

Γ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ: ΣΤΕΓ

ΤΜΗΜΑ: ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ & ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Εφαρμογή λίπανσης μέσω των συστημάτων
άρδευσης στα θερμοκήπια»

ΕΠΗΓΗΤΕΣ:

Δρ. Λεωνίδας Παναγιωτόπουλος

Αθανάσιος Κουζόπουλος

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:

Νικολοπούλου Αγγελική

Ντολαρίζου Γεωργία

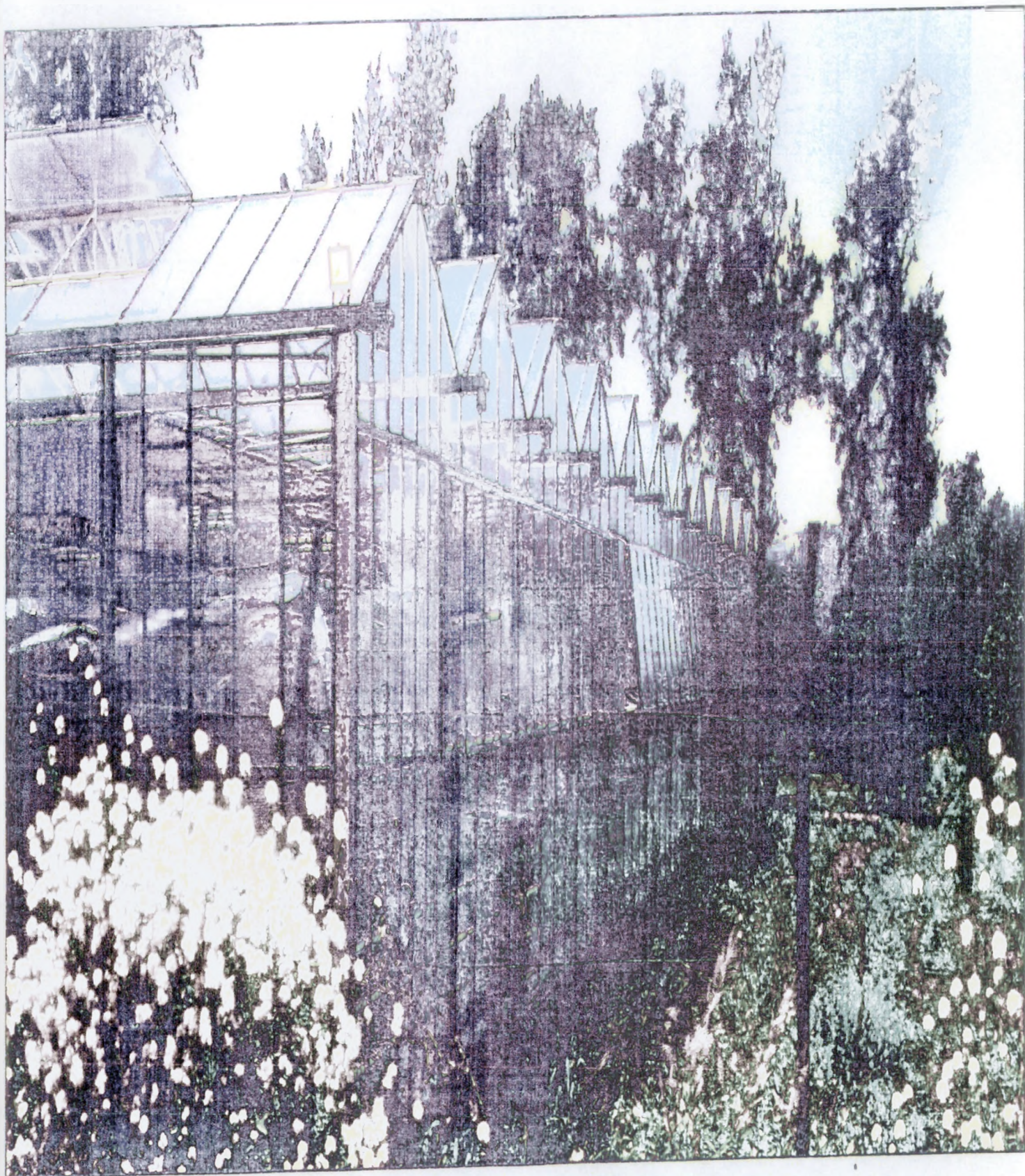
Σιατερλή Μαρίνα

Γ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Αριθμ. Εισαγωγής _____

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2001



Εξωτερική άποψη του θερμοκηπίου του Ινστιτούτου Πρωτοκράσιας Φυτών Πάτρας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΟ

Επιθυμούμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας σε όλους εκείνους που μας βοήθησαν με οποιονδήποτε τρόπο στη δημιουργία αυτής της εργασίας.

Ιδιαίτερα τον κ. Αθανάσιο Κουλόπουλο και τον κ. Προϊστάμενο του τμήματός μας Δρ. Λεωνίδα Παναγιωτόπουλο για την πολύτιμη βοήθειά τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ – ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	5
1.1 Χρονική εξέλιξη.....	5
1.2 Κατηγορίες θερμοκηπίων.....	7
1.3 Βασικοί τύποι θερμοκηπίων.....	7
1.4 Άρδευση θερμοκηπίου.....	9
1.4.1 Γενικά.....	9
1.4.2 Ποιότητα νερού.....	10
1.4.3 Συστήματα Άρδευσης.....	11
1.4.4 Εξοπλισμός αρδευτικού συστήματος.....	12
1.4.4.1 ΥΔΡΟΚΥΚΛΩΝΑΣ.....	13
1.4.4.1.α Κωνικοί υδροκυκλώνες.....	13
1.4.4.1.β Κυλινδρικοί υδροκυκλώνες.....	16
1.4.4.2 ΦΙΛΤΡΑ ΧΑΛΙΚΙΟΥ.....	16
1.4.4.3 ΦΙΛΤΡΑ ΣΙΦΑΣ.....	19
1.4.4.4 ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ.....	24
1.4.4.5 ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ (ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ).....	27
1.4.4.6 ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ.....	28
1.4.4.7 ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ.....	29
1.4.4.8 ΔΙΚΤΥΟ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ.....	31
1.4.4.8.1 Σωλήνες μεταφοράς.....	31
1.4.4.8.2 Πλευρικοί σωλήνες.....	31
1.4.4.9 ΔΙΑΝΕΜΗΤΕΣ.....	32
1.4.4.9.2 Μικροεκτοξευτήρες.....	36
1.5 Το πρόβλημα των εμφράξεων.....	38
1.5.1 Ποιότητα νερού.....	38
1.5.2 Αντιμετώπιση εμφράξεων.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ - ΛΙΠΑΝΣΗ	43
2.1 Γενικά.....	43
2.2 Κατηγορίες λίπανσης.....	43
2.2.1 Βασική λίπανση.....	43
2.2.2 Οργανική λίπανση.....	44
2.2.3 Διαφυλλική λίπανση.....	44
2.2.4 Επιφανειακή.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ - Λ Ι Π Α Σ Μ Α Τ Α	46
3.1 Γενικά.....	46
3.2 Βασικές ιδιότητες λιπασμάτων.....	47
3.2.1 Διαλυτότητα λιπασμάτων.....	47
3.2.2 Συμβατικότητα στην ανάμειξη.....	47
3.3 Κατηγορίες λιπασμάτων.....	48
3.3.1 Λιπάσματα με βάση τη δυνατότητα εφαρμογής.....	48
3.3.1.α Λιπάσματα εφαρμοζόμενα χωρίς πρόβλημα.....	48
3.3.1.β Λιπάσματα εφαρμοζόμενα με ορισμένες προϋποθέσεις.....	49
3.3.1.γ Λιπάσματα αποκλειόμενα για εφαρμογή.....	49
3.3.2 Κατηγορίες Λιπασμάτων με βάση το κυρίαρχο λιπαντικό στοιχείο.....	50
3.4 Χρόνος και ποσότητα χορήγησης λιπασμάτων.....	56
3.4.1 Προσδιορισμός αναγκών σε λίπασμα.....	56
3.4.1.α Ανάλυση εδάφους ή φυτών.....	56
3.4.1.β Απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά.....	57

3.4.1.γ Σχέση χορηγούμενου λιπάσματος και αρδευτικού νερού	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ - ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ.....	58
4.1 Μέσα και μέθοδοι Υδρολίπανσης	58
4.1.1 Υδρολίπανση με διαφορική πίεση (ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΤΡΕΣ)	58
4.1.2 Υδρολίπανση με άντληση	63
4.1.2.1 Αντλίες αναρρόφησης λιπαντικού διαλύματος	63
4.1.2.1α Αντλίες Venturi.....	63
4.1.2.1.β Μηχανικές αντλίες.....	67
4.1.2.2 Αντλίες κατάθλιψης λιπαντικού διαλύματος.....	68
4.1.2.2.α Ηλεκτρικές αντλίες	68
4.1.2.2.β Υδραυλικές αντλίες.....	69
4.1.2.2.γ Αναλογικές αντλίες	70
4.2 Υπολογισμοί με χρήση απλού λιπαντήρα.....	71
4.3 Υπολογισμοί με χρήση δοσομετρικής αντλίας	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ - ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ.....	83
5.1 Γενικά	83
5.2 Ιστορική αναδρομή.....	83
5.3 Σχέση Υδροπονία - Υδρολίπανση.....	84
5.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υδροπονίας.....	84
5.4.α Τα πλεονεκτήματα της υδροπονίας είναι:.....	84
5.4.β. Τα μειονεκτήματα της υδροπονίας είναι:.....	85
5.5 Αρχές Υδροπονίας.....	85
5.6 Προϋποθέσεις εφαρμογής υδροπονίας.....	85
5.7 Προετοιμασία Θερμοκηπίου (Έργα υποδομής).....	86
5.8 Υποστρώματα.....	88
5.8.1 Γενικά	88
5.8.2 Κατηγορίες Υποστρωμάτων	88
5.8.3 Τύποι Υποστρωμάτων	89
5.8.3.α Τύρφη	89
5.8.3.β Χαλίκια	89
5.8.3.γ Άμμος.....	90
5.8.3.δ Διογκωμένη Άργιλος.....	91
5.8.3.ε Πετροβάμβακας.....	91
5.8.3.στ Πουζολάνη.....	91
5.8.3.ζ Περλίτης.....	91
5.8.4 Μέθοδοι ποτίσματος.....	91
5.8.4.α Προγραμματισμός ποτίσματος.....	91
5.8.4.β Απορροή	92
5.9 Κατηγορίες Συστημάτων Υδροπονικών Καλλιιεργειών.....	92
5.9.1 Γενικά	92
5.9.1.α N.F.T. (Nutrient Film Technique. Τεχνική θρεπτική ταινία).....	93
5.9.1.β Παραλλαγή του συστήματος N.F.T.	94
5.9.1.γ Σύστημα EIN-GEDIN	94
5.9.1.δ Σύστημα αεροπονικής καλλιέργειας	95
5.9.1.ε D.F.T. (Τεχνική κατακόρυφη ροή).....	95
5.9.1.στ N.G.S	96
5.10 Τύποι Υδροπονικών Συστημάτων.....	97
5.10.1 Γενικά	97
5.10.1.1 Ανοιχτά συστήματα	97
5.10.1.2 Κλειστά συστήματα	98

5.10.2 Πλεονεκτήματα κλειστών συστημάτων	98
5.10.3 Μειονεκτήματα κλειστών συστημάτων	100
5.10.4 Κατηγορίες κλειστών υδροπονικών συστημάτων	102
5.10.4.α Συστήματα με κυκλική (συνεχή) κυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος	102
5.10.4.β. Συστήματα με περιοδική κυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος.....	102
5.11 Λίπανση.....	103
5.11.1 Γενικά	103
5.11.2 Παρασκευή Θρεπτικών Διαλυμάτων	103
5.11.3 Παρασκευή Μητρικού Διαλύματος	106
5.11.3α 1ο Μητρικό Διάλυμα	106
5.11.3.β 2ο Μητρικό Διάλυμα	106
5.11.3.γ Παράδειγμα εφαρμογής	106
5.11.3.δ Τελικό Διάλυμα	107
5.11.3.ε Υπολογισμοί.....	107
5.12 Εξοπλισμός συστημάτων υδροπονίας.....	108
5.12.1 Γενικά	108
5.12.2 Εξοπλισμός ανοιχτών συστημάτων	108
5.12.3 Εξοπλισμός κλειστών συστημάτων	110

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ – ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

1.1 Χρονική εξέλιξη

Στη χώρα μας οι πρώτες συστηματικές εγκαταστάσεις θερμοκηπίων ξεκίνησαν το 1955 στις περιοχές της Αττικής, Σύρου και Ερμιονίδος. Αποτελούνταν από υαλόφρακτα θερμοκήπια για παραγωγή καλλωπιστικών φυτών. Το 1961 άρχισαν να διαδίδονται τα θερμοκήπια με κάλυμμα μαλακό πλαστικό (πολυαιθυλένιο κ.λ.π) στη Σκάλα Λακωνίας, Κρήτη, Πρέβεζα, Σύρο και Θεσσαλονίκη. Με τη χρήση του μαλακού πλαστικού σαν υλικό κάλυψης, λόγω του χαμηλού κόστους παρασκευής παρουσιάζεται μία θεαματική ανάπτυξη των θερμοκηπίων και οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες γίνονται ένας από τους πιο δυναμικούς κλάδους της ελληνικής γεωργίας. Έτσι παρατηρήθηκε μία σημαντική εξάπλωση των θερμοκηπίων τα οποία έφθασαν στα 40.000 περίπου στρέμματα. Η εξέλιξη των θερμοκηπίων στη χώρα μας φαίνεται στον **πίνακα 1**.

Έτος	θερμ. σε στρέμματα	Έτος	θερμ. σε στρέμματα
1967	2.690	1979	26.600
1968	4.600	1980	27.600
1969	8.300	1981	29.400
1970	12.400	1982	30.200
1971	12.300	1983	31.457
1972	15.300	1984	31.606
1973	17.900	1985	34.797
1974	18.000	1986	35.689
1975	17.900	1987	37.404
1976	19.100	1988	39.504
1977	20.600		
1978	22.600		

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου Γεωργίας (1997), η συνολική έκταση των θερμοκηπίων, χωρίς να περιλαμβάνονται τα χαμηλά σκέπαστρα, ανέρχεται σε 43.193 στρέμματα έναντι 39.539 στρέμματα το 1992 από τα οποία 39.693 στρέμματα με κηπευτικά και 3.500 στρέμματα με ανθοκομικά.

Τα κυριότερα είδη κηπευτικών που καλλιεργούνται σήμερα στα ελληνικά θερμοκήπια (χωρίς να συμπεριλαμβάνεται η χαμηλή κάλυψη) φαίνονται στον **πίνακα 2**.

Πίνακας 2 : Τα κυριότερα ήδη κηπευτικών που καλλιεργούνται .		
	1997(στρεμ.)	1998(στρεμ.)
Τομάτα	20.493	18.000
Αγγούρι	7.920	11.000
Πιπεριά	3.126	2.600
Μελιτζάνα	1.997	1.500
Κολοκυθάκι	1.311	1.100
Φασολάκια	793	400
Φράουλα	1.260	1.100
Μαρούλια	162	-

Τα υπόλοιπα 2.500 περίπου στρεμ. καλύπτονται από άλλα είδη (καρπούζι, πεπόνι κ.λ.π)

Όσο αφορά τα καλλιεργούμενα είδη ανθοκομικών υπό κάλυψη, από τα 3.500 συνολικά στρεμ.

- 900 στρεμ. (25,7%) καλύπτει το τριαντάφυλλο,

- 858 στρεμ. (24,5%) το γαρύφαλλο,

ενώ καλλιεργούνται διάφορα είδη δρεπτόν (ζέρμπερα, τουλίπα κ.α), γλαστρικά πολλαπλασιαστικό υλικό κ.λ.π.

Η αύξηση των εκτάσεων των θερμοκηπίων ήταν σημαντική την εικοσαετία 1961 - 1981. Τη δεκαετία 1983 - 1992 η αύξηση συνεχίστηκε, αλλά με βραδύτερους ρυθμούς, οι οποίοι σε ετήσια βάση ήταν 1,7% για τα θερμοκήπια κηπευτικών και 9,2% για τα θερμοκήπια ανθοκομικών (τη δεκαετία 1983 - 1992 η έκταση των καλλιεργούμενων με κηπευτικά θερμοκηπίων αυξήθηκε κατά 17,3%, ενώ των αντίστοιχων με ανθοκομικά κατά 92,4%).

Ως ευνοϊκοί παράγοντες για την αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα μπορούν να αναφερθούν :

- **Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας.** Το ήπιο κλίμα που επικρατεί σε πολλές περιοχές είναι ευνοϊκό και παρέχει τη δυνατότητα καλλιέργειας σε πολύ απλές κατασκευές, χωρίς ακριβό εξοπλισμό.
- **Η αύξηση της ζήτησης των θερμοκηπιακών προϊόντων στην εσωτερική αγορά.**
- **Η κρατική πολιτική** που ενθάρρυνε την προώθηση των καλλιεργειών αυτών, με τη θέσπιση οικονομικών κινήτρων (αναπτυξιακοί νόμοι, κανονισμοί, Μ.Ο.Π. κ.λ.π.) και την προώθηση διαφόρων έργων υποδομής.
- **Η τάση για εντατικοποίηση των καλλιεργειών** που μπορούσαν να εξασφαλίσουν υψηλότερα εισοδήματα από μικρής έκτασης γεωργικό έδαφος.

Με δεδομένους τους παραπάνω παράγοντες, η αύξηση των εκτάσεων θερμοκηπίων που σημειώθηκε στη χώρα μας πρέπει να θεωρείται χαμηλή. Στον τομέα των κηπευτικών ειδικότερα, αν και υπάρχει τάση κατανάλωσης εκτός εποχής προϊόντων, αλλά και δυνατότητα κάλυψης σημαντικού μέρους της επένδυσης για κατασκευή θερμοκηπίων με οικονομικές ενισχύσεις που προβλέπουν οι αναπτυξιακοί νόμοι και οι σχετικοί κανονισμοί, η αύξηση που σημειώθηκε στην έκταση των θερμοκηπίων κρίνεται χαμηλή. Επίσης και τα θερμοκήπια με ανθοκομικά, παρότι διπλασιάστηκαν σε έκταση, παραμένουν σε απόλυτους αριθμούς πολύ λίγα, αφού αποτελούν μόνο το 9% του συνόλου των θερμοκηπίων της χώρας μας.

1.2 Κατηγορίες θερμοκηπίων

Το θερμοκήπιο σαν κατασκευή μπορούμε να το χωρίσουμε στον σκελετό και στο κάλυμμα. Ο σκελετός είναι δυνατόν να κατασκευαστεί από ξύλο, γαλβανισμένο χάλυβα, αλουμίνιο ή και συνδυασμό αυτών. Το κάλυμμα μπορεί να είναι από μαλακό πλαστικό (πολυαιθυλένιο, P.V.C, EVA κ.λ.π), σκληρό πλαστικό (fiberglass, PMMA, κ.λ.π) ή γυαλί.

Τα θερμοκήπια ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής χωρίζονται σε δύο κατηγορίες :

- α) χωρικού τύπου
- β) τυποποιημένα

Χωρικού τύπου : ονομάζονται αυτά που κατασκευάζονται από τον ίδιο τον παραγωγό. Δηλαδή ο παραγωγός κάνει την αγορά των υλικών και κατασκευάζει το θερμοκήπιο μόνος του. Τα περισσότερα από αυτά τα θερμοκήπια έχουν ξύλινο σκελετό και κάλυμμα μαλακό πλαστικό.

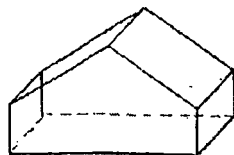
Τυποποιημένα : ονομάζονται αυτά που κατασκευάζονται από βιομηχανίες και βιοτεχνίες σε μαζική παραγωγή. Η εγκατάσταση στον αγρό γίνεται με ευθύνη του κατασκευαστή. Ο κατασκευαστής δίνει τις απαραίτητες εγγυήσεις ότι το θερμοκήπιο πληρεί τις σχετικές προδιαγραφές. Στα θερμοκήπια της κατηγορίας αυτής ο σκελετός είναι από εμποτισμένη ξυλεία ή γαλβανισμένο εν θερμό χάλυβα και τα κάλυμμα από μαλακό πλαστικό, σκληρό πλαστικό ή γυαλί.

1.3 Βασικοί τύποι θερμοκηπίων

Τα θερμοκήπια διαφέρουν μεταξύ τους, από κατασκευαστικής πλευράς, στο σχήμα και στις διαστάσεις της βασικής κατασκευαστικής τους μονάδας, καθώς και στα χρησιμοποιούμενα υλικά σκελετού και κάλυψης. Βασική κατασκευαστική μονάδα ενός θερμοκηπίου είναι το μικρότερο πλήρες τμήμα του, το οποίο επαναλαμβανόμενο κατά μήκος και κατά πλάτος σχηματίζει το σύνολο. Ανάλογα με το σχήμα των θερμοκηπίων διακρίνονται οι παρακάτω τύποι :

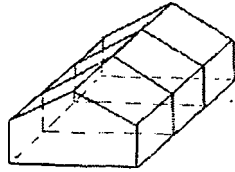
1. Αμφίρρικτο :

Ο τύπος αυτός έχει βασικά το πιο κάτω σχήμα.



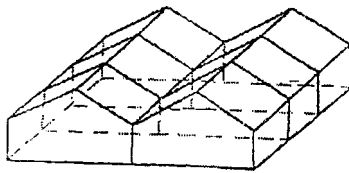
1α. Αμφίρρικτο απλό :

Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας.



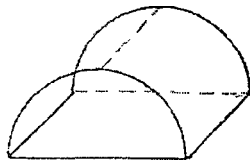
1β. Αμφίρρικτο πολλαπλό :

Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την, κατά μήκος και πλάτος, επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας.



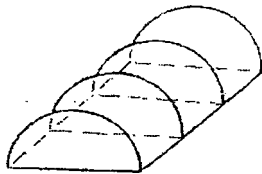
2. Τοξωτό :

Το θερμοκήπιο που η απλή κατασκευαστική μονάδα καθορίζεται από δύο συνεχόμενα τόξα και έχει το παρακάτω σχήμα.



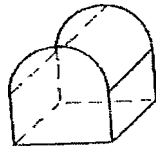
2α. Τοξωτό απλό :

Λέμε το θερμοκήπιο που έχει το παρακάτω σχήμα.,



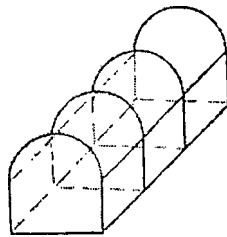
3. Τροποποιημένο τοξωτό :

Το θερμοκήπιο που η απλή κατασκευαστική του μονάδα έχει το παρακάτω σχήμα (ορθοστάτες και τοξωτή στέγη) :



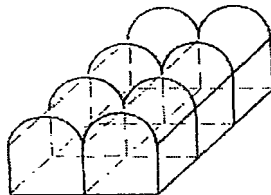
3α. Τροποποιημένο τοξωτό απλό :

Το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από την, κατά μήκος, επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας.



3β. Τροποποιημένο τοξωτό απλό :

Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από την, κατά μήκος και πλάτος, επανάληψη της κατασκευαστικής τους μονάδας.



1.4 Άρδευση θερμοκηπίου

1.4.1 Γενικά

Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες είναι δύσκολο να υπολογιστεί η ποσότητα του νερού που χρειάζονται τα φυτά, ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια της ζωής τους. Όταν όμως τα φυτά εγκατασταθούν καλά ο υπολογισμός των ποσοτήτων νερού είναι ευκολότερος.

Η συχνότητα των αρδεύσεων εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και το τύπο του εδάφους. Τα αμμώδη εδάφη μπορούν να συγκρατήσουν τη μισή ποσότητα νερού από ότι τα βαριά εδάφη, γι' αυτό πρέπει να ποτίζονται συχνότερα. Έχει βρεθεί ότι για την παραγωγή 1 kgf καρπών ντομάτας ή φράουλας χρειάζονται 101 λίτρα νερού σε πηλώδη έδαφος, 111 λίτρα νερού σε αργιλώδες και 137 λίτρα νερού σε αμμώδες.

Οι απώλειες από την εξατμισοδιαπνοή είναι μικρότερες στο θερμοκήπιο από ότι στον ελεύθερο αέρα και δίνονται από τον τύπο :

$$E.T.\Delta. = \frac{a * G}{L} + \beta$$

όπου :

E.T.Δ. =εξατμισοδιαπνοή, σε mm/ ημέρα.

G = συνολική ηλιακή ακτινοβολία του τόπου, σε cal/cm².

L = λανθάνουσα θερμότητα της E.T.Δ. = 60 cal/cm²/mm.

a = συντελεστής 0,8 για ελεύθερο-αέρα και 0,67 για θερμοκήπια.

β = συντελεστής 0,8 για ελεύθερο αέρα και 0,2 για θερμοκήπια.

Όταν η ποσότητα του νερού που υπάρχει στο έδαφος δεν ικανοποιεί την E.T.Δ. τότε τα φυτά μαραίνονται, όμως το φαινόμενο αυτό μπορεί να παρουσιαστεί και όταν δεν λειτουργεί σωστά το ριζικό σύστημα λόγω παρασίτων, μεγάλης αλατότητας, χαμηλής θερμοκρασίας, κακού αερισμού του υποστρώματος, ψηλών επιπέδων αζώτου, μειωμένης φωτεινότητας και μεγάλης σχετικής υγρασίας στην ατμόσφαιρα του θερμοκηπίου.

Όταν η ποσότητα του νερού είναι μεγαλύτερη από ότι χρειάζεται για την ικανοποίηση της E.T.Δ., σχηματίζονται στο κάτω μέρος των φύλλων σκούρα οιδήματα. Αυτά τα οιδήματα επιτείνονται όταν υπάρχει μεγάλη υγρασία στο έδαφος και στον αέρα, μικρός αερισμός και καιρός συννεφιασμένος. Έχει βρεθεί ότι η παραγωγή είναι ικανοποιητική, όταν με την άρδευση η υδατοϊκανότητα του εδάφους καλύπτεται περίπου κατά 80% για τα περισσότερα είδη.

Ένα σύστημα αυτοματοποίησης ιδανικό, που δίνει το νερό τη στιγμή ακριβώς που χρειάζεται, βασίζεται σε μετρήσεις φωτισμού, θερμοκρασίας, εξατμισοδιαπνοής, υγρασίας ριζοστρώματος και φύση εδάφους.

Η άρδευση πρέπει να γίνεται 2-3 φορές την εβδομάδα με εξαίρεση τις πολύ ζεστές ημέρες του καλοκαιριού που πρέπει να είναι συχνότερη, δηλαδή 3-4 φορές την εβδομάδα.

Για παράδειγμα η τομάτα χρειάζεται 1500-1800 lt/m² το χρόνο, ενώ καλλιέργειες που διαρκούν όλο το χρόνο χρειάζονται 2000-3000 lt/m².

1.4.2 Ποιότητα νερού

Η ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες είναι μεγάλης σπουδαιότητας. Θα σημειώσουμε με συντομία κάποιες βασικές πληροφορίες για το νερό άρδευσης.

1. ΡΗ : Η τιμή αυτή είναι ιδιαίτερα απαραίτητη όταν πρόκειται να παρασκευάσουμε θρεπτικό διάλυμα. Συνήθως είναι αναγκαία η προσθήκη HNO₃ και H₃PO₄ όταν έχουμε αλκαλικά νερά.

2. Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) : Με αυτήν αξιολογούμε τον κίνδυνο αλατότητας του εδάφους. Νερά καλής ποιότητας έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα μικρότερη από 350 μS/cm. Οι κίνδυνοι μεγαλώνουν όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα ξεπεράσει τα 750 μS/cm. Με βάση αυτό το δεδομένο λαμβάνονται αν χρειάζονται μέτρα πρόληψης της αλατότητας στο έδαφος.

Μια εμπειρική εκτίμηση της περιεκτικότητας του νερού άρδευσης σε άλατα γίνεται με τη σχέση :

$$\text{Άλατα σε ppm} = (EC) \mu S / cm * 0,65$$

3. Κίνδυνος νατρίωσης (SAR) : Εκφράζεται από τη σχέση :

$$S.A.R. = \frac{Na}{[(Ca + Mg)/2]^{1/2}}$$

Na, Ca, Mg = Συγκέντρωση του νερού σε meq /lt

Μεγάλες τιμές SAR πάνω από 10 υποδηλώνουν κίνδυνο αλκαλίωσης για τα εδάφη που αρδεύονται μ' αυτά τα νερά. Η αλκαλίωση αντιμετωπίζεται με προσθήκη γύψου και έκπλυσης.

4. Χλώριο : Η περιεκτικότητά του σε νερό άρδευσης γίνεται αιτία τοξικών επιδράσεων στα φυτά.

Σήμερα στο εμπόριο διατίθενται συστήματα αφαλάτωσης του νερού,

Στον **πίνακα 3** φαίνεται η δυνατότητα χρησιμοποίησης του νερού άρδευσης ανάλογα με την ποιότητα του.

Πίνακας 3						
Χρησιμοποίηση νερού ανάλογα με την ποιότητα του						
Ποιότητα νερού-	Ηλεκτρική- αγωγι/τα	Θλικά άλατα- ppm	Na- ολικών αλάτων	%	B ppm	Καλλιέργεια Έδαφος
Πολύ Καλή	< 250	< 175	< 20		< 0,33	Για κάθε Καλλιέργεια και έδαφος
Καλή	250-750	175-525	20-40		0,33-0,67	Όχι καλλιέργεια ορχιδέας, διαπερατά εδάφη
Μέση	750-200	525-1400	40-60		0,67-1,25	Όχι ευαίσθητες καλλιέργειες πολύ διαπερατά εδάφη
Ακατάλληλη	> 2000	> 1400	> 60		> 1,25	Όχι κανονικές καλλιέργειες κανένα έδαφος

Για την βελτίωση των ακατάλληλων νερών χρησιμοποιούνται αποσκληρυντές και επίσης συνίσταται να χρησιμοποιείται βρόχινο νερό.

1.4.3 Συστήματα Άρδευσης

Υπάρχουν διάφορα συστήματα για την άρδευση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών, όπως, με μικροκαταιονισμό και με στάγδην άρδευση.

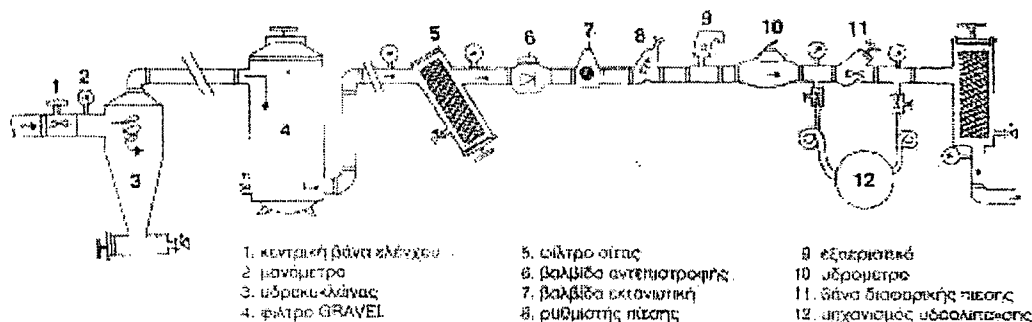
Η εφαρμογή του κάθε συστήματος εξαρτάται από το είδος που καλλιεργείται και το κλίμα της περιοχής. Ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας, τις κλιματολογικές συνθήκες και την ποιότητα του εδάφους, χρησιμοποιούνται σταλακτήρες και μικροεκτοξευτές διαφορετικής παροχής και πίεσης. Η απόσταση των σταλακτιών

και των μικροεκτοξευτών μεταξύ τους πάνω στη γραμμή εξαρτάται από τα παραπάνω στοιχεία.

Το σύστημα με σταγόνες (στάγδην) έχει διαδοθεί στις περισσότερες θερμοκηπιακές καλλιέργειες επειδή λειτουργεί με χαμηλή πίεση, ποτίζει ομοιόμορφα και συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης.

1.4.4 Εξοπλισμός αρδευτικού συστήματος

Όπως ήδη έχει προαναφερθεί το σύστημα άρδευσης που χρησιμοποιούμε περισσότερο είναι αυτό με τις σταγόνες. Περιλαμβάνει κάποια απαραίτητα εξαρτήματα τα οποία εξασφαλίζουν μεγάλη διάρκεια ζωής και απρόσκοπτη λειτουργία. Αυτά τα εξαρτήματα αποτελούν την κεφαλή του αρδευτικού συστήματος και έχουν σκοπό την εξασφάλιση της καθαρότητας του νερού και σταθερή πίεση. Η διάταξη των μηχανισμών της κεφαλής πρέπει να γίνεται με λογική σειρά και με τρόπο ώστε η θέση κάθε μηχανισμού να μην παρεμποδίζει ή αχρηστεύει τη λειτουργία των επόμενων, αλλά, αντίθετα να τη διευκολύνει όσο είναι δυνατό. Τα εξαρτήματα που αποτελούν την κεφαλή είναι:



Εικ.1: Σχηματική διάταξη κεφαλής δικτύου άρδευσης

- Μία κεντρική βάννα για τον έλεγχο του νερού.
- Ένας υδροκυκλώνας που θα καθαρίζει το νερό της γεώτρησης από τυχόν άμμο.
- Ένα φίλτρο χαλικοῦ σε περίπτωση που η άντληση γίνεται από ποτάμι ή από ανοιχτό υδατοσυλλέκτη για αποφυγή προβλημάτων από πρασινάδες.
- Ένα φίλτρο σίτας ώστε να συγκρατηθούν τυχόν αδιάλυτα στοιχεία.
- Ένα φίλτρο άμμου εάν υπάρχει αρκετή άμμος στο νερό της γεώτρησης.
- Μία βαλβίδα αντεπιστροφής ώστε να μην υπάρξει περίπτωση τα λιπάσματα να γυρίσουν πίσω στην πηγή και να τη μολύνουν.
- Μία βαλβίδα εκτόνωσης ώστε αν κάποια βαλβίδα δεν ανοίξει και η αντλία συνεχίσει να πρεσάρει, να σκάσει η βαλβίδα και να μην υπάρξουν ζημιές στο δίκτυο.
- Ένας ρυθμιστής πίεσης που εξασφαλίζει την ίδια πίεση σε όλα τα σημεία του συστήματος (μακρινά και κοντινά).
- Μερικά εξαερίστηκα σε διάφορα σημεία του δικτύου, τα οποία θα διώχνουν τον αέρα που τυχόν θα βρίσκεται μέσα στο δίκτυο και μπορεί να προκαλέσει σπηλαιώση και φθορά του δικτύου.
- Ένα υδρομετρο για να γνωρίζουμε ανά πάσα στιγμή την παροχή του νερού άρδευσης.

- Δίκτυο σωληνώσεων
 - Διανεμητές
- Στην εικόνα 1 φαίνεται ο τρόπος διάταξης των εξαρτημάτων.

1.4.4.1 ΥΔΡΟΚΥΚΛΩΝΑΣ

Η φυγοκέντριση γενικά χρησιμοποιείται στην πράξη ευρύτατα για το διαχωρισμό σωματιδίων από ένα υγρό με χαμηλότερη πυκνότητα. Το 98% περίπου της άμμου που κατακρατεί ένα φίλτρο με σίτα 200 mesh είναι δυνατό να διαχωριστεί κάτω από ορισμένες συνθήκες μ' έναν υδροκυκλώνα. Οι υδροκυκλώνες αφαιρούν την άμμο που περιέχεται στο αρδευτικό νερό σε υψηλό ποσοστό ενώ δεν μπορούν ν' αφαιρέσουν τις οργανικές ύλες.

Νερά που συνήθως περιέχουν σημαντική περιεκτικότητα σε άμμο είναι τα νερά γεωτρήσεων, ποταμών και λιμνών. Η άμμος είναι αρκετά επιζήμια όχι μόνο γιατί προκαλεί φραξίματα στους διανεμητές των συστημάτων άρδευσης, αλλά και γιατί προκαλεί σοβαρότατες φθορές στα πτερύγια και άλλα κινητά μέρη των αντλιών ή πομονών και στα ακροφύσια (μπεκ) των εκτοξευτήρων.

Ο διαχωρισμός της άμμου από το νερό της άρδευσης μπορεί να γίνει στην αναρρόφηση ή στην κατάθλιψη του αντλητικού συγκροτήματος ή ακόμη στην κεφαλή του δικτύου άρδευσης.

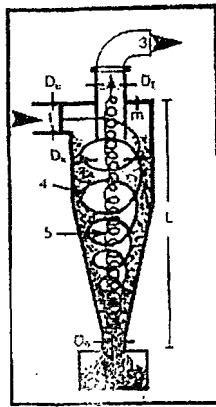
Οι υδροκυκλώνες ή διαχωριστές άμμου λειτουργούν με βάση την αρχή της φυγοκέντρισης και της βαρύτητας.

Στην πράξη διακρίνουμε δυο τύπους :

- α) τους κωνικούς και
- β) τους κυλινδρικούς υδρο[Α1]κυκλώνες.

1.4.4.1.α Κωνικοί υδροκυκλώνες.

Αποτελούνται από ένα κυλινδρικό και ένα κωνικό τμήμα (εικ.2). Το νερό μπαίνει εφαπτομενικά στο κυλινδρικό τμήμα όπου η ευθύγραμμη ροή του μετατρέπεται σε κυκλική σχηματίζοντας έναν κύριο στρόβιλο με φορά προς τα κάτω. Τα στερεά τεμαχίδια ως βαρύτερα απωθούνται με τη φυγόκεντρη δύναμη προς τη περιφέρεια απ' όπου με την επενέργεια και της βαρύτητας οδηγούνται προς τα κάτω όπου συλλέγονται σε ειδικό θάλαμο. Κοντά στον πυθμένα ο κύριος στρόβιλος σχηματίζει ένα δευτερεύοντα στρόβιλο που κατευθύνεται προς τα πάνω για να καταλήξει στην έξοδο. Αυτό το μοναδικό φαινόμενο του σχηματισμού ενός κύριου στρόβιλου που φέρει τα στερεά προς την περιφέρεια και κάτω και ενός δευτερεύοντα που φέρει το καθαρό νερό προς τα πάνω, αποτελεί το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της λειτουργίας του υδροκυκλώνα.



Εικ.2 : Σχηματική παράσταση κωνικού υδροκυκλώνα (1: είσοδος, 2: θάλαμος συλλογής άμμου, 3: έξοδος, 4: κύριος στρόβιλος, 5: δευτερεύον στρόβιλο, D_k : διάμετρος κυλινδρικού τμήματος, D_e : διάμετρος εισόδου, D_z : διάμετρος εξόδου, $D_θ$: διάμετρος θαλάμου στερεών, L : μήκος υδροκυκλώνα, m : μήκος σωλήνα εξόδου).

Για να είναι αποτελεσματικός ένας υδροκυκλώνας πρέπει η κατασκευή του να εξασφαλίζει την ανάπτυξη κατά το δυνατό—μεγαλύτερης—φυγόκεντρης δύναμης κατά τη λειτουργία του. Η φυγόκεντρη δύναμη δίνεται από τον τύπο :

$$F = M \cdot V^2 / R$$

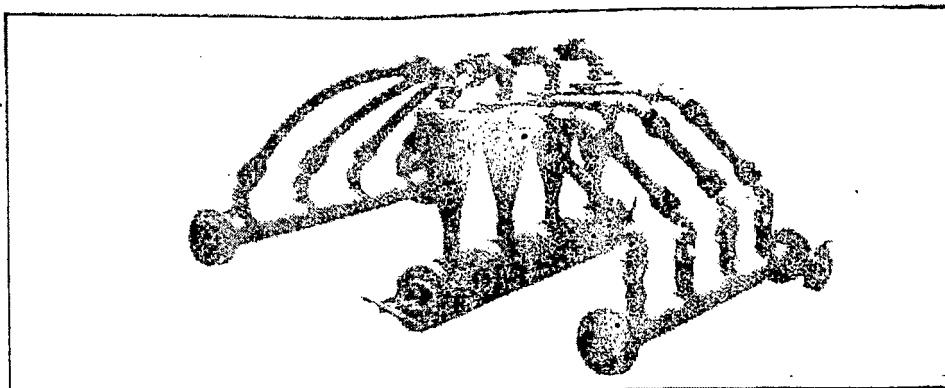
όπου :

- F : φυγόκεντρη δύναμη
- M : μάζα σωματιδίου
- V : ταχύτητα περιστροφής
- R : ακτίνα περιστροφής

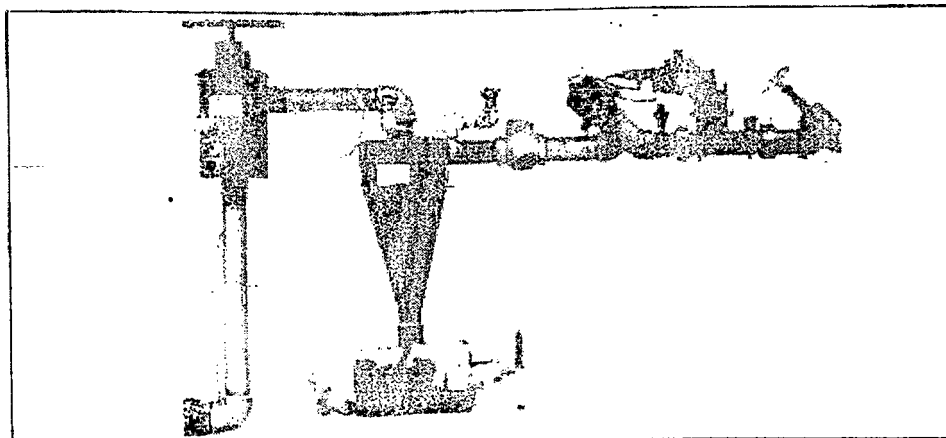
Από τον παραπάνω συμπεραίνουμε ότι ένας υδροκυκλώνας είναι αποτελεσματικός όταν :

α) Η ταχύτητα εισόδου του νερού είναι μεγαλύτερη πράγμα που για δεδομένη παροχή απαιτεί η διάμετρος εισόδου να είναι όσο γίνεται μικρότερη και για δεδομένη διάμετρο η παροχή να είναι μεγαλύτερη.

β) Η ακτίνα περιστροφής του νερού είναι μικρότερη πράγμα που κάνει μικρότερη τη χρήση πολλών υδροκυκλώνων μικρού μεγέθους από τη χρήση ενός υδροκυκλώνα μεγάλου μεγέθους (εικ.3)



Εικ.3 : Συστοιχία 4 κωνικών υδροκυκλώνων, συνδεδεμένων παράλληλα



Εικ.4 : Κωνικός υδροκυκλώνας σε κεφαλή δικτύου άρδευσης, με φίλτρο σίτας-ματά από-αυτόν.

