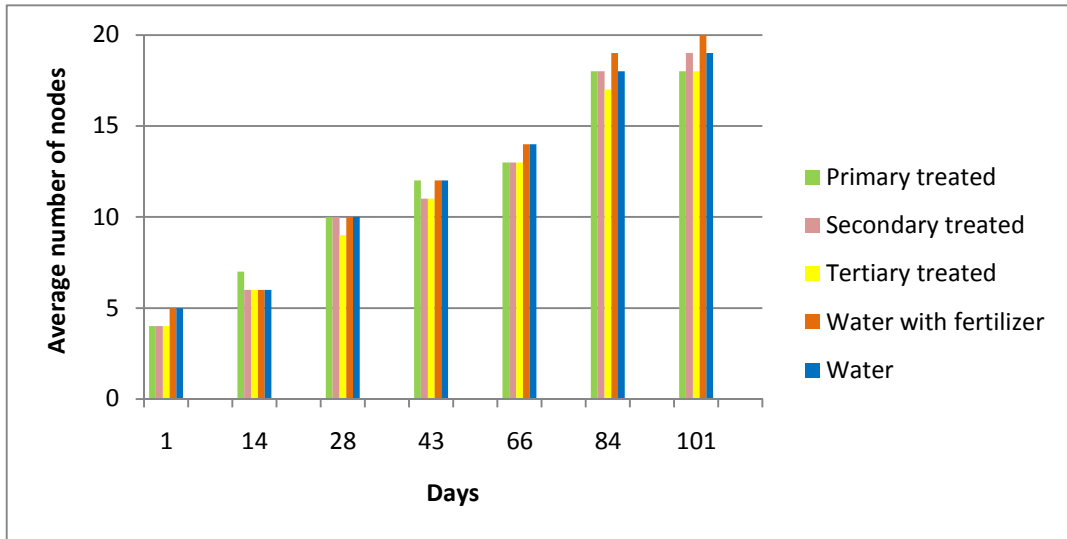
**4.1 Επίδραση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, της λίπανσης και του μάρτυρα στην ανάπτυξη καλλιέργειας γαρυφάλλου.**



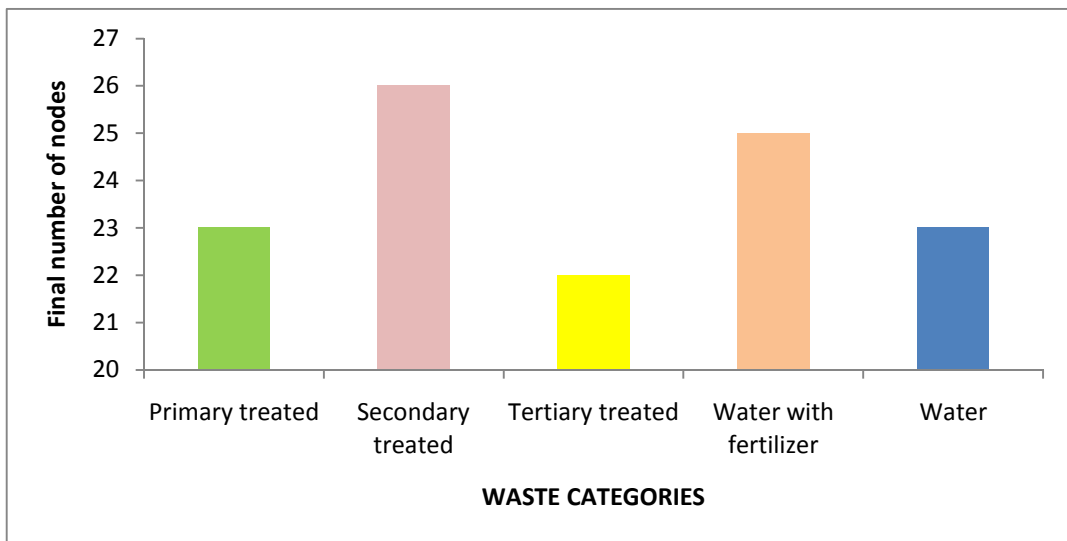
**Γράφημα 4.1.1.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού στο ύψος γαρυφάλλων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.



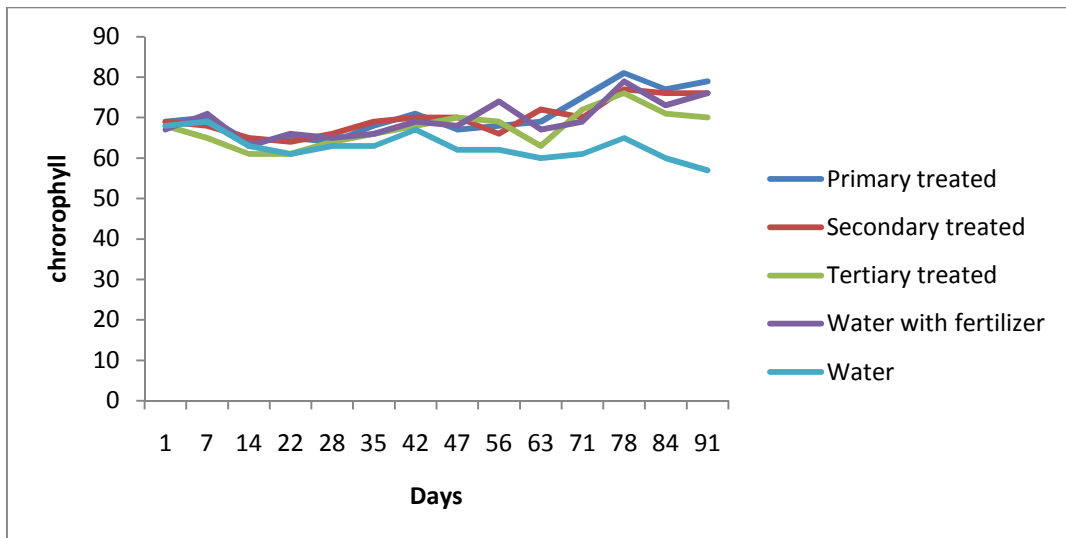
**Γράφημα 4.1.2.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού στο τελικό ύψος γαρυφάλλων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.



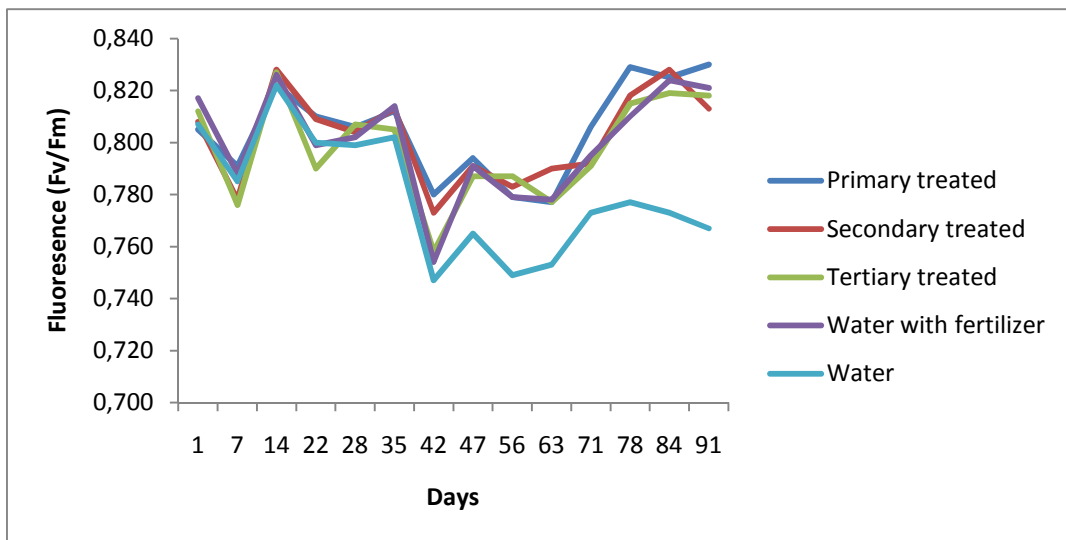
**Γράφημα 4.1.3.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού στον αριθμό κόμβων γαρυφάλλων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.



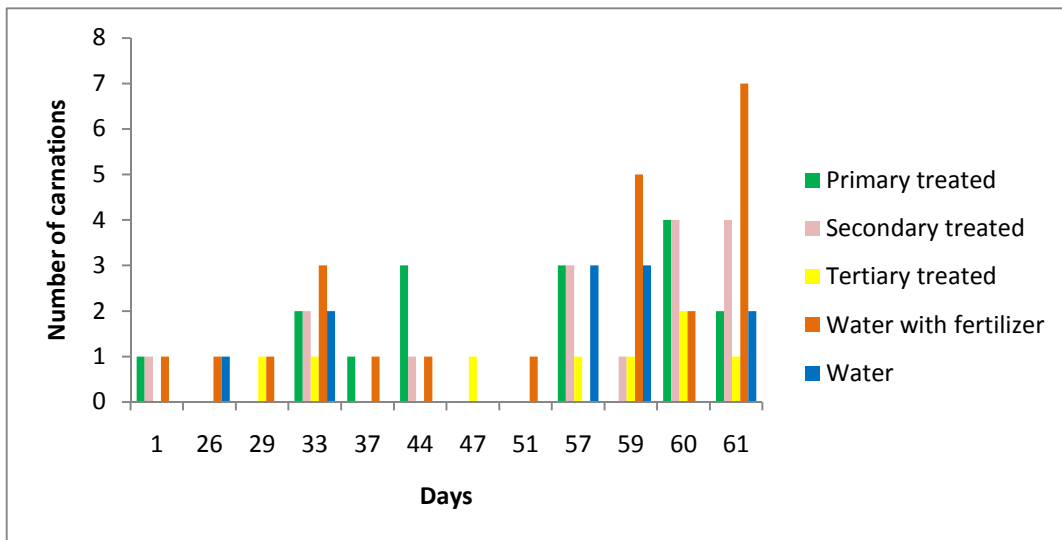
**Γράφημα 4.1.4.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού στον τελικό αριθμό κόμβων γαρυφάλλων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.



**Γράφημα 4.1.5.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού στα επίπεδα χλωροφύλλης των φύλλων των γαρυφάλλων σε διάστημα 14 εβδομάδων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.

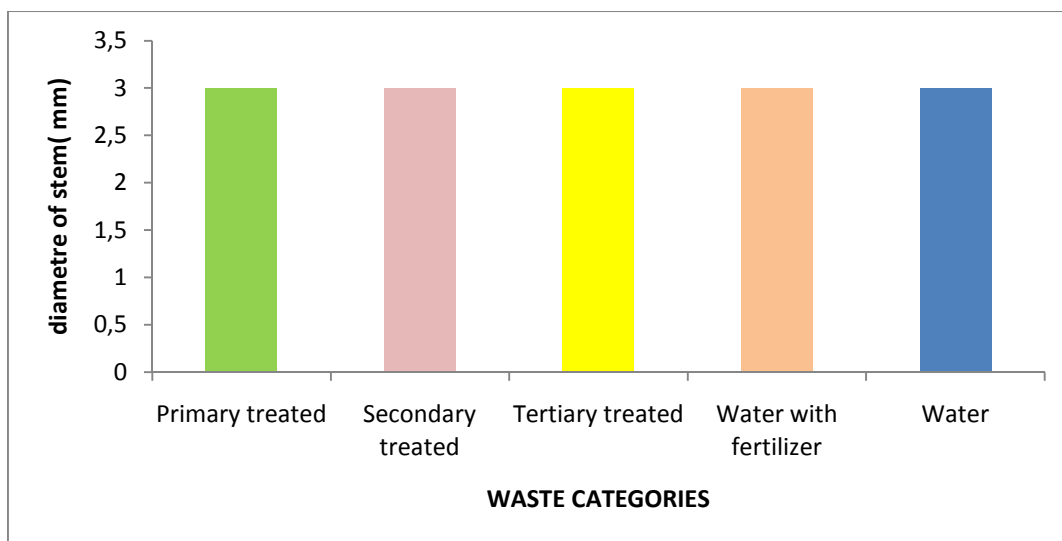


**Γράφημα 4.1.6.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού στα επίπεδα φθορισμού των φύλλων των γαρυφάλλων σε διάστημα 14 εβδομάδων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.

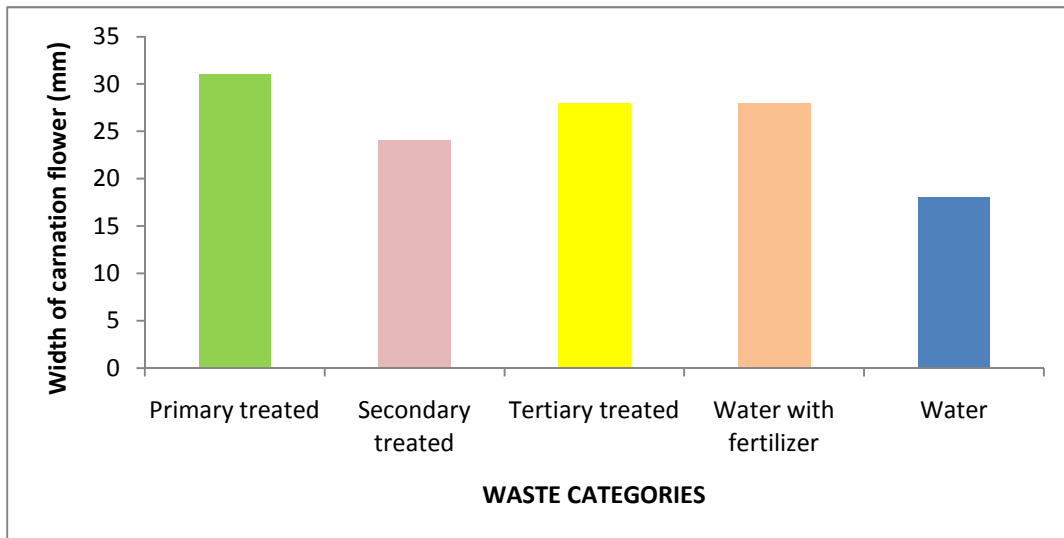


**Γράφημα 4.1.7.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού στον τελικό αριθμό των γαρυφάλων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.