Στην πράξη πολλοί κατασκευαστές καθορίζουν με διάφορες εμπειρικές σχέσεις τις διαστάσεις των διαφόρων τμημάτων των υδροκυκλώνων που κατασκευάζουν. Μία τέτοια σχέση (Keller και Lin, 1972) βασισμένη στη διάμετρο D_k του κυλινδρικού τμήματος του υδροκυκλώνα είναι η ακόλουθη:

Ολικό μήκος υδροκυκλώνα	$L=(5 \text{ έως } 8)D_k$
διάμετρος εισόδου	$D_e=(0,15 \text{ έως } 0,33)D_k$
Διάμετρος εξόδου	$D_x=(0,15 \text{ έως } 0,30)D_k$
Είσοδος θαλάμου στερεών	$D_\theta=(0,15 \text{ έως } 0,20)D_k$

Μήκος σωλήνα εξόδου καθαρού νερού:

α. Για μεγάλα μεγέθη	$m=(0,16 \text{ έως } 0,25)D_k$
β. Για μικρά μεγέθη	$m=(0,33 \text{ έως } 0,50)D_k$

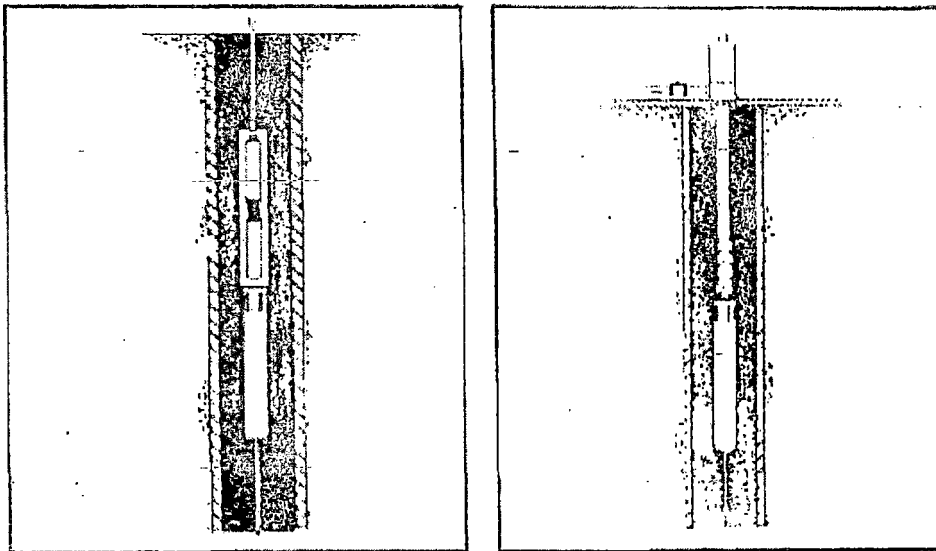
Επειδή στην πράξη συνήθως είναι αδύνατος ο πλήρης καθαρισμός του νερού με τον υδροκυκλώνα για λόγους ασφαλείας τοποθετείται ένα φίλτρο σίτας (εικ.4).

Οι απώλειες πίεσης που προκαλούνται κατά το πέρασμα του νερού από την υδροκυκλώνα αυξάνονται με την αύξηση της παροχής και την ελάττωση της διαμέτρου του κυλινδρικού τμήματος του υδροκυκλώνα. Επειδή όμως για την αποτελεσματική λειτουργία του υδροκυκλώνα απαιτείται μεγάλη ταχύτητα ροής και άρα μεγάλη παροχή, οι απώλειες πίεσης είναι ένα αναγκαίο κακό. Επομένως κατά την επιλογή ενός μεγέθους για μία συγκεκριμένη παροχή δε θα πρέπει να

επιλέγεται κατ' ανάγκη εκείνο που προκαλεί τις μικρότερες απώλειες. Γενικά συνίσταται το μέγεθος να επιλέγεται ώστε οι απώλειες πίεσης να είναι 2m έως 5m αν και με 0,3m απώλειες είναι δυνατό να επιτευχθεί ανεκτός βαθμός καθαρότητας.

1.4.4.1.β Κυλινδρικοί υδροκυκλώνες

Λειτουργούν με βάση την ίδια αρχή της φυγοκέντρισης αλλά έχουν κυλινδρικό αντί για κωνικό σώμα και επιπλέον σε μερικούς τύπους (εικ.5) φέρουν περιφερειακές αυλακώσεις για τη διευκόλυνση της περιστροφής του νερού.



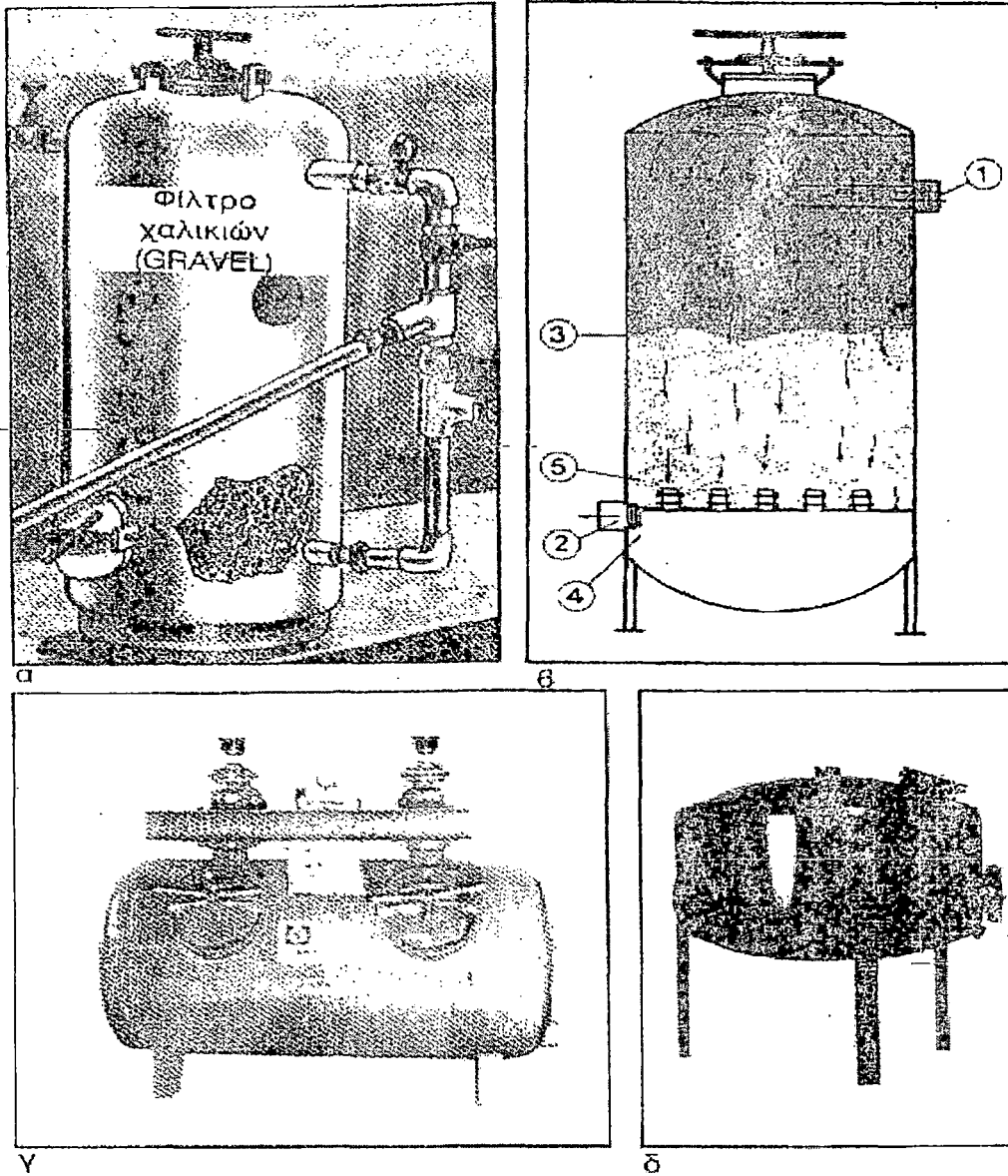
Εικ.5 : διαχωριστές-άμμου προσαρμοσμένοι σε γεωτρήσεις : α) υποβρύχια αντλία, β) στροβιλοφόρος αντλία

1.4.4.2 ΦΙΛΤΡΑ ΧΑΛΙΚΙΟΥ

Τα φίλτρα χαλικιού (Gravel ή Media filters) χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό νερών με μεγάλη περιεκτικότητα σε οργανικές ή και ανόργανες ύλες. Τέτοια νερά είναι αυτά που έχουν επιφανειακή προέλευση (φράγματα, λίμνες, ανοιχτές δεξαμενές, ποτάμια). Τα φίλτρα χαλικιού αποτελούνται από ένα μεταλλικό εξωτερικό περίβλημα, στο εσωτερικό του οποίου τοποθετούνται ως διηθητικό μέσο στρώματα λεπτών χαλικιών ή και άμμου ορισμένου διαμετρήματος.

Τα χαλίκια είναι από ύλη που παρουσιάζει χημική αδράνεια στα συνήθη ανόργανα άλατα του νερού (ασβέστιο, μαγνήσιο κ.α) και στα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται με την άρδευση. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι ηφαιστειογενή αδρανή υλικά, χαλαζιακή άμμος (οξείδιο του πυριτίου) κοινά χαλίκια ποταμών ή θάλασσας κατάλληλα πλυμένα κ.α. Τα υλικά αυτά με κατάλληλους σπαστήρες θρυμματίζονται στο επιθυμητό μέγεθος και πλένονται καλά πριν χρησιμοποιηθούν. Το μέγεθος του χαλικιού πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0,8mm έως 4mm με μέση αποτελεσματική διάμετρο 1mm έως 1,5mm.

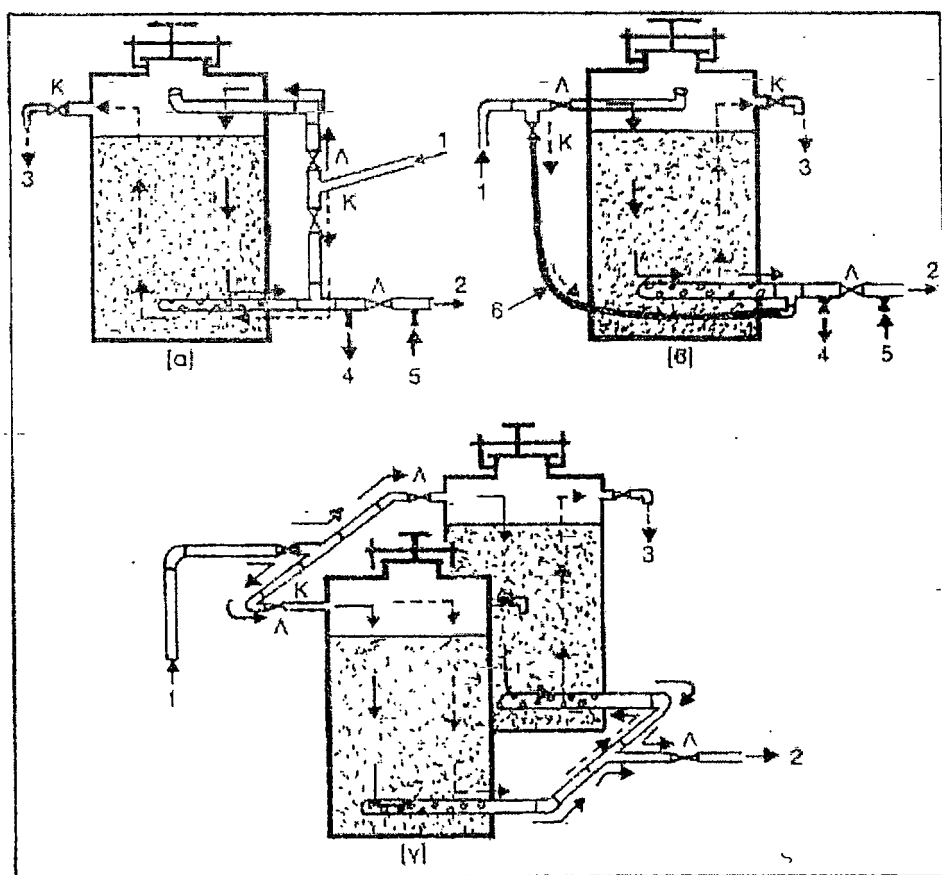
Η έξοδος του νερού γίνεται από τον πυθμένα του φίλτρου είτε μέσα από ένα εσωτερικό κυλινδρικό φίλτρο με σήτα 60 έως 80 mesh για φίλτρα με διάμετρο μέχρι 50cm, είτε μέσω πολλών μικρών φίλτρων (εικ.6). Το ύψος του στρώματος του χαλικιού μέσα στο φίλτρο συνολικά κυμαίνεται από 50cm έως 80cm.



Εικ.6 : Φίλτρα χαλικιών: α) με έξοδο νερού μέσω διάτρητου σωλήνα φίλτρου, β) με έξοδο νερού από πολλά φίλτρα στον πυθμένα (1: είσοδος, 2: έξοδος, 3: σώμα φίλτρου, 4: στοιχείο φίλτρου, 5: διηθητικό χαλίκι), γ) οριζόντιο σε διπλό θάλαμο, που επιτρέπει τον καθαρισμό χωρίς διακοπή της ροής, δ) μεγάλης διαμέτρου φλαντζωτό.

Τα φίλτρα χαλικιού κατασκευάζονται από χαλύβδινη λαμαρίνα πάχους 3-3,5cm για φίλτρα διαμέτρου μέχρι 50cm που βάφεται με εποξειδική ρητίνη σε φούρνο για αντιδιαβρωτική προστασία. Το πάχος αυτό εξασφαλίζει αντοχή σε πίεση 10-12Atm. Οι ίδιες αντοχές εξασφαλίζονται και με ανοξειδωτη λαμαρίνα πάχους 1,5-2mm.

Τα φίλτρα χαλικιού πρέπει να καθαρίζονται πριν από κάθε πότισμα με τη μέθοδο της αντίστροφης ροής κατά την οποία το νερό διοχετεύεται μέσα στο φίλτρο με αντίστροφη φορά ενώ παράλληλα ανοίγεται και ανάλογη βάνα καθαρισμού από την οποία το νερό ρέει προς τα έξω παρασύροντας τις ακαθαρσίες που είχαν διοχετευθεί στα διάκενα των χαλικιών. Η αντίστροφη ροή επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους. Ένας είναι η τροφοδοσία στην μπροστινή πλευρά (εικ.7α) που αναπτύχθηκε στο Ινστιτούτο Υποτροπικών και Ελιάς Χανίων και εφαρμόζεται από αρκετούς κατασκευαστές, ένας άλλος είναι η τροφοδοσία στην πίσω πλευρά και η χρήση σωλήνων PE (εικ.7β) και ένας τρίτος είναι εκείνος που εφαρμόζεται όταν υπάρχουν δύο ή περισσότερα φίλτρα (εικ.7γ), οπότε καθένα καθαρίζεται με νερό καθαρό που προέρχεται από το άλλο. Σε συστοιχίες πολλών φίλτρων ο καθαρισμός γίνεται συνήθως αυτόματα μέσω ειδικού προγραμματιστή.



Εικ.7 : Τρόποι καθαρισμού φίλτρων χαλικιών με αντίστροφη ροή: α) Τροφοδοσία στην μπροστινή πλευρά. β) Τροφοδοσία στην πίσω πλευρά. γ) Περίπτωση δύο φίλτρων. (Λ : βάνες ανοιχτές κατά την λειτουργία, Κ : βάνες ανοικτές κατά τον καθαρισμό, 1: είσοδος, 2: έξοδος, 3: καθαρισμός, 4: προς λιπαντήρα, 5: από λιπαντήρα, 6; σωλήνας από PE).

Η μεταβολή της πίεσης από την αρχή προς το τέλος του ποτίσματος λόγω των απωλειών στα φίλτρα χαλικιού αλλά και στα φίλτρα σίτας, επιβάλλει για ευαίσθητες καλλιέργειες τη χρήση του ρυθμιστή πίεσης στο τέλος της κεφαλής ή τουλάχιστον την εφαρμογή της δόσης άρδευσης με τρόπο που να μην

επηρεάζεται από τη μεταβολή της πίεσης (ογκομετρικές βαλβίδες, αυτόματα ηλεκτρικά τασίμετρα κ.α).

Στην πράξη επειδή πολλές φορές δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί ο βαθμός της καθαρότητας του νερού, ιδίως στις περιπτώσεις των ακαθαρσιών οργανικής προέλευσης, χρησιμοποιείται η πρακτική να υπολογίζεται ένα φίλτρο χαλικιών διαμέτρου 50cm για κάθε 15m³ παροχής του δικτύου. Αν από τα πρώτα ποτίσματα αποδειχτεί ότι η περιεκτικότητα του νερού σε οργανικές ακαθαρσίες απαιτεί καθαρισμό των φίλτρων κατά τη διάρκεια του ποτίσματος, τότε προστίθεται και άλλο ή άλλα σε παράλληλη διάταξη.

Σημεία που απαιτούν προσοχή κατά τη χρήση φίλτρων χαλικιού είναι:

α) Κατά την πρώτη λειτουργία του φίλτρου το χαλίκι πρέπει να πλένεται καλά πριν τοποθετηθεί μέσα στο φίλτρο και μετά την τοποθέτησή του πρέπει να πλυθεί με αντίστροφη ροή για 30 λεπτά τουλάχιστον.

β) Κάθε 2-3 χρόνια το χαλίκι πρέπει να αντικαθίσταται, γιατί μα τη συνεχή τριβή χάνει την αιχμηρότητά του και παύει να είναι αποτελεσματικό.

γ) Αν χρησιμοποιείται αυτόματη ογκομετρική βαλβίδα πρέπει να μπαίνει πάντοτε πριν την είσοδο του νερού στο φίλτρο χαλικιών ώστε το υδραυλικό πλήγμα που δημιουργείται από την απότομη διακοπή της ροής κατά το κλείσιμο της βαλβίδας να μην επηρεάζει τα τοιχώματα του φίλτρου που συνήθως δεν αντέχουν σε πάρα πολύ υψηλές πιέσεις.

1.4.4.3 ΦΙΛΤΡΑ ΣΙΤΑΣ

Τα φίλτρα αυτά έχουν σαν διηθητικό μέσο ένα λεπτό και πυκνό πλέγμα (σίτα) κατασκευασμένο από μεταλλικά ή πλαστικά νήματα. Τα διάφορα πλέγματα χαρακτηρίζονται γενικά από τον αριθμό mesh (αριθμός νημάτων ανά ίντσα), το άνοιγμα μεταξύ δύο διαδοχικών νημάτων, το πάχος των νημάτων και το ποσοστό της ελεύθερης επιφάνειας επί τοις εκατό (%) της συνολικής (πιν.4). Το πάχος των νημάτων για κάθε αριθμό mesh κυμαίνεται ανάλογα με το εργοστάσιο παραγωγής και το υλικό κατασκευής. Έτσι είναι δυνατό να υπάρχουν πλέγματα, τα οποία έχουν τον ίδιο αριθμό mesh αλλά διαφορετικό άνοιγμα και κατ' επέκταση διάφορο ποσοστό ελεύθερης επιφάνειας.

Ο αριθμός mesh εκλέγεται σε κάθε περίπτωση ώστε το άνοιγμα του πλέγματος να είναι μικρότερο από το μέγεθος των τεμαχιδίων που περιέχει το προς διήθηση νερό. Θεωρείται όμως σωστότερο το πλέγμα να εκλέγεται με τρόπο ώστε το άνοιγμά του να είναι πάντοτε μερικές φορές μικρότερο απ' ό,τι η μικρότερη διατομή της διαδρομής ροής του νερού στον κατά περίπτωση σταλακτήρα.

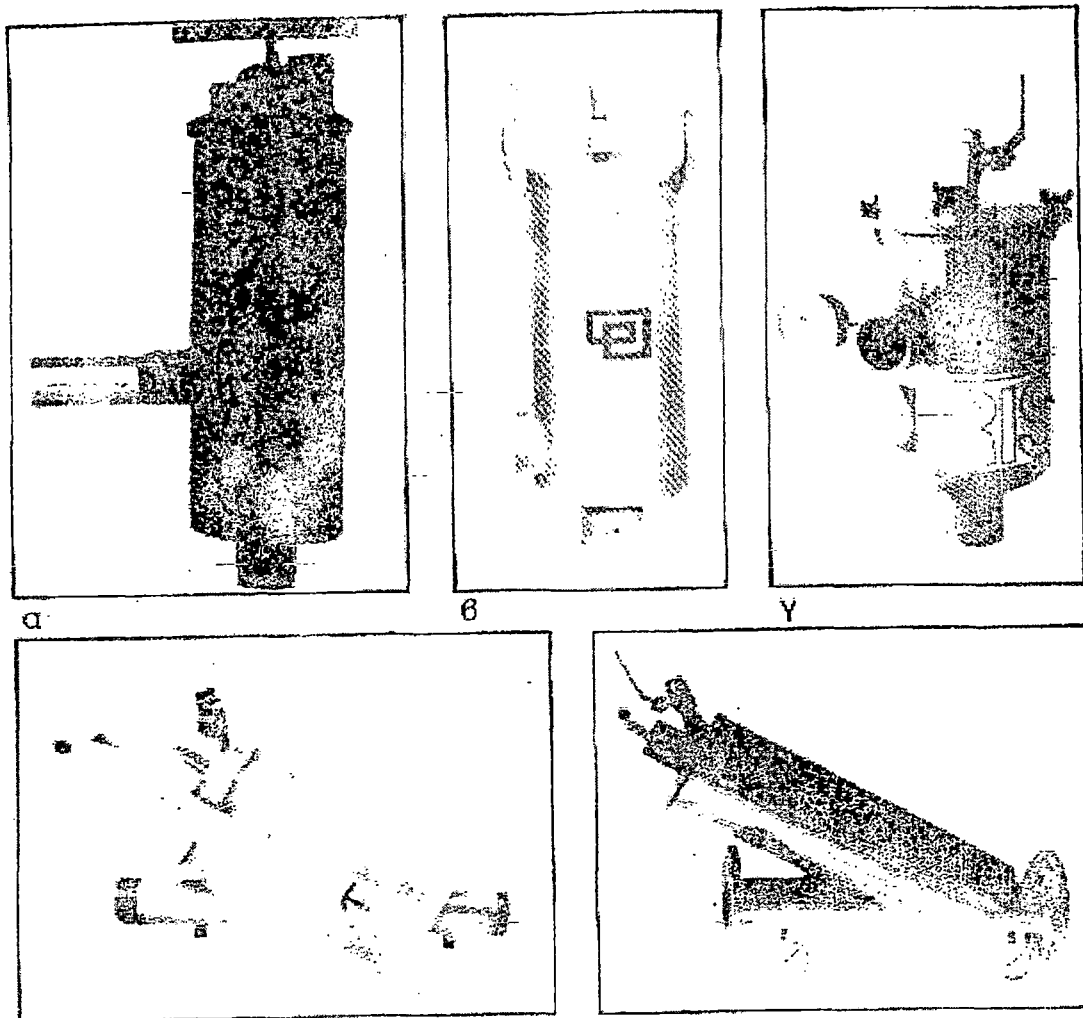
Ανάλογα με το τρόπο καθαρισμού τους, από τις συσσωρευμένες ακαθαρσίες, τα φίλτρα σίτας χαρακτηρίζονται σε :

- i) απλά,
- ii) ημιαντόματα
- iii) αυτόματα.

Πίνακας 4 : Ενδεικτικός πίνακας αντιστοιχίας mesh , πάχους, ανοίγματος και ελεύθερης επιφάνειας πλαστικών και μεταλλικών πλεγμάτων.

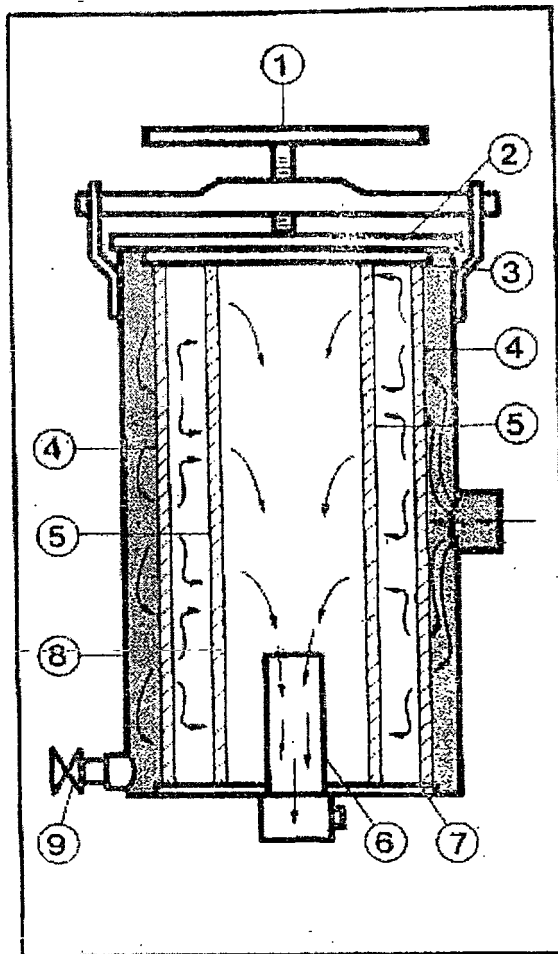
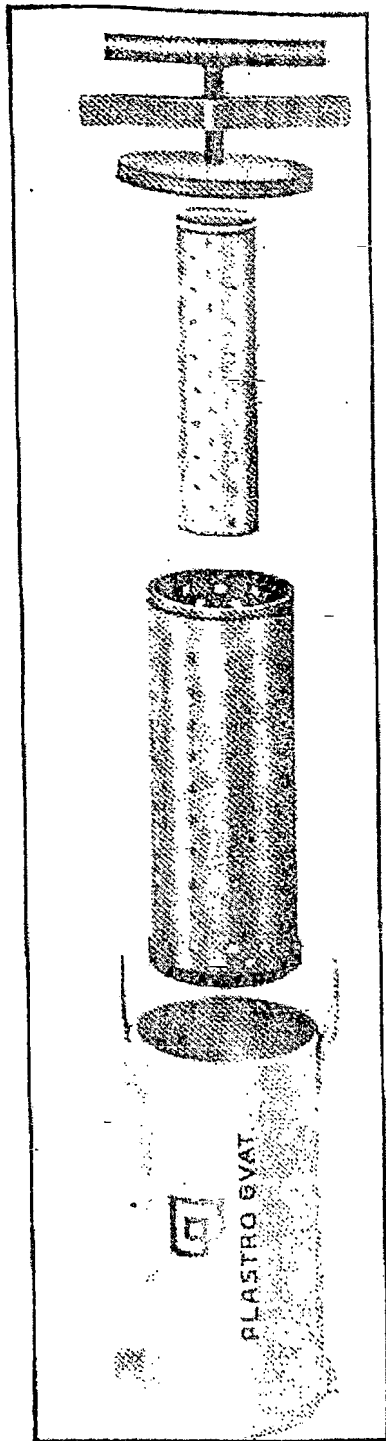
mesh	πάχος (mm)	άνοιγμα (mm)	ελεύθερη επιφ.(%)	mesh	πάχος (mm)	άνοιγμα (mm)	ελεύθερη επιφ.(%)
*10	0,60	1,940	58,3	*120	0,09	0,121	33,4
12	0,51	1,800	61,0	125	0,06	0,160	47,0
*20	0,34	0,930	53,6	*130	0,06	0,147	48,4
20	0,33	1,050	61,0	135	0,05	0,150	43,0
*30	0,26	0,587	48,1	*140	0,06	0,131	43,4
30	0,27	0,650	54,0	145	0,05	0,140	43,5
*40	0,22	0,415	42,6	*150	0,06	0,104	38,3
40	0,22	0,475	49,0	155	0,05	0,132	43,5
*50	0,12	0,378	55,4	*160	0,05	0,113	43,3
50	0,20	0,350	50,0	165	0,04	0,125	42,0
*60	0,16	0,263	38,5	*180	0,06	0,080	35,1
60	0,18	0,280	47,0	180	0,04	0,118	40,0
*70	0,11	0,253	48,6	*200	0,05	0,080	37,1
72	0,11	0,275	48,5	210	0,03	0,100	37,0
*80	0,10	0,218	47,6	*220	0,04	0,080	37,8
80	0,09	0,250	51,0	220	0,03	0,100	39,0
*90	0,12	0,162	32,6	245	0,02	0,090	37,0
90	0,08	0,220	47,5	*250	0,04	0,068	40,7
*100	0,11	0,139	41,8	*280	0,04	0,056	30,6
100	0,07	0,200	48,0	*300	0,03	0,058	35,1
*110	0,07	0,175	48,8	310	0,01	0,075	31,0
110	0,07	0,180	48,0	400	0,01	0,055	37,0

Τα απλά καθαρίζονται εξολοκλήρου με τα χέρια. Ανοίγεται το πάμα τους, ανασύρεται έξω από το διηθητικό πλέγμα τους και πλένεται με καθαρό νερό. Το άνοιγμα και καθάρισμα των απλών φίλτρων γίνεται με διάφορους τρόπους. Υπάρχουν φίλτρα που ανοίγουν με έναν κοχλία σχήματος Ταυ αλλά που ανοίγουν με περισσότερους κοχλίες και άλλα που ανοίγουν με πιάστρες (εικ.8). Σημασία έχει η διαδικασία του ανοίγματος και καθαρίσματος να είναι απλή και εύκολη, ώστε να μπορεί να γίνει από άτομα που δεν διαθέτουν ιδιαίτερες τεχνικές ή μυϊκές ικανότητες. Τα φίλτρα με ένα κοχλία σχήματος Ταυ φαίνεται να είναι απλούστερα για αυτό και έχουν σχεδόν καθιερωθεί στην πράξη.



Εικ.8: Φίλτρα σίτας απλά, με γωνιακή ροή (πάνω ή με ευθύγραμμη ροή (κάτω). Κλείσιμο με κοχλία σχήματος ταν (α, β, δ, ε) ή με πολλούς κοχλίες (γ). σύνδεση με κοχλία (α, β, γ, δ) ή φλάντζες (ε).

Εσωτερικά ένα φίλτρο σίτας φέρει απαραίτητα έναν ή σπανιότερα δύο κυλίνδρους (είκ.9) από μέταλλο ή πλαστικό (συνήθως PVC) που έχουν στα τοιχώματα τους τρύπες διαμέτρου 1cm περίπου. Στην εσωτερική ή εξωτερική επιφάνεια των κυλίνδρων αυτών τοποθετείται η μεταλλική ή πλαστική σίτα που φιλτράρει το νερό (εικ.10). Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η τοποθέτηση της σίτας εσωτερικά του διάτρητου κυλίνδρου δυσκολεύει τον καθαρισμό τους και δημιουργεί προϋποθέσεις για σχισίματα και φθορά της. Για τους λόγους αυτούς στην πράξη έχουν καθιερωθεί τα φίλτρα μ' έναν πλαστικό κύλινδρο με εξωτερική τοποθέτηση της σίτας.

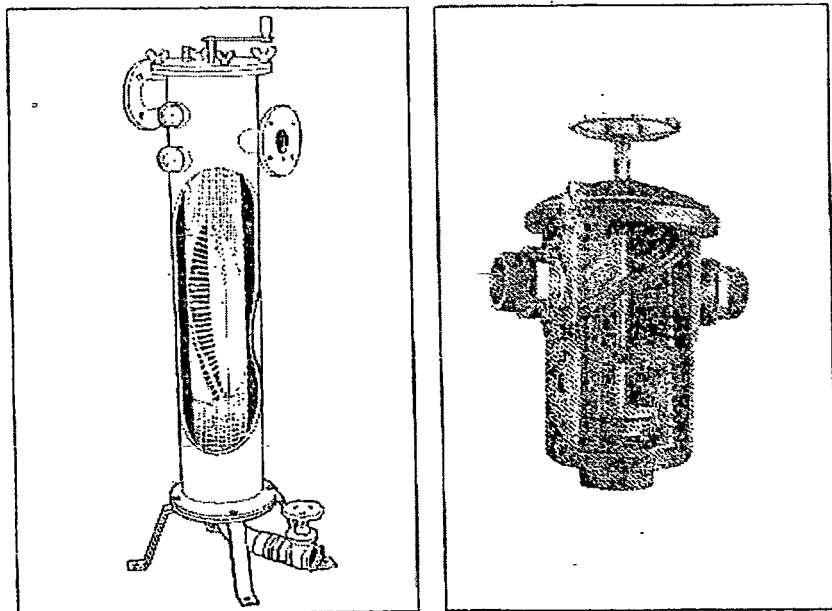


Εικ.10: Τομή φίλτρου σίτας και τρόπος λειτουργίας του(1: μοχλός κλεισίματος, 2: κάλυμμα, 3: ελαστικός δακτύλιος, 4: εξωτερικό στοιχείο φίλτρου, 5: εσωτερικό στοιχείο φίλτρου, 6: σωλήνας από PVC ή μέταλλο, 7: κάτω ελαστικός δακτύλιος, 8: σώμα φίλτρου από εποξικά βαμμένο μέταλλο, 9: βαλβίδα πλυσίματος).

Εικ.9 : Φίλτρα σίτας με δύο στοιχεία διήθησης, αποσυναρμολογημένο.

Τα ημιαυτόματα καθαρίζονται χωρίς να αποσυναρμολογηθούν είτε μέσω ειδικής βούρτσας, η οποία υπάρχει στο εσωτερικό τους και κινείται περιστροφικά ή κατακόρυφα με ένα σχετικό μοχλό απ' έξω (εικ.11) είτε μέσω ειδικού διακόπτη ο οποίος είναι τοποθετημένος συνήθως στο πάμα του φίλτρου και ανοίγοντας επιτρέπει την προς τα έξω ροή του νερού με μεγάλη ταχύτητα. Εννοείται ότι στην τελευταία περίπτωση ο διακόπτης ή βάνα πρέπει να έχει άνοιγμα περίπου ίσο προς τη διατομή του φίλτρου για να δημιουργηθεί στο εσωτερικό του ταχύτητα ροής τέτοια που να παρασύρει τις ακαθαρσίες. Βασικό

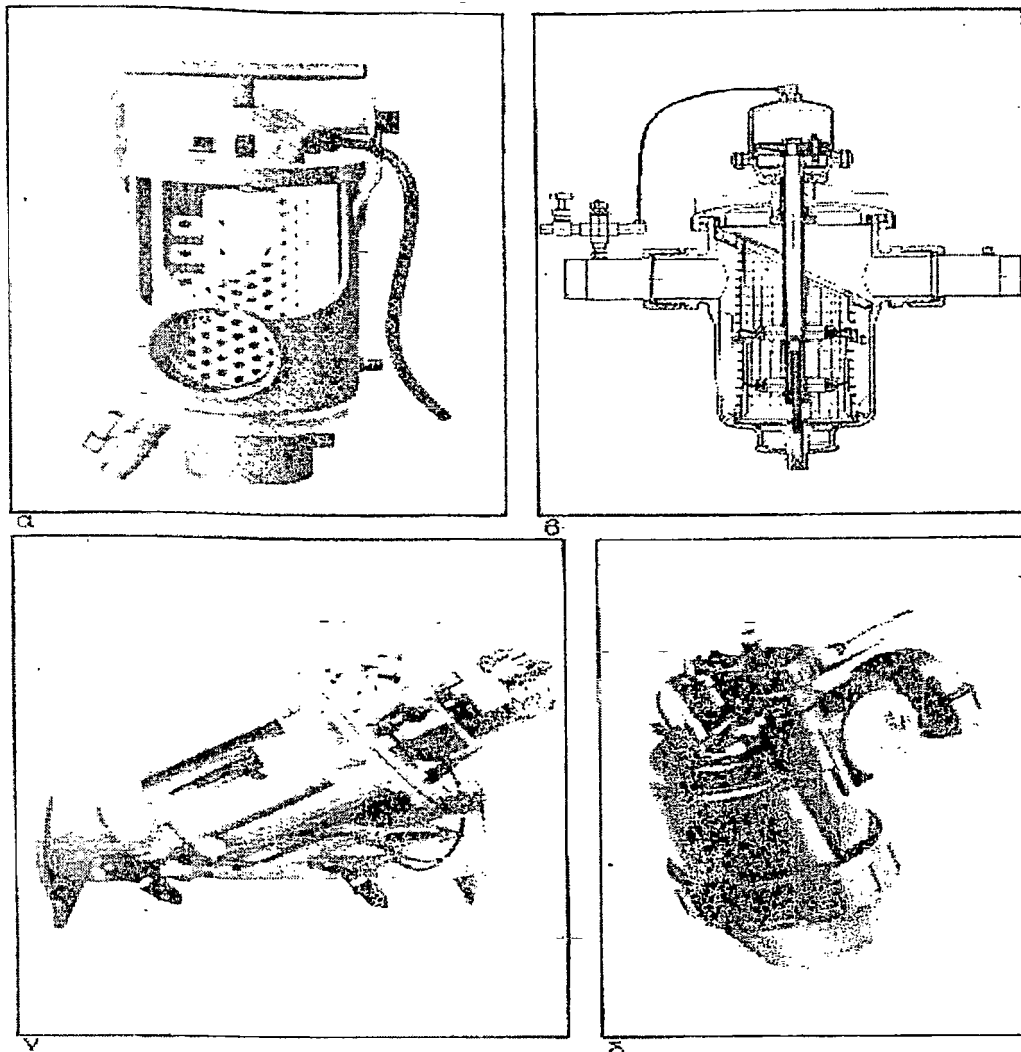
μειονέκτημα των ημιαυτόματων φίλτρων είναι το ότι ο καθαρισμός που κάνουν δεν είναι αρκετά ικανοποιητικός και ότι οι βούρτσες και οι σίτες φθείρονται σχετικά γρήγορα. Γι' αυτό και δεν έχουν διαδοθεί πολύ στην πράξη.



Εικ.11 : Φίλτρα σίτας ημιαυτόματα: α) με βούρτσα κινούμενη περιστροφικά, β) με βούρτσα κινούμενη κατακόρυφα.

Τα **αυτόματα** καθαρίζονται μόνα τους χωρίς καμιά επέμβαση με διάφορους τρόπους. Ένας τρόπος είναι η συνεχής εκτόξευση του νερού με ειδικά περιστρεφόμενα μπέκ στο εσωτερικό της σίτας και η απαγωγή των ακαθαρσιών με συνεχή ροή προς τα έξω (εικ.12α). Άλλος τρόπος είναι το άνοιγμα ενός σχετικά μεγάλου στομίου που οδηγεί προς τα έξω τη ροή, όταν δημιουργηθεί, λόγω της συγκέντρωσης αρκετών ακαθαρσιών, μια ορισμένη διαφορά πίεσης. Η προς τα έξω ροή προκαλεί μεγάλη ταχύτητα στο εσωτερικό της σίτας και μπορεί να συνοδεύεται από παράλληλη κίνηση σχετικής βούρτσας (εικ.12β). Η όλη λειτουργία του καθαρισμού μπορεί να γίνει ηλεκτρικά (εικ.12γ) ή και υδραυλικά (εικ.12δ).

Όπως και τα ημιαυτόματα έτσι και τα περισσότερα αυτόματα μειονεκτούν ως προς τη τελειότητα του καθαρισμού και ως προς τη φορά των μηχανισμών του αυτοματισμού που έχουν. Κυρίως όμως δεν παρέχουν αξιοπιστία στη λειτουργία τους, γιατί η παραμικρή φθορά ή απώλεια στους μηχανισμούς αυτοματισμού μπορεί να τα κάνει να μη λειτουργήσουν όταν πρέπει ή να μην κλείσουν το στόμιο της προς τα έξω ροής όταν τελειώσει ο καθαρισμός, με αποτέλεσμα ολόκληρη η παροχή του δικτύου να ρέει άναφελα έξω προκαλώντας ίσως και ζημιές. Σε όλα αυτά πρέπει να συνυπολογίζεται και η συνήθως υψηλή τιμή τους, ώστε να αποφασίζεται η προμήθεια τους μόνο σε περιπτώσεις που είναι πραγματικά αναγκαία.



Εικ.12: Φίλτρα σίας αυτόματα: α) με περιστρεφόμενα μπλεκ συνεχούς καθαρισμού, β) με διαφορά υδραυλικής πίεσης, γ) με ηλεκτρική διασύνδεση για μεγάλες παροχές και πολύ ακάθαρτα νερά, δ) με διαφορά πίεσης.

1.4.4.4 ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

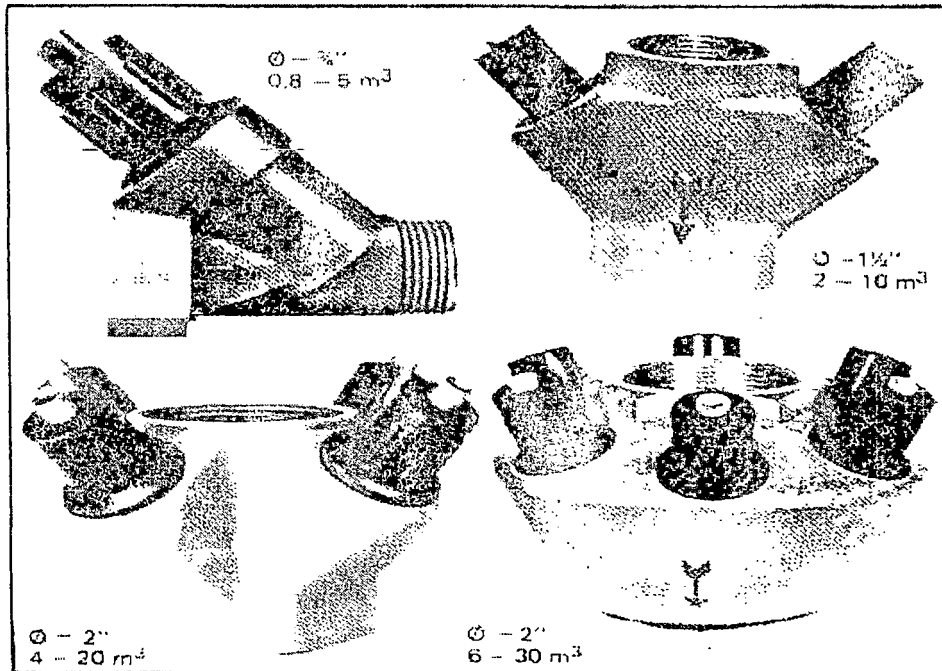
Γενικά

Σε αρκετές περιπτώσεις σε διάφορα σημεία ενός δικτύου και λόγω ειδικών συνθηκών, τα επίπεδα της πίεσης είναι υψηλότερα απ' όσο απαιτούν οι ανάγκες για την επίτευξη ομαλής λειτουργίας. Όταν δεν είναι δυνατή ή δε συμφέρει οικονομικά η χρήση σωληνώσεων με κατάλληλες διαμέτρους, η αντιμετώπιση του προβλήματος γίνεται με την τοποθέτηση διαφόρων οργάνων που ονομάζονται ρυθμιστές πίεσης.