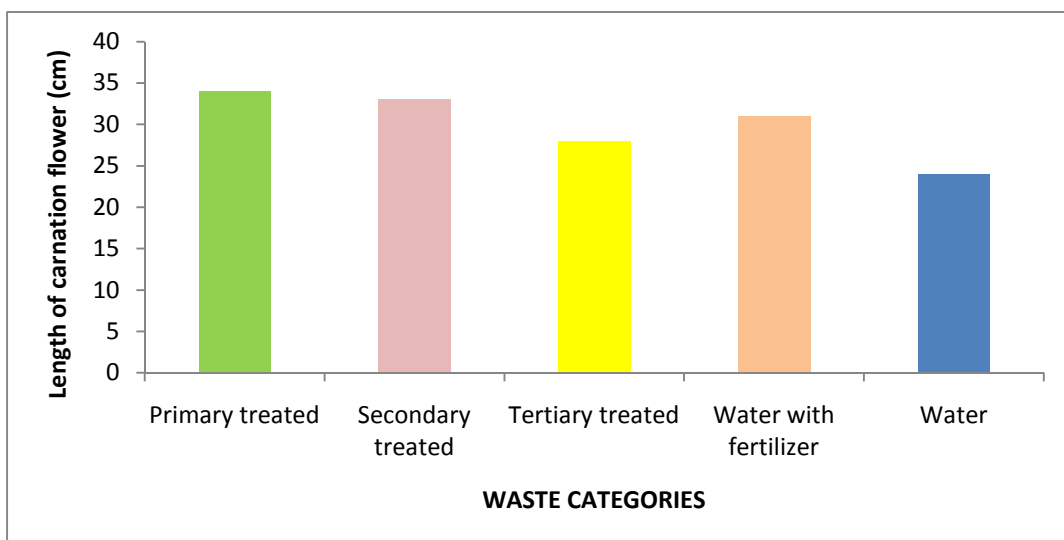
Με την ολοκλήρωση του πειράματος, η διάμετρος του στελέχους των γαρυφάλων ήταν ίδια και στις πέντε επεμβάσεις (γράφημα 4.1.8).



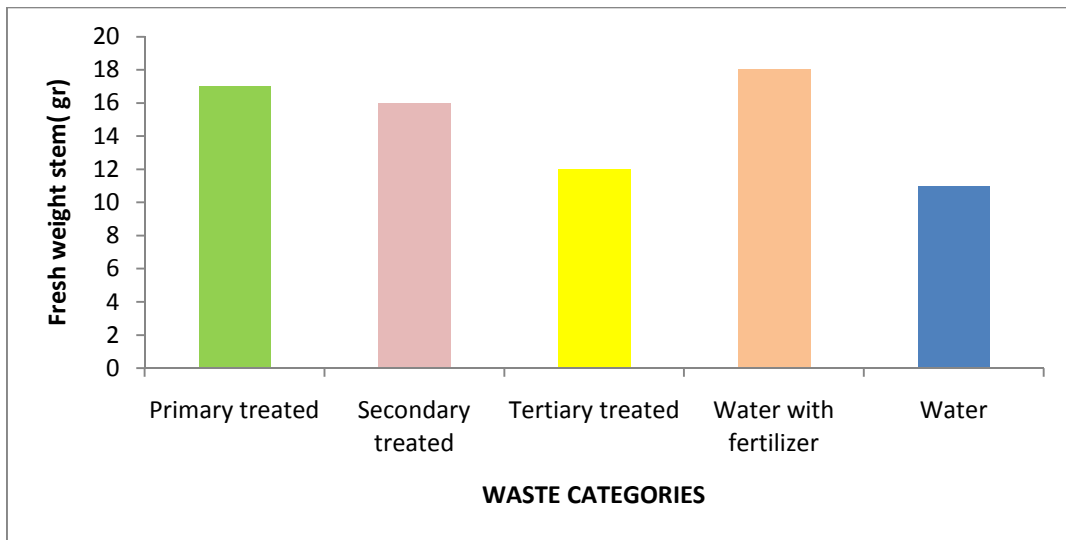
**Γράφημα 4.1.8.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του μάρτυρα στην τελική διάμετρο του στελέχους των γαρυφάλων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.



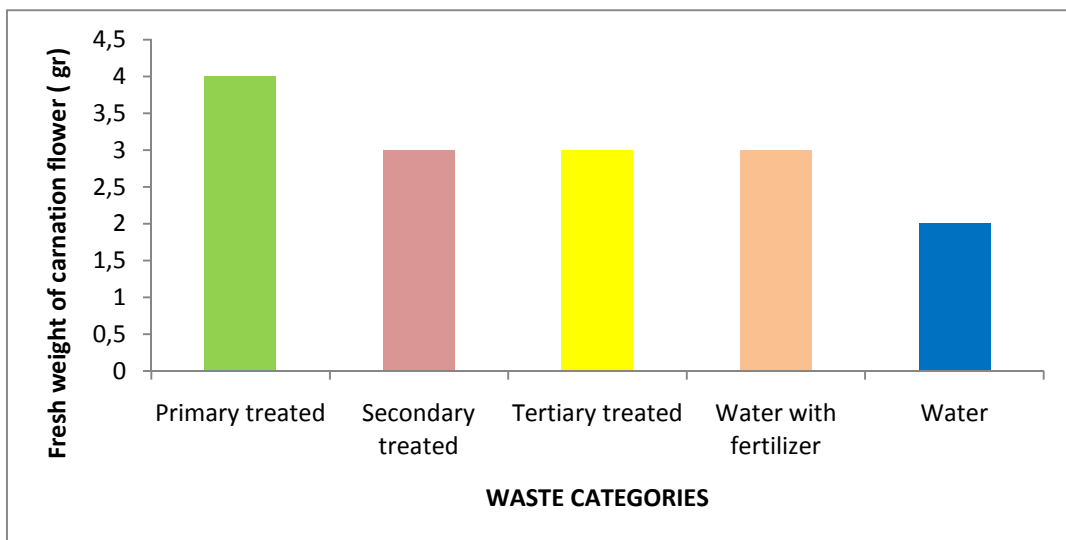
**Γράφημα 4.1.9.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού στην τελική διάμετρο της κεφαλής των γαρυφάλων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.



**Γράφημα 4.1.10.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού στο τελικό ύψος της κεφαλής των γαρυφάλων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.

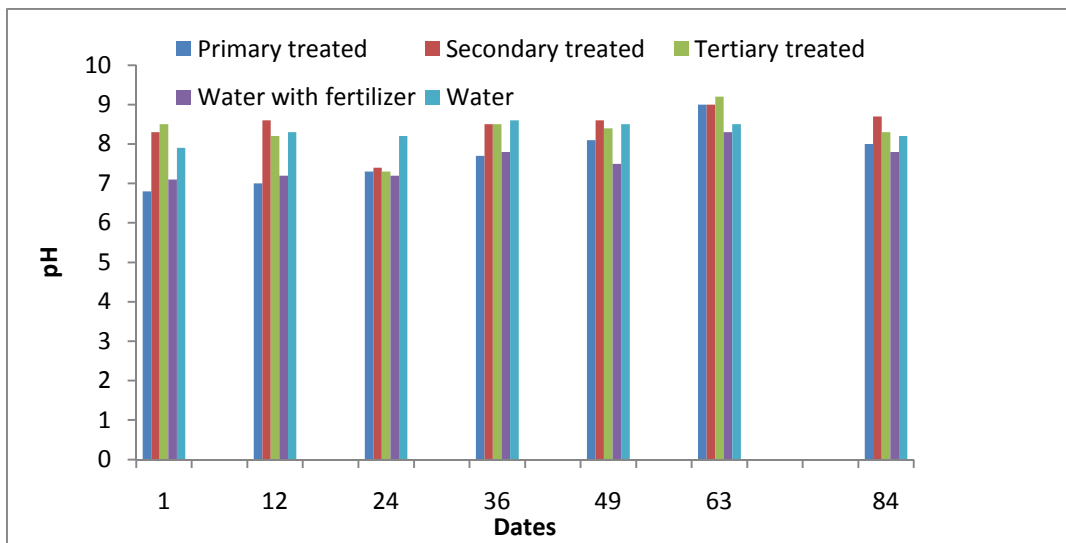


**Γράφημα 4.1.11.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού στο τελικό βάρος στελέχους των γαρυφάλλων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.

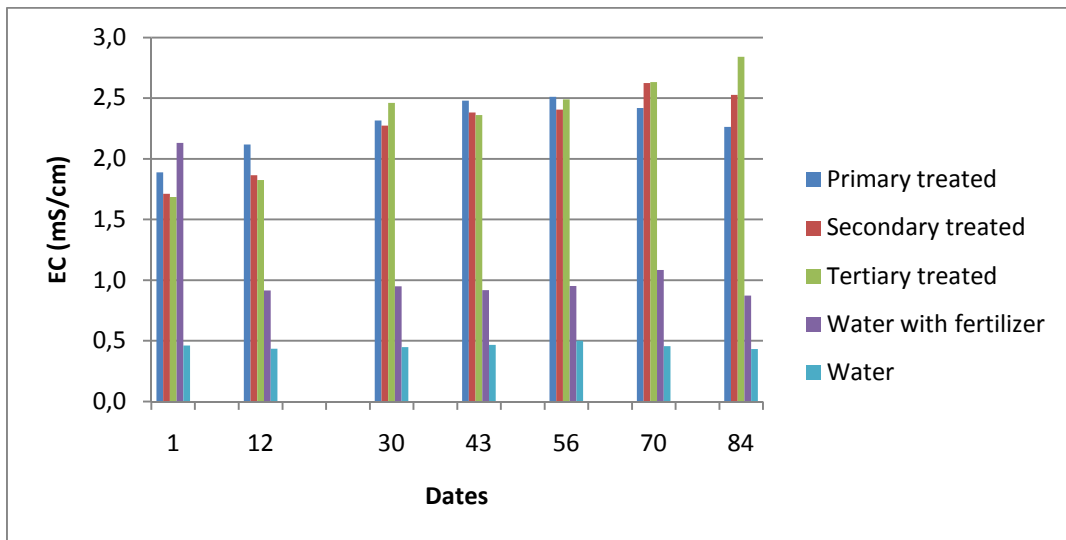


**Γράφημα 4.1.12.** Επίδραση των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού στο τελικό βάρος κεφαλής των γαρυφάλλων. Οι τιμές αναφέρονται στον μέσο όρο.

**4.2 Αποτελέσματα μετρήσεων επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, της λίπανσης και του νερού.**

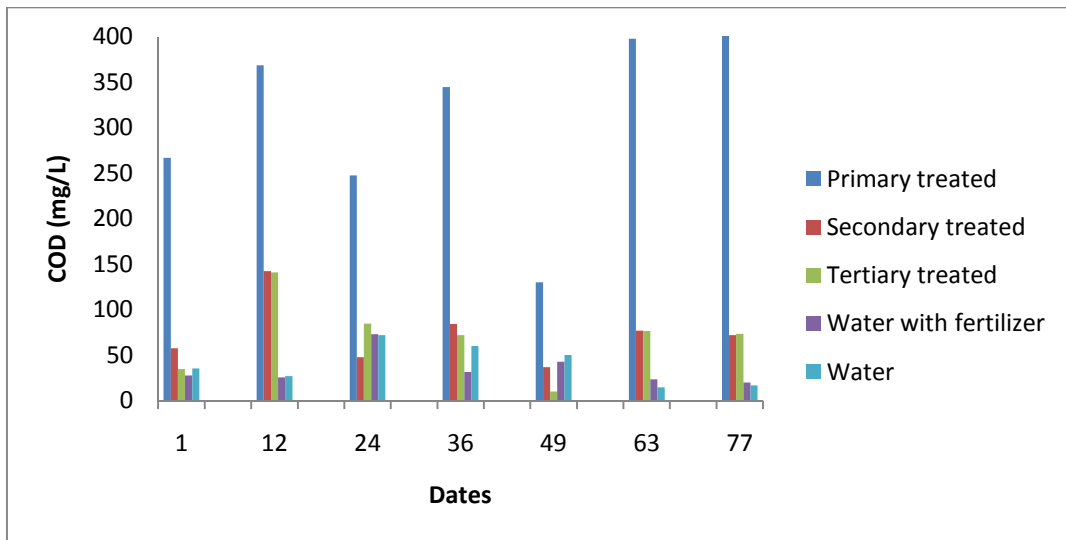


**Γράφημα 4.2.1.** Μεταβολή του pH των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού κατά την διάρκεια του πειράματος.