Υπάρχουν πολλοί τύποι ρυθμιστών πίεσης και σε διάφορα μεγέθη. Οι συνηθέστεροι τύποι ρυθμιστών πίεσης είναι οι ακόλουθοι :

Σταθεροί ρυθμιστές

Οι σταθεροί ρυθμιστές πίεσης μειώνουν μία κυμαινόμενη πίεση εισόδου και τη διατηρούν σταθερή στην έξοδό τους, σ' ένα χαμηλότερο σταθερό επίπεδο προκαθορισμένο από τον κατασκευαστή, επιλεγόμενο συνήθως σε 1,2 ή 1,4Atm που είναι η συνηθισμένη πίεση εισόδου στους δευτερεύοντες των δικτύων άρδευσης στάγδην. Η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στο ότι η διατομή της ροής στο εσωτερικό τους μικραίνει προοδευτικά με την αύξηση της πίεσης, σε τρόπο ώστε οι προκαλούμενες απώλειες λόγω τριβών να ισοσταθμίζουν τις αυξήσεις της πίεσης.



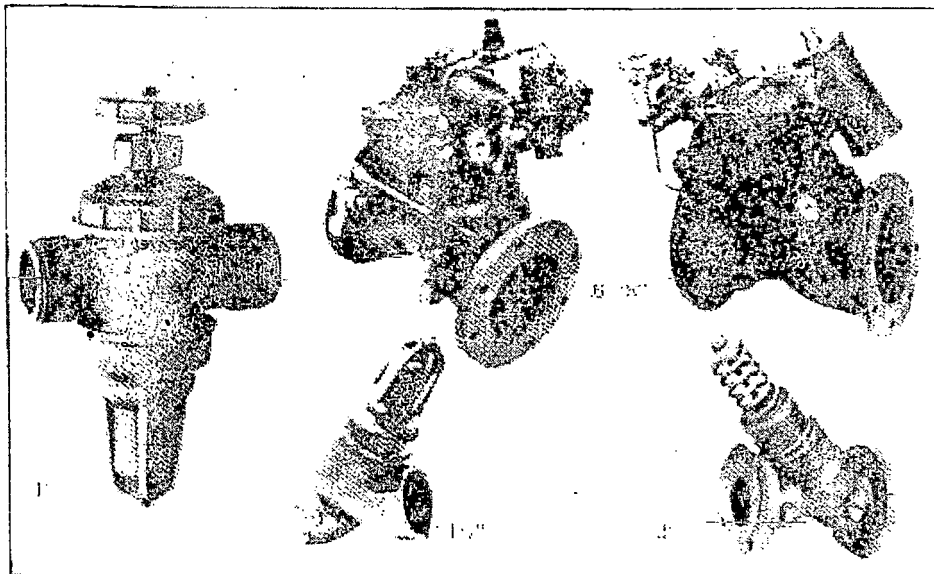
Εικ.13: Σταθεροί ρυθμιστές πίεσης Netafim σε διάφορες διαμέτρους. ρυθμίζουν μια κυμαινόμενη πίεση και την κρατούν σταθερή σε ένα χαμηλότερο επίπεδο (συνήθως 1,2 ή 1,4 atm). Κάθε τύπος μπορεί να λειτουργήσει ικανοποιητικά, στα όρια της αναγραφόμενης αντίστοιχα παροχής.

Οι σταθεροί ρυθμιστές κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη ή διαμέτρους κάθε μία από τις οποίες προσφέρεται για μία ορισμένη περιοχή παροχών (εικ.13). Οι ρυθμιστές αυτοί χρησιμοποιούνται σε διάφορα σημεία του δικτύου, κυρίως όμως στην αρχή των δευτερευόντων ή των πλευρικών σωλήνων σε περιπτώσεις ανώμαλων εδαφών, όταν αποκλείεται η χρήση τηλεσκοπικών σωλήνων.

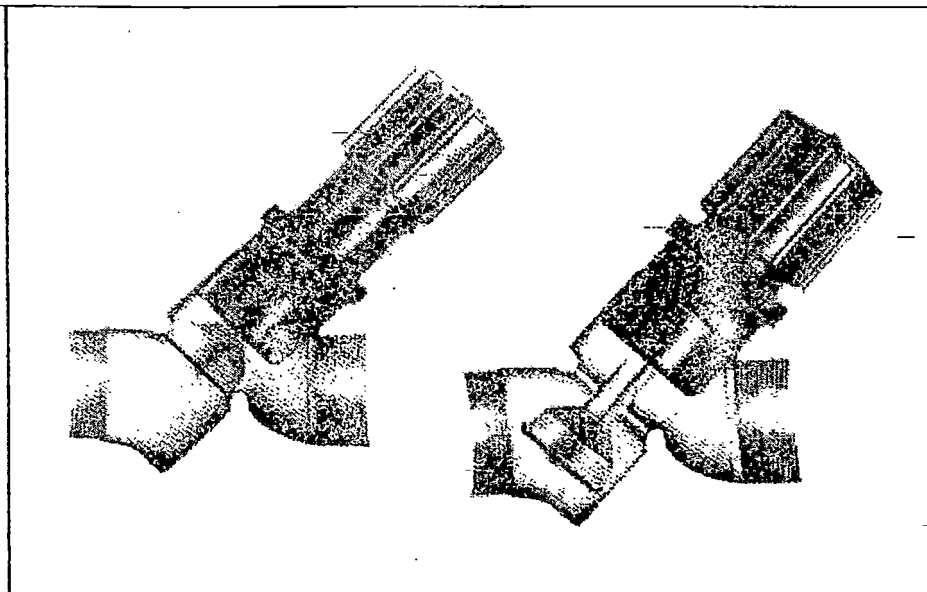
Μεταβλητοί ρυθμιστές

Οι μεταβλητοί ρυθμιστές μειώνουν μία κυμαινόμενη πίεση εισόδου και τη διατηρούν σταθερή στην έξοδό τους σ' ένα χαμηλότερο επίπεδο το οποίο μπορεί να μεταβάλλεται σε κάθε περίπτωση ανάλογα με τις απαιτήσεις, με χειρισμό ειδικών κοχλιών ή κουμπιών που έχουν προβλεφθεί για το σκοπό

αυτό (εικ.14). Οποσδήποτε η μεταβολή του επιπέδου ρύθμισης της πίεσης απαιτεί την ύπαρξη μανόμετρου.



Εικ.14 : Μεταβλητοί ρυθμιστές πίεσης Bermaid, με δυνατότητα για ρύθμιση μιας κυμαινόμενης πίεσης σε διάφορα επίπεδα, μέσω ειδικών κοχλιών και ελατηρίων



Εικ.15 : Μεικτοί ρυθμιστές πίεσης Plasto gnat, με δυνατότητα για ρύθμιση της πίεσης σε 3-4 επίπεδα, με προσθήκη κατάλληλων δακτυλιδιών. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν απλές βάνες διακοπής της ροής (αριστερά ανοιχτή, δεξιά κλειστή), καθώς και σαν βαλβίδες αντεπιστροφής.

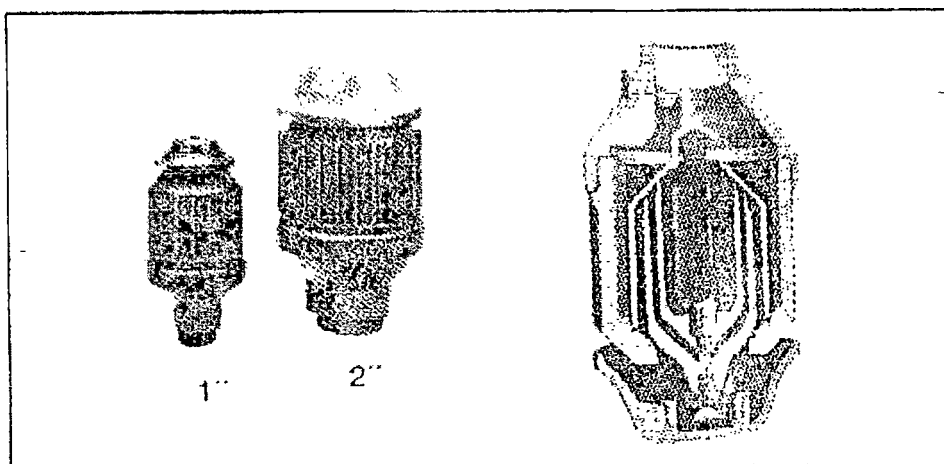
Μεικτοί ρυθμιστές

Οι μεικτοί ρυθμιστές συγκεντρώνουν τις ιδιότητες των σταθερών και των μεταβλητών. Έτσι μειώνουν και διατηρούν σταθερή μία κυμαινόμενη πίεση σε διάφορα συγκεκριμένα επίπεδα που επιτυγχάνονται με την προσθήκη ειδικών πλαστικών δακτυλιδιών. Επομένως για την αλλαγή του επιπέδου ρύθμισης δεν απαιτούν την ύπαρξη μανόμετρου.(εικ.15).

1.4.4.5 ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ (ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ)

Σε μερικές περιπτώσεις ο αέρας που αναγκαστικά εγκλωβίζεται μέσα στις σωληνώσεις των δικτύων άρδευσης δημιουργεί διάφορα προβλήματα.

Σ' ένα δίκτυο άρδευσης εγκατεστημένο σ' επικλινείς εκτάσεις, κατά την παύση της άρδευσης η διαφορά υψόμετρου φέρνει το νερό του δικτύου στα κατώτερα μέρη, τα οποία εξακολουθούν να λειτουργούν για κάποιο χρόνο περισσότερο από τα ανώτερα. Δημιουργείται έτσι μία αναρροφητική τάση στους σταλακτήρες των υψηλότερων τμημάτων, η οποία προκαλεί αναρρόφηση αέρα αλλά και μικροτεμαχιδίων από το πρόσφατα βρεγμένο έδαφος. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται να τοποθετηθεί στο υψηλότερο σημείο του δικτύου μία βαλβίδα εξαερισμού που να έχει τη δυνατότητα να επιτρέπει την είσοδο αέρα στο δίκτυο όχι όμως και την έξοδο νερού όταν το δίκτυο βρίσκεται σε λειτουργία.



Εικ.16 : Αυτόματες βαλβίδες εξαερισμού (δεξιά κατακόρυφη τομή).

Πρόβλημα από τον εγκλωβισμό αέρα δημιουργείται επίσης στις περιπτώσεις εκείνες κατά τις οποίες, λόγω των ανωμαλιών του ανάγλυφου του εδάφους, ορισμένα τμήματα των κύριων ή δευτερευόντων σωλήνων ή ακόμα και αυτό το αντλητικό συγκρότημα, βρίσκονται σε σημείο μεγαλύτερου υψόμετρου από τα πριν απ' αυτά και μετά απ' αυτά τμήματα. Τότε, καθώς το νερό γεμίζει τους σωλήνες, ο αέρας που υπήρχε από πριν μέσα συσσωρεύεται στα υπερυψωμένα αυτά σημεία, συμπιέζεται και εμποδίζει ή διακόπτει τελείως τη ροή του νερού. Στην περίπτωση αυτή είναι απαραίτητο να τοποθετηθούν στα σημεία των αγωγών βαλβίδες εξαερισμού, οι οποίες να έχουν τη δυνατότητα να επιτρέπουν την έξοδο του αέρα όχι όμως και του νερού.

Αέρας είναι δυνατό να εισχωρήσει στο δίκτυο και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας μέσω της πηγής πίεσης. Και στην περίπτωση αυτή συγκεντρώνεται στα υψηλότερα σημεία στα οποία πρέπει να τοποθετηθεί κατάλληλη βαλβίδα η οποία επιτρέπει την έξοδό του.

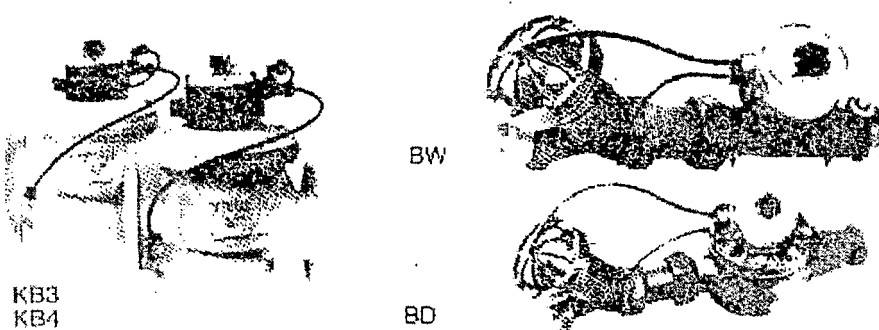
Στο εμπόριο υπάρχουν διαθέσιμες βαλβίδες αυτόματες, που επιτρέπουν την έξοδο του αέρα όταν το δίκτυο βρίσκεται υπό πίεση, βαλβίδες κινητικές, που επιτρέπουν την έξοδο και είσοδο μεγάλων ποσοτήτων αέρα κατά την έναρξη και παύση της λειτουργίας του δικτύου και βαλβίδες διπλής ενέργειας που συνδυάζουν τη λειτουργία των αυτόματων και των κινητικών (εικ.16)

1.4.4.6 ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ

Ογκομετρικές βαλβίδες έχουν τη δυνατότητα να κλείνουν αυτόματα μόλις περάσει μία ορισμένη ποσότητα νερού η οποία τοποθετείται από το χειριστή πάνω στο σχετικό βαθμονομημένο δίσκο τους. Το άνοιγμα των βαλβίδων αυτών γίνεται αυτόματα μόλις ο χειριστής τοποθετήσει το σχετικό δείκτη στην ποσότητα νερού που απαιτείται να χορηγηθεί.



Εικ.17: Ογκομετρικές βαλβίδες Arad 1'' και 2'' οριζόντιες (K1, KH, KHB) ή κατακόρυφες (KV), χωρίς αθροιστή (υδρόμετρο) των δόσεων (K1, KH, KV) ή με αθροιστή (KHB).



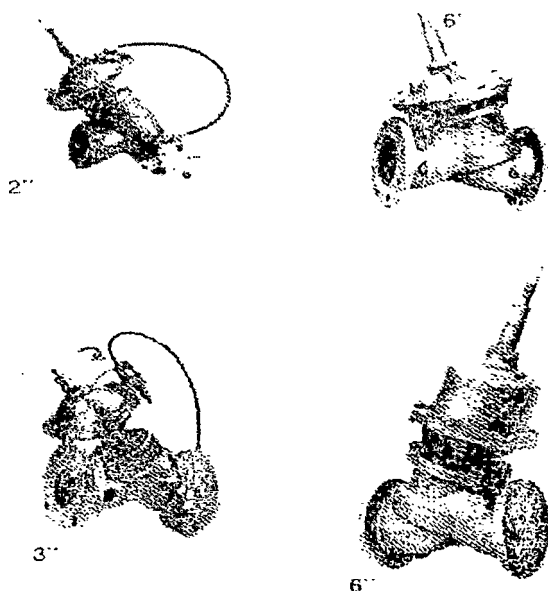
Εικ.18 : Ογκομετρικές βαλβίδες Arad με αθροιστές για μεγάλες δόσεις και παροχές KB 3 (3'') για δόσεις μέχρι 1.600 m^3 , KB4(4'') για δόσεις μέχρι 10.000 m^3 , BW, BD (2'') με συνδυασμό διαφραγματικών βαλβίδων, για δόσεις μέχρι 1.600 m^3 .

Ογκομετρικές βαλβίδες υπάρχουν διαθέσιμες στο εμπόριο σε διάφορα μεγέθη (εικ.17, 18). Κάθε μέγεθος διατίθεται με διάφορους τύπους βαθμονομημένων δίσκων, οι οποίοι διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το μέγεθος των υποδιαίρέσεων και ως προς το ολικό μέγεθος της κλίμακας

Τα διάφορα μεγέθη των ογκομετρικών βαλβίδων όπως και τα συνήθη ροόμετρα, λειτουργούν με ακρίβεια σε ορισμένες περιοχές ροής και κατά αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την εκλογή τους. Οι απώλειες πίεσης είναι επίσης ένα άλλο κυρίαρχο κριτήριο για την εκλογή του κατάλληλου για κάθε παροχή μεγέθους βαλβίδας. Δίνονται από καμπύλες που διαθέτει ο κατασκευαστής και δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 1-3m για την υπόψη παροχή.

1.4.4.7 ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ

Οι διαφραγματικές βαλβίδες επιτρέπουν ή διακόπτουν τη ροή του νερού και διακρίνονται σε υδραυλικές και ηλεκτρικές. Γενικά, οι διαφραγματικές βαλβίδες (εικ.19) φέρουν ένα θάλαμο ο οποίος κλείνει υδατοστεγώς προς τα κάτω μέσω ενός οριζόντιου διαφράγματος (μεμβράνη), του οποίου η επιφάνεια είναι μεγαλύτερη στην προς τα πάνω πλευρά. Όταν νερό με την ίδια πίεση υπάρχει πάνω και κάτω στο διάφραγμα, η διάφορα πίεσης, λόγω της μεγαλύτερης προς τα πάνω επιφάνειας, το ωθεί προς τα κάτω και η βαλβίδα διατηρείται κλειστή. Σε μερικούς τύπους ένα ελατήριο υποβοηθάει την προς τα κάτω ώθηση του διαφράγματος.



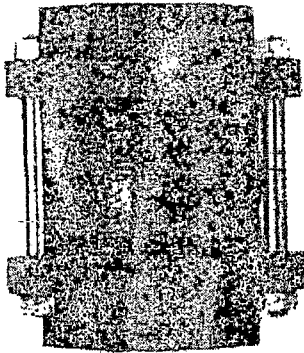
Εικ.19 : Διαφραγματικές βαλβίδες Bermad, υδραυλικές (πάνω) και ηλεκτρικές (κάτω).

Όταν η πίεση στο θάλαμο γίνει χαμηλότερη το διάφραγμα ωθείται προς τα πάνω και η βαλβίδα ανοίγει.

Στις υδραυλικές βαλβίδες νερό με πίεση διοχετεύεται μέσω ενός σωληνίσκου πίεσης στο θάλαμο και κρατά κλειστή τη βαλβίδα. Όταν η πίεση αυτή διέπει το διάφραγμα ωθείται προς τα πάνω και η βαλβίδα ανοίγει.

Στις ηλεκτρικές βαλβίδες ένας σωληνίσκος διοχετεύει το νερό στο θάλαμο. Ένας ηλεκτρικός σωληνοειδής ενεργοποιητής ανοίγει και κλείνει το σωληνίσκο που οδηγεί κατάντη της βαλβίδας. Όταν ο σωληνίσκος αυτός είναι ανοιχτός, η πίεση στο θάλαμο γίνεται μικρότερη και η βαλβίδα κλείνει.

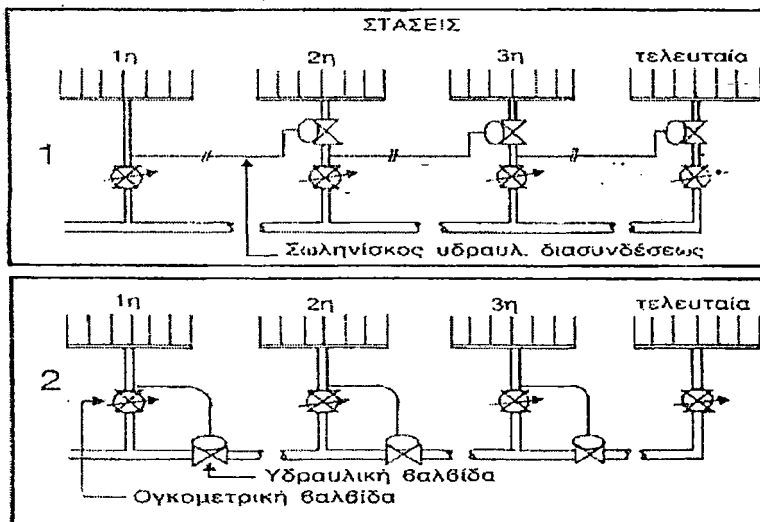
Τελευταία κυκλοφορούν διαφραγματικές βαλβίδες που αποτελούνται από σωληνωτό μεταλλικό τμήμα το οποίο εσωτερικά περιβάλλεται από ελαστική μεμβράνη, σε τρόπο ώστε να σχηματίζει έναν περιφερειακό εσωτερικό θάλαμο. Στο κέντρο του θαλάμου υπάρχει ένας μεταλλικός ωσειδής πυρήνας προς τον οποίο πλησιάζει η ελαστική μεμβράνη ανάλογα με την πίεση που υπάρχει στο-



Εικ.20 : Διαφραγματική βαλβίδα Inbal

εσωτερικό του περιφερειακού θαλάμου προκαλώντας μερική ή ολική διακοπή της ροής. Οι βαλβίδες του τύπου αυτού με κατάλληλους συνδυασμούς μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές περιπτώσεις σαν απλοί διακόπτες, ρυθμιστές πίεσης ή παροχής ή απλές ηλεκτροβαλβίδες (εικ.20).

Η διαδοχική λειτουργία διάφορων στάσεων άρδευσης μπορεί να επιτευχθεί με συνδυασμό ογκομετρικών και υδραυλικών βαλβίδων κατά διάφορες διατάξεις.



Εικ.21 : Αυτόματη διαδοχική άρδευση των στάσεων (υπομονάδων) ενός δικτύου με διάφορες διατάξεις των ογκομετρικών και υδραυλικών (διαφραγματικών) βαλβίδων. Οι υδραυλικές βαλβίδες τοποθετούνται είτε στους δευτερεύοντες(1) είτε στους κύριους(2), ενώ οι ογκομετρικές τοποθετούνται πάντα στους δευτερεύοντες

Μία κοινή διάταξη είναι να τοποθετηθούν στο σωλήνα τροφοδοσίας κάθε στάσης μία ογκομετρική και μετά απ' αυτήν μία υδραυλική βαλβίδα. Ένας σωληνίσκος που αρχίζει μετά την ογκομετρική βαλβίδα συνδέει το σωλήνα σωλήνα τροφοδοσίας της μίας στάσης με το θάλαμο της υδραυλικής βαλβίδας

της επόμενης στάσης. Όταν η ογκομετρική βαλβίδα μίας στάσης, διακόψει τη ροή σ' αυτήν παύει να μεταδίδεται πίεση, μέσω του σωληνίσκου στο θάλαμο της υδραυλικής βαλβίδας της επόμενης στάσης η οποία έτσι ανοίγει και αποκαθιστά τη ροή στη στάση αυτή.

Η διάταξη αυτή μειονεκτεί στις περιπτώσεις κατά τις οποίες οι αγωγοί τροφοδοσίας των στάσεων απέχουν πολύ μεταξύ τους, οπότε το μεγάλο μήκος των σωληνίσκων διασύνδεσης εκτίθεται σε κινδύνους ζημιών. Είναι ευνόητο ότι μία διαρροή σ' έναν από τους σωληνίσκους αυτούς, έστω και μικρή, θα προκαλέσει ανεπιθύμητο άνοιγμα της αντίστοιχης υδραυλικής βαλβίδας. Τα μήκη των σωληνίσκων διασύνδεσης δεν πρέπει γενικά να υπερβαίνουν τα 150-200m.

Μια άλλη διάταξη διαδοχικής λειτουργίας είναι να τοποθετηθεί μία ογκομετρική βαλβίδα στον αγωγό τροφοδοσίας κάθε στάσης και μία υδραυλική βαλβίδα στην κύρια γραμμή, κατάντη του σημείου τροφοδοσίας της στάσης αυτής (εικ.21)

Η διάταξη αυτή απαιτεί μικρότερο μήκος σωληνίσκων διασύνδεσης, αλλά μεγαλύτερα μεγέθη υδραυλικών βαλβίδων.

1.4.4.8 ΔΙΚΤΥΟ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

1.4.4.8.1 Σωλήνες μεταφοράς

Αποτελούνται από κύριους και δευτερεύοντες σωλήνες που έχουν σκοπό να μεταφέρουν το νερό που χρειάζεται με την απαιτούμενη πίεση στις υδροληψίες από όπου ξεκινούν οι σωλήνες εφαρμογής.

Οι αγωγοί μεταφοράς κατασκευάζονται από σκληρό P.V.C ή από PE, σε εσωτερικές πιέσεις 4, 6, 10, 16Atm και με εξωτερική διάμετρο 32, 40, 50, 75, 90, 110, 125, 140, 160mm και μήκος 6m με άκρα ειδικά κατασκευασμένα για τη μεταξύ τους σύνδεση.

1.4.4.8.2 Πλευρικοί σωλήνες

Οι πλευρικοί σωλήνες παίρνουν το νερό από τους δευτερεύοντες και το διανέμουν μέσα στην έκταση που πρόκειται να αρδευτεί μέσω διανεμητών ή ειδικών πόρων ή διατρήσεων που φέρουν στα τοιχώματά τους. Οι πλευρικοί σωλήνες κατασκευάζονται συνήθως από πολυαιθυλένιο PE και σπανιότερα από P.V.C ή άλλα πλαστικά υλικά.

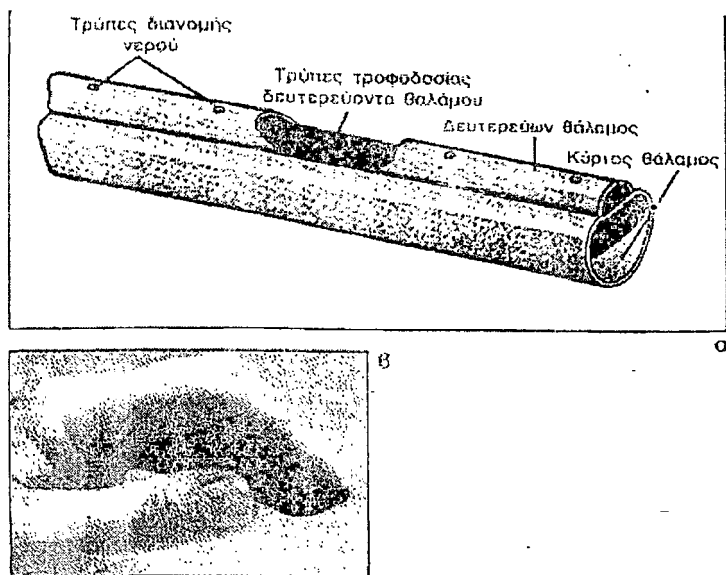
Η εξωτερική διάμετρος κυμαίνεται από 12 - 32mm και η διατομή τους είναι συνήθως κυκλική και η αντοχή τους σε πιέσεις κυμαίνεται από 0,5 - 6Atm.

Οι πλευρικοί σωλήνες κατατάσσονται με βάση τον τρόπο που διανέμουν το νερό σε :

α. Διανεμητοφόροι-σταλλακτηφόροι: Διανέμουν το νερό στο έδαφος μέσω διανεμητών.

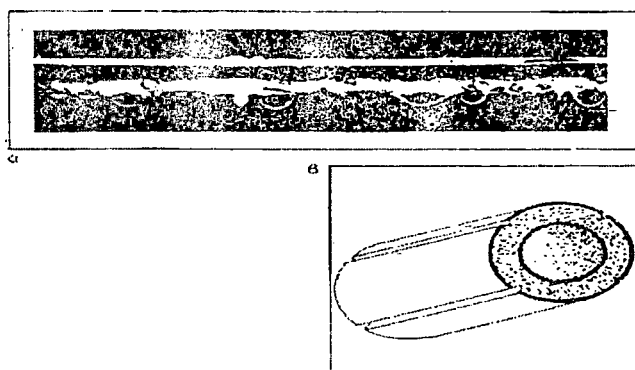
β. Διάτρητοι: Αποτελούνται από πολυαιθυλένιο και φέρουν κατά διαστήματα διατρήσεις από τις οποίες το νερό εκρέει ή εκτοξεύεται με μορφή πίδακα στο έδαφος.

1. Σωλήνες με διατρήσεις
2. Σωλήνες διπλού τοιχώματος (εικ.22)



Εικ.22 :Σωλήνες διπλού τοιχώματος Bi-wall: α) σχηματική παράσταση, β) φυσικό σχήμα σε κατάσταση εκτός λειτουργίας.

γ. Πορώδεις: Οι πορώδεις σωλήνες έχουν πορώδη τοιχώματα από τα οποία το νερό εκρέει με μορφή εφίδρωσης. Τοποθετούνται κατά κανόνα υπόγεια και αποτελούν τους πλευρικούς σωλήνες των συστημάτων υπό επιφανειακής άρδευσης. (εικ. 23)



Εικ.23 : Πορώδεις σωλήνες: α) Viaflo σε κατάσταση λειτουργίας και β) Portube σε σχηματική παράσταση.

1.4.4.9 ΔΙΑΝΕΜΗΤΕΣ

Οι διάφοροι τύποι των διανεμητών των συστημάτων τοπικής άρδευσης, ανάλογα με τον τρόπο που διανέμουν το νερό διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: 1. τους σταλακτήρες και 2. τους μικροεκτοξευτήρες.

1.4.4.9.1 Σταλακτήρες

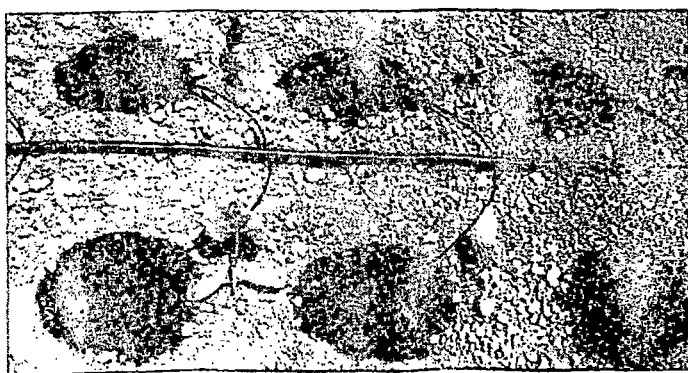
Οι σταλακτήρες αποτελούν ίσως τα πιο κύρια στοιχεία σ' ένα δίκτυο άρδευσης με σταγόνες. Έχουν αποστολή το μηδενισμό της πίεσεως που υπάρχει στον σταλακτηφόρο αγωγό ώστε το νερό από της μικρής διαμέτρου στόμια τους να πέφτει στο έδαφος από την επίδραση της βαρύτητας με μορφή σταγόνων. Οι παροχές σταλακτήρων κυμαίνονται από 2-12 lt/h και με πίεση λειτουργίας 10m.

Ανάλογα με ορισμένα χαρακτηριστικά οι σταλακτήρες ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες :

1.Ανάλογα με τον τρόπο μείωσης της πίεσης:

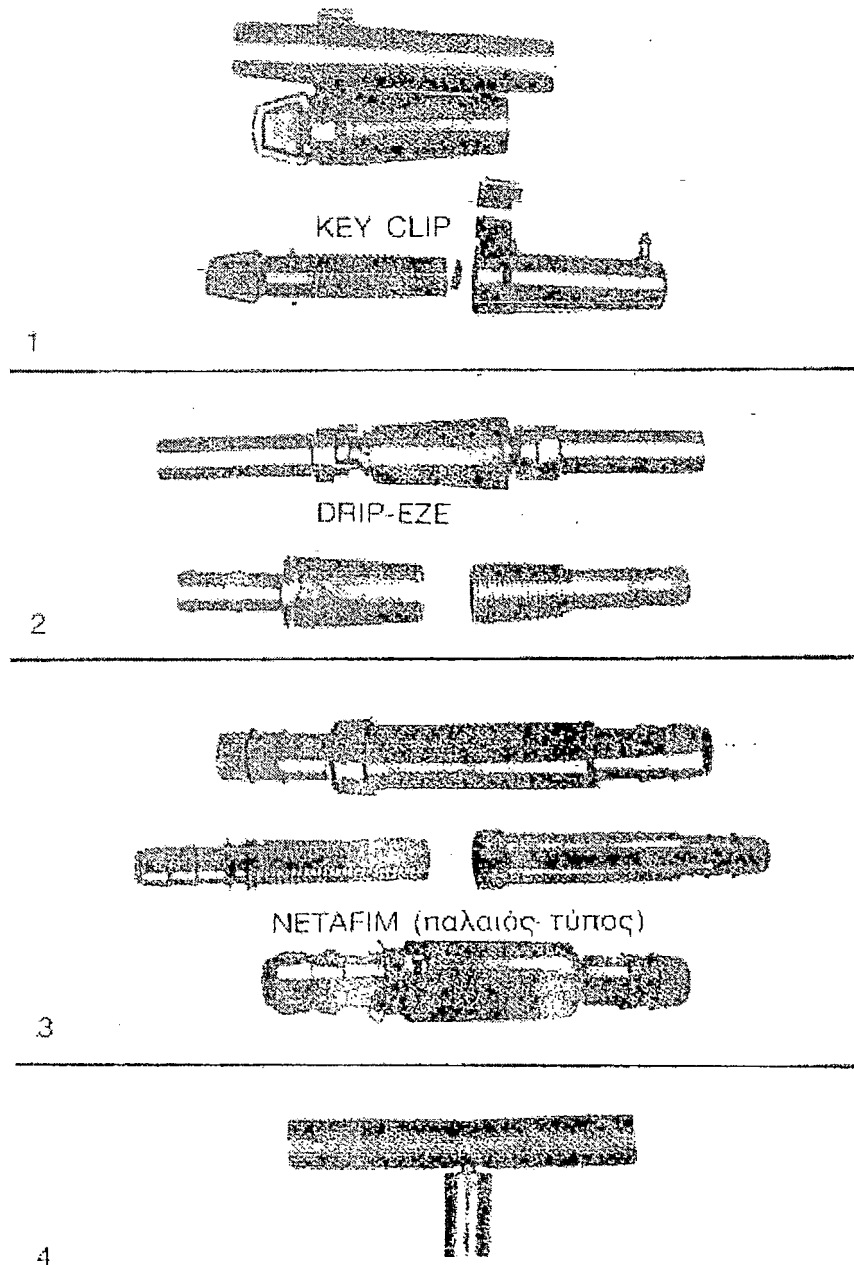
α) Σταλακτήρες μεγάλης διαδρομής

i) Μικροσωλήνες (εικ.24)



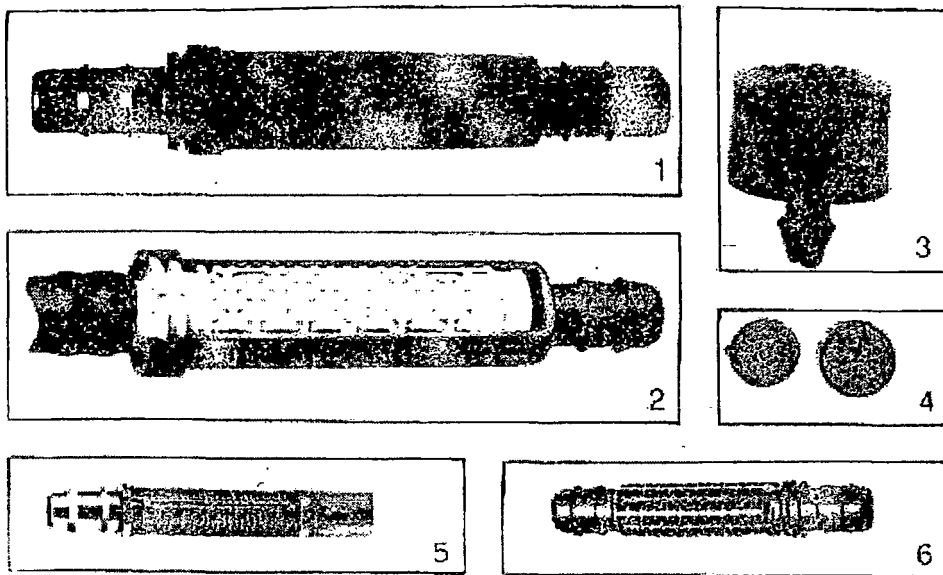
Εικ.24: Μικροσωλήνες με $d=1mm$ σε διάταξη ψαροκόκαλου, για πότισμα κηπευτικών

ii) Σταλακτήρες με ελικοειδή διαδρομή (εικ.25)



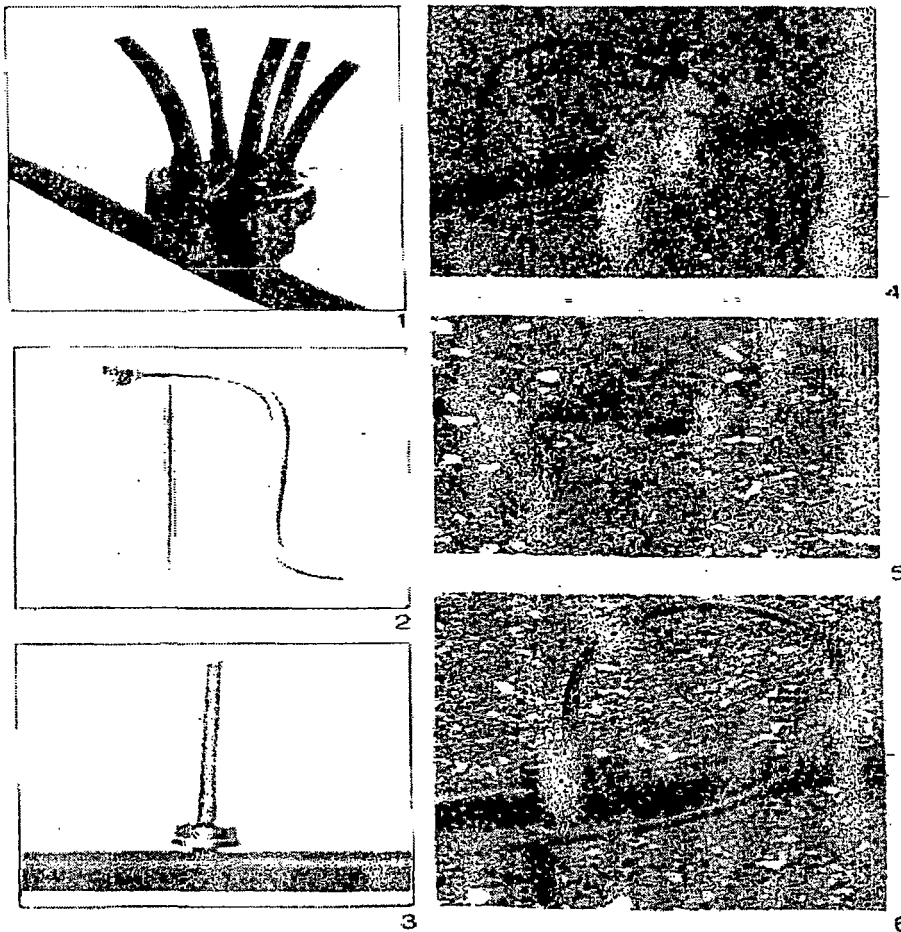
Εικ.25: Σταλακτήρες με ελικοειδή διαδρομή : 1) Key clip(Cameron)2) Drip-Eze(Cameron), 3) Γραμμικός (παλαιός) τύπος Netafim, 4) Πλευρικός Τύπος Netafim.

iii) Σταλακτήρες με σπειροειδή διαδρομή
iv) Σταλακτήρες με μαιανδρική διαδρομή (εικ.26)



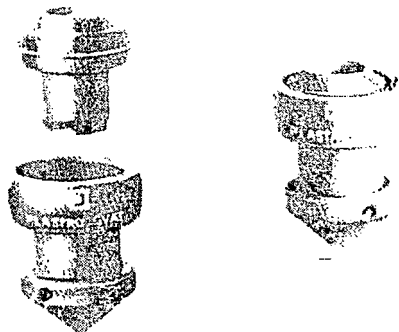
Εικ.26: Σταλακτήρες με μαιανδρική διαδρομή διαφόρων τύπων: 1) Lego, 2) Netafim, 3-4) Lego πλευρικοί τύποι, 5) Bar-am, 6) Metzoplast.

ν) Σταλακτήρες μεικτής διαδρομής (εικ.27)



Εικ.27 : Σταλακτήρες με μεικτή διαδρομή : 1) Rain-Bird, 2-3) Netafim, 4-5-6) Cameron.

- β) Σταλακτήρες μικρής διαδρομής**
 i) Σταλακτήρες τύπου οπής
 ii) Σταλακτήρες τύπου στροβίλου (εικ.28)



Εικ.28: Σταλακτήρας τύπου στροβίλου (Tirosh). Αριστερά , χωριστά το εσωτερικό και εξωτερικό τμήμα και δεξιά συναρμολογημένος.

2. Ανάλογα με τον τρόπο διανομής του νερού

- α) Σταλακτήρες απλής εξόδου
 β) Σταλακτήρες πολλαπλής εξόδου

3. Ανάλογα με τη ρύθμιση της παροχής

- α) Σταλακτήρες σταθεροί
 β) Σταλακτήρες ρυθμιζόμενοι
 γ) Σταλακτήρες αυτορυθμιζόμενοι

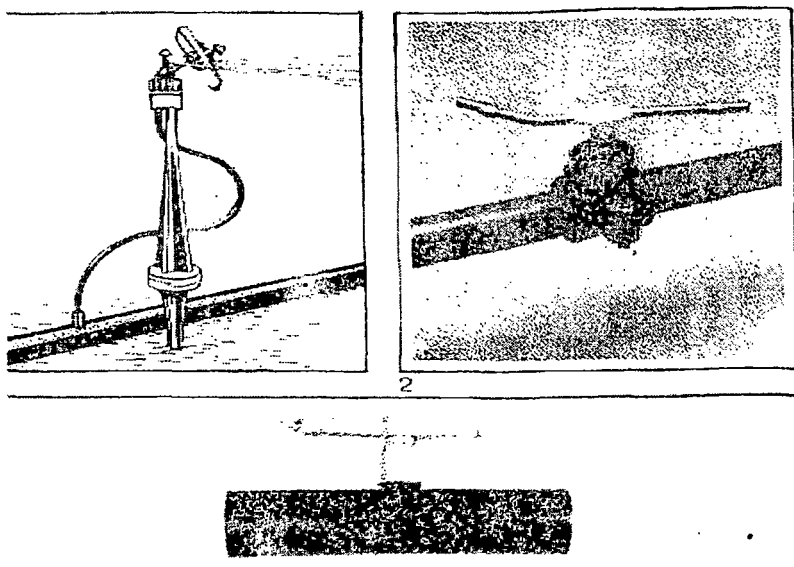
4. Ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης με τον σταλακτηφόρο αγωγό

- α) Σταλακτήρες πλευρικοί
 β) Σταλακτήρες γραμμικοί

1.4.4.9.2 Μικροεκτοξευτήρες

Μικροί πλαστικοί εκτοξευτήρες που κατασκευάζονται σε πολλά είδη και τύπους. Η παροχή τους κυμαίνεται αναλόγως του είδους και του τύπου από 30-500lt/h υπό πίεση 10m. Ανάλογα με το αν περιστρέφονται ή όχι κατά τη λειτουργία τους διακρίνονται σε περιστρεφόμενους ή στατικούς.