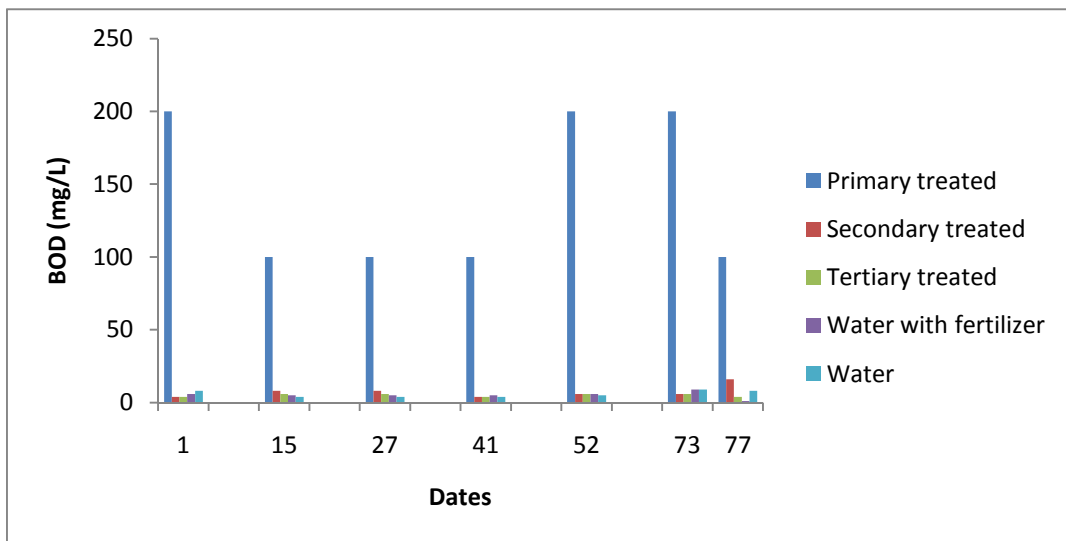


**Γράφημα 4.2.2.** Μεταβολή της EC των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού κατά την διάρκεια του πειράματος.

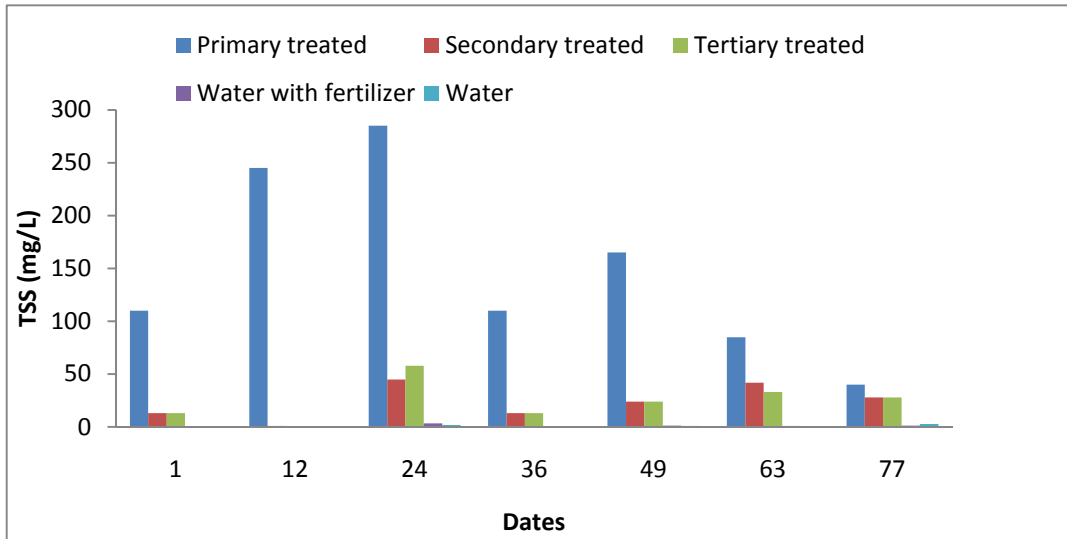




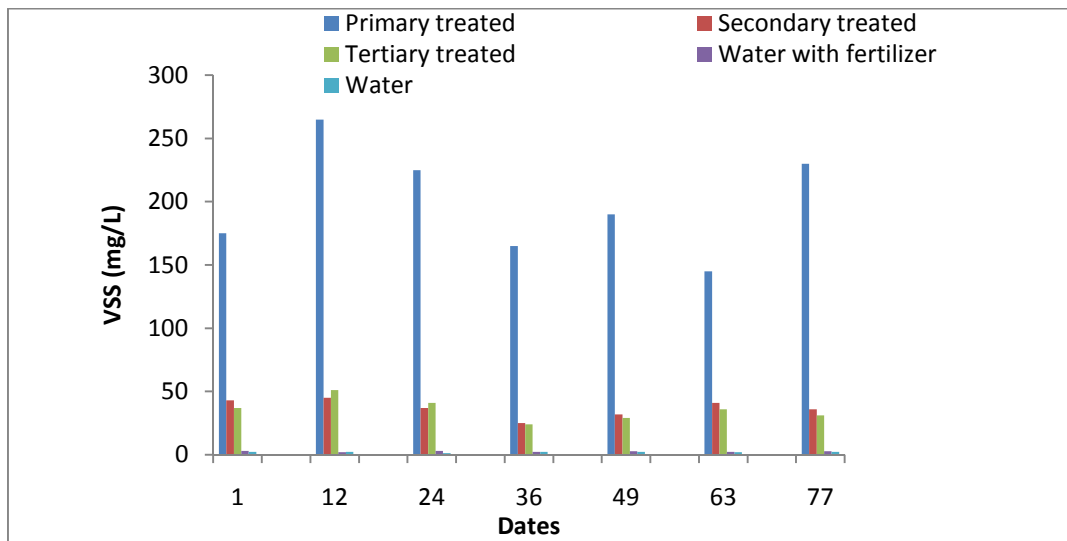
**Γράφημα 4.2.3.** Μεταβολή του COD των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού κατά την διάρκεια του πειράματος.



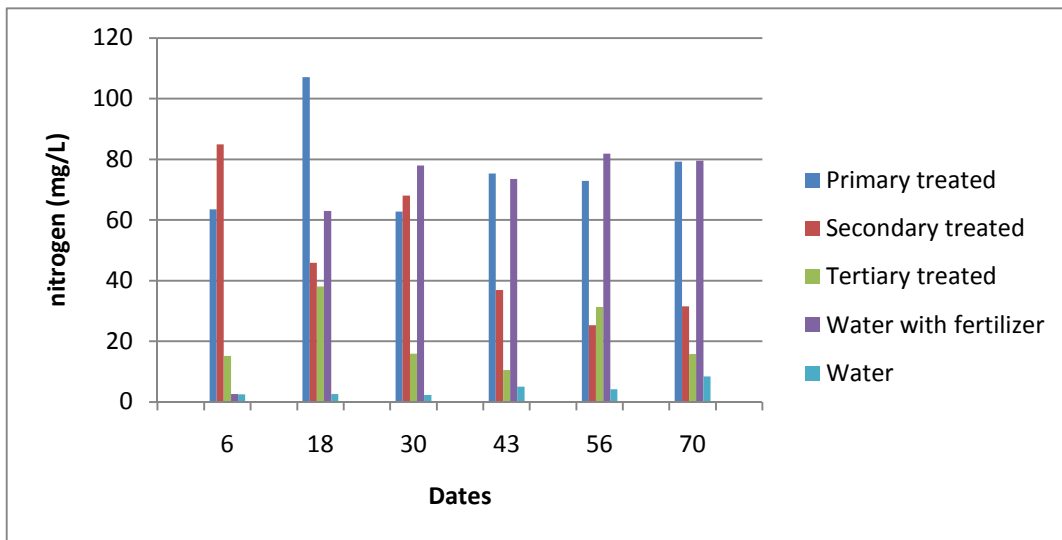
**Γράφημα 4.2.4.** Μεταβολή του BOD των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού κατά την διάρκεια του πειράματος.



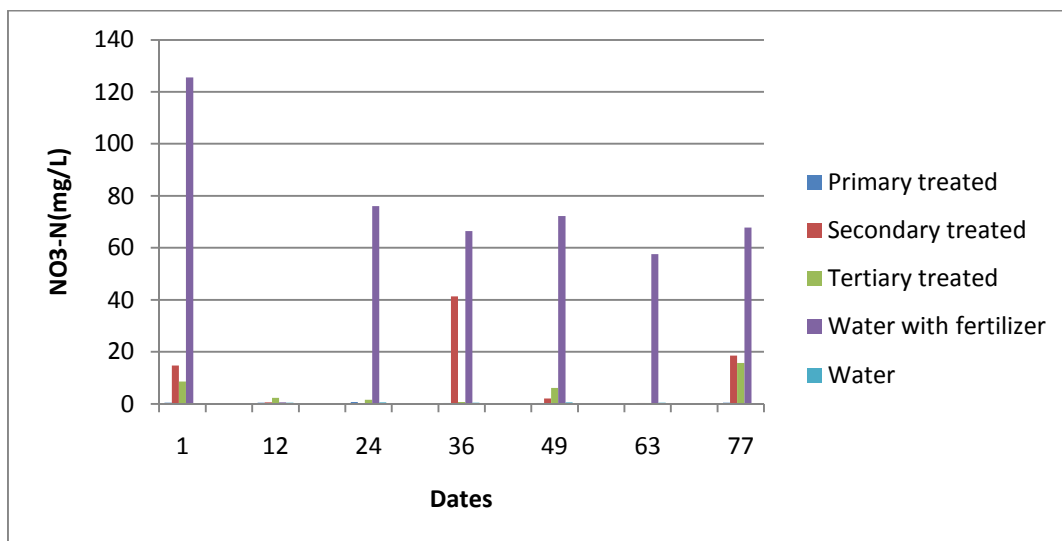
**Γράφημα 4.2.5.** Μεταβολή του TSS των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού κατά την διάρκεια του πειράματος.



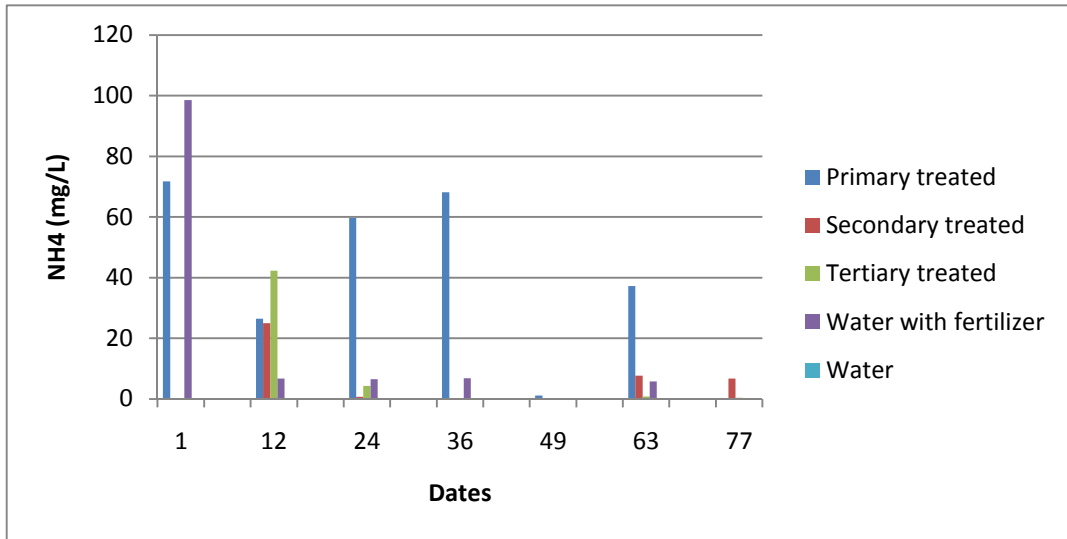
**Γράφημα 4.2.6.** Μεταβολή του VSS των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού κατά την διάρκεια του πειράματος.



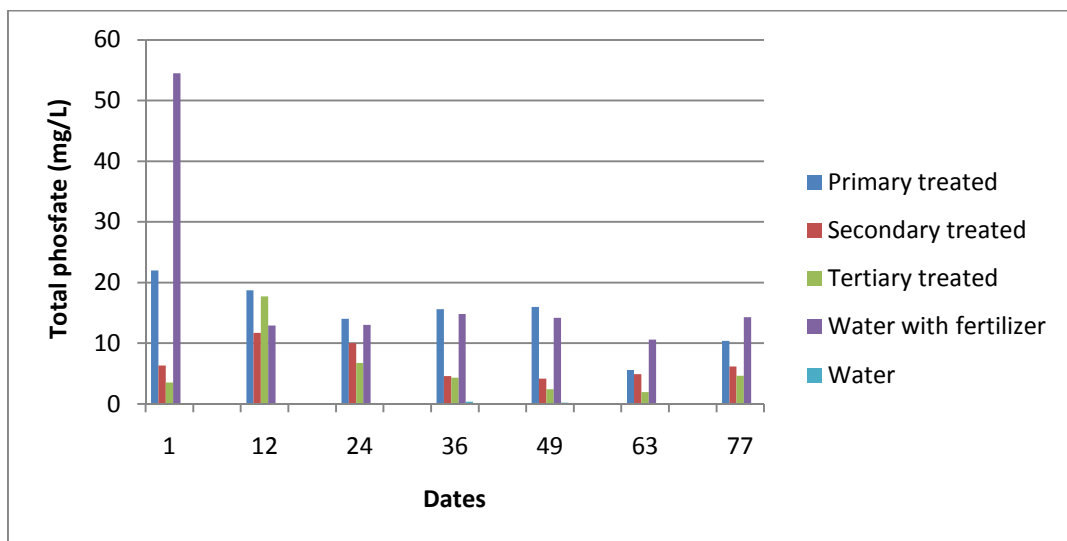
**Γράφημα 4.2.7.** Μεταβολή του ολικού αζώτου των ΕΥΑ, της λίπανσης και του νερού κατά την διάρκεια του πειράματος.