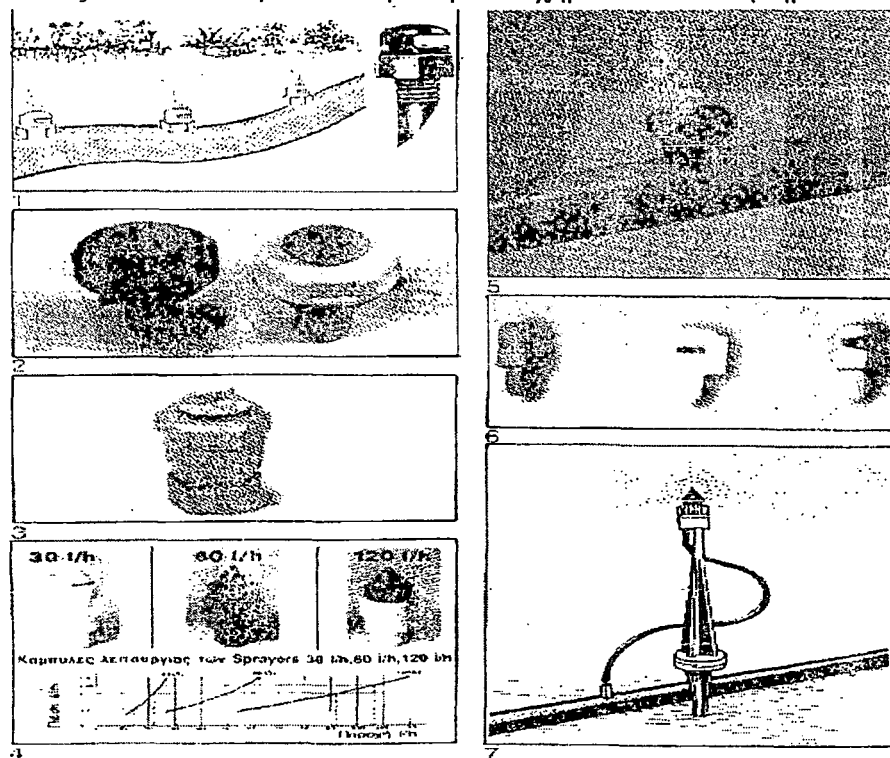
Οι περιστρεφόμενοι μικροεκτοξευτήρες διαθέτουν ένα κινητό τμήμα το οποίο περιστρέφεται κατά τη λειτουργία και εκτοξεύει το νερό κυκλικά. Ανάλογα τον τύπο και τη πίεση λειτουργίας η παροχή τους είναι 100-300lt/h και η ακτίνα εκτόξευσής τους 2-6m.(εικ.29)



Εικ.29 : Περιστρεφόμενοι μικροεκτοξευτήρες : 1) Ein-Tal, 2) Cameron, 3) Eurojet (Aid).

Οι στατικοί κατασκευάζονται από πλαστικά υλικά σε διάφορα χρώματα, τα οποία συνήθως χρησιμεύουν για να διακρίνονται μεταξύ τους οι διάφοροι τύποι του ίδιου είδους.

Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι δε διαθέτουν κινητά τμήματα και έτσι εκτοξεύουν το νερό σταθερά ή σε σχήμα κυκλικό ή ημικυκλικό (εικ.30).



Εικ.30 : Στατικοί μικροεκτοξευτήρες: 1) Σχηματική διάταξη, 2-3) κυκλικής εκτόξευσης, 4) ημικυκλικής εκτόξευσης, 5) κυκλικής εκτόξευσης, 6) κυκλικής και ημικυκλικής εκτόξευσης, 7) κυκλικής εκτόξευσης σε λόγχη με τροφοδοσία από σωληνίσκο.

1.5 Το πρόβλημα των εμφράξεων

Όπως αναφέρθηκε ήδη τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στην υδρολίπανση δεν πρέπει να δημιουργούν επικίνδυνα ιζήματα, που μπορούν να προκαλέσουν εμφράξεις στο στόμιο εκροής. Επίσης, όταν χορηγούνται συγχρόνως περισσότερα του ενός λιπάσματα πρέπει να διασφαλίζεται ότι κατά την ανάμειξη δεν γίνονται χημικές αντιδράσεις ή καθιζήσεις. Διαφορετικά, αν υπάρχει η οποιαδήποτε αμφιβολία, είναι προτιμότερη η διαδοχική χορήγησή του με ενδιάμεσο καθαρισμό του δικτύου και των συσκευών έγχυσης.

Είναι ακόμα απαραίτητο, εκτός από την ποιότητα του νερού από την οποία σε σημαντικό βαθμό εξαρτώνται οι εμφράξεις των σταλακτήρων, να ελέγχεται και η συμβατικότητα των λιπασμάτων με το νερό της πηγής του αρδευτικού συστήματος. Ένας σχετικά απλός έλεγχος της συμβατικότητας είναι η δοκιμή σε διαφανές δοχείο όπου ελέγχονται πρώτα οι συνδυασμοί με 100% ανάμειξη των στοιχείων τους και στη συνέχεια σε αραίωση που έχει καθοριστεί για την υδρολίπανση.

Το διάλυμα πρέπει να παραμένει για τουλάχιστον 12 ώρες ή και περισσότερο αν προβλέπεται μακρά περίοδος αποθήκευσης. Αν παρατηρηθεί ίζημα στον πυθμένα ένας τέτοιος συνδυασμός πρέπει να αποφεύγεται. Σημειώνεται ακόμη ότι έχει διαπιστωθεί ότι η παρουσία λιπασμάτων, υπό συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών, σε σωλήνες με μαύρο χρώμα ευνοεί την ανάπτυξη βακτηρίων που προκαλούν εμφράξεις.

Γενικά, για την αποφυγή των εμφράξεων συνιστώνται πάντα τα προληπτικά μέτρα περισσότερο από τις θεραπευτικές επεμβάσεις. Γι' αυτό και επιβάλλεται η πρόβλεψη κατά το σχεδιασμό ενός σταθμού φιλτραρίσματος και συστήματος που να επιτρέπει την προσθήκη μέσα στο αρδευτικό νερό οξέων, λιπασμάτων ή άλλων χημικών προϊόντων, καθώς και το συστηματικό πλύσιμο του δικτύου μετά την εφαρμογή λιπασμάτων.

1.5.1 Ποιότητα νερού

Όσον αφορά την ποιότητα του χρησιμοποιούμενου νερού, είναι απαραίτητο να γίνονται αναλύσεις για τον προσδιορισμό των κυριότερων κατιόντων (Ca^{+2} , Fe^{+3}), των κυριότερων ανιόντων (CO_3^{-2} , SO_3^{-2}), των αιωρούμενων σωματιδίων, των οργανικών υλικών, του pH κ.α.

Κι αυτό γιατί νερά πλούσια σε άλατα δημιουργούν ιζήματα διαφόρων ενώσεων, κυρίως Ca, Mg, Fe και Al, τα οποία παρουσιάζονται είτε κατά μήκος της διαδρομής ροής, είτε συνηθέστερα στην έξοδο των διανεμητών (όπου η ισορροπία ανθρακικών – διτανθρακικών αλάτων μεταβάλλεται εντονότερα με την άνοδο της θερμοκρασίας και την πτώση της πίεσης).

Τα προβλήματα από την δημιουργία τέτοιων ιζημάτων μπορούν να επιδεινωθούν στη συνέχεια σε περιπτώσεις λανθασμένης χρήσης λιπασμάτων και ιδιαίτερα των αλκαλικών, όπως η αμμωνία.

Ακόμη, όταν τα νερά περιέχουν οργανικές ύλες και μικροοργανισμούς, όπως βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα, άλγη κ.α, υπάρχει κίνδυνος εμφράξεων (βιολογικές εμφράξεις), είτε γιατί οι μικροοργανισμοί συσσωρεύονται κατά αποικίες στην έξοδο των διανεμητών, είτε γιατί αυτοί υποβοηθούν έμμεσα τη δημιουργία και την κατακρήμνιση διάφορων συσσωματωμάτων.

Η χρήση επομένως νερών χαμηλής ποιότητας συμβάλλει αρνητικά στο κόστος λειτουργίας, λόγω ανάγκης συχνών επεμβάσεων για αποκαταστάσεις στην εγκατάσταση. Γι' αυτό και επιβάλλεται να λαμβάνονται ορισμένα μέτρα, όπως

αποτελεσματικό φιλτράρισμα, προστασία νερού από μολύνσεις κ.α. Τα μέτρα αυτά, συνδυαζόμενα με μια προσεκτική, έγκαιρη και τακτική συντήρηση της εγκατάστασης, είναι δυνατό να βοηθήσουν ουσιαστικά στην αποφυγή ανεπιθύμητων δυσλειτουργιών.

Ο κίνδυνος εμφράξεων παρόλα αυτά παραμένει και είναι μεγαλύτερος από τα ιζήματα ανθρακικού ασβεστίου που σχηματίζονται.

Γενικά, το πρόβλημα της εναπόθεσης αλάτων στις σωληνώσεις της εγκατάστασης δημιουργείται όχι μόνο από νερά πλούσια σε ιόντα ανθρακικού ασβεστίου αλλά σχηματίζεται και με το pH του νερού και με την έντονη διακύμανση της θερμοκρασίας. Το pH αποτελεί ένα δείκτη αλλά αυτός είναι ανεπαρκής. Εάν η τιμή του είναι μικρότερη από 6 υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος ανάπτυξης μικροοργανισμών παρά όταν η τιμή του είναι μεγαλύτερη από 8.

Σε ότι αφορά τη θερμοκρασία του νερού, όταν αυτή είναι υψηλή σε περιπτώσεις που απομένει νερό μέσα στις σωληνώσεις μεταξύ δύο αρδεύσεων, ευνοείται η μετατροπή των διττανθρακικών αλάτων σε αδιάλυτο ανθρακικό ασβέστιο, ενώ αντίθετα πτώση της θερμοκρασίας δε διευκολύνει την επαναδιάλυση των ανθρακικών. Για το λόγο αυτό συνιστάται να καλύπτονται οι σωληνώσεις με άχυρα ή άλλα υλικά που εμποδίζουν τις μεταπτώσεις της θερμοκρασίας και επομένως περιορίζεται η κατακρήμνιση των ανθρακικών.

Σε περιπτώσεις ανθρακικών, ενώσεων του σιδήρου, καθώς και διαφόρων συσσωματωμάτων μπορεί να προκαλέσει και η δραστηριότητα διαφόρων μικροοργανισμών.

1.5.2 Αντιμετώπιση εμφράξεων

- Σε περιπτώσεις συσσώρευσης αλάτων του Ca (ιζήματα-ανθρακικού ασβεστίου που δημιουργούν λευκή ταινία στα εσωτερικά τοιχώματα του δικτύου), η απομάκρυνση επιτυγχάνεται εύκολα με την εισαγωγή οξέων (συνήθως φωσφορικό και θεικό) για 30-60 λεπτά, έτσι ώστε να διαλυθούν τα ιζήματα και στην συνέχεια να αποβληθούν. Συνήθως, όταν οι αποθέσεις του ανθρακικού ασβεστίου ξεπεράσουν την τιμή των 200 mg/lit επιβάλλεται η επέμβαση με οξύ. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της εισαγωγής οξέων, θα πρέπει να διακοπεί η λειτουργία του δικτύου για 24 ώρες και να ακολουθήσει γενικό πλύσιμο με άνοιγμα των άκρων στους δευτερεύοντες και πλευρικούς σωλήνες. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην επιλογή του οξέος, έτσι ώστε να μην υφίσταται κίνδυνος διάβρωσης του υλικού κατασκευής της αρδευτικής εγκατάστασης.

Πίνακας 5. Κριτήρια καταλληλότητας του νερού, για χρησιμοποίηση του σε σύστημα άρδευσης με σταγόνα			
Παράγοντες που προκαλούν έμφραξη	Πιθανότητα έμφραξης		
	Μικρή	Μεσαία	Μεγάλη
Φυσικοί - αιωρούμενα σωματίδια	50 mg/lit	50-100 mg/lit	> 100 mg/lit
Χημικοί - pH - διαλυτά στερεά - σίδηρος - μαγγάνιο - ασβέστιο - ανθρακικά άλατα	7 500 mg/lit 0,1 mg/lit 0,1 mg/lit 10 mg/lit 100 mg/lit	- 7-8 - 500-2.000mg/lit 0,1-1,5 mg/lit 0,1-1,5 mg/lit 10-5- mg/lit 100-200 mg/lit	> 8 >2.000 mg/lit >1,5 mg/lit >1,5 mg/lit >50 mg/lit >200 mg/lit
Βιολογικοί - πληθυσμός βακτηρίων ανά cm ³	10.000	10.000-50.000	> 50.000

- Όταν οι εμφράξεις προέρχονται από ιζήματα βακτηριακής καθίζησης του σιδήρου- εμφανίζονται όταν στο νερό υπάρχουν αδιάλυτα άλατα σιδήρου τα οποία κάτω από ορισμένες συνθήκες (παρουσία οξειδωτικών βακτηρίων) οξειδώνονται και δημιουργούν ίζημα – συνιστάται για την αντιμετώπιση του προβλήματος απομάκρυνση των κατακρημνισμάτων των οξειδίων ή υποοξειδίων του σιδήρου, είτε με εκμετάλλευση της φυσικής και αυτόματης οξείδωσης, που επιτυγχάνεται υποβάλλοντας το νερό σε έντονη αερόπλυση, είτε με τη χρήση χλωρίου(υποχλωριώδες νάτριο –NaOCl- προσέχοντας ώστε η τιμή του pH να είναι υψηλότερη από 6), που δρα σαν οξειδωτικό του σιδήρου. Τα ιζήματα, με μορφή κόκκινης νηματοειδούς λάσπης, απομακρύνονται στο τέλος της καθίζησης, με ένα φίλτρο σίτας. Τα βακτήρια σιδήρου σχηματίζουν ένα στρώμα ζελατινώδους υφής και δε θα πρέπει να συγχέονται με τα άλγη που αναπτύσσουν κολλώδη μάζα.
- Όσον αφορά τις βιολογικές εμφράξεις, τονίζεται ότι αυτές δύσκολα αντιμετωπίζονται. Για το λόγο αυτό , θα πρέπει να καταβάλλεται κάθε δυνατή προσπάθεια για την πρόληψή τους(π.χ χρησιμοποίηση μαύρων σωλήνων, υπόγεια τοποθέτησή τους κ.λ.π.) . Για την αντιμετώπιση ωστόσο του προβλήματος της ύπαρξης βακτηριακών βλεννών μέσα στο αρδευτικό δίκτυο, συνιστάται χλωρίωση του συστήματος, χρησιμοποιώντας υποχλωριώδες νάτριο ή υποχλωριώδες ασβέστιο ή και χλώριο (αέριο), που μπορεί να γίνει κατά τους ακόλουθους τρόπους :
 1. Συνεχής χλωρίωση που επιτυγχάνεται με συνεχή εισαγωγή χαμηλής ποσότητας χλωρίου 1-2 mg/lit.
 2. Διακεκομμένη χλωρίωση με συγκεκριμένες συγκεντρώσεις 10-20mg/lit επί 30-60 λεπτά.
 3. Υπερχλωρίωση που επιτυγχάνεται με εισαγωγή 500-1.000 mg/lit χλωρίου και εφαρμόζεται σε περιπτώσεις σοβαρών εμφράξεων.

Μετά την εφαρμογή της χλωρίωσης θα πρέπει να γίνεται προσεκτικό πλύσιμο του δικτύου, έτσι ώστε οι νεκροί οργανισμοί να αποβληθούν από τους πλευρικούς.

Πίνακας 6. Επίπεδα επικινδυνότητας και επεμβάσεις για τις κυριότερες περιπτώσεις εμφράξεων χημικών και βακτηριακών.

Αίτια εμφράξης	Σοβαρότητα	Τόπος «έγχυσης»	Δόση	Περιοδικότητα του χειρισμού	Διάρκεια του χειρισμού	Χρησιμοποιούμενο προϊόν
Ιζήματα ανθρακικού ασβεστίου ανάλογα με το επίπεδο συγκέντρωσης στο αρδευτικό νερό.	Μικρή < 100 mg/l	Σωλήνας Venturi	0,2%	2-3 φορές στην αρδευτική περίοδο	½ ώρα	Πυκνό οξύ
	Μεσαία 100-200 mg/l	Ογκομετρικός σωλήνας	0,5 %	1 φορά κάθε 5 ημέρες	½ ώρα	Πυκνό οξύ
	Μεγάλη >200 mg/l	Ογκομετρικός σωλήνας			Κατά τη διάρκεια της άρδευσης	Πυκνό οξύ +NaOCl
Βακτήρια Σιδήρου	Παρουσία μικρή	Σωλήνας Venturi	1-2 ppm	1 φορά την εβδομάδα	Κατά τη διάρκεια της άρδευσης	NaOCl
	Παρουσία σημαντική	Ογκομετρικός σωλήνας	5ppm	Διαρκείς παρακολούθηση		NaOCl + οξύ σε pH
Άλγη	Μέσα στο χρησιμοποιούμενο νερό			Κοιτάζουμε φιλτράρισμα		
	Στην έξοδο των σταλακτών	Ογκομετρικός σωλήνας	1ppm	1 φορά κάθε 15 ημέρες	Κατά τη διάρκεια της άρδευσης	NaOCl

Πρέπει να σημειωθεί ακόμη ότι το χλώριο είναι δηλητήριο , ακόμη και για τα φυτά, και κατά συνέπεια είναι αναγκαίο να αποφεύγεται η χρήση του στις καλλιέργειες, εκτός και αν χορηγείται σε ελάχιστες δόσεις. Πυκνίματα σε συγκεντρώσεις 500ppm είναι καλύτερο να εφαρμόζονται μόνο σε περιπτώσεις σοβαρών εμφράξεων του αρδευτικού δικτύου, φροντίζοντας να μην έρχεται σε επαφή το υγρό με τα φυτά. Επιπλέον το χλώριο προσβάλλει τα μέταλλα, γι' αυτό και θα πρέπει να αποφεύγεται η εισαγωγή του στις αντλίες, βάνες, μετρητές κ.λπ. Αντίθετα σε μικρές δόσεις είναι ανενεργό στα πλαστικά υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως στα συστήματα εντοπισμένης άρδευσης. Είναι απαραίτητη επομένως η σωστή ρύθμιση των δόσεων του χλωρίου που βέβαια έχει άμεση σχέση με την ποσότητα της οργανικής μάζας στο νερό.

Εκτός όμως από τις υποχλωριώδεις γνώσεις και το αυτοούσιο χλώριο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα προϊόντα, όπως τα χλωροφαινικά άλατα νατρίου, η μονοχλωραμίνη (NH₂Cl), αποτελεσματική σε αλκαλικό περιβάλλον το υπερμαγγανικό κάλιο και ο θειικός χαλκός, που εμποδίζουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.

Συγκεκριμένα, ο θειικός χαλκός χρησιμοποιείται με ικανοποιητικά αποτελέσματα για την αντιμετώπιση των εμφράξεων που προκαλούν οι άλγες, των οποίων η ανάπτυξη είναι αρκετά συχνή στα επιφανειακά νερά. Ο θειικός χαλκός προστίθεται σε μικρές ποσότητες (0,05-2,0 ppm) και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την εφαρμογή του σε νερά με ψάρια.

- Τέλος, για την αντιμετώπιση των εμφράξεων που προκαλούνται από φυσικούς παράγοντες (σωματίδια, αιωρούμενα φυτικά υπολείμματα κ.α) χρειάζεται να

προβλεφθεί το κατάλληλο φιλτράρισμα, ανάλογα και με την προέλευση του νερού. Στους πίνακες αναφέρονται τα κρίσιμα για πρόκληση εμφράξεων επίπεδα των συγκεντρώσεων των διαφόρων στοιχείων στο αρδευτικό νερό (πιν.5) και τα επίπεδα επικινδυνότητας και οι απαιτούμενοι χειρισμοί για την αντιμετώπιση των πιο συνηθών μορφών εμφράξεων.(πιν.6)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ - ΛΙΠΑΝΣΗ

2.1 Γενικά

Τα λιπάσματα αποτελούν τις σημαντικότερες εισροές στα συστήματα παραγωγής αγροτικών προϊόντων. Όμως στη χώρα μας, το πρόβλημα της λίπανσης αντιμετωπίζεται με αυτοσχέδιες λύσεις και κατά κανόνα η εφαρμοζόμενη λίπανση είναι εμπειρική. Είναι απογοητευτικό το φαινόμενο όπου το μεγαλύτερο μέρος των νέων αγροτών αντιμετωπίζει αρνητικά την ανάλυση του εδάφους, εγκαταλείποντας έτσι κάθε πιθανότητα για ορθολογική χρήση των λιπασμάτων.

Η λίπανση στο σύνολο της εξακολουθεί να είναι γενική και όχι διαφοροποιημένη ανάλογα με το επίπεδο της γονιμότητας του εδάφους και των ειδικών απαιτήσεων σε θρεπτικά συστατικά.

Πολλές φορές η εφαρμοζόμενη λίπανση είναι αντιοικονομική και αναποτελεσματική δημιουργώντας έτσι πρόβλημα στην ποιότητα των προϊόντων και σε ορισμένες περιπτώσεις ρύπανση στο περιβάλλον.

Για να υπάρξει ορθολογική χρήση των λιπασμάτων θα πρέπει να γνωρίζουμε τη γονιμότητα του εδάφους, τις ιδιαίτερες ανάγκες των καλλιεργειών σε θρεπτικά στοιχεία καθώς και την αποτελεσματικότητα στη χρήση των λιπασμάτων. Οι ποσότητες των διαθέσιμων θρεπτικών στο έδαφος, προσδιορίζουν την επιπλέον ποσότητα που χρειάζεται να προσθέσουμε, ώστε να ικανοποιήσουμε τις ανάγκες της καλλιέργειας.

Μεγάλες ποσότητες λιπάσματος δίνονται στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, τόσο σαν αρχική βασική λίπανση, όσο και κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Οι λιπάνσεις θα πρέπει να είναι εξισορροπημένες από πλευράς θρεπτικών στοιχείων, ενώ η συνεχής προσθήκη ορισμένων θρεπτικών στοιχείων έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της αλατότητας έτσι ώστε τα φυτά δεν αυξάνουν κανονικά σκληραίνουν και μπορεί να μαραθούν.

Για να υπολογιστούν όπως είπαμε οι σωστές ποσότητες λιπασμάτων που πρέπει να προστεθούν στο έδαφος είναι απαραίτητο να προηγηθεί ανάλυση του εδάφους. Η δειγματοληψία πρέπει να γίνεται μετά την απόπλυση και την απολύμανση του εδάφους.

2.2 Κατηγορίες λίπανσης

2.2.1 Βασική λίπανση

Η βασική λίπανση έχει ως σκοπό να εφοδιάσει με επαρκή ποσότητα φωσφόρου και πιθανώς μαγνησίου για να καλυφθούν οι ανάγκες των φυτών σε όλη την καλλιεργητική περίοδο και αρκετό άζωτο και κάλιο για τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών.

Η λίπανση αυτή γίνεται με την απολύμανση του εδάφους με διασκορπισμό των λιπασμάτων σε όλη την επιφάνεια του θερμοκηπίου και στη συνέχεια ενσωμάτωσή τους σε βάθος 20-25 εκ. με φρεζάρισμα.

Η βασική λίπανση περιλαμβάνει :

- α) Χορήγηση όλης της ποσότητας του φωσφόρου.
- β) Αν έχει προηγηθεί χωνεμένη κοπριά δεν χρειάζεται λίπανση με άζωτο.
- γ) Προσθήκη καλίου πριν τη φύτευση
- δ) Προσθήκη ανθρακικού ασβεστίου σε όξινα εδάφη με pH μικρότερο από 5,5 (αν δεν έχει προηγηθεί ασβέστωση).

2.2.2 Οργανική λίπανση

Έχει μεγάλη σημασία ο εμπλουτισμός με οργανική ύλη των εδαφών που εγκαθίστανται στα θερμοκήπια. Αυτός είναι κυρίως απαραίτητος για τη βελτίωση των φυσικών χαρακτηριστικών του εδάφους και όχι για τη χορήγηση θρεπτικών στοιχείων. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους που βελτιώνονται είναι : η δομή, το πορώδες, ο αερισμός, η υδατοϊκανότητα κ.α.

Όταν η χορηγούμενη ποσότητα οργανικής ύλης είναι πολύ μεγάλη πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η περιεκτικότητα της σε θρεπτικά στοιχεία που μάλιστα θα είναι διαθέσιμα για τα φυτά σταδιακά ανάλογα με το βαθμό αποσύνθεσης οργανικής ύλης.

Στα βαριά εδάφη η προσθήκη οργανικής ύλης αυξάνει το πορώδες και το έδαφος γίνεται χαλαρότερο με καλό αερισμό, στράγγιση.

Στα αμμώδη βελτιώνεται η δομή τους και αποκτούν μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης και συγκράτησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων

Για την αλλαγή των φυσικών χαρακτηριστικών του εδάφους με την προσθήκη οργανικής ύλης απαιτείται χρόνος και είναι απαραίτητος ο εμπλουτισμός αυτός του εδάφους να γίνει μια συνεχής καλλιεργητική φροντίδα.

2.2.3 Διαφυλλική λίπανση

Η διαφυλλική λίπανση τα τελευταία χρόνια κερδίζει όλο και ολοένα περισσότερο έδαφος. Λαχανικά, άνθη και μερικά φυτά μεγάλης καλλιέργειας συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Πολλές φορές η χρήση της κρίνεται αλόγιστη επιβαρύνοντας το κόστος παραγωγής χωρίς ανάλογα οφέλη. Η άμεση ανάγκη θεραπείας μίας τροφοπενίας, χαμηλές θερμοκρασίες, άνθηση, καρπόδεση, υψηλή παραγωγή είναι οι περιπτώσεις που η διαφυλλική χορήγηση θρεπτικών είναι δικαιολογημένη αλλά και επιβεβλημένη.

Η απορρόφηση τους διακρίνεται σε τρεις φάσεις : φάση διείσδυσης, φάση απορρόφησης και φάση μετακίνησης. Η διείσδυση μέσω της επιδερμίδας είναι παθητική διαδικασία και επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το βαθμό πυκνότητας του διαλύματος και τη φυσιολογική ηλικία των φύλλων. Στα νέα φύλλα η απορρόφηση γίνεται ταχύτερα, πιθανώς επειδή δεν έχει ολοκληρωθεί η ανάπτυξη της επιδερμίδας και η απόθεση των κηρωδών ουσιών. Φυτά που βρίσκονται σε καλή θρεπτική κατάσταση παρουσιάζουν καλύτερη απορρόφηση των θρεπτικών. Ακόμα η ακτινοβολία, η ταχύτητα εξάτμισης του νερού του διαλύματος, η μορφή του θρεπτικού, το pH και η παρουσία διαβρεκτικού επηρεάζουν την απορρόφηση των θρεπτικών.

Συνίσταται σε περιπτώσεις όπου απαιτείται ταχύτερη δράση και έχουν παρουσιαστεί προβλήματα στο ριζικό σύστημα.

2.2.4 Επιφανειακή

Με τον όρο επιφανειακή λίπανση εννοούμε τη λίπανση των φυτών κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Αυτή αρχίζει ουσιαστικά μετά το δέσιμο των πρώτων καρπών και έχει σαν σκοπό να εφοδιάζει το έδαφος με τις απαιτούμενες ποσότητες κυρίως καλίου και αζώτου που χρειάζονται για να καλυφθούν οι ανάγκες των φυτών σε κάθε στάδιο ανάπτυξης.

Η εφαρμογή της ακολουθεί κάποιες συγκεκριμένες κατευθύνσεις όταν η λίπανση χορηγείται με αυτόματους λιπαντήρες και με τη βοήθεια του αρδευτικού συστήματος. Για την λίπανση με το χέρι έχει μόνο προσανατολιστικό χαρακτήρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ - Λ Ι Π Α Σ Μ Α Τ Α

3.1 Γενικά

Οι λιπαντικοί χειρισμοί απαιτούν γνώσεις σε βασικές ιδιότητες των λιπασμάτων όπως η διαλυτότητα, η συμβατότητα στην ανάμειξη και η περιεκτικότητα τους.

Στο πίνακα δίνονται τα κυριότερα λιπάσματα που είναι διαθέσιμα στην ελληνική αγορά και κατάλληλα για λίπανση κηπευτικών στα θερμοκήπια.

Λίπασμα	Τύπος λιπάσματος	Διαλυτότητα γραμ/100κ.εκ
Νιτρική αμμωνία	33,4-0-0	118,3
Θεική αμμωνία	21-0-0	70,6
Νιτρικό ασβέστιο	15,5-0-0	102
Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία	26-0-0	
Ουρία	45-0-0	78
Αραιό υπερφοσφορικό	0-20-0	1,8
Μοναμμωνιακός φώσφορος	11-48-0	22,7
Διαμμωνιακός φώσφορος	21-53-0	42,9
Θεικό κάλιο	0-0-50	6,9
Θεικό μαγνήσιο		71
Νιτρικό μαγνήσιο	11-0-0	42,3
Νιτρικό κάλιο	13-0-44	13,3

Τα λιπάσματα με βάση τη πρώτη ύλη παρασκευής τους διακρίνονται σε :

α) Οργανικά Λιπάσματα

β) Ανόργανα Λιπάσματα

Η ποιότητα των προϊόντων που παράγουν τα φυτά επηρεάζεται σημαντικά από την θρέψη τους και τίθεται συχνά το ερώτημα αν υπάρχει ποιοτική διαφορά στα γεωργικά προϊόντα που προήλθαν από φυτά που τράφηκαν αντίστοιχα από οργανικά ή ανόργανα λιπάσματα.

Πολλοί υποστηρίζουν ότι οι υψηλές αποδόσεις με τη χρήση οργανικών λιπασμάτων συνοδεύονται από υποβάθμιση της θρεπτικής αξίας της τροφής και ότι τα ανόργανα λιπάσματα είναι βλαβερά για τις καλλιέργειες και τον άνθρωπο.

Τα ανόργανα και οργανικά λιπάσματα διαφέρουν κατά το βαθμό διαθεσιμότητας των θρεπτικών συστατικών, που περιέχουν, στα φυτά. Τα οργανικά λιπάσματα έχουν μικρό βαθμό διαθεσιμότητας. Ειδικότερα η απελευθέρωση του αζώτου γίνεται πολύ αργά. Αυτό μπορεί να έχει ορισμένα πλεονεκτήματα στην

ποιότητα της καλλιέργειας. Τα ίδια πλεονεκτήματα μπορούν να επιτευχθούν και με το άζωτο των ανόργανων λιπασμάτων, όταν είναι δυνατό να προστεθεί στο έδαφος τότε που τα φυτά το χρειάζονται.

3.2 Βασικές ιδιότητες λιπασμάτων

3.2.1 Διαλυτότητα λιπασμάτων

Τα λιπάσματα που έχουν διαλυτότητα μεγαλύτερη από 10 γραμμάρια ανά 100 κυβικά εκατοστά νερού μπορεί να χορηγηθούν μέσω των συστημάτων άρδευσης (στάγδην άρδευση).

Στους 25°C και σε 100 lt νερό διαλύονται οι παραπάνω ποσότητες από τα κυριότερα λιπάσματα.

Πίνακας 8:Είδη λιπασμάτων κατάλληλα για λίπανση στο θερμοκήπιο		
Λίπασμα	N-P2O5-K2O	Kg / 100lt
νιτρική αμμωνία	34-0-0	192
νιτρικό κάλιο	13-0-45	31,6
νιτρικό μαγνήσιο		27,9
θεική αμμωνία	21-0-0	73
Ουρία	45-0-0	103
Φωσφορική αμμωνία	21-53-0	66
Χλωριούχο κάλιο	0-0-50	34
νιτρικό ασβέστιο	16-0-0	122
θεικό κάλιο	0-0-52	11

Τα ιόντα των νιτρικών αλάτων και του αζώτου εύκολα εκπλένονται και διεισδύουν στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους με αποτέλεσμα τη μόλυνση των υπόγειων νερών. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να ελέγχονται οι ποσότητες του νερού. Αντίθετα το κάλιο συγκρατείται εύκολα από το έδαφος και η κίνηση του προς τα βαθύτερα στρώματα είναι βραδεία οπότε χρειάζονται μεγάλες ποσότητες λιπαντικού διαλύματος και νερού.

Ο φώσφορος είναι ένωση μικρής διαλυτότητας και για το λόγο αυτό χρειάζεται μεγάλες ποσότητες νερού για να φτάσει στο βάθος του ριζοστρώματος των καλλιεργειών.

3.2.2 Συμβατικότητα στην ανάμειξη.

Δεν πρέπει να διαλύονται ταυτόχρονα στο νερό λιπάσματα που περιέχουν ασβέστιο με λιπάσματα που περιέχουν θεικό ή φωσφορικό ιόν. Σημειώνουμε την παρακάτω κατάταξη απ' όπου προκύπτει σαφώς η σχετική δυνατότητα ανάμειξης :

Πίνακας 9 : Δυνατότητες ανάμειξης μεταξύ λιπασμάτων					
	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	KNO_3	K_2SO_4	MgSO_4	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
θειική αμμωνία $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$		NAI	NAI	NAI	OXI
Νιτρικό κάλιο KNO_3	NAI		NAI	NAI	NAI
Θειικό κάλιο K_2SO_4	NAI	NAI			OXI
Θειικό μαγνήσιο MgSO_4	NAI	NAI	NAI		OXI
Φωσφορική αμμωνία $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	NAI	NAI	NAI	OXI	OXI
Νιτρικό ασβέστιο $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	OXI	NAI	OXI	OXI	

Επίσης πρέπει να χρησιμοποιούνται λιπάσματα που στην χημική τους ένωση περιλαμβάνονται ανιόντα και κατιόντα που και τα δύο απορροφούνται από τα φυτά π.χ. νιτρική αμμωνία, νιτρικό κάλιο ώστε δεν προκαλείται αύξηση της αλατότητας του εδάφους. Η θειική αμμωνία και το θειικό κάλιο περιέχουν θειικά ιόντα που δεν απορροφούνται από τα φυτά σε μεγάλες ποσότητες και παραμένουν στο εδαφικό διάλυμα με δυσάρεστα αποτελέσματα στην απορρόφηση του νερού.

Σημασία πρέπει επίσης να δοθεί στην επίπτωση που έχει η χορήγηση κάθε λιπάσματος στην αντίδραση του εδάφους. Στα αλκαλικά εδάφη θα πρέπει να προστίθονται λιπάσματα με φυσιολογική αντίδραση όξινη (π.χ. θειική αμμωνία, ουρία), ενώ στα όξινα εδάφη θα πρέπει να προστίθονται λιπάσματα όπως νιτρικό κάλιο, νιτρική αμμωνία και τέλος σε εδάφη με pH 6-7 θα πρέπει να προστίθονται λιπάσματα με φυσιολογική αντίδραση ουδέτερη.

3.3 Κατηγορίες λιπασμάτων

3.3.1 Λιπάσματα με βάση τη δυνατότητα εφαρμογής

Τα λιπάσματα με βάση τη δυνατότητα εφαρμογής διακρίνονται σε :

- α) Εφαρμοζόμενα χωρίς πρόβλημα.
- β) Εφαρμοζόμενα με ορισμένες προϋποθέσεις.
- γ) Λιπάσματα αποκλειόμενα για εφαρμογή.

3.3.1.α Λιπάσματα εφαρμοζόμενα χωρίς πρόβλημα

Στα λιπάσματα αυτά υπάγονται :

1. Νιτρική αμμωνία
2. Ουρία
3. Νιτρικό κάλιο (κρυσταλλικό)
4. Νιτρικό κάλιο (υγρό)
5. Χλωριούχο κάλιο(υγρό)
6. Απομονωμένος σίδηρος
7. Απομονωμένος ψευδάργυρος

3.3.1.β Λιπάσματα εφαρμοζόμενα με ορισμένες προϋποθέσεις

Στα λιπάσματα αυτά υπάγονται :

1.Θεική αμμωνία : Το λίπασμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο όταν το αρδευτικό νερό έχει μικρή περιεκτικότητα σε ασβέστιο και μάλιστα κάτω από 70 PPM.

2.Αζωτοφωσφορούχα : Προϋποθέτουν μεγάλες ποσότητες νερού και η αναλογία λιπάσματος νερού είναι 1 : 5000 και θερμοκρασία μικρότερη των 45οC.

3.3.1.γ Λιπάσματα αποκλειόμενα για εφαρμογή

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται :

- 1. Υγρή αμμωνία**
- 2. Νιτρικό ασβέστιο**
- 3. Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία**
- 4. Υπερφοσφορικό**
- 5. Νιτρικό κάλιο (κονιοποιημένο)**
- 6. Θεικό κάλιο**
- 7. Νιτρικός ψευδάργυρος**
- 8. Θεικός σίδηρος**

Στον πίνακα 10 δίνονται συνοπτικά όλες οι κατηγορίες λιπασμάτων.

Πίνακας 10:Καταλληλότητα διαφόρων λιπασμάτων για υδρολίπανση με στάγδην άρδευση	
A/A	Κατηγορία και Τύπος Λιπάσματος
I. Λιπάσματα εφαρμοζόμενα χωρίς πρόβλημα	
1	Νιτρική αμμωνία (υγρή)
2	Ουρία
3	Νιτρικό κάλιο (κρυσταλλικό)
4	Νιτρικό κάλιο (υγρό)
5	Χλωριούχο κάλιο (υγρό)
6	Σύνθετα (N-P-K) ειδικά σκευάσματα
7	Απομονωμένος σίδηρος
8	Απομονωμένος ψευδάργυρος
II. Λιπάσματα Εφαρμοζόμενα με ορισμένες προϋποθέσεις	
1	Θεική αμμωνία (όχι με νερό που περιέχει ασβέστιο πάνω από 70ppm)
2	Φωσφορική αμμωνία
3	Χλωριούχο κάλιο(κρυσταλλικό)
4	Σύνθετα (N-P-K) π.χ. 12-15-15
III. Λιπάσματα αποκλειόμενα για εφαρμογή	
1	Υγρή αμμωνία(αυξάνει το pH του νερού)
2	Νιτρικό ασβέστιο
3	Χλωριούχο κάλιο(σκόνη)
4	Θεικό κάλιο
5	Υπερφοσφορικό (προκαλεί ίζημα ασβεστίου και μαγνησίου του νερού)
6	Νιτρικός ψευδάργυρος (κίνδυνος ιζημάτων με άλατα νερού)
7	Θεικός ψευδάργυρος (κίνδυνος ιζημάτων με άλατα νερού)
8	Θεικός σίδηρος (κίνδυνος ιζημάτων με άλατα νερού)

3.3.2 Κατηγορίες Λιπασμάτων με βάση το κυρίαρχο λιπαντικό στοιχείο

Τα κύρια λιπαντικά στοιχεία είναι : το άζωτο N, ο φώσφορος P, το κάλιο K. Τα στοιχεία αυτά πρέπει να χορηγούνται στα φυτά σε σωστές ποσότητες στις σωστές μεταξύ τους αναλογίες και στον κατάλληλο χρόνο.

ΑΖΩΤΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Το άζωτο (N) που αποτελεί ένα από τα κυριότερα στοιχεία της θρέψης των φυτών υπάρχει συχνά σε περισσότερες ποσότητες στο έδαφος λόγω του ότι οι

διάφορες μορφές που εκπλύνονται ή εξατμίζονται ή δεσμεύονται εύκολα από τα ανόργανα συστατικά του εδάφους.

Κυριότερα είδη αζωτούχων λιπασμάτων είναι :

α) Νιτρική αμμωνία : Περιέχει 34% άζωτο σε μορφή νιτρικών ιόντων που απορροφάται άμεσα από τα φυτά. Είναι στερεό λίπασμα, χρειάζεται προδιάλυση και καλό φιλτράρισμα γιατί αφήνει κατάλοιπα.

β) Θεϊκή αμμωνία : Περιέχει 21% άζωτο (σε νιτρική μορφή) και 24% θειό. Είναι διαλυτό λίπασμα αλλά πολλές φορές κάνει ίζημα. Βοηθάει πολύ στο σχεδιασμό της συνταγής λίπανσης, σε περιπτώσεις που έχουμε πρόβλημα με το pH.

γ) Νιτρικό κάλιο : Χρησιμοποιείται πάρα πολύ γιατί είναι πάρα πολύ καλή πηγή αζώτου (13% νιτρική μορφή) αλλά και καλίου (46%).

δ) Νιτρικό ασβέστιο : Περιέχει 15,5% άζωτο (νιτρική μορφή) και 19% ασβέστιο. Είναι στερεό και ευδιάλυτο. Χρειάζεται προσοχή, γιατί μπορεί να δημιουργήσει ιζήματα. Το νιτρικό ασβέστιο και νιτρικό κάλιο είναι σχετικά διαλυτά στο νερό και προκαλούν μία μικρή μόνο μεταβολή στο pH του εδαφικού νερού.

ε) Νιτρικό νάτριο : Περιέχει 16% άζωτο (νιτρική μορφή) και 26% νάτριο. Είναι μεν υδατοδιαλυτό αλλά χρειάζεται μεγάλη προσοχή, γιατί το νάτριο μπορεί να δημιουργήσει τοξικότητα στα φυτά.

στ) Ουρία : Περιέχει άζωτο 46% σε αμμωνιακή μορφή κυρίως. Είναι πάρα πολύ συνηθισμένο σε άρδευση με σταγόνες γιατί έχει υψηλό βαθμό διαλυτότητας και δεν αντιδρά με το νερό για να σχηματίσει ιόντα όταν δεν υπάρχει το ένζυμο ουρεάση. Το ένζυμο αυτό βρίσκεται συχνά σε νερά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες αλγών ή άλλων μικροοργανισμών και γι' αυτό στα νερά αυτά η ουρία υδρολύεται σε αμμωνιακά διαλύματα.

Οι αντιδράσεις των αζωτούχων λιπασμάτων διαφέρουν όχι μόνο ανάλογα με τη ποιότητα του νερού άρδευσης αλλά και ανάλογα με το έδαφος. Έτσι για την επιλογή ενός αζωτούχου λιπάσματος εκτός από τα τεχνικά χαρακτηριστικά και την τιμή τους πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας τόσο τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού όσο και οι συνθήκες του εδάφους.

Το άζωτο υπό αμμωνιακή μορφή όταν εφαρμόζεται με υδρολίπανση σε χαμηλές δόσεις προσροφάται στα κολλοειδή του εδάφους και έτσι κινείται ελάχιστα από το σημείο εφαρμογής του. Όταν όμως εφαρμόζεται με υψηλές δόσεις μπορεί να υπερκαλύψει την εναλλακτική ικανότητα των κολλοειδών του εδάφους και να κινηθεί έτσι σε μεγαλύτερα βάθη και αποστάσεις.