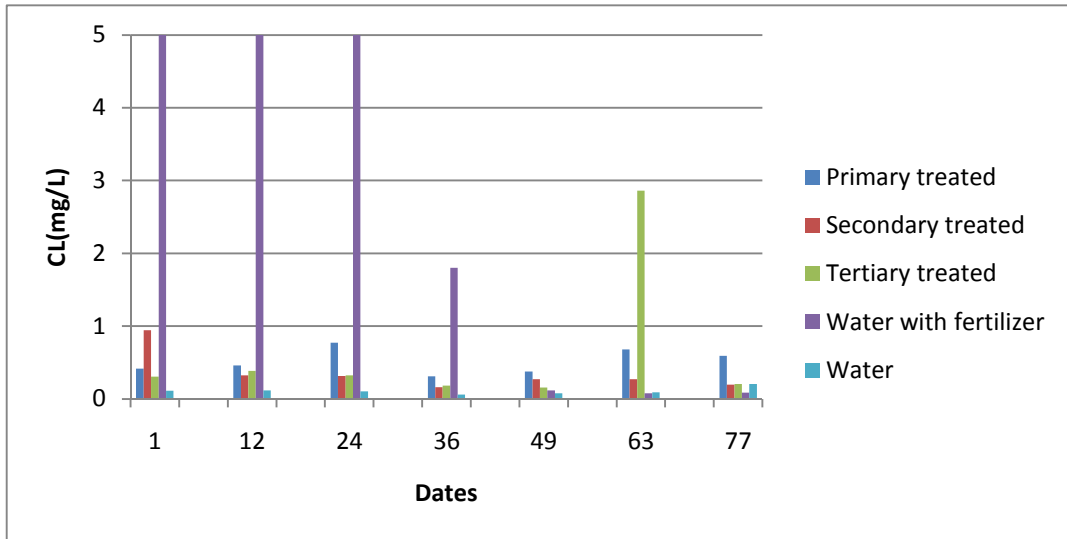
**Γράφημα 4.2.8.** Μεταβολή των νιτρικών στα ΕΥΑ, στην λίπανση και στο νερό κατά την διάρκεια του πειράματος.



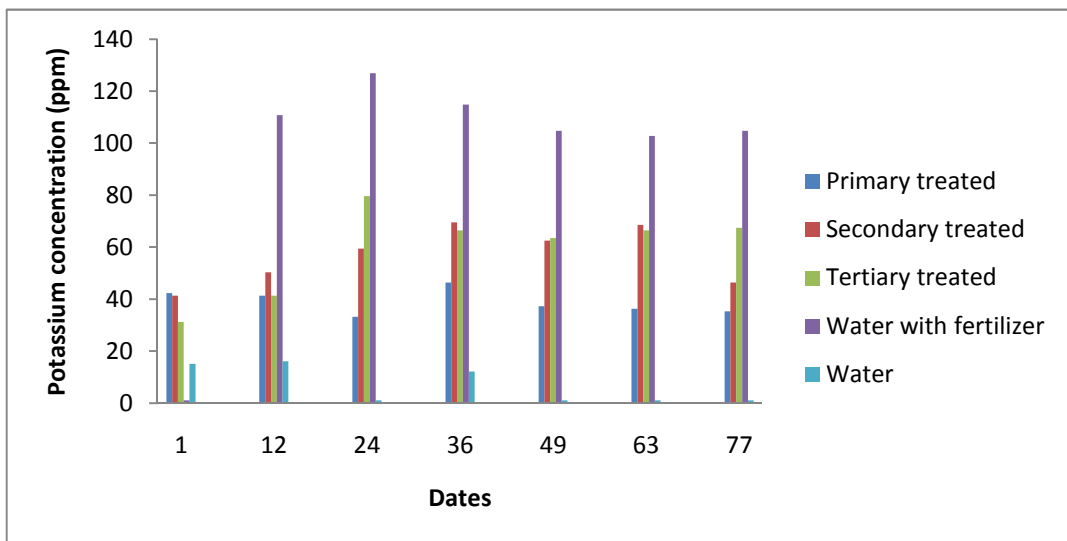
**Γράφημα 4.2.9.** Μεταβολή των αμμωνιακών στα ΕΥΑ, στην λίπανση και στο νερό κατά την διάρκεια του πειράματος.



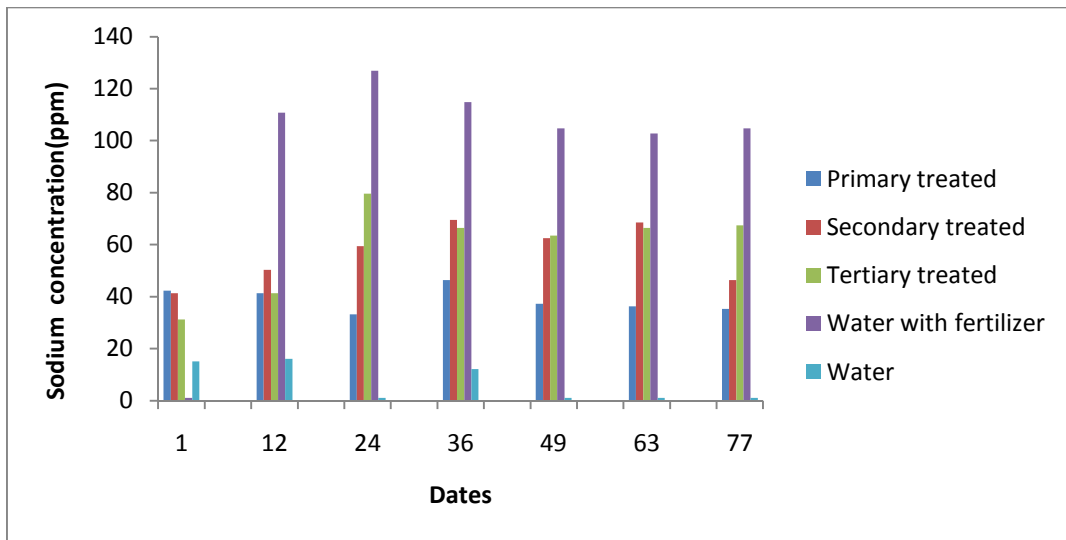
**Γράφημα 4.2.10.** Μεταβολή φωσφόρου στα ΕΥΑ, στην λίπανση και στο νερό κατά την διάρκεια του πειράματος



**Γράφημα 4.2.11.** Μεταβολή χλωρίου στα ΕΥΑ, στην λίπανση και στο νερό κατά την διάρκεια του πειράματος.



**Γράφημα 4.2.12.** Μεταβολή καλίου στα ΕΥΑ, στην λίπανση και στο νερό κατά την διάρκεια του πειράματος.



**Γράφημα 4.2.13.** Μεταβολή νατρίου στα ΕΥΑ, στην λίπανση και στον νερό κατά την διάρκεια του πειράματος.

## **5. Συζήτηση**

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα των μετρήσεων και των αναλύσεων συμπεραίνουμε ότι δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των επεμβάσεων ώστε να μπορούμε να πούμε ότι η επαναχρησιμοποίηση των Ε.Υ.Α είναι απαγορευτική για την άρδευση διαφόρων καλλιεργειών.