Τα αμμωνιακά ιόντα μέσα στα όρια της σχεδόν κορεσμένης ζώνης ακριβώς κάτω από τους σταλακτήρες δεν μπορούν να νιτροποιηθούν, νιτροποιούνται όμως στην ακόρεστη ζώνη που βρίσκεται σε κάποια απόσταση από το σταλακτήρα. Έτσι η αμμωνία μπορεί να ειπωθεί ότι δρα ως ένα λιπαντικό στοιχείο που απελευθερώνεται σιγά-σιγά με την πάροδο του χρόνου. Φυσιολογικά το μεγαλύτερο μέρος των αμμωνιακών ιόντων νιτροποιείται βιολογικά στο έδαφος μέσα σε 2 με 3 βδομάδες αν υπάρχουν θερμοκρασίες 25-30° C.

Η εφαρμογή αμμωνιακών λιπασμάτων στην επιφάνεια του εδάφους μπορεί να συντελέσει σε κάποιες απώλειες λόγω εξατμησης στην ατμόσφαιρα, ιδιαίτερα όταν το pH του εδάφους ή του νερού της άρδευσης είναι μεγαλύτερο από 7. Οι απώλειες αυτές είναι τόσο μεγαλύτερες όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια εφαρμογής. Επομένως η εφαρμογή αμμωνιακών λιπασμάτων σ' ένα χώρο κάτω

από το σταλακτήρα με διάμετρο όχι μεγαλύτερη από 20-30cm περιορίζει τις απώλειες εξάτμισης αλλά και τις δυνατότητες για εκτεταμένη προσρόφηση των αμμωνιακών ιόντων στα επιφανειακά στρώματα.

Η ουρία που είναι σχετικά ευδιάλυτη και δεν προσροφάται ισχυρά από τα κολλοειδή του εδάφους μπορεί να κινηθεί βαθύτερα στο έδαφος απ' ό,τι τα αμμωνιακά λιπάσματα. Έτσι παρουσιάζει μικρότερες πιθανότητες για εξάτμιση και επιτρέπει μία μεγαλύτερη ευελιξία για την κατανομή της σε επιθυμητά σημεία διαμέσου του νερού της άρδευσης. Η υψηλή διαλυτότητα της ουρίας προσφέρει ένα ακόμη πλεονέκτημα γιατί επιτρέπει την εύκολη χρήση της υπό υγρή ή στερεά μορφή, μέσω του συστήματος υδρολίπανσης.

Τα νιτρικά αζωτούχα κινούνται μαζί με το νερό και φτάνουν μέχρι τα σημεία που φτάνει και αυτό. Όταν επομένως εφαρμόζονται υπερβολικές ποσότητες νερού τα νιτρικά λιπάσματα κινδυνεύουν να εκπλυθούν βαθύτερα από το ριζόστρωμα της καλλιέργειας.

Κάθε μη νιτρική μορφή αζώτου που εφαρμόζεται στο έδαφος μετατρέπεται τελικά σε νιτρική και τότε κινείται πολύ εύκολα με το νερό της άρδευσης. Η κίνηση αυτή της νιτρικής μορφής του αζώτου κάνει αναγκαία στην πράξη την εφαρμογή των αζωτούχων λιπασμάτων όχι σε μία αλλά σε πολλές μικρές δόσεις κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάλογα με τις θρεπτικές ανάγκες των φυτών. Στην πράξη αρκετοί γεωργοί υιοθετούν και εφαρμόζουν αυτή τη τεχνική με αρκετή επιτυχία ιδιαίτερα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες κηπευτικών αλλά και σε αρκετές δενδρώδεις καλλιέργειες.

Η εύκολη κίνηση των νιτρικών λιπασμάτων μαζί με το νερό της άρδευσης πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη σε συνδυασμό με τον τρόπο άρδευσης και τις γενικές συνθήκες της καλλιέργειας ώστε ν' αποφεύγονται απώλειες και να επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός αποτελεσματικότητας.

ΦΩΣΦΟΡΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Με το φώσφορο (P) γενικά αντιμετωπίζουμε μεγάλο πρόβλημα, γιατί δεν απορροφάται εύκολα από τα φυτά. Τα στερεά λιπάσματα δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται καθόλου, γιατί έχουν σαν βάση το πεντοξείδιο του φωσφόρου (P_2O_5) που είναι αδιάλυτο. Σαν λύση, μπορεί να θεωρηθεί το φωσφορικό οξύ, αλλά εδώ τα πράγματα θέλουν κάποια προσοχή αλλά και κάποιες ιδιαίτερες γνώσεις. Συνιστώνται μόνο τα υγρά φωσφορικά λιπάσματα που έχουν ως βάση το φωσφορικό οξύ.

Το πυκνό υπερφωσφορικό (0-45-0) είναι μέτρια μόνο υδατοδιαλυτό. Η διαλυτότητα του λιπάσματος αυτού είναι περιορισμένη λόγω του ότι το φωσφορικό μονοασβέστιο, που είναι το κύριο συστατικό του, μετατρέπεται με το φωσφορικό διασβέστιο το οποίο είναι πολύ αδιάλυτο στο νερό. Η ιδιότητά του αυτή, ενώ δεν επηρεάζει την καταλληλότητά του για την ικανοποίηση των αναγκών των φυτών, το κάνει ακατάλληλο για υδρολίπανση αφού τα ιζήματα φωσφορικού ασβεστίου αποτελούν σοβαρή αιτία φραξιμάτων στα φίλτρα και στους σταλακτήρες. Εάν η χρήση υπερφωσφορικού λιπάσματος είναι επιβεβλημένη είναι προτιμότερο η εφαρμογή να γίνει με διασπορά κάτω από τους σταλακτήρες παρά με υδρολίπανση μέσω του συστήματος άρδευσης.

Τα διάφορα είδη φωσφορικής αμμωνίας, που χρησιμοποιούνται για φωσφορικές και νιτρικές λιπάνσεις, όπως η θειοφωσφορική αμμωνία (16-20-0),

το φωσφορικό μονοαμμώνιο (11-48-0) και το φωσφορικό διαμμώνιο (16-46-0) είναι πολύ υδατοδιαλυτά και κατά συνέπεια καταλληλότερα για υδρολίπανσεις.

Οποσδήποτε η ποιότητα του νερού της άρδευσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την εφαρμογή φωσφορικών λιπασμάτων με υδρολίπανση. Εάν το νερό περιέχει σημαντική ποσότητα ασβεστίου, ο φώσφορος της φωσφορικής αμμωνίας, θα καθιζήσει ως φωσφορικό διασβέστιο στις σωληνώσεις και στους σταλακτήρες και θα προκαλέσει προοδευτικά φραξίματα. Η κατακρήμνιση φωσφορικού ασβεστίου μπορεί να συμβεί με οποιαδήποτε μορφή φωσφορικού λιπάσματος.

Από πλευράς πρόσληψης του φωσφόρου από τα φυτά, σημαντική σημασία έχει η μικρή κινητικότητα του εδάφους. Ο διαλυτός φώσφορος μετατρέπεται σε αδιάλυτο φωσφορικό διασβέστιο σχεδόν μόλις έλθει σε επαφή με ασβέστιο στο έδαφος και έτσι ο φώσφορος εφαρμοζόμενος με το νερό, μέσω συστημάτων τοπικής άρδευσης, δεσμεύεται στην επιφάνεια του εδάφους και δεν είναι διαθέσιμος κατά συνέπεια στα φυτά.

Ένα σκεύασμα οργανικού φωσφόρου, η φωσφορική γλυκερίνη, όταν εφαρμόστηκε σε σχετικά πειράματα διαμέσου του νερού του δικτύου της άρδευσης, έδειξε ότι κινήθηκε 12-13cm σ' ένα αργιλοπηλώδες έδαφος. Στο ίδιο έδαφος σκεύασμα ανόργανου φωσφόρου κινήθηκε λιγότερο από 2cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Αρκετή ποσότητα από τι φώσφορο που κινήθηκε σε βάθος κάτω από 5cm, ως φωσφορική γλυκερίνη, αξιοποιήθηκε από φυτά τομάτας και έδωσε αξιοσημείωτη αύξηση της ξηράς ουσίας απ' ότι έδωσε η εφαρμογή ανόργανου φωσφόρου. Η χρήση σκευασμάτων οργανικού φωσφόρου με υδρολίπανση, μέσω συστημάτων τοπικής άρδευσης, φαίνεται ότι μπορεί ν' αποτελέσει μία καλή εναλλακτική λύση στα προβλήματα που παρουσιάζει η χρήση των ελαφρώς διαλυτών σκευασμάτων ανόργανου φωσφόρου.

Εξάλλου τελευταία διατίθενται στο εμπόριο διάφορα σκευάσματα, μείγματα N, P και K που θεωρούνται πολύ ευδιάλυτα που περιορίζουν τους κινδύνους φραξίματων βασίζεται στη μείωση του pH του διαλύματος εφαρμογής σε τέτοιο βαθμό, ώστε η κατακρήμνιση στερεών να είναι περιορισμένη. Σχετικά πειράματα με τέτοια σκευάσματα, έδειξαν ότι δεν προκλήθηκαν φραξίματα, όταν εφαρμόστηκε μέσω συστήματος στάγδην μία ποσότητα σκευασμάτων ίση προς τις ολικές ανάγκες 11 ετών. Επίσης εφαρμογή μέσω συστήματος στάγδην ενός τέτοιου σκευάσματος (13,7 - 4,5 - 22,8) σε αναλογία 220Kg/στρ αύξησε την ποσότητα του περιεχόμενου του εδάφους P και K κατά 24% και 41% αντίστοιχα, σε βάθος 0-30cm και κατά 54% και 73% αντίστοιχα σε βάθος 30-60cm.

ΚΑΛΙΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Επειδή το κάλιο είναι δυσκίνητο στο έδαφος, τα φυτά αντιδρούν πολύ καλά στο κάλιο που χορηγείται με την υδρολίπανση. Τα κυριότερα λιπάσματα καλίου (K) είναι :

1. Νιτρικό κάλιο (διαλύεται πολύ καλά)
2. Θεϊκό κάλιο.
3. Σύμπλοκο θεϊκό κάλιο-μαγνήσιο
4. Φωσφορικό κάλιο.
5. Χλωριούχο κάλιο (δε συνιστάται, γιατί οι περισσότερες καλλιέργειες είναι ευαίσθητες στο χλώριο).

Το θεικό και φωσφορικό κάλιο πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή γιατί μπορούν να προκαλέσουν εμφράξεις. Γενικά η εφαρμογή του καλίου με υδρολίπανση δε φαίνεται να παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα. Όσον αφορά την πρόκληση φραξιμάτων στους σταλακτήρες το οξείδιο του καλίου είναι αρκετά ευδιάλυτο και δε φαίνεται να δημιουργεί κινδύνους.

Γενικά, όλα τα καλιούχα λιπάσματα δεν προκαλούν ανεπιθύμητες χημικές αντιδράσεις όταν προστίθενται μόνα τους στο νερό της άρδευσης. Οπωσδήποτε όμως μία μειωμένη διαλυτότητα ή και ασυμβιβαστικότητα είναι αρκετά πιθανή, όταν ανακατεύονται διάφοροι τύποι λιπασμάτων. Έτσι π.χ ανάμειξη νιτρικού ασβεστίου με θεικό κάλιο προκαλεί αδιάλυτο θεικό ασβέστιο.

Αν και πολλά εδάφη περιέχουν γενικά μεγάλα ποσά καλίου πρέπει να υπολογίζεται ότι ένα μεγάλο μέρος περίπου 8% διατίθεται με πολύ αργό ρυθμό και μόνο ένα μέρος περίπου 2% είναι εύκολα διαθέσιμο. Το διαθέσιμο Κ βρίσκεται κυρίως στα επιφανειακά στρώματα και μειώνεται όσο αυξάνεται το βάθος. Αυτό οφείλεται στο ότι το κάλιο είναι μέρος της οργανικής ύλης και στο ότι εκπλύνεται από τα οργανικά υπολείμματα κατά τις φυσικές διεργασίες ανάπτυξης του εδάφους. Όπου το έδαφος κατεργάζεται ή ισοπεδώνεται οι επιφάνειες που μένουν μετά την αφαίρεση των επιφανειακών στρωμάτων.

Γενικά η διαθεσιμότητα και πρόσληψη του καλίου εξαρτάται πολύ από τις συνθήκες της εδαφικής υγρασίας. Έτσι σε εδάφη που ποτίζονται με συστήματα στάγδην το διαθέσιμο κάλιο περιορίζεται κυρίως στους υγρούς χώρους από τους οποίους το παραλαμβάνουν κυρίως τα φυτά. Εντούτοις έλλειψη καλίου σε αρδευόμενες καλλιέργειες συνήθως δε διορθώνεται με την αύξηση του υγραινόμενου εδαφικού όγκου γιατί η αύξηση αυτή, που προκαλείται με αύξηση της άρδευσης πραγματοποιείται κυρίως στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα όπου το κάλιο είναι περιορισμένο. Έτσι η προσθήκη καλίου σε περιπτώσεις έλλειψης θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση.

Η εμφάνιση έλλειψης καλίου σε περιπτώσεις συστημάτων με σταγόνες, ιδίως μετά από κάποιο χρόνο εφαρμογής οπότε εξαντλούνται τα αποθέματα του διαθέσιμου καλίου από τους υγρούς χώρους, δεν είναι κάτι το πολύ σπάνιο. Γι' αυτό είναι απαραίτητο σε φυτείες που αρδεύονται με σταγόνες να παρακολουθούνται τα επίπεδα καλίου με αναλύσεις των φύλλων. Αυτό θα πρέπει να γίνεται ιδιαίτερα στις πολυετείς φυτείες με μεγάλες αποστάσεις φύτευσης, όπου οι σταλακτήρες που αναλογούν ανά μονάδα επιφάνειας και κατά συνέπεια οι υγροί χώροι με διαθεσιμότητα καλίου, είναι αναλογικά λίγοι.

Σε περιπτώσεις ετήσιων καλλιεργειών ή νέων πολυετών φυτών συνίσταται η προσθήκη καλίου πριν από τη φύτευση, ώστε να εξασφαλιστεί η τροφοδοσία των φυτών για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα.

Τα συστήματα άρδευσης με σταγόνες θεωρούνται αρκετά κατάλληλα και αποτελεσματικά τόσο για τη συνήθη τροφοδοσία των φυτών με κάλιο, όσο και για τη διόρθωση των τροφοπενιών από κάλιο αφού επιτρέπουν συχνές, μικρές δόσεις, οι οποίες ενώ διατηρούν υψηλά επίπεδα διαθεσιμότητας, αποτρέπουν υψηλές και επιβλαβείς συγκεντρώσεις αλάτων.

ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΜΕ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα χημικά και θεικά σκευάσματα των διάφορων ιχνοστοιχείων χρησιμοποιούνται γενικά για διόρθωση τροφοπενιών των φυτών. Η σύνθεση και η διαλυτότητα των σκευασμάτων αυτών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη

χρήση τους. Τα χηλικά σκευάσματα είναι η χημική αντίδραση μεταξύ μεταλλικών ατόμων και οργανικών μορίων, με αποτέλεσμα το σχηματισμό κυκλικών ενώσεων με μεγάλη σταθερότητα. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται χηλικές και είναι μία κατηγορία σύμπλοκων ενώσεων. Ιχνοστοιχεία όπως ο σίδηρος (Fe), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu), και το μαγγάνιο (Mn) μπορούν ν' αντιδράσουν με διάφορα άλατα που περιέχονται στο νερό της άρδευσης και να συντελέσουν στην κατακρήμνιση ιζημάτων τα οποία μπορούν να προκαλέσουν φραξίματα.

Οι καλύτερες μορφές για το σίδηρο (Fe), το μαγγάνιο (Mn), και τον ψευδάργυρο (Zn) είναι οι χηλικές ενώσεις που είναι αρκετά διαλυτές και επομένως εύκολα αφομοιώσιμες από τα φυτά και παρουσιάζουν μικρούς κινδύνους για φραξίματα. Στις συσκευασίες που διατίθενται υπάρχουν σύμβολα, όπως Fe-ETDA, Fe-DTPA, Fe-EDDHA, Zn-EDTA, Mn-ETDA κ.λ.π. Όλες αυτές είναι μορφές χηλικών ενώσεων. Οι μορφές ETDA και DTPA είναι απλές και διαθέσιμες μέχρι pH θρεπτικού διαλύματος 7, ενώ η μορφή EDDHA είναι πιο σύνθετη και είναι διαθέσιμη μέχρι pH θρεπτικού διαλύματος 9 (EDTA : αιθυλένιο- διαμινο- τετραοξικό οξύ).

Ο χηλικός σίδηρος και ψευδάργυρος έχουν υψηλή υδατοδιαλυτότητα και δε δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα. Οποσδήποτε όμως το κόστος τους είναι αρκετά υψηλό και η αποτελεσματικότητά τους για διόρθωση τροφωπενιών, ιδίως σε δενδρώδεις φυτείες με εφαρμογή του μέσω του δικτύου άρδευσης, δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς.

Τόσο τα χηλικά όσο και τα θειικά σκευάσματα των ιχνοστοιχείων μπορούν να προδιαλυθούν και να προστεθούν μετά στο λιπαντήρα υπό υγρή μορφή, οπότε η εφαρμογή τους στο δίκτυο μπορεί να γίνει με σταθερή και ελεγχόμενη αναλογία.

Εφαρμογή χηλικού ψευδάργυρου διαμέσου συστήματος άρδευσης με σταγόνες διαπιστώθηκε ότι επιταχύνει την ανάπτυξη δέντρων pecan, με μικρότερο κόστος απ' ότι οι διαφυλλικές εφαρμογές. Επειδή τα σκευάσματα των ιχνοστοιχείων προσροφούνται ισχυρά στο έδαφος, η συνεχής ή συχνή εφαρμογή τους με μικρές δόσεις σε κάθε άρδευση δεν έχει αξιόλογα πλεονεκτήματα. Στην πράξη επιτυγχάνεται καλύτερη κίνηση και διανομή τους στο έδαφος όταν εφαρμόζονται με άλλα αρκετά υψηλή δόση.

ΛΙΠΑΝΣΗ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ ΚΑΙ ΘΕΙΟΥ

Νιτρικά άλατα ασβεστίου : Διαλύονται πάρα πολύ καλά. Αν χορηγηθούν μόνα τους (και όχι π.χ μαζί με άλατα θείου) δεν προκαλούν προβλήματα εμφράξεων.

Νιτρικά άλατα μαγνησίου : Είναι ευδιάλυτα και δε δημιουργούν πρόβλημα εμφράξεων.

Άλατα θειικού ασβεστίου και μαγνησίου : Πρέπει να αποφεύγονται, γιατί η διαλυτότητά τους είναι μικρή.

Άλατα χλωριούχου ασβεστίου και χλωριούχου μαγνησίου : Διαλύονται μεν εύκολα αλλά το χλώριο προκαλεί σε αρκετές καλλιέργειες τοξικότητα, γι' αυτό πρέπει ν' αποφεύγονται.

Χημικές ενώσεις ασβεστίου και μαγνησίου : Είναι ευδιάλυτο και η χορήγησή τους πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

3.4 Χρόνος και ποσότητα χορήγησης λιπασμάτων

3.4.1 Προσδιορισμός αναγκών σε λίπασμα

Ο προσδιορισμός των ποσοτήτων των θρεπτικών στοιχείων που πρέπει να χορηγηθούν σε κάθε συγκεκριμένο θερμοκήπιο ώστε να εξασφαλισθεί ισορροπημένη θρέψη του φυτού είναι δύσκολη και πολύπλοκη εργασία γιατί υπεισέρχονται πάρα πολλοί παράγοντες.

Όλες οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για το σκοπό αυτό είναι αδύνατο να μας παρέχουν εγγύηση ότι επιτυγχάνουν με μεγάλη ακρίβεια τον αντικειμενικό τους σκοπό. Απλώς γίνεται προσπάθεια να πλησιάζουν όσο το δυνατό περισσότερο στη πραγματική δόση χορήγησης των θρεπτικών στοιχείων.

Οι βασικές αρχές που πρέπει να ακολουθεί κάθε μέθοδος προσδιορισμού του χρόνου και της ποσότητας χορήγησης των λιπασμάτων ώστε να καταλήγει σε μια λογική λίπανση κατά τον καθηγητή Anstett είναι :

1. Προσδιορισμός των ολικών αναγκών της υπόψη καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχεία.
2. Προσδιορισμός των αναγκών σε θρεπτικά στοιχεία ανάπτυξης των φυτών.
3. Όταν είναι γνωστές οι παραπάνω ανάγκες θα πρέπει να προσδιορίζεται εάν το έδαφος και τα χορηγούμενα λιπάσματα ικανοποιούν τις ανάγκες αυτές. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με την ανάλυση του εδάφους και των φύλλων του φυτού.

Ακολουθεί ανάλυση των σπουδαιότερων τρόπων προσδιορισμού των αναγκών σε λιπάσματα.

3.4.1.α Ανάλυση εδάφους ή φυτών

Ο καθορισμός των δόσεων των λιπασμάτων με βάση την ανάλυση του εδάφους είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος σε όλες σχεδόν της χώρες.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τον προσδιορισμό των δόσεων λιπασμάτων είναι οι ακόλουθοι :

1. Καθορισμός και ομαδοποίηση των τύπων εδαφών που καλλιεργούνται σε θερμοκήπια.
2. Χημικός προσδιορισμός των κυριότερων θρεπτικών στοιχείων σε κάθε τύπο εδάφους.
3. Χημικός προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε θρεπτικά στοιχεία των φυτικών ιστών.
4. Έλεγχος της μεθόδου για να καθοριστούν οι επιδράσεις άλλων παραγόντων (οργανική ουσία) εκτός της λίπανσης.
5. Καθορισμός της οικονομικής δόσης λιπάσματος για κάθε τύπο εδάφους.
6. Σύνταξη καμπύλων ή πινάκων που να περιέχουν την ποσότητα που εκχυλίζεται από κάθε θρεπτικό στοιχείο για κάθε εδαφικό τύπο και την αντίστοιχη ποσότητα λιπάσματος που απαιτείται για κάθε καλλιέργεια.

Παρόμοιοι πίνακες μπορούν να γίνουν και για τα αποτελέσματα της ανάλυσης των φύλλων.

Οι αναλύσεις του εδάφους γίνονται πριν τη φύτευση και κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου κάθε 15-30 ημέρες ώστε να ελέγχεται συνέχεια το επίπεδο των διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων και η εναλάτωση του εδάφους.

Οι αναλύσεις των φύλλων (φυτικών ιστών) χρησιμεύουν για επιβεβαίωση ή απόρριψη τροφопενίας ή τοξικότητας κάποιου στοιχείου που είναι αποτέλεσμα μικροσκοπικών παρατηρήσεων. Η μέθοδος αυτή λέγεται φυλλοδιαγνωστική.

3.4.1.β Απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά

Οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που απορροφούνται από τα φυτά κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως εποχή, ποικιλία, εδαφικές συνθήκες κτλ.

Τα αποτελέσματα τέτοιων μετρήσεων έχουν αξία για συνθήκες παρόμοιες με εκείνες που έγιναν οι μετρήσεις. Οι πραγματικές ανάγκες σε λιπάσματα μπορεί να είναι λιγότερες, εάν έχει διαθέσιμα αποθέματα ή περισσότερες εάν το έδαφος έχει δεσμευτικές ικανότητες για ορισμένα στοιχεία.

Η προσέγγιση που μπορεί να γίνει στη περιοχή μας είναι με βάση τις ποσότητες που απορροφούνται και μετά πολλαπλασιασμό τους με ορισμένους συντελεστές για να ισοβαθμιστούν οι απώλειες από εκκλύσεις και από αδυναμία εκμετάλλευσης από τις ρίζες όλου του όγκου του εδάφους στο οποίο έχει διασκορπιστεί το λίπασμα.

3.4.1.γ Σχέση χορηγούμενου λιπάσματος και αρδευτικού νερού

Η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που πρέπει να χορηγηθούν επιφανειακά στα έδαφος καθορίζονται από την ποσότητα του αρδευτικού νερού που εφαρμόζεται. Υψηλές δόσεις αρδευτικού νερού πρέπει να συνοδεύονται από μεγαλύτερες ποσότητες N και K.

... Ο Eysinga προτείνει σαν μέσες τιμές 100-200 ppm N και 180-240 ppm K₂O (150-200 ppm K) για αρδευτικό νερό 1000m³/στρεμ. Επομένως αν γνωρίζουμε την ποσότητα του αρδευτικού νερού που χορηγείται μπορούμε να υπολογίσουμε τις μονάδες των στοιχείων που πρέπει να χορηγηθούν.

Ο τρόπος αυτός μας δίνει τις ανάγκες σε λιπάσματα κατά προσέγγιση και χρειάζεται να παρακολουθείται η καλλιέργεια προσεκτικά και να προσαρμόζεται η λίπανση με βάση την αντίδραση των φυτών. Απλά μας δίνει μια τιμή όταν δεν υπάρχουν ερευνητικά και εργαστηριακά δεδομένα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ - ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ

4.1 Μέσα και μέθοδοι Υδρολίπανσης

Η τεχνική εφαρμογή των λιπασμάτων στις καλλιέργειες μέσω του νερού άρδευσης ονομάζεται υδρολίπανση. Η υδρολίπανση, διενεργείται είτε με διαφορική πίεση μέσα στο σύστημα, είτε με άντληση.

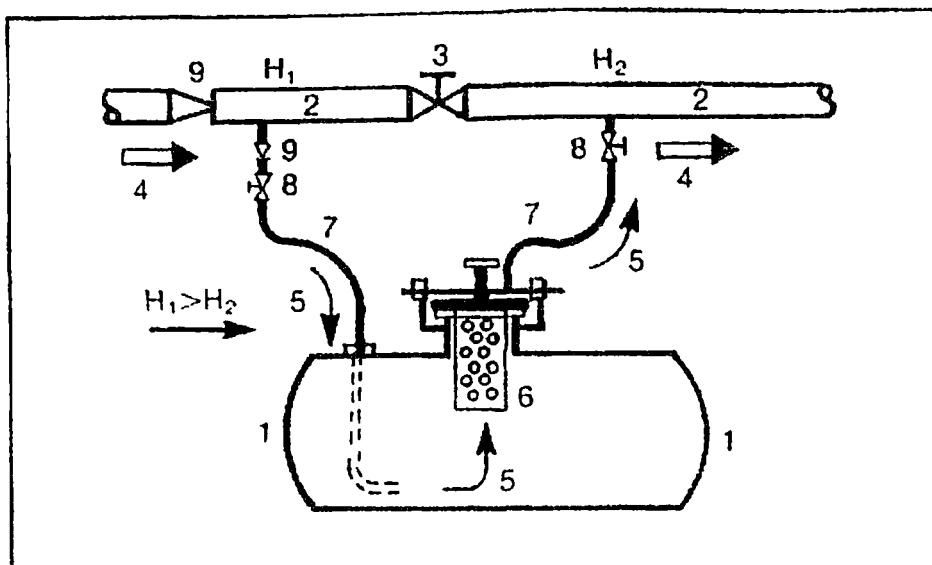
Το δίκτυο υδρολίπανσης περιλαμβάνει ολόκληρο το δίκτυο άρδευσης (εικ.1) και τον μηχανισμό ανάμειξης και διοχέτευσης του λιπάσματος στον κεντρικό αγωγό.

Κατά τη μέθοδο της διαφορικής πίεσης το νερό από τον κύριο σωλήνα εισάγεται στο δοχείο των λιπασμάτων με ιδιαίτερο σωλήνα, ενώ το λιπαντικό διάλυμα εισέρχεται στην κύρια γραμμή με άλλον πλαστικό σωλήνα. Ανάμεσα στο σημείο εισαγωγής του νερού στον υδρολιπαντήρα και του σημείου επιστροφής του λιπαντικού διαλύματος στην κύρια σωλήνωση δημιουργείται μία ~~πτώση με μία απλή βάνα ή μ' ένα μειωτή πίεσης~~. Η πτώση αυτή είναι απαραίτητη για να αρχίσει η ροή από το δοχείο λίπανσης προς τη κύρια σωλήνωση. Στα σημεία λήψεως και επιστροφής στην κύρια σωλήνωση τοποθετούνται απλοί διακόπτες ή βάνες που ανοίγονται κατά την εφαρμογή της λίπανσης.

Κατά τη δεύτερη μέθοδο της άντλησης η εισαγωγή του λιπαντικού διαλύματος στην κύρια σωλήνωση διενεργείται με ειδική αντλία και επομένως το δοχείο λίπανσης δε βρίσκεται κάτω από την ίδια πίεση που έχει η κύρια γραμμή.

4.1.1 Υδρολίπανση με διαφορική πίεση (ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΤΡΕΣ)

Στη μέθοδο αυτή τα λιπάσματα (στερεά ή υγρά) τοποθετούνται σε δοχεία που κλείνουν υδατοστεγώς, είναι ανθεκτικά στην πίεση και ονομάζονται υδρολιπαντήρες. Συνδέεται με δύο πλαστικούς σωλήνες (Φ16-Φ20) παράλληλοι μήκους 1-1,5m με τον κεντρικό αγωγό άρδευσης. Πάνω σ' αυτόν και μεταξύ των δύο σημείων σύνδεσης των σωλήνων είναι τοποθετημένη μία βάνα. Στραγγαλίζοντας τη βάνα, το νερό του αγωγού (λόγω πίεσης) αναγκάζεται να περάσει μέσα από το δοχείο και να παρασύρει στο πέρασμά του ένα μέρος από το θρεπτικό διάλυμα, το οποίο ανακατεύεται με όλη τη παροχή και διανέμεται ομοιόμορφα στο δίκτυο. Μέσα στο δοχείο και πριν από το σωλήνα απαγωγής του λιπαντικού (εικ.31) διαλύματος υπάρχει ένα μικρό φίλτρο σιτας για την αποφυγή εισροής κοκκιδίων αδιάλυτου λιπάσματος στο δίκτυο και δημιουργία έμφραξης στους σταλακτήρες ή στα άλλα μέσα διανομής του νερού. Για τον ίδιο ακριβώς λόγο η εισαγωγή του λιπαντικού διαλύματος στην κύρια σωλήνωση γίνεται πριν από το βασικό φίλτρο της κεφαλής.



Εικ.31: σχηματική παράσταση υδρολίπανσης με διαφορετική πίεση: 1. σώμα υδρολιπαντήρα, 2. κύρια σωλήνωση κεφαλής, 3. βάνο ή μειωτής πίεσης, 4. κύρια ροή δικτύου, 5. ροή διαμέσου υδρολιπαντήρα, 6. φίλτρα σίτας, 7. πλαστικοί ή ελαστικοί σωλήνες, 8. βάνες, 9. βαλβίδες αντεπιστροφής.

Η ποσότητα του λιπάσματος που κάθε στιγμή μεταφέρεται από το λιπαντήρα στο δίκτυο είναι ευνόητο ότι είναι ανάλογη προς τη συγκέντρωση του διαλύματος του λιπάσματος εκείνη τη στιγμή στον λιπαντήρα. Η συγκέντρωση αυτή όπως είναι φυσικό, μειώνεται προοδευτικά όσο προχωρεί η άρδευση.

Το ποσοστό του διαλυμένου λιπάσματος που υπάρχει κάθε στιγμή στο λιπαντήρα δίνεται από την εξίσωση που ακολουθεί:

$$n = \exp(-xt) = \exp(-q \cdot t/v)$$

όπου:

n : ο λόγος του λιπάσματος που παραμένει στο λιπαντήρα σε σχέση με το αρχικό

x : ο λόγος της παροχής q (l/h) που περνά μέσα από το λιπαντήρα σε σχέση προς τη χωρητικότητα V (l) του λιπαντήρα

t : ο χρόνος (h) από την έναρξη της λίπανσης μέχρι να επιτευχθεί ο λόγος n

Η εξίσωση αυτή παίρνει τη μορφή :

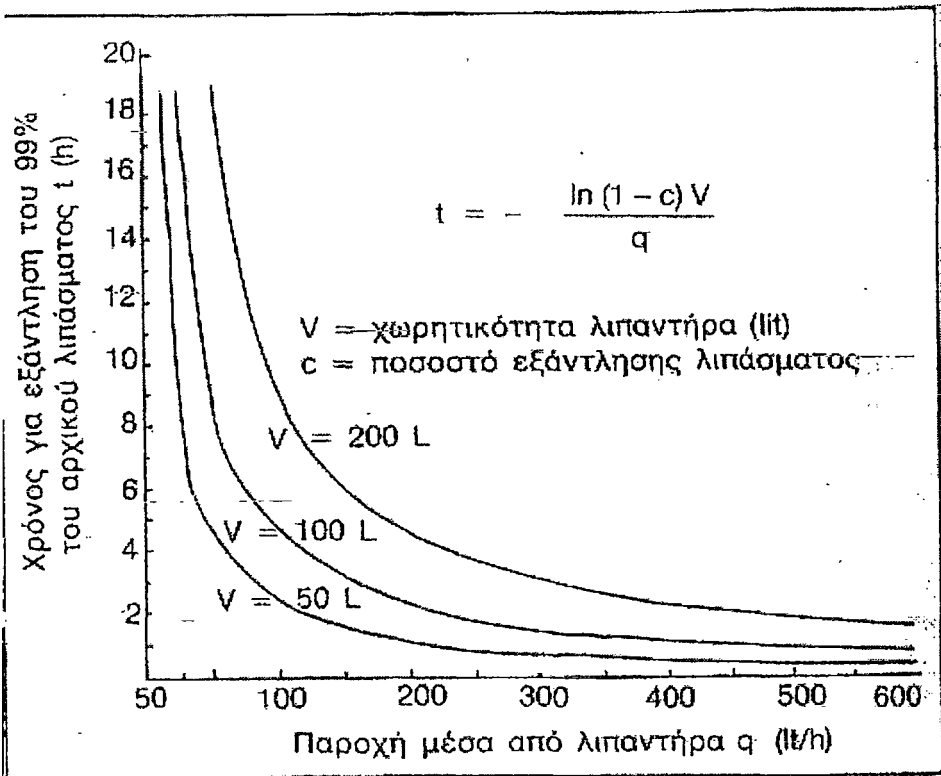
$$t = -\ln(1-c) \cdot V/q$$

όπου :

c : η εξάντληση του λιπάσματος (λόγος εκείνου που απομακρύνθηκε προς αυτό που αρχικά υπήρχε)

Με βάση την εξίσωση αυτή κατασκευάστηκαν οι καμπύλες (εικ.32) από τις οποίες μπορεί να υπολογιστεί ο χρόνος που απαιτείται για μία εξάντληση 99%

ου αρχικού λιπάσματος από το λιπαντήρα για τις συνήθεις χωρητικότητες λιπαντήρων των 50lt, 100lt και 200lt.



ικ.32 : Χρόνος που απαιτείται για την εξάντληση υγρού λιπάσματος διαλυμένου έσα σε λιπαντήρα, ο οποίος λειτουργεί με διαφορεική πίεση, σε σχέση με την αροχή που περνά μέσα από αυτόν.

Από την παραπάνω εξίσωση για C=0,99 βρίσκουμε $tq=4,6V$ πράγμα που ημαίνει ότι για να επιτευχθεί μία εξάντληση του λιπάσματος ίση προς 99% α πρέπει από το λιπαντήρα ένας όγκος νερού ίσος προς 4,6 φορές τον όγκο ου λιπαντήρα. Έτσι χονδρικά ανάλογα με την παροχή q που κάθε φορά έχουμε πορούμε να υπολογίσουμε το χρόνο t ώστε το γινόμενο $t \cdot q$ να είναι 4,5 ορές τον όγκο του λιπαντήρα V

Εάν π.χ έχουμε ένα λιπαντήρα με χωρητικότητα V ίση προς 180lt και η αροχή μέσα σ' αυτόν q είναι 300lt/h τότε ο χρόνος που απαιτείται για μία ζάντληση 99% του λιπάσματος θα είναι:

$$t=4,6 \cdot 180 / 300 = 2,76h (=2h+45 \text{ λεπτά})$$

Πίνακας 11. διαλυτότητα και σύνθεση διαφόρων λιπαντικών σκευασμάτων (Hawkes et al., 1980)					
Λιπαντικά σκευάσματα	Διαλυτότητα (kg/lt)	μέση σύνθεση (%)			
		N	P	K	Λοιπά
(α) Μακροστοιχεία					
1. Νιτρική αμμωνία	1,18	33,5	—	—	—
2. Θεική αμμωνία	0,71	21	—	—	—
3. Νιτρική άσβεστος	1,02	15,5	—	—	21Ca
4. Φωσφορική αμμωνία	0,43	21	11,5	—	—
5. Χλωριούχο κάλιο	0,35	—	—	52	—
6. Νιτρικό κάλιο	0,13	14	—	39	—
7. Υπερφοσφορικό απλό					
8. Υπερφοσφορικό διπλό					
9. Ουρία	0,78	46	—	—	—
(β) Μικροστοιχεία					
1. Θεικός χαλκός	0,22	—	—	—	25Cu
2. Θεικός σίδηρος	0,29	—	—	—	20Fe
3. Θεικό μαγγάνιο	1,05	—	—	—	25Mn
4. Βορικό νάτριο	0,05	—	—	—	11Bo
5. Μολυβδαινικό νάτριο	0,56	—	—	—	40Mo
6. Θεικός ψευδάργυρος	0,75	—	—	—	22Zn
7. Fe-EDDHA	0,09	—	—	—	6Fe
8. Fe-DTPA	0,22	—	—	—	10Fe

Εννοείται ότι όλα τα προηγούμενα αναφέρονται σε υγρά λιπάσματα τα οποία από την αρχή είναι πλήρως διαλυμένα στο νερό του λιπαντήρα. Προκειμένου για στερεά λιπάσματα ο χρόνος που απαιτείται είναι ίδιος με τα υγρά μόνο εάν η ποσότητά τους που μπαίνει κάθε φορά στον λιπαντήρα είναι ίση ή μικρότερη από εκείνη που η διαλυτότητα του λιπάσματος επιτρέπει να διαλυθεί πλήρως στο συγκεκριμένο όγκο του λιπαντήρα. Εάν π.χ έχουμε ένα λίπασμα στέρεο με διαλυτότητα 0,7Kgr/lt τότε η ποσότητά του που διαλύεται αμέσως σ' ένα λιπαντήρα 20lt θα είναι $200 \cdot 0,7 = 140 \text{Kgr}$. Για ποσότητες στερεών λιπασμάτων μεγαλύτερες απ'όσο επιτρέπει η διαλυτότητά τους και ο όγκος του λιπαντήρα ώστε να διαλυθούν αμέσως θα πρέπει να υπολογίζουμε ότι απαιτείται ένας επιπλέον χρόνος t' . Επομένως ο ολικός χρόνος t_0 που απαιτείται για την εξάντληση ενός στερεού λιπάσματος μέσα από ένα λιπαντήρα θα είναι :

$$t_0 = t + t'$$

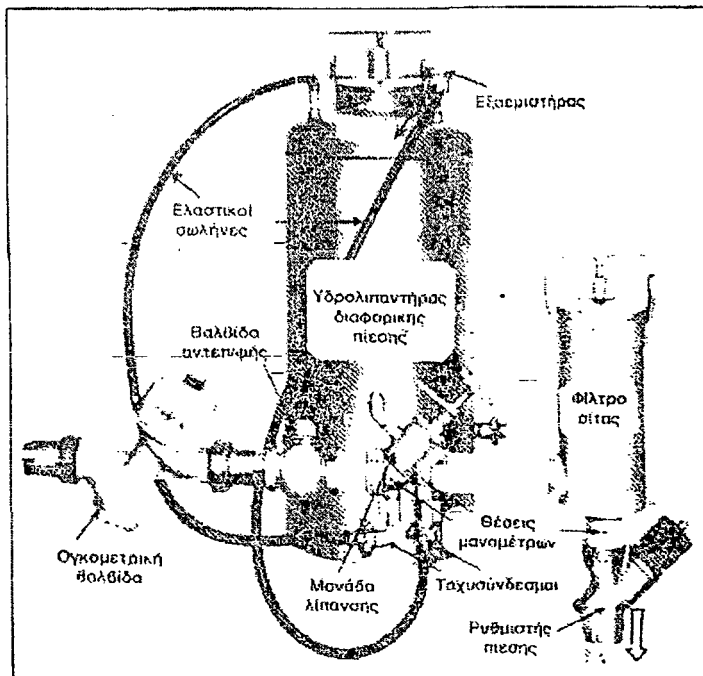
Στην πράξη η παροχή q εξαρτάται από τη διαφορά πίεσης μεταξύ των σημείων P_1 και P_2 (εικ.31) καθώς και από το μήκος και τη διάμετρο των ελαστικών σωλήνων που συνδέουν το λιπαντήρα και τη κύρια σωλήνωση. Από τα διαγράμματα απωλειών πίεσης των σωλήνων ή από τον πίνακα 12 μπορεί να υπολογιστεί η παροχή που αντιστοιχεί σε ορισμένες διαφορές πίεσης.

Πίνακας 12. Παροχή q (lt/h) διαμέσου λιπαντήρα ανάλογα με την διαφορά πίεσης και τη διάμετρο των σωλήνων σύνδεσης

Διάμετρος σωλήνων σύνδεσης	Διαφορά πίεσης (m)				
	0,5	1	1,5	2	2,5
Φ 12 ($D_{εσ} = 8,4\text{mm}$)	200	280	380	430	480
F 16 ($D_{εσ} = 12\text{mm}$)	510	750	920	1.100	1.300

Είναι προφανές ότι από τη διαφορά πίεσης που δείχνει το σχετικό μανόμετρο στην κεφαλή του δικτύου, για τον υπολογισμό της παροχής διαμέσου των σωλήνων του λιπαντήρα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη ένα μέρος μόνο (περίπου 50%) γιατί το υπόλοιπο αναλώνεται σε απώλειες σε άλλα τμήματα.

Στις περιπτώσεις μεγάλων παροχών τοποθετούνται ειδικά ροόμετρα και με τη βοήθεια ειδικής βάνας ρυθμίζεται η διαφορά πίεσης ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή παροχή.



Εικ.33 : Υδρολιπαντήρας διαφορικής πίεσης συνδεδεμένος σε τυπική κεφαλή δικτύου.

Ο υδρολιπαντήρας είναι ένα δοχείο κλειστό (εικ.33) που δέχεται το νερό του δικτύου υπό πίεση και γι' αυτό πρέπει να είναι ανθεκτικός σε σχετικά υψηλές πιέσεις. Πρέπει επίσης να είναι βαμμένος εσωτερικά με βαφή ανθεκτική στη διάβρωση ή να είναι ανοξείδωτος. Απαραίτητο είναι να φέρει βάνα καθαρισμού στο δυνατό χαμηλότερο σημείο ώστε να καθαρίζεται εύκολα, εξαεριστήρα και εφόσον προορίζεται για χρήση στερεών λιπασμάτων να φέρει φίλτρο σίτας 160-180mesh στο σημείο εξόδου του διαλύματος. Κατά τη σύνδεσή του πρέπει να προβλέπεται βαλβίδα αντεπιστροφής στο σημείο τροφοδοσίας του, ώστε να αποφεύγεται η μόλυνση της πηγής του νερού με λιπάσματα.

Υδρολιπαντήρες με διαφορεική πίεση κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη από 50 έως 250lt από ελληνικές βιοτεχνίες σε πολύ καλή ποιότητα.

Στην περίπτωση της διαφορεικής πίεσης το υψηλό κόστος του δοχείου απαιτεί την εκλογή ενός οικονομικού μεγέθους, το οποίο θα πρέπει να έχει χωρητικότητα τέτοια ώστε να καλύπτει τις ανάγκες για μία καλή εφαρμογή.

Μία τροποποίηση του λιπαντήρα διαφορεικής πίεσης είναι η τοποθέτηση στο εσωτερικό του μίας διπλωμένης μεγάλης πλαστικής ή ελαστικής σακούλας μέσα στην οποία τοποθετείται το υγρό λίπασμα.

Το νερό του δικτύου διοχετεύεται μεταξύ των τοιχωμάτων του λιπαντήρα και της πλαστικής σακούλας εξωθώντας έτσι το υγρό λίπασμα προς τα έξω. Η τροποποίηση αυτή προσφέρει τη δυνατότητα για έγχυση του λιπάσματος σε σταθερή αναλογία από την αρχή μέχρι το τέλος της άρδευσης, αλλά απαιτεί συχνή αλλαγή της σακούλας και οπωσδήποτε κάποια μεγαλύτερη προσοχή.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο έγχυσης του λιπάσματος είναι απαραίτητο η έναρξη της να γίνεται όταν ολόκληρο το δίκτυο έχει γεμίσει με νερό και σ' όλα τα μέρη του η πίεση έχει αποκτήσει την τιμή της πίεσης λειτουργίας. Αυτό εξασφαλίζει ομοιόμορφη διανομή του λιπάσματος σ' όλα τα φυτά.

Εξάλλου η λίπανση πρέπει να τελειώνει αρκετά πριν το τέλος της άρδευσης για να υπάρξει ο αναγκαίος χρόνος ώστε να ξεπλένεται το εσωτερικό του δικτύου από ίχνη λιπάσματος που συντελούν σε διαβρώσεις, ιζήματα ή και ανάπτυξη μικροβιακής δραστηριότητας.

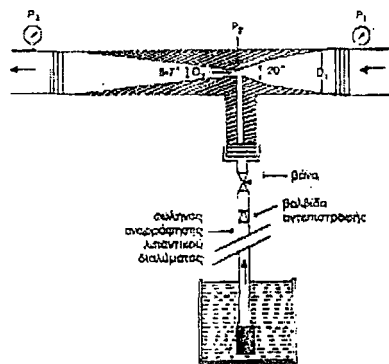
4.1.2 Υδρολίπανση με άντληση

Η υδρολίπανση με άντληση μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους 1. με αναρρόφηση και 2. με κατάθλιψη του λιπαντικού διαλύματος.

4.1.2.1 Αντλίες αναρρόφησης λιπαντικού διαλύματος.

Στην περίπτωση της αναρρόφησης το λιπαντικό διάλυμα από ανοιχτά δοχεία, όπου βρίσκεται στην ατμοσφαιρική πίεση, εισάγεται σε κάποιο σημείο του δικτύου στο οποίο με διάφορους τρόπους δημιουργείται πίεση χαμηλότερη από εκείνη του διαλύματος δηλαδή την ατμοσφαιρική. Η χαμηλότερη αυτή πίεση στο δίκτυο επιτυγχάνεται είτε με αντλίες τύπου Venturi είτε με κοινές μηχανικές αντλίες.

4.1.2.1α Αντλίες Venturi



Εικ. 34 :Σχηματική παράσταση εγχυτή τύπου Venturi

Πρόκειται για απλές κατασκευές, οι οποίες επιτυχαίνουν αναρρόφηση του μητρικού διαλύματος βάσει της αρχής Venturi. Έτσι το νερό, διερχόμενο από μια απότομη στένωση ενός αγωγού, διέρχεται με μεγάλη ταχύτητα ροής στο σημείο της έντονης στένωσης (στην πράξη διέρχεται από το ένα τμήμα πριν την στένωση προς το άλλο, υπό μορφή σχεδόν ψεκασμού), με αποτέλεσμα στο σημείο αυτό να έχουμε σημαντική μείωση της πίεσης σε επίπεδο χαμηλότερο της ατμοσφαιρικής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αναρροφάται το μητρικό διάλυμα μέσω του σωλήνα αναρρόφησης, ο οποίος συνδέεται ακριβώς στο σημείο της στένωσης, από ένα απλό ανοιχτό δοχείο, αν, όπως φαίνεται και στο **σχημ.34** χαρακτηρίζουμε με :

P_1 την πίεση εισόδου,

P_2 την πίεση στο σημείο της στένωσης,

D_1 τη διάμετρο του αγωγού στο σημείο εισόδου του εγχυτήρα

D_2 τη διάμετρο στο σημείο της στένωσης και

Q τη διερχόμενη παροχή,

Τότε τα μεγέθη αυτά συνδέονται με τη σχέση :

$$P_2 = P_1 - \frac{Q^2}{6,5(D_1^2 - D_2^2 / D_1 D_2)}$$

Ο ρυθμός αναρρόφησης του μητρικού διαλύματος είναι τόσο μεγαλύτερος, όσο μικρότερη της ατμοσφαιρικής (P_0) είναι η πίεση P_2 η οποία, όπως φαίνεται από την προηγούμενη σχέση, εξαρτάται από την P_1 , τη διαφορά των D_1 , D_2 , αλλά και από την παροχή Q , η οποία αυξανόμενη δίνει μικρότερη τιμή της P_2 . Στην πράξη, αύξηση της διερχόμενης από τον εγχυτήρα παροχής Q επιτυγχάνεται με αύξηση της διαφοράς $P_1 - P_3$, όπου P_3 η πίεση στο σημείο εξόδου του εγχυτήρα.

Εφόσον ο εγχυτής συνδέεται by pass με τον κεντρικό αγωγό, περίπτωση που αποτελεί τη συνηθέστερη, η διαφορά $P_1 - P_3$ επιτυγχάνεται με στραγγαλισμό της ροής του νερού με μία βάνα διαφορικής πίεσης. Η βάνα αυτή τοποθετείται επί του κεντρικού αγωγού και μεταξύ των σημείων σύνδεσης των σωλήνων που συνδέουν την είσοδο και την έξοδο του εγχυτήρα (**σχημ.35**). Όσο περισσότερο αυτή στραγγαλίζει τη ροή του νερού, τόσο μεγαλύτερο μέρος της παροχής του δικτύου εξαναγκάζεται να περάσει από την παράκαμψη – και επομένως από τον εγχυτήρα – και τόσο μεγαλύτερη παροχή μητρικού διαλύματος διοχετεύει ο εγχυτήρας στο δίκτυο.

Στη θέση βέβαια της βάνας θα μπορούσε να βρίσκεται ένας μειωτής πίεσης (**σχημ.36-37**) η απαιτούμενη απώλεια πίεσης κυμαίνεται από 10-75% της πίεσης εισόδου, ανάλογα με την κατασκευή (μοντέλο) του εγχυτήρα και την επιδιωκόμενη παροχή (ή ρυθμό) αναρρόφησης του μητρικού διαλύματος. Οι εταιρείες κατασκευής τέτοιων εγχυτήρων δίνουν σε πίνακες την ικανότητα αναρρόφησης των διαφόρων μοντέλων που κατασκευάζουν σε συνάρτηση με την πίεση εισόδου και την απώλεια πίεσης. Επίσης, σε πίνακες δίνουν, για όλα τα μοντέλα και για διαφορετικές τιμές πίεσης εισόδου (P_1), τη μικρότερη απαιτούμενη παροχή νερού που πρέπει να διέλθει μέσω αυτών και την τάξη μεγέθους που πρέπει να κυμανθούν οι απώλειες πίεσης ώστε να λειτουργήσουν.

Η απαίτηση απώλειας πίεσης που συνήθως είναι περί το 305 για τις περισσότερες εφαρμογές, σημαίνει απαίτηση μεγαλύτερου διαθέσιμου μανομετρικού από το αντλητικό και κατανάλωση μεγαλύτερης ενέργειας. Πρέπει να πούμε ότι στην χώρα

μας, σε πολλά αγροκτήματα, βρίσκονται ήδη εγκατεστημένα αντλητικά συγκροτήματα μεγαλύτερης, της απαιτούμενης, υποδύναμης για την άρδυσή τους με σύγχρονες μεθόδους. Επίσης, συχνά μεγαλύτερη της αναγκαίας διαθέσιμη πίεση υπάρχει και σε κτήματα που τροφοδοτούνται από μεγάλα συλλογικά δίκτυα με κλειστούς αγωγούς. Οποσδήποτε η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας επιβαρύνει το κόστος της άρδευσης (εγχυτές απλής φάσης).

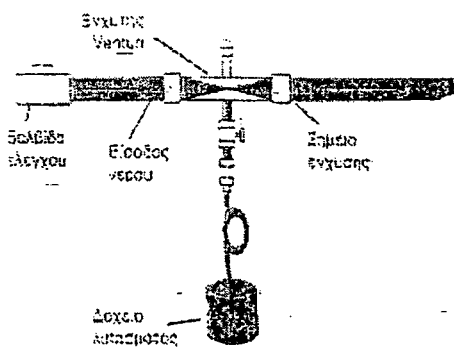
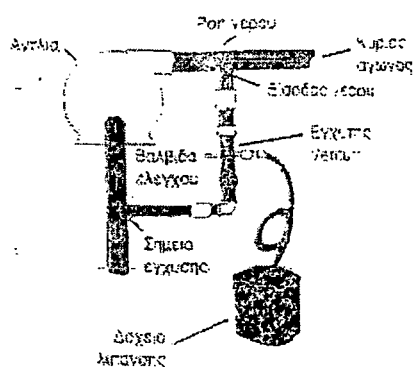
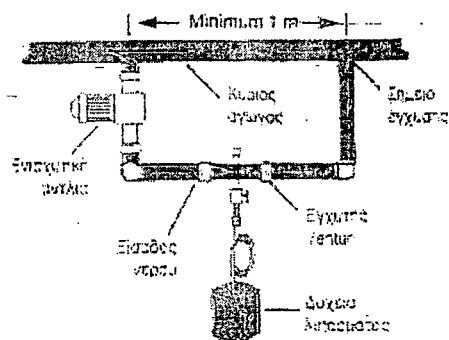
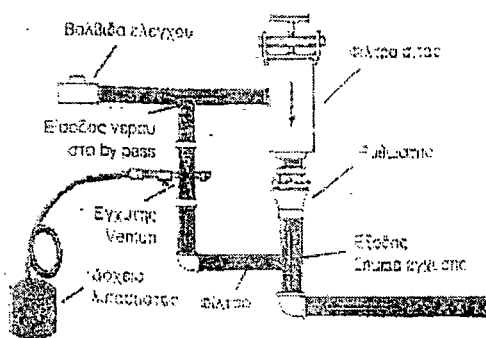
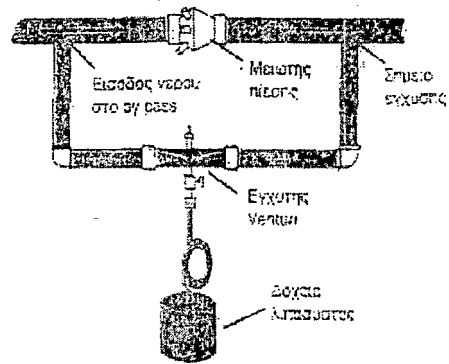
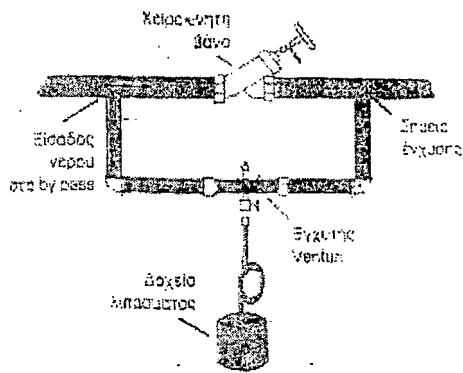
Στις περιπτώσεις που δεν μπορούμε να προκαλέσουμε την απαιτούμενη απώλεια πίεσης για την έναρξη λειτουργίας του εγχυτή Venturi, τοποθετούμε στο σωλήνα εισόδου του by pass μια μικρή ενισχυτική αντλία (booster pump), η οποία "τραβά" από τον κεντρικό αγωγό την απαιτούμενη παροχή Q που πρέπει να διέλθει από τον εγχυτήρα, αυξάνοντας την πίεση εισόδου (P_1). (σχημ.38). Καταργούμε, έτσι τη βάνια στραγγαλισμού και δεν προκαλούμε απώλειες πίεσης, όμως έχουμε επιπλέον κόστος για την προμήθεια και λειτουργία της ενισχυτικής αντλίας (εγχυτές διπλής φάσης).

Επίσης, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τη διαφορά πίεσης αναρρόφησης-κατάθλιψης της αντλίας του δικτύου άρδευσης συνδέοντας το σωλήνα εξόδου του διαλύματος νερού – λιπάσματος από τον εγχυτή του δικτύου, αυξάνοντας όμως έτσι τις πιθανότητες διάβρωσής της (σχημ.39).

Σε περιπτώσεις, ακόμη, όπου η διαθέσιμη παροχή νερού είναι μικρή και η μείωση της πίεσης δεν είναι πρόβλημα, ο εγχυτής μπορεί να τοποθετηθεί επί του κεντρικού αγωγού (σχημ.40).

Στις δύο τελευταίες περιπτώσεις συνδεσμολογίας, οι δυνατότητες ρυθμίσεως περιορίζονται και τυγχάνουν σπάνιας εφαρμογής.

Οι εγχυτές τύπου Venturi έχουν μικρό σχετικά κόστος αγοράς και βασικό τους πλεονέκτημα έναντι των υδρολιπαντήρων είναι ότι μπορούν να αναρροφούν το μητρικό διάλυμα από απλό ανοιχτό δοχείο και, επομένως, φθινό, εύκολα εποπτεύσιμο, επισκέψιμο και ανατροφοδοτούμενο. Το δοχείο αυτό μπορεί να είναι αρκετά μεγάλο, ώστε να χωρά όλη τη ποσότητα διαλυμένου λιπάσματος που απαιτείται για όλες τις στάσεις άρδευσης ενός κτήματος.



Η πυκνότητα του μητρικού διαλύματος δεν μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της υδρολίπανσης, παρά μόνο αν το θελήσουμε. Μπορούν να υδρολιπάνουν με όλα τα συστήματα άρδευσης, να διοχετεύσουν μεγάλη γκάμα χημικών υγρών ή και αερίων (π.χ εμπλουτισμός με οξυγόνο εγκαταστάσεων ιχθυοκαλλιεργειών, βιολογικών καθαρισμών κ.α), να χρησιμοποιηθούν σε βιομηχανικές εφαρμογές κ.α. Κατασκευάζονται συνήθως από υψηλής ποιότητας θερμοπλαστικά υλικά, με μεγάλη

αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και στα περισσότερα χημικά ευμετακίνητοι και, επειδή δεν έχουν κινητά μέρη, έχουν μηδαμινό κόστος συντήρησης.

Σε περιπτώσεις όμως κατά τις οποίες απαιτείται ακρίβεια και σταθερή συγκέντρωση του τελικού διαλύματος που φθάνει στα φυτά, παρά τυχόν αλλαγές της παροχής του δικτύου άρδευσης, χρησιμοποιούνται οι δοσομετρικές – αναλογικές αντλίες λίπανσης.

Το κυριότερο μειονέκτημα των αντλιών αυτών είναι η απαιτούμενη σχετικά υψηλή απώλεια πίεσης για την έναρξη της λειτουργίας τους. Ένα άλλο μειονέκτημα των αντλιών αυτών είναι ότι μπορούν να λειτουργήσουν μόνο με υγρά ή -οπωσδήποτε διαλυμένα λιπάσματα.

Τα πλεονεκτήματα των αντλιών αυτών είναι περισσότερα από τα πλεονεκτήματα των υδρολιπαντήρων όπως :

α) Έχουν μικρό κόστος αγοράς.

β) Μπορούν ν' αναρροφούν το μητρικό διάλυμα από ένα απλό, φθινό ανοιχτό δοχείο το οποίο μπορούμε να το παρακολουθούμε ανά πάσα στιγμή και να το τροφοδοτούμε.

γ) Το δοχείο αυτό μπορεί να είναι όσο μεγάλο-θελήσουμε, ώστε να χωράει όλη την ποσότητα λιπάσματος που θέλουμε να χορηγήσουμε και να αναγκαζόμαστε να ετοιμάζουμε πολλές φορές μητρικό διάλυμα.

δ) Η συχνότητα του μητρικού διαλύματος δεν μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της υδρολίπανσης.

ε) Είναι κατασκευασμένα από υψηλής αντοχής υλικά, αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες και στα περισσότερα χημικά.

στ) Επειδή δεν έχουν κινητά μέρη, έχουν μηδαμινό κόστος συντήρησης.

4.1.2.1.β Μηχανικές αντλίες

Οι αντλίες αυτές μπορεί να είναι κοινές φυγοκεντρικές αντλίες που λειτουργούν με κινητήρες ηλεκτρικούς ή εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούνται για την άντληση της κύριας παροχής του δικτύου.

Το λιπαντικό διάλυμα βρίσκεται σ' ένα απλό ανοιχτό δοχείο από μέταλλο, αμιαντοτσιμέντο, τσιμέντο ή πλαστικό και εισάγεται μ' ένα μικρό σωληνίσκο στο σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας. Το δοχείο μπορεί να είναι στο ίδιο επίπεδο ή υπερυψωμένο σε σχέση με την αντλία και μπορεί να δεχτεί υγρά λιπάσματα ή στερεά που διαλύονται μόνα τους ή με κάποια ανάδευση σε σύντομο χρόνο.

Ο σωληνίσκος που συνδέει το δοχείο με το σημείο αναρρόφησης της αντλίας πρέπει να φέρει ρυθμιστική βάνα, ώστε να καθορίζεται κάθε φορά ο ρυθμός αναρρόφησης ανάλογα με τις ανάγκες και τις συνθήκες του δικτύου. Το κατέβασμα της στάθμης του λιπαντικού διαλύματος μέσα στο δοχείο αποτελεί ένα καλό ενδεικτικό μέσο για τη ρύθμιση της ταχύτητας έγχυσης.

Στο σωληνίσκο σύνδεσης με το δοχείο λίπανσης αλλά και στο σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας πρέπει απαραίτητα να τοποθετούνται βαλβίδες αντεπιστροφής, ώστε ν' αποφεύγεται η υπερχειλίση του δοχείου λίπανσης ή η μόλυνση της πηγής του νερού με λιπαντικά στοιχεία από επιστροφή του νερού του δικτύου. Τέτοια επιστροφή μπορεί να συμβεί κατά τη διακοπή της λειτουργίας της αντλίας στις περιπτώσεις που σωληνώσεις του δικτύου βρίσκονται ψηλότερα από την αντλία και την πηγή νερού.

Κύριο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ο κίνδυνος για διάβρωση των τμημάτων της αντλίας που έρχονται σε επαφή με τα λιπαντικά στοιχεία. Ο κίνδυνος διάβρωσης εξαρτάται οπωσδήποτε από το είδος του μετάλλου αλλά και το είδος του λιπασματος που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση (πιν.13)

Πίνακας 13.Βαθμός κινδύνου διάβρωσης* διαφόρων μετάλλων από διάφορα λιπάσματα [Martin, 1953 (56a)]						
Είδος μετάλλου	Θεική αμμωνία	Νιτρική αμμωνία	Ουρία	Φωσφορ. οξύ	Φωσφορ. αμμωνία	Σύνθετα (17-17-10)
Σίδηρος γαλβανισμένος	3	4	1	4	1	2
Αλουμίνιο σε φύλλα	1	1	0	2	2	1
Χάλυβας ανοξείδωτος	0	0	0	1	0	0
Μπρούντζος	3	3	0	2	4	4
pH λιπαντικού διαλύματος	5	5,9	7,6	0,4	8	7,3
*0 = κανένας	1 = ελαφρός	2 = μέτριος	3	=		
				σημαντικός		

4.1.2.2 Αντλίες κατάθλιψης λιπαντικού διαλύματος

Στην περίπτωση της κατάθλιψης το λιπαντικό διάλυμα που βρίσκεται σε ανοιχτά δοχεία υπό την ατμοσφαιρική πίεση, εισάγεται με κατάθλιψη σε κάποιο σημείο του δικτύου όπου η πίεση είναι υψηλότερη από την ατμοσφαιρική. Το σημείο αυτό μπορεί να είναι στον κύριο αγωγό της κεφαλής του δικτύου και μάλιστα μετά από τα φίλτρα χαλικιών και πριν από τα φίλτρα σίτας στο ίδιο σημείο που γίνεται η έγχυση με τη μέθοδο της διαφορικής πίεσης.

Οι αντλίες που χρησιμοποιούμε για κατάθλιψη του λιπαντικού διαλύματος μπορεί να είναι ανάλογα με την ενέργεια που χρησιμοποιεί ο κινητήρας τους, ηλεκτρικές ή υδραυλικές.

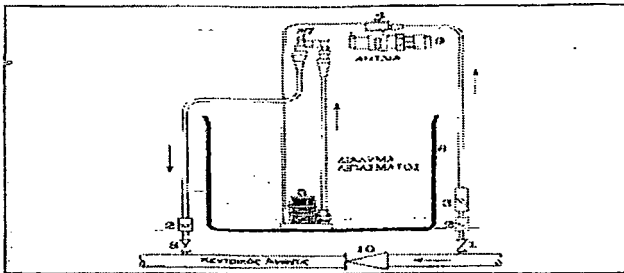
4.1.2.2.α Ηλεκτρικές αντλίες

Οι αντλίες αυτές είναι συνήθως φυγοκεντρικές και έχουν σχεδιαστεί ώστε να είναι κατάλληλες για έγχυση λιπασμάτων. Αποτελούν μία πρακτική λύση για μέτρια ή μεγάλα κτήματα, όπου οι ποσότητες των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται είναι αρκετά μεγάλες. Προϋποθέσεις απαραίτητες για τη χρήση τέτοιων αντλιών είναι η χρήση υγρών ή οπωσδήποτε διαλυμένων λιπασμάτων και η ύπαρξη ηλεκτρικού ρεύματος στο κτήμα.

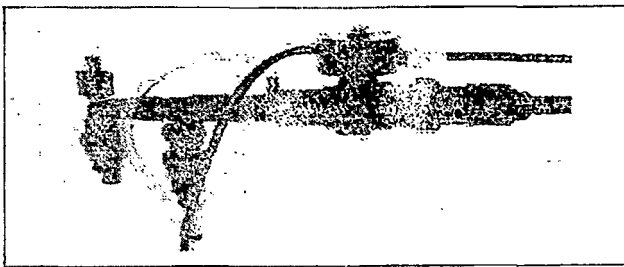
Ηλεκτρικές αντλίες κατάλληλες για έγχυση λιπασμάτων κατασκευάζουν πολλές ελληνικές και ξένες εταιρείες σε διάφορους τύπους και μεγέθη.

Σημείο προσοχής κατά την επιλογή αντλιών τέτοιου τύπου είναι το είδος του μετάλλου των τμημάτων της που έρχονται σε επαφή με το νερό του στα είδη των λιπασμάτων που προκύπτει να χρησιμοποιούνται σε συχνό ρυθμό.

4.1.2.2.β Υδραυλικές αντλίες



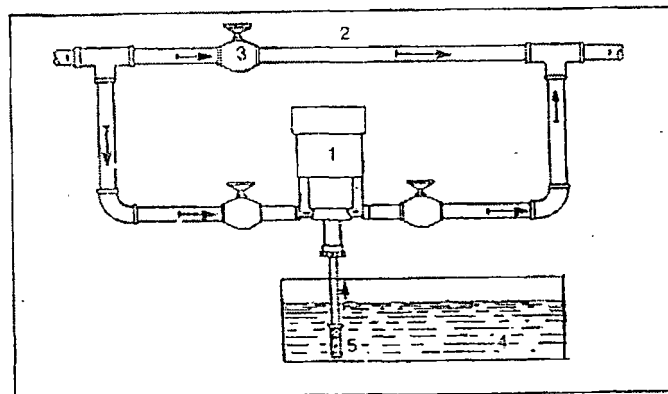
Εικ.41 : σχηματική παράσταση συνδεσμολογίας υδραυλικής αντλίας, με κατανάλωση νερού: 1.βάνα τροφοδοσίας υδραυλικού κινητήρα, 2.ρακόρ, 3.φίλτρο, 4.αυτόματος διακόπτης, 5.καφαλή αναρρόφησης, 6.δοχείο λίπανσης, 7.βαλβίδα εξαερισμού, 8.βάνα έγχυσης λιπάσματος, 9. αποχέτευση, 10. βαλβίδα αντεπιστροφής.



Εικ.42 : Υδραυλική αντλία που λειτουργεί με κατανάλωση νερού.

Στις αντλίες του τύπου αυτού πηγή ενέργειας είναι η υδραυλική. Η πίεση του νερού χρησιμοποιείται κατά διάφορους τρόπους για την κίνηση κάποιου υδραυλικού κινητήρα, ο οποίος στη συνέχεια ενεργοποιεί μία αντλία η οποία αναρροφά το λιπαντικό διάλυμα μέσα σε κάποιο ανοιχτό δοχείο και το εισάγει στο δίκτυο άρδευσης. Οι αντλίες του τύπου αυτού λειτουργούν είτε με κατανάλωση νερού είτε με διαφορά πίεσης.

Στην πρώτη περίπτωση μία ποσότητα νερού περίπου διπλάσια από την ποσότητα του αναφερόμενου λιπαντικού διαλύματος αναλώνεται για την κίνηση του υδραυλικού κινητήρα (εικ.41). Το νερό αυτό δεν είναι εύκολο να επιστραφεί στην πηγή ή να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα κατ' άλλο τρόπο και αποτελεί, ιδίως για περιοχές με περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού, ένα στοιχείο που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.(εικ.42).



Εικ.43 : Σχηματική παράσταση συνδεσμολογίας υδραυλικής αντλίας με διαφορά πίεσης: 1. αντλία, 2.κύρια γραμμή δικτύου, 3.βάνα για δημιουργία διαφοράς πίεσης, 4.λιπαντικό διάλυμα, 5.φίλτρο.

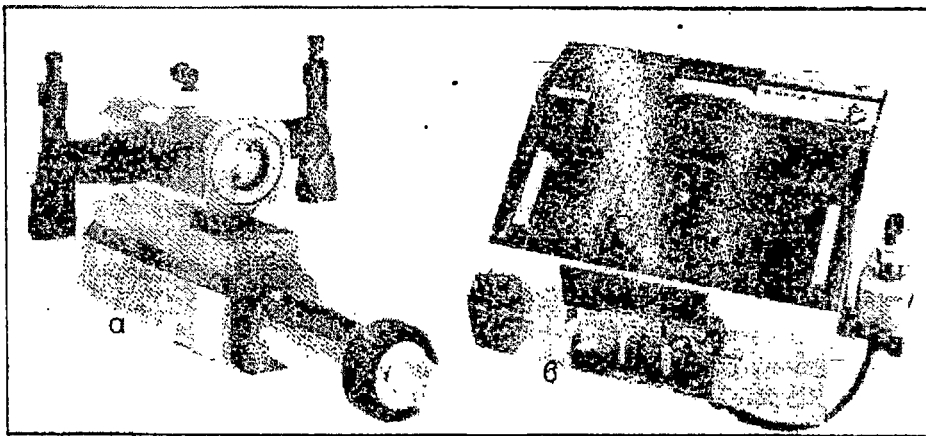
Στην περίπτωση της διαφορικής πίεσης δεν καταναλώνεται νερό αλλά δημιουργείται μία διαφορά πίεσης στην κύρια γραμμή του δικτύου, η οποία επιτρέπει να κινηθεί μία ποσότητα νερού μέσω μίας παράλληλης σύνδεσης (by pass) που τελικά κινεί το έμβολο του υδραυλικού κινητήρα (εικ.43). Στην περίπτωση αυτή αποφεύγεται η κατανάλωση νερού, αλλά προκαλείται κατανάλωση μίας ποσότητας ενέργειας (πίεσης) για να λειτουργήσει το σύστημα. Οι αντλίες αυτού του τύπου συνήθως απαιτούν μία κατανάλωση πίεσης περίπου 25% και είναι ακατάλληλες για σχετικά μικρές παροχές.

4.1.2.2.γ Αναλογικές αντλίες

Οι αναλογικές αντλίες μπορεί να είναι ηλεκτρικές ή υδραυλικές όπως τις παραπάνω που συνδεόμενες με κατάλληλους υδραυλικούς ή ηλεκτρικούς μηχανισμούς (εικ.44) εξασφαλίζουν σταθερή αναλογική έγχυση του λιπαντικού διαλύματος στο νερό του δικτύου.

Με τις αντλίες του τύπου αυτού η συγκέντρωση του λιπάσματος στο νερό του δικτύου διατηρείται σταθερή, έστω και αν η παροχή του δικτύου για διάφορους λόγους τυχαίους ή επιθυμητούς, μεταβάλλεται.

Μία τέτοια σταθερή αναλογία συνήθως είναι απαραίτητη μόνο σε ειδικές κρίσιμες εφαρμογές, όπου για διάφορους λόγους επιβάλλεται το νερό να έχει σταθερή συγκέντρωση κάποιου σκευάσματος, όπως σε περιπτώσεις ανθοκηπευτικών καλλιεργειών ή στις περιπτώσεις διαφυλλικών ψεκασμών για λίπανση, φυτοπροστασία σε υδρονεφώσεις κ.λ.π ή τέλος στις περιπτώσεις απολύμανσης του νερού για αποφυγή ανάπτυξης μικροοργανισμών (βακτηρίων, αλγών).



Εικ.44 : Μηχανισμοί που συνδέονται με μηχανικές ή υδραυλικές αντλίες για την επίτευξη αναλογικής λίπανσης : α)υδραυλικός, β)ηλεκτρονικός.

Υπάρχει μία αρκετά μεγάλη ποικιλία αντλιών αναλογικών στο εμπόριο που μπορούν να χωριστούν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το είδος του αναλογικού μηχανισμού που διαθέτουν.

Οι υδραυλικές αναλογικές αντλίες επιτυγχάνουν την αναλογική χορήγηση με υδραυλικό μηχανισμό (εικ.44α).

Οι ηλεκτρονικές αναλογικές αντλίες επιτυγχάνουν την αναλογική χορήγηση μέσω μίας γεννήτριας παλμών (εικ.44β) η οποία συνδέεται μ' ένα υδρόμετρο

τοποθετημένο στην κύρια γραμμή. Η γεννήτρια αυτή κατευθύνει τη λειτουργία της αντλίας που μπορεί να είναι ηλεκτρική ή υδραυλική.

4.2 Υπολογισμοί με χρήση απλού λιπαντήρα

Όταν η υδρολίπανση εφαρμόζεται με μόνη την πρόθεση να χορηγηθούν συγκεκριμένες μονάδες θρεπτικών στοιχείων ανά στρέμμα, είναι απαραίτητο, μετά τον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας λιπάσματος, να ελέγχεται τουλάχιστον αν τελικά η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων που προκύπτει βρίσκεται μέσα σε ανεκτά και ευνοϊκά για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια όρια. Δηλαδή, ανάλογα με το βαθμό ευαισθησίας στα άλατα, να μην δημιουργεί προβλήματα τοξικότητας, αλλά ούτε να "πέφτει" κάτω από το χαμηλότερο όριο στο οποίο αντιδρά θετικά.

Ο υπολογισμός των ποσοτήτων του διαλύματος είναι εύκολος όταν είναι δεδομένη η περιεκτικότητα (%) του λιπάσματος σε θρεπτικά και η αναγκαία ποσότητα θρεπτικών ανά στρέμμα και για όλη την έκταση.

Για παράδειγμα, έστω ότι θέλουμε να δώσουμε 5 μονάδες αζώτου (N) με τη χρήση νιτρικής αμμωνίας (33,5% N) σε μια καλλιέργεια 4 στρεμμάτων. Οι υπολογισμοί γίνονται με την απλή μέθοδο των τριών ως εξής :

Στα 100 kg νιτρικής αμμωνίας περιέχονται 33,5 kg (μονάδες) N

Οι 5 μονάδες N που θέλουμε να δώσουμε ανά στρέμμα στην καλλιέργεια περιέχονται σε :

$$X = 100 * 5 / 33,5 = 15 \text{ kg νιτρικής αμμωνίας}$$

Τα 15 kg/στρ. είναι η ποσότητα του συγκεκριμένου λιπάσματος που πρέπει να χορηγηθεί για την εξασφάλιση 5 μονάδων N στην καλλιέργεια.

Από το σημείο αυτό μπορούμε, γνωρίζοντας το ύψος άρδευσης της καλλιέργειας, να βρούμε και τη συγκέντρωση του θρεπτικού στοιχείου, του αζώτου στην προκειμένη περίπτωση, στο αρδευτικό νερό, χρησιμοποιώντας τη σχέση :

$$\Sigma = \Lambda * 10 * \frac{\Pi}{N} \quad (1)$$

όπου :

Σ = η συγκέντρωση θρεπτικού στοιχείου στο αρδευτικό νερό (mg/l)

Λ = ποσότητα λιπάσματος (kg)

Π = περιεκτικότητα (%) θρεπτικού στο λίπασμα,

N = ύψος άρδευσης (m^3)

Λύνοντας την παραπάνω εξίσωση για ύψος άρδευσης π.χ 20 m^3 , έχουμε :

$$\Sigma = 15 * 10 * 33,5 / 20 = 250 \text{ mg/l}$$

Εφόσον η παραπάνω συγκέντρωση βρίσκεται μέσα στα ανεκτά όρια, τότε πράγματι τα 15 kg νιτρικής αμμωνίας μπορούν να χορηγηθούν με μια εφαρμογή

Στον πιν. Αναφέρονται τα συνήθως επιδιωκόμενα όρια συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στο νερό άρδευσης, η χρησιμότητα του πίνακα 14 είναι βέβαια μόνο προσανατολιστική, μάλιστα σε περιπτώσεις τροφοπενιών οι συγκεντρώσεις αυτές μπορεί και να πολλαπλασιάζονται.

Πίνακας 14. Συνήθεις συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο νερό άρδευσης (mg/l ή ppm)

-	άζωτο (N)	80-250
-	φώσφορος (P ₂ O ₅)	35-90
-	κάλιο(K ₂ O)	75-350
-	μαγνήσιο(MgO)	25-75
-	ασβέστιο(CaO)	130-250
-	σίδηρος(Fe)	0,50-3,00
-	μαγγάνιο (Mn)	0,50-2,00
-	ψευδάργυρος (Zn)	0,20-1,00
-	χαλκός(Cu)	0,20-0,20
-	βόριο (B)	0,20-0,30
-	μολυβδαίνιο(Mo)	0,05-0,08

Στην περίπτωση που από πειραματικά δεδομένα κ.λ.π υπάρχουν στοιχεία για την απαιτούμενη επιθυμητή συγκέντρωση θρεπτικών-στο-νερό-άρδευσης, μπορούμε να υπολογίσουμε, γνωρίζοντας το ύψος άρδευσης, την απαιτούμενη ποσότητα του λιπάσματος με τον τύπο :

$$\Lambda = \frac{\Sigma * N}{10 * \Pi} \quad (2)$$

Η σχέση αυτή, όπως και η σχέση (1), αφορά τους απλούς υδρολιπαντήρες που λειτουργούν μεσώ στραγγαλισμού του νερού. Η χρήση βάνας η οποία τοποθετείται στον κεντρικό αγωγό και ανάμεσα στις δύο συνδέσεις του υδρολιπαντήρα μ' αυτόν, εξαναγκάζει μια ποσότητα νερού να περάσει μέσω του υδρολιπαντήρα ξανά στο κεντρικό δίκτυο, συμπαρασύροντας ποσότητες λιπάσματος του πυκνού διαλύματος.

Είναι όμως φανερό ότι σιγά-σιγά, κατά τη διάρκεια του-ποτίσματος, οι συγκεντρώσεις του πυκνού διαλύματος, άρα και αυτές που περνούν στον κεντρικό αγωγό και φθάνουν στα φυτά, ελαττώνονται. Το γεγονός αυτό αποτελεί μειονέκτημα, αφού δεν εξασφαλίζεται η ισόρροπη διανομή των θρεπτικών ούτε στο χώρο, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μεγάλες εκτάσεις.

Συμβαίνει συχνά ο παραγωγός γνωρίζοντας από πείρα τη διάρκεια της άρδευσης να υπολογίζει το ύψος της (από την παροχή των σταλάκτων και τις απώλειες) και όχι το αντίθετο που θα ήταν το ορθότερο, δηλ. γνωρίζοντας το ύψος άρδευσης που χρειάζεται να υπολογίζει τη διάρκειά της. Όπως και να είναι, υπογραμμίζουμε ότι η υδρολίπανση πρέπει πάντα να αρχίζει μετά και όχι μαζί με την άρδευση και να τελειώνει πριν το πέρας της, για λόγους που ήδη αναφέρθηκαν (κίνδυνοι διάβρωσης των μεταλλικών μερών του δικτύου από οξέα και λιπάσματα).

Ας περάσουμε όμως στο παράδειγμα των 4 στρεμμάτων :

Φτιάχνουμε πρώτα –πρώτα τον πίνακα των επιθυμητών συγκεντρώσεων και των αναγκών σε νερό ανά στρέμμα και για όλη την καλλιέργεια (πιν.15)

Πίνακας 15. Ύψος άρδευσης καλλιέργειας 4 στρ. και επιθυμητές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα				
Στάδια καλλιέργειας	Συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων (mg/l)		Ανάγκες νερού (m ³ /στρ.)	Ύψος άρδευσης καλλιέργειας
	N	K ₂ O		
A	200	200	5	20(4*5)
B	175	250	7,5	30(4*7,5)
Γ	150	225	7,5	30(4*7,5)

Έστω ότι θα χρησιμοποιηθούν τα λιπάσματα : νιτρικό κάλι, νιτρική αμμωνία. Ξεκινάμε τους υπολογισμούς από το νιτρικό κάλι (KNO₃, 13:0:46)

- Στάδιο A

$$\Lambda = 200 * 20 / 10 * 46 = 8,7 \text{ kg/lit KNO}_3$$

- Στάδιο B

$$\Lambda = 250 * 30 / 10 * 46 = 16,3 \text{ kg/lit KNO}_3$$

- Στάδιο Γ

$$\Lambda = 225 * 30 / 10 * 46 = 14,7 \text{ kg/lit KNO}_3$$

Οι ποσότητες νιτρικού καλίου που έδωσε η εφαρμογή της σχέσης (2) καλύπτουν τις κατά στάδιο ανάγκες (συγκεντρώσεις) της καλλιέργειας σε K₂O. Το νιτρικό κάλι όμως περιέχει και 13% N κι έτσι πρέπει να βρούμε τι συγκεντρώσεις N δόθηκαν με τις παραπάνω ποσότητες KNO₃.

Δηλαδή :

-Στάδιο A :

$$\Sigma = \Lambda * 10 * \Pi / N = 8,7 * 10 * 13 / 20 = 56,5 \text{ mg N/lit}$$

-Στάδιο B :

$$\Sigma = \Lambda * 10 * \Pi / N = 16,3 * 10 * 13 / 30 = 70,7 \text{ mg N/lit}$$

-Στάδιο Γ :

$$\Sigma = \Lambda * 10 * \Pi / N = 14,7 * 10 * 13 / 30 = 63,7 \text{ mg N/lit}$$

Έτσι οι συγκεντρώσεις N κατά στάδιο που θα επιδιώξουμε με την νιτρική αμμωνία, θα είναι οι συγκεντρώσεις που αναγράφονται στον πίνακα μείον αυτές που ήδη επιτεύχθηκαν :

$$\text{Στάδιο A } 200 - 56,5 = 143,5 \text{ Mg/lit}$$

$$\text{Στάδιο B } 175 - 70,7 = 104,3 \text{ mg/lit}$$

$$\text{Στάδιο Γ } 150 - 63,7 = 86,3 \text{ mg/lit}$$

Πίνακας 16. Σύνθεση πυκνού διαλύματος		
Στάδιο ανάπτυξης	Λιπάσματα	
	Νιτρικό κάλι(kg)	Νιτρική αμμωνία(kg)
A	8,7	8,56
B	16,3	9,34
Γ	14,7	7,74

Οι υπολογισμοί των ποσοτήτων της νιτρικής αμμωνίας γι' αυτές τις συγκεντρώσεις θα γίνουν πάλι με τη βοήθεια της σχέσης (2). Έτσι :

Στάδιο Α :.....8,6 kg νιτρική αμμωνία
Στάδιο Β :.....9,34 kg νιτρική αμμωνία
Στάδιο Γ :.....7,76 kg νιτρική αμμωνία

Ο πίνακας αποτελεί σύνθεση των αποτελεσμάτων – ποσοτήτων που θα διαλυθούν στον υδρολιπαντήρα, για να επιτευχθούν οι επιθυμητές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο νερό άρδευσης. Τις ποσότητες αυτές τις διαλύουμε στον υδρολιπαντήρα και επιδιώκουμε να χορηγηθούν στην καλλιέργεια κατά τη διάρκεια της άρδευσης.

4.3 Υπολογισμοί με χρήση δοσομετρικής αντλίας

Η υδρόλιπανση με δοσομετρική αντλία είναι αναμφισβήτητη ανώτερη εκείνης που γίνεται με απλό λιπαντήρα. Με τη χρήση της επιτυγχάνουμε σταθερή αραίωση του μητρικού διαλύματος στο νερό, καθόλη τη διάρκεια της άρδευσης και για όλη την έκταση της καλλιέργειας, με όλα τα ευεργετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη της και στις αποδόσεις. Για την παρασκευή του πυκνού διαλύματος χρησιμοποιούνται κοινά ανοιχτά δοχεία, με χαραγμένα από τη βάση ως την κορυφή τα επίπεδα χωρητικότητας (ποσότητες νερού).