Όσον αφορά το ύψος και τον αριθμό κόμβων παρατηρείται σταδιακή ανάπτυξη των γαρυφάλλων τόσο στο νερό όσο και στις υπόλοιπες επεμβάσεις. Τα επίπεδα χλωροφύλλης και του φθορισμού στα γαρύφαλλα που αρδεύτηκαν με Ε.Υ.Α και λίπασμα, παρουσίασαν ανοδική πορεία κατά την διάρκεια του πειράματος σε σχέση με την επέμβαση του νερού. Τον μεγαλύτερο αριθμό γαρυφάλλων έδωσε η λίπανση και η επέμβαση με τα πρωτοβάθμια επεξεργασμένα απόβλητα.

Στην ολοκλήρωση του πειράματος, τα στελέχη των γαρυφάλλων εμφάνισαν την ίδια διάμετρο σε όλες τις επεμβάσεις. Η άρδευση με Ε.Υ.Α και η λίπανση έδωσαν γαρύφαλλα με μεγάλη διάμετρο ανθοκεφαλής, βασικό κριτήριο ποιότητας, σε αντίθεση με το νερό. Το ίδιο ισχύει για το μήκος της κεφαλής. Αυξημένο βάρος στελέχους παρουσίασαν τα γαρύφαλλα που αρδεύονταν με λίπασμα και Ε.Υ.Α, όπως το ίδιο συμβαίνει και με το βάρος κεφαλής. Μάλιστα, παρατηρείται ότι η διάμετρος επηρεάζεται από το μήκος κεφαλής και αντίστροφα, όπως και με το βάρος στελέχους που επηρεάζεται από το βάρος κεφαλής και αντίστροφα.

Το pH παρατηρήθηκε ότι βρίσκεται μεταξύ του 6,8 με 9,2 κάτι το οποίο είναι θετικό για την ομαλή ανάπτυξη του γαρυφάλλου, δεδομένου ότι καλλιεργείται σε εδάφη που το pH κυμαίνεται σε αυτά σχεδόν τα επίπεδα. Ακόμη, η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμάνθηκε σε ανεκτά επίπεδα. Μελέτη σχετικά με την αντοχή των γαρυφάλλων σε υψηλή αλατότητα έδειξε ότι δεν έχουν πρόβλημα στην ανάπτυξη έως 3 mS/cm (Navaro et al., 2012). Όπως βλέπουμε από τις μετρήσεις του BOD και COD τα πρωτοβάθμια επεξεργασμένα απόβλητα περιέχουν πολύ υψηλότερο οργανικό υλικό σε σχέση με τις άλλες επεμβάσεις. Το ίδιο ισχύει για τα ολικά και πτητικά αιωρούμενα σωματίδια (TSS/VSS).

Την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία(ολικό άζωτο,νιτρικά, αμμωνιακά, κάλιο, νάτριο αλλά και φώσφορο) περιέχονται στα Ε.Υ.Α και στην επέμβαση της λίπανσης σε αντίθεση με το νερό. Θα μπορούσε λοιπόν για την θρέψη των γαρυφάλλων να χρησιμοποιηθούν τα Ε.Υ.Α χωρίς αυτό να σημαίνει πλήρης αποκλεισμός της χρήσης του λιπάσματος για την μείωση κυρίως του κόστους εφόσον χρησιμοποιηθούν σε ίση ποσότητα.



## **6. Βιβλιογραφία**

Alejandra Navarro, Antonio Elia, Giulia Conversa : “Potted mycorrhizal carnation plants and saline stress. Growth , quality and nutritional plant responses”.

Jórgens A., Witt T., Gottsberger G., 2003. “Flower scent composition in Dianthus and Saponaria species (Caryophyllaceae) and its relevance for pollination biology and taxonomy”.

Αγγελάκης , Χατζουλιάκης Μ., 2001. “Wastewater reclamation and reuse”.

Αγγελάκης, 1995. “Υγρά απόβλητα – φυσικά συστήματα επεξεργασίας, ανάκτησης, επαναχρησιμοποίησης και διάθεσης εκροών”. Πανεπιστήμιο Κρήτης. Ηράκλειο.

Κόκας Γ., 1991.”Οδηγίες για την καλλιέργεια των γαρυφάλλων”. Πόρος .

Μανιός Θ., 2007. “Επεξεργασία και αξιοποίηση υγρών αποβλήτων”. Ηράκλειο, Εκδόσεις ΤΕΙ Κρήτης.

Μανιός Θ., Φουντουλάκης Μ., Τερζάκης Σ., 2009. “Εργαστήριο επεξεργασίας και αξιοποίησης υγρών αποβλήτων”. Ηράκλειο, Εκδόσεις ΤΕΙ Κρήτης.

Μαρκαντωνάτος Γ., 1986. “Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων”. Αθήνα . 2<sup>η</sup> έκδοση.

Μαυρίδου Α., Παπαπετροπούλου Μ., 1995. “Μικροβιολογία υδάτινου περιβάλλοντος”. Αθήνα.

Νταράκας Ε., 2006. “Επεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων”. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα πολιτικής μηχανικής.

Παπαδημητρίου Μ., 2005. “Σημειώσεις ανθοκομίας, θεωρία”. Ηράκλειο, Εκδόσεις ΤΕΙ Κρήτης.

Παπαδημητρίου Μ., 2008. “Σημειώσεις ανθοκομίας, εργαστήριο”. Ηράκλειο, Εκδόσεις ΤΕΙ Κρήτης.

Σαββάκης Κ.Ε., 2002.” Χημική τεχνολογία. Εισαγωγή στην περιβαλλοντική τεχνολογία”. Θεσσαλονίκη.

Σάββας Δ. , 2003 “ Γενική ανθοκομία”. 1<sup>η</sup> έκδοση.

Στάμου Α., 1995. “Βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων”. Εκδόσεις Παπασωτηρίου. Αθήνα.

Τσώνης Σ., 2004. “Επεξεργασία λυμάτων”. Αθήνα, 1<sup>η</sup> έκδοση.

## 7. Παράρτημα φωτογραφιών



**Εικόνα 1:** Γαρύφαλλο που αρδεύεται με πρωτοβάθμια επεξεργασμένα απόβλητα μετά τη συγκομιδή.



**Εικόνα 2:** Γαρύφαλλο που αρδεύεται με δευτεροβάθμια επεξεργασμένα απόβλητα μετά τη συγκομιδή.



**Εικόνα 3:** Γαρυφαλλο που αρδεύοταν με τριτοβάθμια επεξεργασμένα απόβλητα μετά τη συγκομιδή.



**Εικόνα 4:** Γαρυφαλλο που αρδεύοταν με νερό και λίπασμα μετά τη συγκομιδή.



**Εικόνα 5:** Γαρύφαλλο που αρδεύεται με νερό μετά τη συγκομιδή.