Οι αραιώσεις (λίτρα αρδευτικού νερού με τα οποία αναμειγνύεται ένα λίτρο πυκνού διαλύματος) που συνήθως επιδιώκονται είναι 1:200 (κυμαίνονται από 1:100 – 1:400). Αυτό επιτυγχάνεται αυτόματα με την κατάλληλη τοποθέτηση του δείκτη αραίωσης της δοσομετρικής αντλίας. Η χωρητικότητα (X) του δοχείου – το επίπεδο ως το οποίο θα το γεμίσουμε – είναι απαραίτητη για του υπολογισμούς. Η χρησιμη

$$\text{σχέση είναι η εξής : } \Lambda = \frac{\Sigma * X * A}{10.000 * \Pi} \quad (3)$$

όπου :

X= χωρητικότητα του δοχείου (lt)

A= αραιωση : ποσότητα αρδευτικού νερού με την οποία αναμειγνύεται 1 lt πυκνού διαλύματος (lt).

Βλέπουμε δηλαδή ότι δε χρησιμοποιούμε στους υπολογισμούς το ύψος άρδευσης. Εύκολα όμως βρίσκουμε ότι π.χ τα 500 lt πυκνού διαλύματος (τιμή X) με αραιωση 1:200 διαλύονται σε 100.000 lt αρδευτικού νερού ($500*200=100.000$ lt) κι έτσι υπολογίζουμε τον αριθμό των αρδεύσεων με τα 500 lt, με δεδομένο κάθε φορά το ύψος άρδευσης. Δίνουμε τώρα ένα αντίστοιχο παράδειγμα εφαρμογής της σχέσης(3) για το στάδιο Α.

Για X=500 lt, A=1:200, $\Sigma=200\text{mg N/lt}$ και $200\text{ mg K}_2\text{O /lt}$ και με τα λιπάσματα νιτρικό κάλι (13:0:46) και νιτρική αμμωνία (34,5:0:0) υπολογίζεται :

Ποσότητα νιτρικού καλίου :

$$\Lambda=200*500*200/10.000*46=3,5\text{kg}$$

Με τα παραπάνω 43,5 kg νιτρικού καλίου διοχετεύεται στο αρδευτικό νερό και άζωτο η συγκέντρωση του οποίου υπολογίζεται λύνοντας την εξίσωση (3) ως προς Σ.

Δηλαδή :

$$\Sigma=\Lambda*10.000*\Pi/X*A=43,5*10.000*3/500*200=56,5\text{ mg N/lt.}$$

Τη συγκέντρωση αυτή την αφαιρούμε από την επιθυμητή για το άζωτο (200mg/lt) οπότε :

$$200-56,5=143,5\text{ mg N/lt}$$

είναι η συγκέντρωση που πρέπει να εξασφαλιστεί με την νιτρική αμμωνία.

Τη συγκέντρωση αυτή θα την εξασφαλίσουμε με τη σχέση (3) :

$$\Lambda=143,5*500*200/10.000*33,5=2,8\text{ kg νιτρικής αμμωνίας.}$$

Τελικά, στο δοχείο θα πρέπει να διαλυθούν 43,5 kg νιτρικού καλίου και 42,8 kg νιτρικής αμμωνίας. Στη συνέχεια ρυθμίζεται ο δείκτης αραίωσης της δοσομετρικής αντλίας στην ένδειξη 1:200 και αρχίζει η υδρολίπανση.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΕ ΤΟΜΑΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Αρχικά πριν κάνουμε οποιαδήποτε εργασία ,απολυμαίνουμε το θερμοκήπιο με την χρήση ,συνήθως ,βρωμιούχου μεθυλίου ή κάποιου άλλου απολυμαντικού.

Μετά φρεζάρουμε και παράλληλα ενσωματώνουμε στο έδαφος την βασική λίπανση.

Μεταφυτεύουμε τα νεαρά φυτά της τομάτας από τα σακουλάκια στο έδαφος του θερμοκηπίου όταν αυτά έχουν 2 πραγματικά φύλλα.

Φυτεύουμε σε διπλές γραμμές. Οι αποστάσεις μεταξύ των διπλών γραμμών είναι 80 εκατοστά ,ενώ η απόσταση φυτού από φυτό στην γραμμή είναι 50 εκατοστά. Οι αποστάσεις μεταβάλλονται ελαφρώς ανάλογα με την ποικιλία και το υβρίδιο.

Όταν τα φυτά μεγαλώσουν λίγο τα υποστυλώνουμε. Αυτό γίνεται πρώτον για να στηρίξουμε τα φυτά και δεύτερον για να διευκολυνθούν οι διάφορες καλλιεργητικές εργασίες.

Σε τακτά χρονικά διαστήματα κλαδεύουμε τα φυτά. Κατά το κλάδεμα αφήνουμε το κεντρικό βλαστό και αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί.

Οι απαιτήσεις της καλλιέργειας στο θερμοκήπιο διαφέρουν σημαντικά από εκείνες της υπαίθριας καλλιέργειας, αφενός γιατί είναι μεγαλύτερες οι αποδοχές και αφετέρου γιατί είναι μεγαλύτερη η διάρκεια καλλιέργειας.

Στο θερμοκήπιο η βασική λίπανση δεν έχει τόσο μεγάλη σημασία όσο στην υπαίθρια καλλιέργεια. Εξάλλου σε πολλά θερμοκήπια που καλλιεργούνται επί σειρά ετών υπάρχει τόσο μεγάλη επάρκεια σε θρεπτικά στοιχεία που είναι περιττή η βασική λίπανση. Γι' αυτό είναι απαραίτητη η χημική ανάλυση του εδάφους πριν το ξεκίνημα της καλλιέργειας , αλλά και η χρήση ενός πεχάμετρου και ενός αγωγιμόμετρου για τον έλεγχο του pH του εδάφους και της αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος. Οργανική ουσία λιγότερη από 2%(φτωχό σε οργανική ουσία).

☛ pH(KCl) : 6,8 -7

☛ Άζωτο :40-60mg/Kg εδάφους (κατά μέσο όρο 50)

☛ Φώσφορο :10-29mg/Kg εδάφους (κατά μέσο όρο 15)

☛ Κάλιο :80-125mg/Kg εδάφους (κατά μέσο όρο 100)

☛ Μαγνήσιο:40-80mg/Kg εδάφους (κατά μέσο όρο 60)

Αν ,επομένως ,τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης δώσουν τιμές μεγαλύτερες από τις παραπάνω δε θα πρέπει να γίνει βασική λίπανση. Αντίθετα ,είναι απαραίτητη η προσθήκη κάθε χρόνο κοπριάς ,σε ποσότητα ,4-5tn/στρ.

Στο σπορείο η λίπανση δε διαφέρει ουσιαστικά σε τίποτα από τη λίπανση που γίνεται στα φυτά που προορίζονται για υπαίθρια καλλιέργεια. Η λιπαντική αγωγή αλλάζει ριζικά με την εγκατάσταση της καλλιέργειας στο θερμοκήπιο, επειδή οι αποδόσεις των 20-25tn/στρ. απαιτούν μεγάλες ποσότητες σε θρεπτικά στοιχεία ,που ικανοποιούνται κυρίως με υδρολίπανσεις και εν μέρει με διαφυλλικά λιπάσματα.

Μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας στο θερμοκήπιο και μέχρι το δέσιμο της πρώτης ταξιανθίας η λίπανση είναι περιορισμένη και αφορά κυρίως , την προσθήκη φωσφόρου και καλίου. Μετά το δέσιμο της πρώτης ταξιανθίας αρχίζει

ουσιαστικά, το πρόγραμμα λίπανσης, το οποίο σε γενικές γραμμές ακολουθεί τους εξής κανόνες:

-Μέχρι την έκπτυξη της 7^{ης} ταξιανθίας (60-90 ημέρες περίπου μετά την φύτευση) οπότε αρχίζει και η συγκομιδή από την πρώτη ταξιανθία, η σχέση N: K είναι 1:2,5-3.

-Μετά την έκπτυξη της 7^{ης} ταξιανθίας και για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, το οποίο εξαρτάται από τον προγραμματισμό του καλλιεργητή(συνήθως μέχρι την 14^η -15^η ταξιανθία) η σχέση N: K διατηρείται στο 1:2.

-Όταν η καλλιέργεια πλησιάζει προς το τέλος της, την άνοιξη, η σχέση N:K γίνεται 1:1.

Σε όλη την διάρκεια του παραγωγικού κύκλου της τομάτας γίνονται πλήρεις υδρολιπάνσεις, οι οποίες περιέχουν άζωτο, φωσφόρο, κάλιο, μαγνήσιο, πολλές φορές ασβέστιο και ιχνοστοιχεία. Ο φωσφόρος χορηγείται σε μικρές ποσότητες και η σχέση N: P₂O₅ είναι 1:0,3-0,5. Η ποσότητα του φωσφόρου αυξάνεται το χειμώνα και ελαττώνεται την άνοιξη. Το μαγνήσιο είναι πολύ απαραίτητο στοιχείο για την καλλιέργεια τομάτας και συχνά παρατηρείται τροφοπενία μαγνησίου από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού, ιδιαίτερα όταν η σχέση K : Mg είναι 4 ή μεγαλύτερη. Το μαγνήσιο σε σχέση με το κάλιο πρέπει να βρίσκεται σε αναλογία 1: 0,3-0,5.

Συμπερασματικά, ένα προτεινόμενο πρόγραμμα λίπανσης για τη τομάτα θερμοκηπίου, ανάλογα με τα στάδια ανάπτυξης της, μπορεί να περιλαμβάνει τις παρακάτω ποσότητες λιπασμάτων :

Α΄ φάση (μέχρι την έκπτυξη της 7^{ης} ταξιανθίας) : 6 κιλά νιτρικό κάλιο
1 κιλό νιτρική αμμωνία
0,5 κιλό φωσφορικό οξύ 85%
4 κιλά θειικό μαγνήσιο και μείγμα

ιχνοστοιχείων:-

Β΄ φάση (μετά την έκπτυξη της 7^{ης} ταξιανθίας) : 5 κιλά νιτρικό κάλιο
1,5 κιλό νιτρική αμμωνία
0,5 κιλό φωσφορικό οξύ 85%
4 κιλά θειικό μαγνήσιο και μείγμα

Γ΄ φάση (όταν η καλλιέργεια πλησιάζει το τέλος) : 4 κιλά-νιτρικό κάλιο
3 κιλό νιτρική αμμωνία
0,5 κιλό φωσφορικό οξύ 85%
4 κιλά θειικό μαγνήσιο και μείγμα

Τα μείγματα ιχνοστοιχείων που δίνεται είναι το ίδιο για όλες τις φάσεις της καλλιέργειας και πρέπει να περιέχει : 10-20 γραμ. σίδηρο EDDHA (χηλικός)

0,5 γραμ. μολυβδαινικό αμμώνιο

15 γραμ. βορικό οξύ

20-50 γραμ.θειικό μαγγάνιο

10 γραμ. θειικό ψευδάργυρο

2,5 γραμ. θειικό χαλκό

Οι δόσεις των λιπασμάτων που αναφέρονται στο παραπάνω πρόγραμμα λίπανσης, έχουν υπολογιστεί για λιπασματοδιανομέα χωρητικότητας 50lt για συνολική ποσότητα νερού άρδευσης 10 m³/στρ., που αντιστοιχεί περίπου σε 3,5 lt θρεπτικού διαλύματος/ φυτό, με πυκνότητα φύτευσης 2,8 φυτών/ m². Η ποσότητα αυτή που δίνεται στα φυτά είναι ικανοποιητική την άνοιξη που τα φυτά είναι μεγάλα και η καλλιέργεια πηγαίνει προς το τέλος της. Αντίθετα, το χειμώνα οι ποσότητες που δίνονται είναι της τάξης των 1-2 lt/φυτό, δηλαδή 3-6 m³ νερό./στρεμ., επομένως μειώνονται αντίστοιχα και οι ποσότητες των λιπασμάτων.

Όσο αφορά τη συχνότητα των υδρολίπανσεων, αυτό εξαρτάται κυρίως από την ποιότητα του νερού άρδευσης και από την κατάσταση της καλλιέργειας. Αν το νερό είναι καλής ποιότητας (αγωγιμότητα 600-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) η λίπανση μπορεί να γίνεται με κάθε πότισμα. Όταν το νερό είναι μέσης ποιότητας (αγωγιμότητα 800-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) η λίπανση γίνεται με κάθε δεύτερο πότισμα. Για νερό κακής έως πολύ κακής ποιότητας (1500-4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) συνίσταται η χορήγηση μικρών ποσοτήτων λιπάσματος το 1/3 όσων αναφέρθηκαν, σε τακτά χρονικά διαστήματα και με μεγάλες ποσότητες καθαρού νερού.

Τέλος, 30 ημέρες πριν το τέλος της καλλιέργειας, συνίσταται πότισμα με καθαρό νερό για να ξεπλυθούν τα άλατα που έχουν συσσωρευτεί στο έδαφος.

Πίνακας 17. Ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης τομάτας θερμοκηπίου			
ΣΤΑΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Από μεταφύτευση ως το δέσιμο του πρώτου σταυρού	0-16-16	3-4κιλά /στρεμ.	
Από την καρπόδεση της 1 ^{ης} ταξιανθίας ως την έκπτυξη της 7 ^{ης}	0-16-16	250	Σχέσεις στοιχείων N:P:K = 1:0,4:2,5 Στον 1 ^ο και 4 ^ο σταυρό χορηγούνται ιχνοστοιχεία B και Zn
	13-0-46	500	
	32-0-0	150	
	Άλας Epsom	400	
Μετά την έκπτυξη της 7 ^{ης} ταξιανθίας	0-16-16	250	Σχέσεις στοιχείων N:P:K = 1:0,4:2
	13-0-46	400	
	32-0-0	150	
	Άλας Epsom	400	
40-50 ημέρες πριν τη λήξη της καλλιέργειας	0-16-16	250	Σχέσεις στοιχείων N:P:K = 1:0,25:1 30 ημέρες πριν το τέλος της καλλιέργειας συνίσταται πότισμα με καθαρό
	13-0-46	300	
	32-0-0	350	
	Άλας Epsom	400	

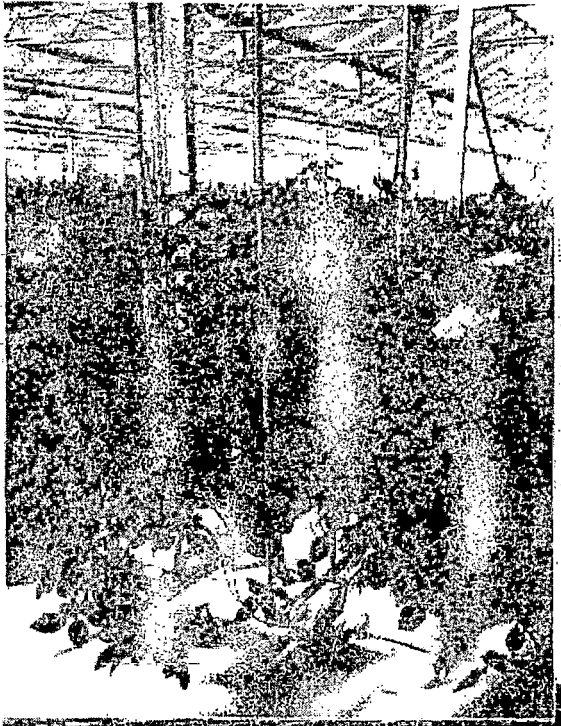
Η βασική λίπανση γίνεται με την προσθήκη 5-10 μονάδων αζώτου, 15-20 μονάδων P_2O_5 , 15-20 μονάδων K_2O και 5-6 μονάδων MgO.

Πρόγραμμα υδρολίπανσης σε τριανταφυλλιά

Η τριανταφυλλιά παρουσιάζει ιδιαιτερότητα στις απαιτήσεις της πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να καλλιεργείται μόνη της στο θερμοκήπιο γιατί είναι περισσότερο απαιτητικά στο φως, θερμοκρασία και υγρασία από ότι άλλα φυτά και επιπλέον επιτυγχάνεται ευκολότερα η καταπολέμηση των ασθενειών και εχθρών της όπου περιορίζεται μόνη της στον αυτό χώρο.

Η τριανταφυλλιά αναπτύσσεται σε όλα σχεδόν τα εδάφη αρκεί να είναι υγιή, να στραγγίζουν καλά και να συγκρατούν την απαραίτητη υγρασία. Τα καλύτερα εδάφη είναι τα αμμοαργιλώδες προς αργιλώδη (κοκκινοχόματα) με μικρή περιεκτικότητα σε ασβέστιο. Το pH εδάφους πρέπει να είναι 5,5-7.

Η νυχτερινή θερμοκρασία ασκεί μεγαλύτερη επίδραση στην παραγωγή και ποιότητα των τριαντάφυλλων σε σύγκριση με την ημερήσια. Η νυχτερινή θερμοκρασία πρέπει να διατηρείται γύρω στους 16°C. Σε υψηλότερες νυχτερινές θερμοκρασίες η βλαστική αύξηση είναι ταχύρυθμη, η παραγωγή αυξημένη αλλά η ποιότητα των τριαντάφυλλων όχι ικανοποιητική. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες περιορίζεται η βλαστική αύξηση και η παραγωγή ανθέων.



Εικ.45 : Καλλιέργεια τριανταφυλλιάς σε θερμοκήπιο.

Το φως θεωρείται από τους πιο σπουδαίους παράγοντες στην ανάπτυξη της τριανταφυλλιάς στο θερμοκήπιο. Γενικά οι τριανταφυλλιές έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε φως υψηλής έντασης που ελέγχει τόσο την αύξηση τους όσο και την παραγωγή τους.

Στην χώρα μας το καλοκαίρι η συνολική ένταση του φωτός είναι υπεραρκετή (100.000 Lux) και επιζήμια για την ποιότητα των ανθέων γι' αυτό εφαρμόζεται σκίαση για περιορισμό της ηλιακής έντασης σε επίπεδο 70.000 Lux. Η σκίαση αρχίζει Μάιο αυξάνει τον Ιούνιο – Ιούλιο και απομακρύνεται το Σεπτέμβριο. Έτσι με τον τρόπο αυτό η θερμοκρασία ελαττώνεται η σχετική υγρασία αυξάνει και τα ανθικά στελέχη γίνονται μακρύτερα με φύλλα σκούρου πράσινου χρώματος.

Αντίθετα κατά την διάρκεια του χειμώνα εφαρμόζουμε συμπληρωματικό φωτισμό με λαμπτήρες υψηλής πίεσης περιόδους με περισσότερη ηλιοφάνεια. Χρησιμοποιούνται λάμπες οξυγόνου 5-6 λάμπες /τ.μ οι οποίες μπαίνουν σε ύψος 2-3 m στο θερμοκήπιο. Το υψηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας τέτοιων λαμπτήρων αντισταθμίζεται από την αύξηση παραγωγής που παίρνουμε τον χειμώνα. Οι λάμπες εφαρμόζονται 1-2 ώρες στην αρχή της ημέρας ή στο τέλος αυτής.

Ο εξαερισμός του θερμοκηπίου παρουσιάζει ιδιαίτερη σημασία κυρίως την ημέρα γιατί συνδέεται με την τροφοδότηση των φυτών με διοξείδιο του άνθρακα. Η περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα του αέρα του θερμοκηπίου τις πρωινές ώρες, όταν αυτό είναι κλειστό, βρίσκεται σε επίπεδα πολύ χαμηλότερα του φυσιολογικού που είναι 300ppm. Επειδή το άνοιγμα των παραθύρων για εξαερισμό τις πρωινές

ώρες συνεπάγεται απώλειες σε θερμότητα συνιστάται η τεχνητή τροφοδότηση του θερμοκηπίου σε διοξείδιο του άνθρακα (500-1.000ppm) από κατάλληλες συσκευές. Το απόγευμα μετά την δύση του ηλίου γίνεται μια ιδιαίτερη τροφοδότηση του αέρα του θερμοκηπίου με διοξείδιο του άνθρακα.

Η παροχή διοξειδίου του άνθρακα τεχνητός σε επίπεδα πάνω από τα φυσιολογικά δηλ. Σε συγκέντρωση 500-1.000ppm αυξάνει την παραγωγή μέχρι 20% εφόσον και το φως, η θερμοκρασία, εδαφική υγρασία και τα θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται σε άριστα επίπεδα.

Για την λίπανση της τριανταφυλλιάς κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας της απαιτούνται περίπου 270 μονάδες λιπασμάτων (124 N, 44 P₂O₅, 102. K₂O) το στρέμμα το χρόνο. Στον πιν.18 αναφέρονται οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που απορροφούν οι τριανταφυλλιές από 1 τετραγωνικό μέτρο εδάφους.

Πίνακας 18 : Απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος σε καλλιέργεια τριανταφυλλιάς				
Ποικιλία :Baccara			Υποκείμενο:Rosa Indica mayor	
Πυκνότητα φύτευσης : 8 φυτά στο τετραγωνικό μέτρο				
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O
12gr	3gr	10gr	8gr	1:0.25:0.83

Τα φυσιολογικά επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος αναφέρονται στον πιν.19, ενώ τα φυσιολογικά επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα αναφέρονται στον πιν.20.

Πίνακας 19: Φυσιολογικά επίπεδα θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος για καλλιέργεια τριανταφυλλιάς.												
pH	mS	Θρεπτικά στοιχεία (mg ανά 1.000 cm ³ εδάφους)										
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	S	B	Zn	Mn	Cu
6,5	2,5	170	60	150	1.000	150	50	100	1,1	30	4	20
7,0		200	90	200	1.500	200	75					

Πίνακας 20: Φυσιολογικά επίπεδα θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα σε καλλιέργεια τριανταφυλλιάς.										
% της ξηρής ουσίας					ppm ξηράς ουσίας					
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	B	Zn	Mn	Cu	
3,0	0,2	1,8	1,0	0,25	30	30	15	30	6	
5,0	0,3	3,0	1,5	0,35	150	60	50	250	15	

Κατά την περίοδο της καλλιέργεια παρατηρούνται πολύ συχνά διάφορες ελλείψεις θρεπτικών στοιχείων. Οι ελλείψεις αυτές μπορεί να οφείλονται τόσο σε ελλείψεις αυτές κάθε αυτές των στοιχείων στο έδαφος, όσο και σε αλληλεπιδράσεις των διάφορων θρεπτικών στοιχείων μεταξύ τους. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να γίνονται περιοδικά. (κάθε 2-3 μήνες) αναλύσεις εδάφους προκειμένου να έχουν οι παραγωγοί ορθότερη εικόνα της θρεπτικής κατάστασης της φυτείας τους.

Στον **πιν.21** αναφέρονται ορισμένες από τις αλληλεπιδράσεις που παρατηρούνται μεταξύ των θρεπτικών στοιχείων.

Πίνακας 21: Αλληλεπιδράσεις θρεπτικών στοιχείων
--

- | |
|---|
| 1. Περίσσεια N προκαλεί έλλειψη K, Cu |
| 2. Περίσσεια P προκαλεί έλλειψη K, Cu, Fe, Zn |
| 3. Περίσσεια K προκαλεί έλλειψη N, Ca, Mg |
| 4. Περίσσεια Ca προκαλεί έλλειψη K, Mg, Fe, B |
| 5. Περίσσεια Mg προκαλεί έλλειψη K, Ca, Na |
| 6. Περίσσεια Fe προκαλεί έλλειψη Mn |
| 7. Περίσσεια Mn προκαλεί έλλειψη Fe Zn |
| 8. Περίσσεια Cu προκαλεί έλλειψη Fe, Mn |
| 9. Περίσσεια Zn προκαλεί έλλειψη Fe, Mn, Cu |

Το σύστημα στάγδην άρδευσης που χρησιμοποιείται περισσότερο έχει πλεονέκτημα ότι έχουμε εξοικονόμηση νερού αλλά μειονεκτεί ότι έχουμε συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων στα ανώτερα στρώματα εδάφους που έχουν σαν συνέπεια την νέκρωση του ριζικού συστήματος. Γι' αυτό μια φορά την εβδομάδα εφαρμόζουμε κανονικά ποτίσματα δηλαδή με σκέτο νερό χωρίς υδρολίπανση για να κατεβάσουμε τα άλατα

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ

Βασική λίπανση με καλοχωμένη κοπριά 20 έως 40 κιλά/m², τύρφη 10 κιλά περίπου/ m² υπερφωσφορικό (0-20-0) 100 έως 300 κιλά/στρ., θειικό κάλιο (26-0-0) 50 έως 150 κιλά/στρ.

Μήνες	Λιπάνσεις το μήνα	Λιπάσματα	Ποσότητες λιπασμάτων (gr/m ³)	Θρεπτικά στοιχεία (gr/m ³)						
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	B	Ιχνοστοιχεία	
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ - ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ - ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	2	Νιτρικό κάλιο 13-0-46	400	52,0	-	184,0	-	-	-	
		13-39-13+TE	300	39,0	117,0	39,0	-	-	(1)	
		Νιτρική αμμωνία 33,5-0-0	375	125,6	-	-	-	-	-	
		Χηλικός σίδηρος	100	-	-	-	-	-	(1)	
	Εναλλάξ	1	Θειικό μαγνήσιο	50	-	-	-	8,0	-	-
		1	Βόρακας	10	-	-	-	-	1,1	-
	ΣΥΝΟΛΟ			1235	216,6	117,0	223,0	8,0	1,1	(1)
	ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ			N: P ₂ O ₅ : K ₂ O			1:	0,5:	1	

ΜΑΡΤΙΟΣ - ΑΠΡΙΛΙΟΣ - ΜΑΙΟΣ- ΙΟΥΝΙΟΣ - ΙΟΥΛΙΟΣ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ - ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	3	Νιτρικό κάλιο 13-0-46	350	45,5	-	161,0	-	-	-	
		13-39-13+TE	200	26,0	78,0	26,0	-	-	(1)	
		Νιτρική αμμωνία 33,5-0-0	450	150,7	-	-	-	-	-	
		Χηλικός σίδηρος	100	-	-	-	-	-	(1)	
	Εναλλάξ	1	Θειικό μαγνήσιο	50	-	-	-	8,0	-	-
		1	Βόρακας	10	-	-	-	-	1,1	-
	ΣΥΝΟΛΟ			1160	222,2	78,0	187,0	8,0	1,1	(1)
	ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ			N: P ₂ O ₅ : K ₂ O			1:	0,35:	0,84	

Τα επίπεδα της οργανικής ουσίας στο Καλλιέργεια 1 στρ. τριανταφυλλιάς σε θερμαινόμενο θερμοκήπιο και με πυκνότητα φύτευσης 7.000-8.000 φυτά/στρ.

Πριν την εγκατάσταση κάθε νέας φυτείας γίνεται βασική λίπανση στο έδαφος και σε βάθος 40 έως 50 εκ. Η βασική λίπανση έχει κυρίως δύο στόχους

1. Να αυξήσει έδαφος και
2. να εμπλουτίσει το έδαφος σε θρεπτικά στοιχεία.

Το είδος της βασικής λίπανσης καθώς και οι ποσότητες των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται κυμαίνονται πάρα πολύ, ανάλογα με τα εδάφη και γι' αυτό επιβάλλεται να γίνεται ανάλυση εδάφους πριν την όποια επέμβαση για τον ακριβή καθορισμό τους.

Η χρησιμοποίηση χηλικού σιδήρου κρίνεται απαραίτητη σε εδάφη με υψηλό pH.

Τη χειμερινή περίοδο σε κάθε υδρολίπανση χορηγούνται 15-20 κυβικά /στρ.

Την περίοδο από άνοιξη ως φθινόπωρο σε κάθε υδρολίπανση χορηγούνται 25-30 κυβικά/στρ. Κατά το μήνα της ανάπαυσης της καλλιέργειας (συνήθως τον Ιούλιο ή τον Αύγουστο, σπανιότερα το Σεπτέμβριο) δε γίνονται λιπάνσεις στη φυτεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ - ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

5.1 Γενικά

Αρχικά όλες οι καλλιέργειες γίνονταν στο έδαφος. Στη συνέχεια όμως οι ανάγκες της θρέψης και της φυσιολογίας των φυτών οδήγησε τους επιστήμονες σε καλλιέργειες χωρίς έδαφος, πάνω σε υποστρώματα απλά και όχι σύνθετα σαν τα εδαφικά.

Έτσι, καλλιεργήθηκαν εργαστηριακά φυτά σε υδατικά διαλύματα, εμπλουτισμένα με γνωστές θρεπτικές ουσίες και μετέπειτα πάνω σε στερεά υλικά, αδρανή ή μη και αυτό για να επιτευχθούν ταυτόχρονα καλύτερη οξυγόνωση και στήριξη του ριζικού συστήματος και ανετότερη κυκλοφορία των θρεπτικών διαλυμάτων.

Οι καλλιέργειες αυτές που είναι άσχετες με το έδαφος ή τα εδαφικά μίγματα ονομάστηκαν υδροπονικές καλλιέργειες ή καλλιέργειες χωρίς έδαφος.

5.2 Ιστορική αναδρομή

Οι βασικές ερευνητικές εργασίες για την υδροπονία ξεκίνησαν το 1860 και μετά το πέρας 100 χρόνων έγιναν γνωστά τα μακροστοιχεία και τα μικροστοιχεία που χρησιμοποιούν τα φυτά για την ανάπτυξη τους καθώς επίσης και τις συνθήκες που επικρατούν (π.χ. pH, συγκέντρωση ιόντων, ανταγωνισμός ιόντων, όρια αλατώσεων, όριο τοξικότητας ιόντων κ.α.).

Η τεχνική των υδροπονικών καλλιεργειών είναι ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των ερευνητών για μελέτες σε διάφορους τομείς, όπως π.χ. στις καλλιέργειες φυτών στο διάστημα χωρίς βαρύτητα ή ακόμα στις μελέτες συμβίωσης φυτών και ψαριών.

Από το 1929 και μετά οι βασικές ερευνητικές εργασίες περνούν στα χέρια των καλλιεργητών με τη μορφή των γεωργικών εκμεταλλεύσεων σε θερμοκήπια παραγωγής κηπευτικών και ανθέων. Αυτές οι εργασίες παρουσίασαν σημαντική εξέλιξη κατά τη διάρκεια του Β' παγκοσμίου πολέμου όταν Αμερικάνοι ανέπτυξαν υδροπονικές καλλιέργειες χρησιμοποιώντας χαλίκια για υπόστρωμα και ανακυκλούμενα θρεπτικά διαλύματα για να τροφοδοτήσουν με νωπά προϊόντα τα στρατεύματά τους.

Το 1960-1975 με την ανάπτυξη της βιομηχανίας πλαστικών, των ηλεκτρονικών συστημάτων και των αυτοματοποιημένων αναλυτικών μεθόδων, εμφανίζονται στην αγορά, με διάφορες ονομασίες, ραφινάρισμένα συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών για την παραγωγή κηπευτικών και ανθέων.

Η καλλιέργεια των κηπευτικών και των δρεπτών ανθέων στην Ελλάδα σχεδόν στο σύνολο των θερμοκηπίων γίνεται στο φυσικό του έδαφος ή σε έδαφος βελτιωμένο με προσθήκη οργανικής ουσίας. Οι υδροπονικές καλλιέργειες κατέχουν ακόμη πολύ μικρή έκταση (της τάξης των 400 στρεμμάτων) και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι του πετροβάμβακα, της μεμβράνης θρεπτικού διαλύματος ή των σάκων περλίτη. Η μικρή έκταση φαίνεται ότι οφείλεται κυρίως στην έλλειψη αξιόπιστων σταθμών υποστήριξης που είναι αναγκαίοι στις επιχειρήσεις αυτές, γιατί η παραγωγή χρησιμοποιεί αναπτυγμένες τεχνολογικά μεθόδους που απαιτούν κατάλληλα εξοπλισμένα εργαστήρια και άμεσες λύσεις.

Αντίθετα, σε άλλες χώρες οι υδροπονικές καλλιέργειες έχουν γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη. Στην Ολλανδία, για παράδειγμα, οι καλλιεργούμενες με αυτή τη μέθοδο εκτάσεις, από περίπου 6.000 στρέμματα κατά την περίοδο 1981 - 1982, έφθασαν πάνω από 36.000 στρέμματα το 1991 - 1992. Σήμερα στο 97,4% των θερμοκηπίων με κηπευτικά της χώρας αυτής, εφαρμόζεται υδροπονική καλλιέργεια.

5.3 Σχέση Υδροπονία - Υδρολίπανση

Με τον όρο υδροπονία εννοούμε κάθε καλλιέργεια φυτών που γίνεται σε οποιοδήποτε υπόστρωμα, εκτός του εδάφους ή εδαφικών μιγμάτων.

Η τεχνική αυτή έχει ξεκινήσει εδώ και τριάντα πέντε χρόνια περίπου και χρησιμοποιείται κατά κόρον σήμερα σε όλες τις βόρειες χώρες της Ευρώπης (Ολλανδία, Δανία, Αγγλία κ.λ.π) στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

Δύο είναι οι βασικές κατηγορίες υδροπονικών καλλιεργειών. Αυτές που γίνονται πάνω σε νερό (N.F.T) κι αυτές που γίνονται πάνω σε αδρανή υποστρώματα (πετροβάμβακος, περλίτης κ.λ.π).

Όταν λέμε αδρανές υπόστρωμα, εννοούμε ότι δεν περιέχει και δεν παρέχει καθόλου θρεπτικά στοιχεία στα φυτά. Αυτή ακριβώς είναι η μοναδική διαφορά της υδροπονίας από την υδρολίπανση. Στην υδρολίπανση ένα μέρος των θρεπτικών στοιχείων λαμβάνουν τα φυτά από το έδαφος και το υπόλοιπο από το παρεχόμενο θρεπτικό διάλυμα, ενώ στην υδροπονική μέθοδο όλα τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζεται η καλλιέργεια χορηγούνται με τη μορφή θρεπτικού διαλύματος.

5.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υδροπονίας

5.4.α Τα πλεονεκτήματα της υδροπονίας είναι:

1. Ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης του ριζικού συστήματος.
2. Απαλλαγή από τις ασθένειες εδάφους και το κόστος της απολύμανσης που είναι σημαντικό.
3. Αποφυγή καλλιεργητικών εργασιών (όργωμα, φρεζάρισμα, σκαλίσματα, ζιζανιοκτονία).
4. Άμεση απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων.
5. Δυνατότητα καλλιέργειας σε περιοχές με προβληματικά εδάφη ή και ανυπαρξία γεωργικής γης.
6. Η άρδευση - λίπανση γίνεται αυτόματα.
7. Εξοικονόμηση νερού και θρεπτικών στοιχείων, γιατί περιορίζονται οι απώλειες από επιφανειακές διαρροές και βαθιά διείσδυση του νερού στο έδαφος.
8. Αποτελεσματικότερος έλεγχος και ομοιομορφία της θρέψης και άρδευσης των καλλιεργειών, με αποτέλεσμα αύξηση της παραγωγής 100-300% και υψηλότερη ποιότητα προϊόντων.
9. Δυνατότητα διατήρησης καθαρού εργασιακού χώρου. Καλύτερες συνθήκες θερμοκηπίου για την ανάπτυξη των φυτών και δημιουργία ευχάριστου περιβάλλοντος για τους εργαζόμενους (με την απομόνωση του εδάφους και επομένως την απουσία οσμών και σκόνης).

10. Αύξηση της φωτεινότητας του θερμοκηπίου λόγω αντανάκλασης.
11. Χρησιμοποίηση απλών (άρα και φτηνών) λιπασμάτων.

5.4.β. Τα μειονεκτήματα της υδροπονίας είναι:

1. Μεγάλες δαπάνες αρχικής επένδυσης.
2. Δεν παρέχει την πολυτέλεια λαθών. Είναι αρκετά ευαίσθητο σύστημα καλλιέργειας.
3. Ανάγκη έγκυρης και έγκαιρης τεχνικής υποστήριξης.
4. Αυξημένη απαίτηση τεχνογνωσίας από τον καλλιεργητή. Δηλαδή ενημέρωση του όσον αφορά τεχνικά στοιχεία, αλλά και καλή γνώση της φυσιολογίας του φυτού.

5.5 Αρχές Υδροπονίας

Οι απαιτήσεις ενός σωστού υδροπονικού συστήματος που αποτελούν και τις αρχές υδροπονίας είναι :

1. Η σταθερότητα του φυτού πρέπει να είναι εύκολη και χωρίς τραυματισμό του λαιμού.
2. Ο λαιμός πρέπει να διατηρείται στεγνός. Μεταξύ της επιφάνειας του νερού και της κορυφής του δοχείου πρέπει να υπάρχει καλός αερισμός, ώστε να εμποδίζεται η προσβολή από μύκητες.
3. Να υπάρχει καλή αποχέτευση και φιλτράρισμα.
4. Απαιτείται επανακυκλοφορία των υγρών, ώστε να εξασφαλίζεται απομάκρυνση των άχρηστων προϊόντων και επίσης άφθονος εφοδιασμός με οξυγόνο και θρεπτικές ουσίες.
5. Να υπάρχουν τεχνητά μέσα για τη θέρμανση ή το δρόσιμα των ριζών.
6. Δυνατότητα ρύθμισης της ταχύτητας ροής.
7. Διατήρηση του θαλάμου της ρίζας εντελώς σκοτεινού, ώστε να αποφεύγεται η ανάπτυξη αλγών.
8. Δυνατότητα απολύμανσης του συστήματος.
9. Μέσα διατήρησης του κατάλληλου pH και της συγκέντρωσης του διαλύματος των θρεπτικών ουσιών.
10. Εύκολη απομάκρυνση των βλαστών από το σύστημα μετά τη συγκομιδή.
11. Επαρκής ποσότητα νερού.

5.6 Προϋποθέσεις εφαρμογής υδροπονίας

Για την πραγματοποίηση υδροπονικής καλλιέργειας είναι απαραίτητα τα εξής στοιχεία :

1. Ο εξοπλισμός του θερμοκηπίου με τα κατάλληλα υλικά και μηχανήματα, για τα οποία θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά παρακάτω.
2. Η ύπαρξη νερού καλής ποιότητας και, μάλιστα, σε ποσότητες ικανές να καλύψουν τις ανάγκες των φυτών σε όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας.
Όπως έχει αναφερθεί η ποιότητα του νερού καθορίζεται από την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) και από τη συγκέντρωση των επιμέρους

στοιχείων που υπάρχουν κατά περίπτωση και προσδιορίζεται με χημική ανάλυση η οποία πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία :

pH E.C HCO₃ N-NO₃ (νιτρικά) P K Ca Mg Cl SO₄ Fe
Mn B

Για παράδειγμα, νερό με EC >1,5 mS/cm (στους 25° C) θεωρείται ακατάλληλο για υδροπονία, αν και μπορεί να ξεπεραστεί σε ορισμένες περιπτώσεις με τον κατάλληλο προγραμματισμό άρδευσης. Τέτοια παραδείγματα υπάρχουν, τόσο στο εξωτερικό (Almeria Ισπανίας) όσο και στην Ελλάδα όπου ορισμένες καλλιέργειες σε πετροβάμβακα χρησιμοποιούν νερό άρδευσης 2,5-3mS/cm. Πρέπει να σημειωθεί, όμως, ότι γίνονται ποτίσματα και κατά τη διάρκεια της νύχτας και όταν χρησιμοποιείται νερό με μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα δε θα πρέπει να αναμένονται υψηλές αποδόσεις.

Όσον αφορά τα επιμέρους ανεπιθύμητα στοιχεία που μπορεί να περιέχονται στο νερό άρδευσης, στην Ελλάδα κυρίως είναι το Νάτριο (Na) και το Χλώριο(Cl). Γενικά, θα μπορούσε να λεχθεί ότι περιεκτικότητα του νερού σε Na >150ppm και σε Cl > 150 ppm είναι επισφαλής για την επιτυχία της καλλιέργειας.

Ένας επιπλέον σημαντικός παράγοντας είναι η περιεκτικότητα του νερού σε διττανθρακικά (HCO₃). Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση σε διττανθρακικά, τόσο περισσότερο οξύ χρειάζεται για την εξουδετέρωσή τους.

Οι τακτικές μετρήσεις του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο διάλυμα άρδευσης και το υπόστρωμα (τουλάχιστον μία φορά ανά δεύτερη ημέρα) είναι απαραίτητες και αποτελούν σημαντική ένδειξη των συνθηκών στη ριζόσφαιρα. Επίσης αποτελούν ασφαλιστική δικλείδα ελέγχου σε ό,τι αφορά την λειτουργία του αρδευτικού συστήματος, την ορθότητα του προγράμματος άρδευσης και την ορθότητα της λιπαντικής πρακτικής.

3. Τεχνική και επιστημονική βοήθεια προς τον παραγωγό. Η υδροπονία είναι ένα σύστημα δυναμικής καλλιέργειας που απαιτεί ακρίβεια και γνώση φυσιολογίας φυτών και γι' αυτό η τεχνική και επιστημονική υποστήριξη αποτελεί προϋπόθεση για την επιτυχία του. Τη λύση σ' αυτό το θέμα έρχεται να δώσει συνήθως ο γεωπόνος τεχνικός των εταιρειών που διακινούν στην αγορά τα διάφορα υποστρώματα.

Στον όρο υποστήριξη περιλαμβάνεται η δυνατότητα αναλύσεων του νερού άρδευσης, αλλά και του θρεπτικού διαλύματος στο υπόστρωμα, καθώς επίσης και η συνεχή παρακολούθηση της καλλιέργειας και τέλος, η παροχή εξειδικευμένων επιστημονικών πληροφοριών και συμβουλών.

5.7 Προετοιμασία Θερμοκηπίου (Έργα υποδομής)

Πριν απ' όλα χρειάζεται ένας σωστός σχεδιασμός της μονάδας από έναν ειδικό και κατόπιν η εκτέλεση μίας σειράς έργων που θα μπορούσαν να ονομαστούν έργα υποδομής, πάνω στα οποία θα στηριχτεί και θα αναπτυχθεί η τεχνική της υδροπονίας.

1. Καταρχήν πρέπει να γίνει ακριβής υπολογισμός της καλλιεργούμενης έκτασης.

2. Να ισοπεδωθεί το έδαφος και παράλληλα να δοθεί μία πολύ μικρή κλίση, για καλή αποστράγγιση της περίσσειας του θρεπτικού διαλύματος.
3. Να καλυφθεί το έδαφος με πλαστικό.
4. Να σχεδιαστεί ένα πλήρες αρδευτικό σύστημα, με μία παροχή σε κάθε θέση φύτευσης.
5. Να υπολογιστεί ο χώρος των υπόλοιπων εγκαταστάσεων (δοσομετρική αντλία, δοχεία λιπασμάτων κ.λ.π).
6. Να κατασκευαστεί ένα αποστραγγιστικό δίκτυο.
7. Να γίνει απολύμανση του χώρου.
8. Να τοποθετηθούν τα υποστρώματα στις γραμμές φύτευσης.

Βασικός παράγοντας για να υπολογίσουμε πόσα φυτά θα χρειαστούμε για μία καλλιέργεια είναι το είδος της καλλιέργειας και η κατασκευή του θερμοκηπίου. Όσο πιο σύγχρονη είναι η μονάδα (μεγάλο ύψος, καλός αερισμός, σύστημα θέρμανσης) τόσο καλύτερη εκμετάλλευση του χώρου μπορεί να γίνει και να φυτευτούν περισσότερα φυτά. Στο πιν. μπορούμε να δούμε ενδεικτικά κάποιες πυκνότητες φύτευσης που έχουν ήδη δοκιμαστεί και αποδώσει και στις ελληνικές συνθήκες.

Στο έδαφος πρέπει να δώσουμε κλίση που να μην ξεπερνά το 1% για δύο λόγους :

α. Η μεγάλη κλίση δυσχεραίνει το σχεδιασμό του συστήματος άρδευσης, γιατί δημιουργεί προβλήματα απόπλυσης και επίσης, η παροχή δεν είναι ομοιόμορφη σε όλες τις περιοχές του θερμοκηπίου.

β. Η μεγάλη κλίση δημιουργεί, επίσης, ανισορροπία στην κατανομή του θρεπτικού διαλύματος μέσα στο υπόστρωμα, περιορίζοντας τον ωφέλιμο χώρο για την ανάπτυξη των ριζών των φυτών.

Η κάλυψη του εδάφους πρέπει να γίνει με ένα πλαστικό που έχει μία πλευρά μαύρη και την άλλη άσπρη (εικ.). Αυτό γίνεται για τους εξής λόγους:

Το υπόστρωμα απομονώνεται από το έδαφος και έτσι αποφεύγεται η μόλυνσή του από τις διάφορες ασθένειες του εδάφους.

Η κάτω πλευρά του πλαστικού (μαύρη) δεν επιτρέπει να αναπτυχθούν ζιζάνια, ενώ η πάνω πλευρά (άσπρη) με την αντανάκλαση αυξάνει τη φωτεινότητα του χώρου, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό τους χειμερινούς μήνες.

Δημιουργείται ένα ευχάριστο περιβάλλον για τους εργαζόμενους αφού επικρατεί καθαριότητα και δεν υπάρχουν δυσάρεστες οσμές.

Όταν λέμε απολύμανση του θερμοκηπίου, δεν εννοούμε απολύμανση του εδάφους, αλλά και του υπόλοιπου χώρου (ξεχασμένες ακάλυπτες γωνίες, σκελετός κ.λ.π) με κάποιο εντομοκτόνο και μυκητοκτόνο ή με διάλυμα φορμόλης, για την καταπολέμηση τυχόν υπολειμμάτων ασθενειών και εντόμων.

Θα πρέπει να ξεκαθαριστεί, για μία ακόμη φορά, ότι επειδή στην υδροπονία χρησιμοποιούμε αδρανή υλικά, τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία προστίθενται με την άρδευση. Ποτέ δεν αρδεύουμε με νερό, αλλά πάντα με θρεπτικό διάλυμα. Όσον αφορά τη συχνότητα ακολουθούμε πάντα την αρχή : λίγο και πολλές φορές. Ο ιδανικός τρόπος άρδευσης είναι να ποτίζουμε όταν το υπόστρωμα έχει χάσει το 20% του νερού που μπορεί να συγκρατήσει. Στην πράξη ο αριθμός των ποτισμάτων, καθώς και η διάρκεια του κάθε ποτίσματος, εξαρτάται από το είδος της καλλιέργειας, το μέγεθος και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού και τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Τα ποτίσματα μπορεί να είναι ημερησίως από 2-3 το χειμώνα έως και 30 το καλοκαίρι.

5.8 Υποστρώματα

5.8.1 Γενικά

Τα υποστρώματα πρέπει να έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν αρκετή ποσότητα νερού και όταν χρειάζεται να την αποδίδουν στο φυτό, να διαπερνούνται εύκολα από τις ρίζες και να επιτρέπουν στους γόνιμους σπόρους να βλαστάνουν εύκολα. Δεν πρέπει να είναι πολύ υγρά, γιατί οι ρίζες θα υποφέρουν από έλλειψη οξυγόνου και δεν πρέπει επίσης να είναι πυκνά, γιατί ο καθαρός αέρας με το οξυγόνο δε θα φτάσει στις ρίζες. Το υπόστρωμα ακόμη πρέπει να διατηρεί μία ιδανική ποσότητα νερού και αέρα στο ίδιο ποσοστό τόσο στην κορυφή όσο και στον πυθμένα.

Ένα καλό υπόστρωμα πρέπει να επιτρέπει :

1. Να εξασφαλίζει καλή διανομή του νερού και του αέρα (50% τουλάχιστον αέρα).
2. Να μην τραυματίζει τις ρίζες.
3. Να μην περιέχει τοξικά στοιχεία για τα φυτά.
4. Να μην συμπιέζεται και να μην υποβαθμίζεται.
5. Να είναι χημικά αδρανές και να έχει μικρή ΙΑΚ(Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων).
6. Να εξασφαλίζει καλή κυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος.
7. Να μην περιέχει μικροοργανισμούς και να απολυμαίνεται εύκολα.

5.8.2 Κατηγορίες Υποστρωμάτων

Στην πράξη είναι αδύνατο να επιτύχουμε υπόστρωμα που να πληρεί όλες τις προϋποθέσεις. Συνήθως επιλέγουμε συνδυασμό τεχνικών διαγραφών και οικονομικού κόστους.

Από πλευράς προέλευσης διακρίνουμε τις παρακάτω κατηγορίες υποστρωμάτων :

1. Ανόργανα Υλικά

- α. Φυσικά Υλικά
- β. Μεταποιημένα Υλικά

2. Οργανικά Υλικά Φυτικής Προέλευσης

- α. Φυσικά Υλικά
- β. Υποπροϊόντα Βιομηχανίας
- γ. Συχνά τα υποστρώματα χρησιμοποιούνται και ως εδαφοβελτιωτικά, αν δεν συντρέχουν οικονομικοί περιορισμοί λόγω του κόστους.

3. Συνθετικά Υλικά

- α. Πολυστυρένιο, Πολυουροαιθάνιο.

Παρακάτω αναφέρονται τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες ορισμένων τύπων υποστρωμάτων.

Στον πίνακα 21 που ακολουθεί δίνονται αναλυτικότερα οι κατηγορίες υποστρωμάτων από πλευρά προέλευσης.

Πίνακας 21: Ταξινόμηση στερεών υλικών για υδροπονικές καλλιέργειες σύμφωνα με την προέλευση τους		
Κατηγορία υλικών	Προέλευση	Τύποι
Ανόργανα Υλικά	Φυσικά Υλικά	Χαλίκια, Άμμος, Σχίστες, Πουζολάνη
	Μεταποιημένα Υλικά	Υλικά επεξεργασμένα σε μεγάλες θερμοκρασίες όπως διογκωμένη Άργιλος, Περλίτης, Πετροβάμβακας, Σκωριές, Τεμάχια τούβλα
Οργανικά Υλικά Φυτικής Προέλευσης	Φυσικά Υλικά	Τύρφη, Άχυρο, Ροκανίδια ξύλου, Φλοιός Ρητινοφόρων Δένδρων
	Υποπροϊόντα Γεωργικής Βιομηχανίας	Κουκούτσια, Ίνες, Φλοιοί Σταφυλιών, Απόβλητα Ελαιουργείων, Κυτταρικά Απόβλητα
Συνθετικά	Πλαστικά διογκωμένα	Πολυστυρένιο, Πολυουροαιθάνιο

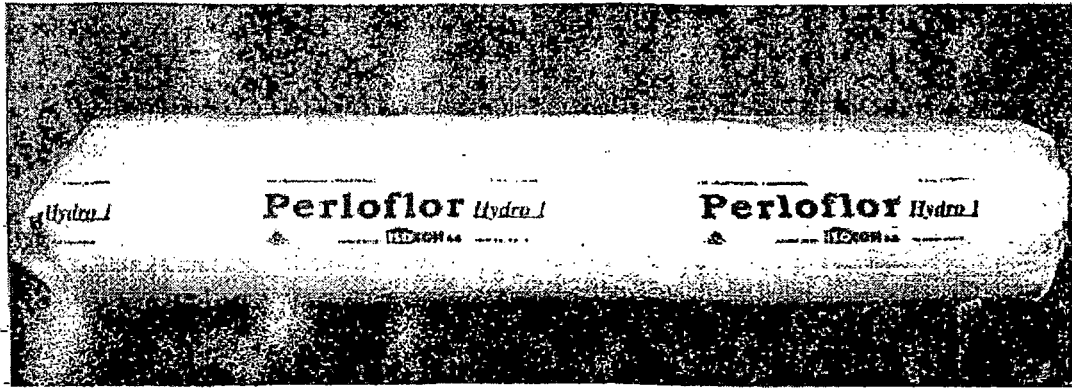
Ένα κριτήριο ταξινόμησης των υποστρωμάτων είναι το μέγεθος των κόκκων του, γιατί βασικής σημασίας ιδιότητες προκύπτουν από αυτό το χαρακτηριστικό. Υλικά με μέγεθος κόκκων μικρότερο από 2mm, παράγουν ασφυκτικό περιβάλλον. Τα πορώδη υλικά έχουν μέγεθος 2-15 mm, ενώ το μέγεθος κόκκων 2-6 mm διαμορφώνουν λιγότερο πορώδεις συνθήκες. Τέλος υπάρχουν και υλικά με εξειδικευμένη και εκλεκτική ικανότητα προσρόφησης ιόντων, ώστε το διάλυμα να διατηρεί τα απαραίτητα ιόντα απορροφώντας τα ανεπιθύμητα.

5.8.3 Τύποι Υποστρωμάτων

5.8.3.α Τύρφη

Είναι προϊόν αποσύνθεσης της βλάστησης ελών, βρυόφυτων κλπ οργανισμών. Έχει μεγάλη ΙΑΚ και συγκρατεί θρεπτικά συστατικά. Απορροφά σημαντικά ποσά υγρασίας. Διακρίνεται σε : ξανθή και μαύρη και αξιολογούνται με βάση τα διαφορετικά τους ποιοτικά χαρακτηριστικά.

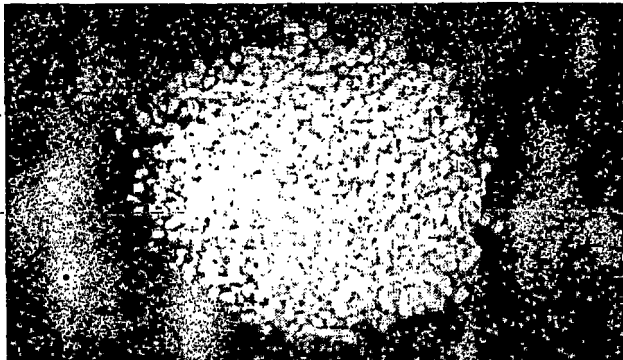
5.8.3.β Χαλίκια



Εικ. 3. PerloflorHydro 1 (33 λίτρα υδροπονικού περλίτη).

Εικ.46 : Perloflor 1 (33 λίτρα υδροπονικού περλίτη).

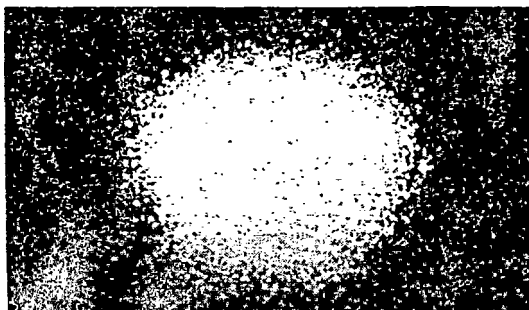
Είναι υλικά κοκκομετρίας 2-15mm. Η σύσταση των υλικών περιέχει Πυρίτιο, Σίδηρο, Κάλιο, Νάτριο, Μαγνήσιο. Μπορεί όμως να δεσμεύσει από το διάλυμα Φώσφορο, Μαγγάνιο, Σίδηρο και Βόριο. Πριν τη χρήση τους πρέπει να εμβαπτίζονται σε 1% διάλυμα υπερφωσφορικού για 24 ώρες. Ακολουθεί προσθήκη 100ml πυκνού νιτρικού οξέος σε 1m³ υποστρώματος. Ακολουθεί πλύση με νερό μέχρι καλού καθαρισμού.



Εικ.47:Χονδρόκοκος αγροτικός περλίτης Perloflor.

5.8.3.γ Άμμος

Προτιμάται η πυριτική μορφή και δεν πρέπει να περιέχει ανθρακικό ασβέστιο περισσότερο από 20%. Για εξωτερική άρδευση προτιμάται κοκκομετρική σύσταση 0,5mm, ενώ για υπόγεια άρδευση προτιμάται κοκκομετρία 0,2mm.



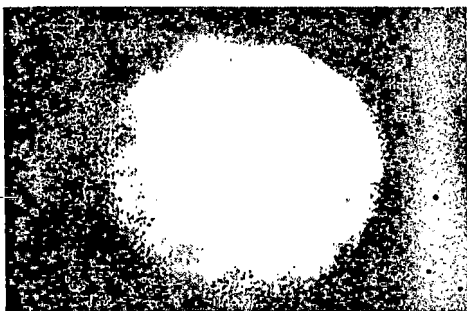
Εικ.48: Υδροπονικός περλίτης PerloflorHydro.

5.8.3.δ Διογκωμένη Άργιλος

Είναι αργιλικά ορυκτά βιομηχανικής προέλευσης ώστε να παράγεται διογκωμένο προϊόν κοκκώδους και πορώδους δομής με $IAK = 0$.

5.8.3.ε Πετροβάμβακας

Είναι προϊόντα βιομηχανικής προέλευσης ηφαιστειακού υλικού. Το τελικό προϊόν έχει ινώδη σύσταση και παράγεται σε πλάκες ή σε κόκκους με $IAK=0$.



Εικ.49 : Λεπτόκοκκος αγροτικός περλίτης Perloflor.

5.8.3.στ Πουζολάνη

Είναι προϊόν ηφαιστειακής προέλευσης με κοκκομετρική σύσταση 3-15mm. Περιέχει Πυρίτιο, Σίδηρο, Ασβέστιο, Μαγνήσιο, Θείο, Νάτριο. Έχει pH περίπου 6,5 είναι χημικά αδρανές, δεν έχει IAK και έχει μεγάλη σταθερότητα.

5.8.3.ζ Περλίτης

Είναι προϊόντα βιομηχανικής επεξεργασίας ηφαιστειακής πρώτης ύλης. Αποτελείται από άσπρους και εύθραυστους κόκκους σε μεγάλη θερμοκρασία. Με την βιομηχανική επεξεργασία η υαλώδη μάζα του ορυκτού διογκώνεται σε αφρώδη μάζα. Περιέχει Πυρίτιο, Σίδηρο, Αργίλιο, Ασβέστιο, Νάτριο, Κάλιο. $IAK = 0$

5.8.4 Μέθοδοι ποτίσματος

Διακρίνονται δύο μέθοδοι ποτίσματος, το περιοδικό πότισμα και το συνεχές πότισμα. Συνδυάζοντας τις δύο μεθόδους μπορούμε να χορηγήσουμε το νερό μέσα ή κάτω από το υπόστρωμα και να χρησιμοποιήσουμε ειδικά φίλτρα για την σταδιακή απορρόφηση και διανομή του νερού. Έτσι με συνδυασμό των δυο μεθόδων έχουμε μεγάλη ποικιλία από υδροπονικά συστήματα με υπόστρωμα.

5.8.4.α Προγραμματισμός ποτίσματος

Για τον προγραμματισμό ποτίσματος των υποστρωμάτων πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής :

1. Κατά τη διάρκεια του ποτίσματος θα πρέπει να γίνεται κάποια απορροή γιατί μόνο με τον τρόπο αυτό η σχέση μεταξύ των στοιχείων της ρίζας διατηρείται στο επιθυμητό σημείο. Σε κάθε πότισμα θα πρέπει να απορρέει το 15% της ποσότητας του θρεπτικού διαλύματος που εφαρμόζεται.
2. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) στο υπόστρωμα θα πρέπει να είναι το πολύ 1-1,5mS/cm μεγαλύτερη από την EC του θρεπτικού διαλύματος που ποτίζουμε. Για παράδειγμα όταν το διάλυμα που αρδεύουμε έχει EC = 2mS/cm και η ηλεκτρική αγωγιμότητα στο υπόστρωμα ξεπεράσει το 3 - 3,5mS/cm πρέπει να ποτίσουμε.
3. Τις ανάγκες του φυτού για νερό. Όσο καλύτερες είναι οι κλιματολογικές συνθήκες (ηλιοφάνεια, θερμοκρασία) τόσο η εξατμισοδιαπνοή είναι εντονότερη και οι ανάγκες του φυτού για νερό μεγαλύτερες. Σαν παράδειγμα, μπορούμε να αναφέρουμε ότι οι ανάγκες ενός φυτού τομάτας σε πλήρη ανάπτυξη, κάτω από συνθήκες ηλιοφάνειας, μπορούν να ξεπεράσουν τα 2 λίτρα και ενός αντίστοιχου φυτού αγγουριάς τα 3 λίτρα ημερησίως. Εύκολα μπορούμε να καταλάβουμε πως, εάν χρησιμοποιούμε στο αρδευτικό σύστημα παροχές 3,5 λίτρων /ώρα και υπολογίζοντας το ποσοστό απορροής (15%) χρειάζονται 20 ποτίσματα των 3 λεπτών.
4. Ιδιαίτερο βάρος θα πρέπει να δοθεί στην κατανομή των ποτισμάτων έτσι ώστε να είναι συχνότερη η άρδευση τις ώρες που το φυτό έχει τις μεγαλύτερες ανάγκες. Αυτό συμβαίνει από τις 11π.μ έως τις 5μ.μ.

5.8.4.β Απορροή

Αν υποθέσουμε ότι δεν υπάρχει απορροή μέσα στο υπόστρωμα τότε θα συμβούν τα παρακάτω:

Η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων που τα φυτά απορροφούν σε μεγαλύτερη ποσότητα, όπως είναι τα νιτρικά (NO₃), τα φωσφορικά (PO₄) και το κάλιο(K), θα ελαττωθεί στο υπόστρωμα. Ταυτόχρονα η συγκέντρωση των στοιχείων που απορροφούνται σε μικρότερο ποσοστό ή με μεγάλη δυσκολία όπως είναι τα θειικά (SO₄), το νάτριο (Na) και το χλώριο (Cl), θα αυξάνεται. Η συνέχιση αυτής της διαδικασίας θα έχει σαν αποτέλεσμα:

1. την ανισορροπία του θρεπτικού διαλύματος στο υπόστρωμα
2. την αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC), καθότι θα συσσωρεύονται στοιχεία που το φυτό δε θα μπορεί να απορροφήσει και τέλος
3. την αύξηση της συγκέντρωσης στοιχείων που θα δημιουργήσουν φυτοτοξικότητα, όπως είναι το Na, ο Zn, το B κ.λ.π.

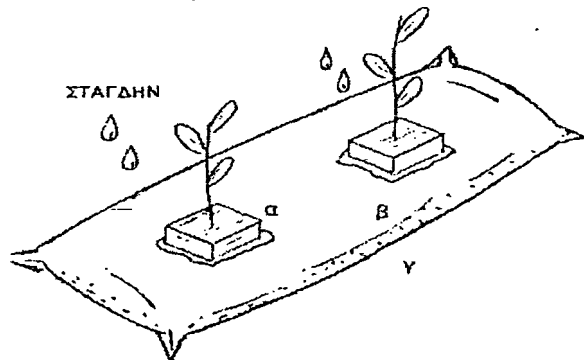
5.9 Κατηγορίες Συστημάτων Υδροπονικών Καλλιεργειών

5.9.1 Γενικά

Στη περίπτωση όπου χρησιμοποιούνται αδρανή υλικά για την ανάπτυξη των φυτών, αυτά έχουν τη μορφή block (πετροβάμβακας- πολυουρεθάνη) είτε τη μορφή κόκκων όπως η περίπτωση του περλίτη, που κατ' ανάγκη τοποθετείται μέσα σε πλαστικούς

σάκους ή γλάστρες οπότε δίνεται και η δυνατότητα δύο τρόπων καλλιέργειών, της οριζόντιας καλλιέργειας (εικ.51) και της κάθετης καλλιέργειας.

Τα συστήματα υδροπονικών καλλιέργειών εμπορικής εκμετάλλευσης, στα οποία χρησιμοποιούνται υδατικά διαλύματα πάνω στα οποία αναπτύσσονται τα φυτά, διακρίνονται σε :

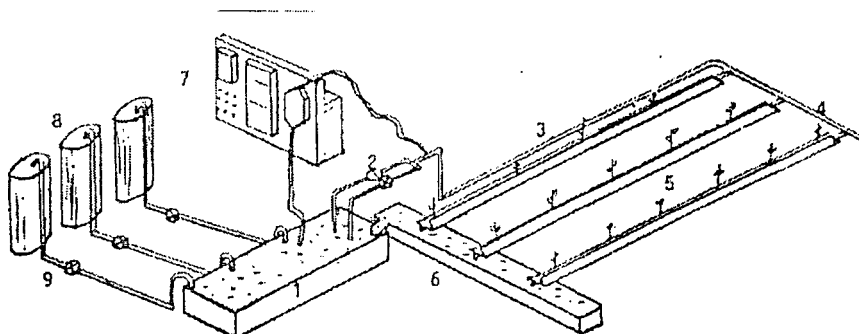


Εικ.51 : Καλλιέργεια σε πλαστικούς σάκους με περλίτη, α)κύβος τύρφης, β) ασπρόμαυρος πλαστικός σάκος, γ)διάτρητος στον πυθμένα.

5.9.1.α N.F.T. (Nutrient Film Technique. Τεχνική θρεπτική ταινία)

Το σύστημα αυτό παρουσίασε στην Αγγλία το 1968 ο A. Cooper. Η ανακύκλωση των θρεπτικών διαλυμάτων που σχεδίασε το 1973 έδωσε μια εντυπωσιακή ώθηση στις υδροπονικές καλλιέργειες, ιδιαίτερα στις χώρες της Κεντρικής ή Β. Ευρώπης, όπου το θερμοκήπιο χρησιμοποιείται σχεδόν όλο το έτος.

Το σύστημα αυτό βασίζεται στην υγροσκοπική αγωγιμότητα. Χρησιμοποιεί ένα λεπτό υδατικό διάλυμα με θρεπτικές ουσίες που κυκλοφορεί μέσα σε κανάλια στα οποία βυθίζονται γυμνές οι ρίζες των φυτών. Καθώς οι ρίζες μεγαλώνουν, σχηματίζουν ένα στρώμα και απορροφούν οξυγόνο, από πάνω και θρεπτικά στοιχεία και νερό από κάτω. Αυτή η διαδικασία απαιτεί ακριβή και δύσκολη ρύθμιση της ροής του νερού σε σχέση με τη μάζα της ρίζας, ενώ η απομάκρυνση των άχρηστων προϊόντων από το στρώμα της ρίζας προβληματική.

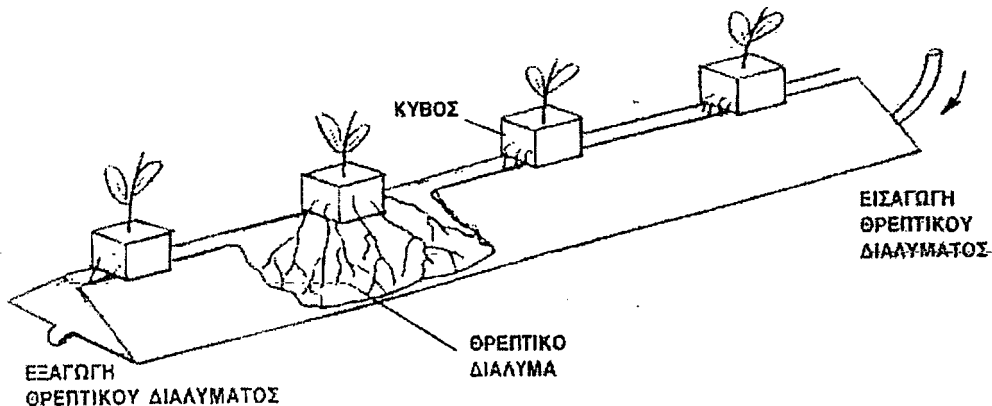


Εικ.52: Τυπική εγκατάσταση N.F.T. : 1. Δεξαμενή ανακύκλωσης 2.Τροφοδοτικές αντλίες 3. Τροφοδοτικοί αγωγοί 4. Δευτερεύοντες αγωγοί 5.κανάλια 6. Ροή επιστροφής 7. Κομπιούτερ ελέγχου 8. Δεξαμενές θρεπτικών διαλυμάτων 9. Δοσομετρικές αντλίες.

Οι διορθώσεις του θρεπτικού διαλύματος μετά την επανακυκλοφορία του (pH, ιόντα θρεπτικών στοιχείων) γίνονται αυτόματα από ηλεκτρονικό υπολογιστή (εικ.52).

5.9.1.β Παραλλαγή του συστήματος N.F.T.

Το σύστημα αυτό σχεδιάστηκε από τον Hurt. Τα φυτά αφού αναπτυχθούν αρχικά σε κύβους, τοποθετούνται μέσα σε κανάλια όπου και κυκλοφορεί το θρεπτικό διάλυμα, όπως στο N.F.T., επιτρέποντας την καλύτερη οξυγόνωση του ριζικού συστήματος (εικ.53).

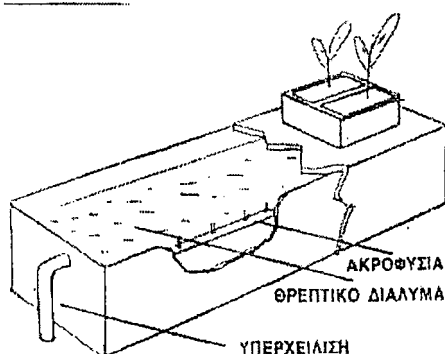


Εικ.53: Παραλλαγή του συστήματος NFT.

Μια άλλη παραλλαγή του συστήματος N.F.T. που προώθησε ο Α. Cooper έγκειται στην αναζήτηση τεχνικής άρδευσης με βαρύτητα, ώστε να υπάρχουν ενεργειακές δαπάνες και το σύστημα να λειτουργεί σε χώρες του Τρίτου Κόσμου.

5.9.1.γ Σύστημα EIN-GEDIN

Κι αυτό είναι παραλλαγή του συστήματος N.F.T.. Διαφέρει στην τοποθέτηση των



Εικ.54 : Σύστημα EIN-GEDIN

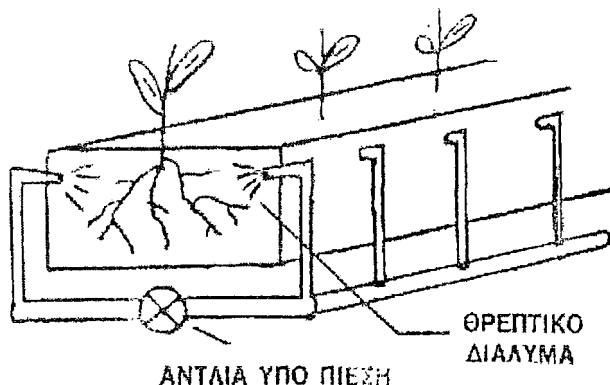
καναλιών που γίνονται οριζόντια και στη ρύθμιση του θρεπτικού διαλύματος ορισμένου πάχους μέσω μίας υπερχειλίσης που βρίσκεται στο εσωτερικό του καναλιού.

Διαφέρει και στην τοποθέτηση διάτρητου πλαστικού σωλήνα που διατρέχει το κανάλι, ανανεώνοντας το θρεπτικό διάλυμα και εμπλουτίζοντας το με οξυγόνο (εικ.54)..

5.9.1.δ Σύστημα αεροπονικής καλλιέργειας

Είναι το σύστημα καλλιέργειας χωρίς υπόστρωμα. Οι ρίζες του φυτού είναι στον αέρα και το διάλυμα των θρεπτικών στοιχείων ψεκάζεται με ακροφύσια στις ρίζες σταδιακά.

Η τεχνική αυτή αναπτύχθηκε το 1973 επιτρέπει καλύτερη χρησιμοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου, αφού τα φυτά αναπτύσσονται όπως σε κάθετη καλλιέργεια.



Εικ.55 :Σύστημα αεροπονικής καλλιέργειας.

Το σύστημα αυτό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί εμπορικά λόγω των εμφράξεων των ακροφυσίων από το θρεπτικό διάλυμα με τα γνωστά επακόλουθα προβλήματα.

5.9.1.ε D.F.T. (Τεχνική κατακόρυφη ροή)

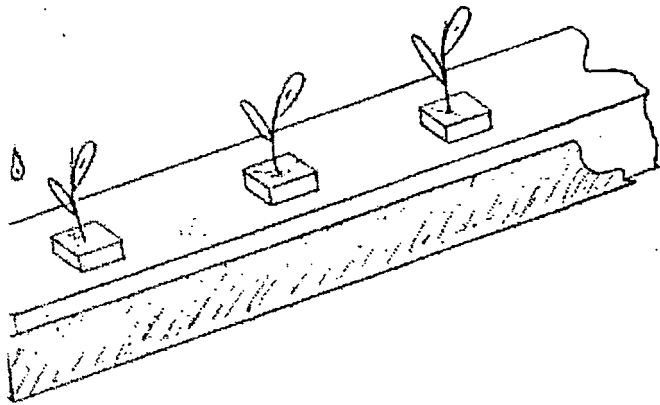
Με την τεχνική αυτή το διάλυμα ανανεώνεται συνεχώς και επομένως έχουμε τα ακόλουθα πλεονεκτήματα : Έλεγχος και ρύθμιση του οξυγόνου και των θρεπτικών ουσιών, ψύξη ή θέρμανση των ριζών και απομάκρυνση των άχρηστων προϊόντων (CO₂ κλπ) από τις ρίζες.

Το σύστημα D.F.T. περιλαμβάνει τα μηχανήματα επεξεργασίας του νερού, τα μηχανήματα ελέγχου και ρύθμισης του διαλύματος και τις συσκευές καλλιέργειας, ως εξής :

α) Για την επεξεργασία του νερού και ανάλογα με την ποιότητα του μπορούν να χρησιμοποιηθούν μηχανικά φίλτρα, συσκευές αντίστροφης ώσμωσης και αποσκληρυντές νερού.

β) Ο έλεγχος και η ρύθμιση του διαλύματος γίνεται με μέτρηση νερού, ηλεκτροβαλβίδες, αντλία, δεξαμενή και συσκευή ελέγχου pH. Στη δεξαμενή μπορεί να τοποθετηθεί ηλεκτρική αντίσταση για τη θέρμανση του διαλύματος, ενώ για την ψύξη του, η πιο οικονομική μέθοδος είναι οι ψυκτικοί πύργοι με άμεση εξάτμιση. Για την απολύμανση του διαλύματος χρησιμοποιείται συσκευή υπεριώδους ακτινοβολίας και για τον εμπλουτισμό σε οξυγόνο χρησιμοποιείται αεροσυμπιεστής.

γ) Οι συσκευές καλλιέργειας περιλαμβάνουν δοχείο, κάλυμμα σωλήνα κατακόρυφης ροής και σωληνώσεις κυκλοφορίας του διαλύματος.



Εικ.56 : Καλλιέργεια πάνω σε block πετροβάμβακα.

5.9.1.στ N.G.S

Το υδροπονικό σύστημα N.G.S (New Growing System) αποτελεί καινοτομία στις υδροπονικές καλλιέργειες. Είναι ένα νέο και πρωτότυπο σύστημα που έκανε την εμφάνιση του μια δεκαετία πριν, σε μια από τις πιο αναπτυγμένες περιοχές της Ισπανίας, την Αλμερία. Σε γενικές γραμμές είναι ένα σύστημα χωρίς υπόστρωμα που λειτουργεί με ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα.

Οι σημαντικότερες καλλιέργειες που εφαρμόζονται με σημαντική επιτυχία στο σύστημα αυτό είναι: τομάτα, αγγούρι, πεπόνι, πιπεριά, μελιτζάνα, κολοκύθι, φασόλι.

Το εμφανές τμήμα του συστήματος είναι ένα κλειστό κανάλι από λευκό πλαστικό το οποίο έχει κλίση περίπου 1-2% και στηρίζεται πάνω σε δύο τεντωμένα σύρματα παράλληλα μεταξύ τους. Το κανάλι αυτό στην πάνω εξωτερική πλευρά φέρει μία σειρά από οπές, σε καθορισμένες σταθερές αποστάσεις μεταξύ τους, που αποτελούν τις θέσεις φύτευσης των φυτών. Εσωτερικά το κανάλι έχει δύο πλαστικά φύλλα παράλληλα προς το εξωτερικό με οπές στις ίδιες αποστάσεις και στις ενδιάμεσες θέσεις από αυτές του εξωτερικού.

Το αρδευτικό σύστημα δεν έχει μεγάλες διαφορές από οποιοδήποτε άλλο σύστημα. Από τον κεντρικό σωλήνα άρδευσης ξεκινούν πλευρικοί σωλήνες, Φ16 ή Φ20, ένας για κάθε γραμμή καλλιέργειας. Αυτός αφού περάσει από το εσωτερικό του καναλιού, με την βοήθεια σπάγκου, ξαναγυρνά πίσω, πάνω από το κανάλι αυτή τη φορά. Από την επιστροφή αυτού του σωλήνα με λήψη, μακαρονάκι και μπεκ των 2-4 lit/h διοχετεύεται το θρεπτικό διάλυμα στην τελική θέση φύτευσης των φυτών. Η ροή του θρεπτικού διαλύματος γίνεται σε τρία επίπεδα κατά μήκος των δύο εσωτερικών φύλλων, καθώς και του κάτω εξωτερικού τοιχώματος του καναλιού μέσω των οπών.

Το αποχετευτικό δίκτυο αποτελείται από σωλήνες PVC που, αφού συλλέγουν το απορρέον διάλυμα, με τη βοήθεια χωνιού, σε κάθε άκρη γραμμής το οδηγούν μέσω της βαρύτητας σε υπόγεια δεξαμενή. Εκεί το διάλυμα ελέγχεται, εμπλουτίζεται με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία και επανεισάγεται στο αρδευτικό δίκτυο.

5.10 Τύποι Υδροπονικών Συστημάτων

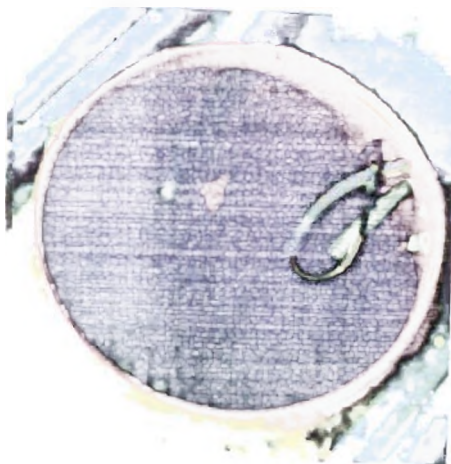
5.10.1 Γενικά

Τα υδροπονικά συστήματα ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης του διαλύματος απορροής διακρίνονται σε δύο τύπους :

1. τα ανοιχτά και
2. τα κλειστά (ανακυκλούμενα) υδροπονικά συστήματα.

Προτού αναφερθούμε στα συστήματα αυτά ας ορίσουμε τον όρο διάλυμα απορροής. Στην υδροπονία με τον όρο διάλυμα απορροής περιγράφεται το μέρος εκείνο του θρεπτικού διαλύματος το οποίο, μετά τη χορήγησή του στα φυτά, αποστραγγίζει και απομακρύνεται από το χώρο του ριζοστρώματος. Στις καλλιέργειες σε υπόστρωμα, διάλυμα απορροής αρχίζει να εμφανίζεται από τη στιγμή που το υπόστρωμα καλλιέργειας φθάνει σε κατάσταση υδατοϊκανότητας, οπότε δε μπορεί να συγκρατηθεί πλέον άλλο θρεπτικό διάλυμα στο πορώδες του μέσω των δυνάμεων συνάφειας.

Έτσι, το επιπλέον διάλυμα που χορηγείται από εκείνη τη χρονική στιγμή και μετά, αποστραγγίζει λόγω βαρύτητας μέσω των μεγάλου μεγέθους πόρων που παραμένουν κενοί και απορρέει από ειδικά ανοίγματα που φέρουν οι υποδοχείς των υποστρωμάτων. Στις καθαρές υδροπονικές καλλιέργειες, όπως το σύστημα NFT, η αεροπονία, η επιδαπέδια υδροπονία κ.λ.π όση ποσότητα θρεπτικού διαλύματος δεν απορροφάται από τις ρίζες των φυτών μετά τη χορήγησή της και δε λιμνάζει κάπου λόγω ύπαρξης φυσικών ή τεχνητών εμποδίων, μετατρέπεται σε διάλυμα απορροής (εικ.57).



Εικ.57: Δεξαμενή συγκέντρωσης διαλύματος απορροής. Οι μικροί πράσινοι σωλήνες είναι αγωγοί συγκέντρωσης του διαλύματος απορροής ενώ ο μεγαλύτερος μαύρος σωλήνας είναι ο αγωγός επιστροφής. Στο βάθος της δεξαμενής διακρίνεται υποβρύχια αντλία επιστροφής του διαλύματος.

5.10.1.1 Ανοιχτά συστήματα

Τα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα είναι τα πιο απλά και τα πρώτα που αναπτύχθηκαν. Έχουν διαδοθεί περισσότερο και έχουν λιγότερες απαιτήσεις. Το διάλυμα απορροής δε συλλέγεται αλλά αφήνεται να χαθεί στο περιβάλλον (συνήθως απορροφάται από το έδαφος του θερμοκηπίου και του περιβάλλοντος

χώρου ή οδηγείται σε κάποιο δίκτυο αποχέτευσης). Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή και μόλυνση του εδάφους και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι λόγοι αυτοί οδήγησαν στα κλειστά συστήματα, που σε λίγα χρόνια θα διαδεχθούν τα ανοιχτά.

5.10.1.2 Κλειστά συστήματα

Τα κλειστά υδροπονικά συστήματα είναι εκείνα, στα οποία το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα που απορρέει από το χώρο των ριζών συλλέγεται, συμπληρώνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία και οδηγείται ξανά στην καλλιέργεια για να ξαναχρησιμοποιηθεί. Στα κλειστά συστήματα δηλαδή, λαμβάνει χώρα κυκλική κυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος (ανακύκλωση). Κατ' αυτόν τον τρόπο, η ποσότητα που καταναλώνεται από τα φυτά, στο βαθμό τουλάχιστον που δεν υπάρχουν διαρροές και οι αγωγοί, μέσα από τους οποίους ρέει το διάλυμα, είναι καλυμμένοι, οπότε οι απώλειες από εξάτμιση είναι αμελητέες.

5.10.2 Πλεονεκτήματα κλειστών συστημάτων

Τα σημεία στα οποία πλεονεκτούν τα κλειστά συστήματα έναντι των ανοιχτών είναι :

1. Από μελέτες οικονομικών, τεχνικών και περιβαλλοντολογικών στοιχείων κλειστών συστημάτων για διάφορες ομάδες φυτών, έγινε ξεκάθαρο το γεγονός ότι με τα κλειστά συστήματα μειώνεται αισθητά η κατανάλωση νερού και λιπασμάτων



Εικ.58: Καλλιέργεια Ζέρμπερας σε κλειστό υδροπονικό σύστημα με επαναχρησιμοποίηση του διαλύματος απορροής.

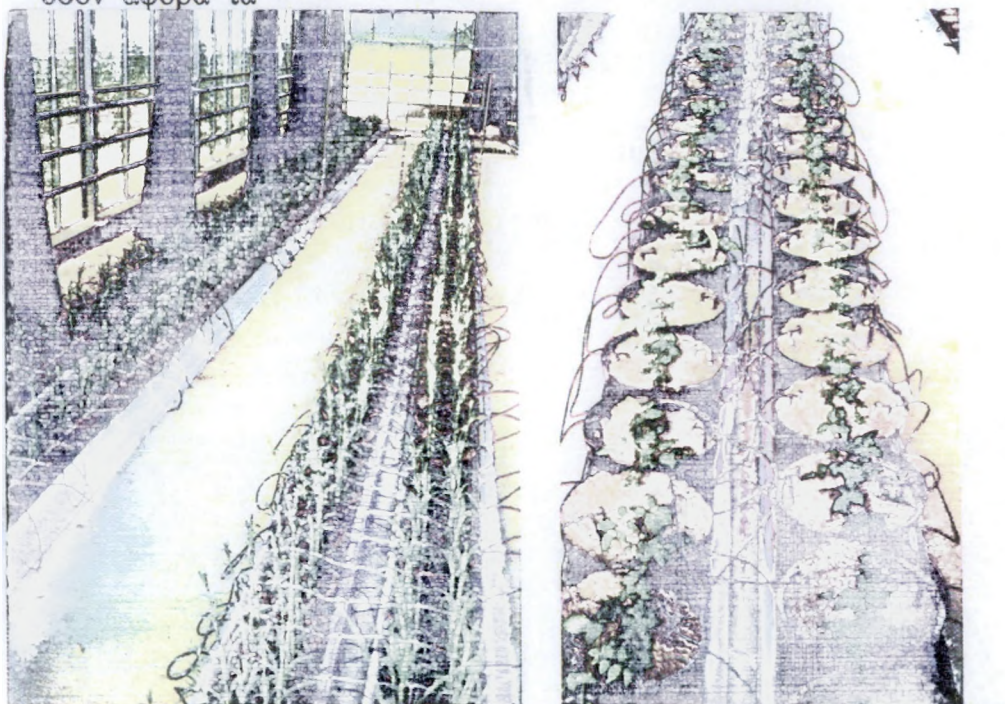


Εικ.59 : Καλλιέργεια χρυσανθέμων σε κλειστό υδροπονικό σύστημα με επαναχρησιμοποίηση του διαλύματος απορροής.

(Verpooy C.J.M.,1992). Η εξοικονόμηση νερού και λιπασμάτων που μπορεί να επιτευχθεί στα κλειστά υδροπονικά συστήματα δεν είναι ευκαταφρόνητη. Με δεδομένο ότι στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα το διάλυμα απορροής συνήθως αντιστοιχεί στο 20-30% της συνολικά χορηγούμενης ποσότητας θρεπτικού διαλύματος, εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς ότι και η κατανάλωση λιπασμάτων και νερού μειώνεται σε αντίστοιχο βαθμό περίπου.

Για λιπάσματα όπως ο χηλικός σίδηρος και δευτερεύοντος το νιτρικό ασβέστιο και το θειικό μαγνήσιο τα οποία συμβάλλουν σημαντικά στην διαμόρφωση του κόστους της λίπανσης στην υδροπονία (κυρίως τα δύο πρώτα), οι ποσότητες που εξοικονομούνται μπορεί να είναι ακόμη μεγαλύτερες. Τα δισθενή ιόντα του ασβεστίου, μαγνησίου και σιδήρου έχουν τη τάση να συσσωρεύονται στο ανακυκλούμενο διάλυμα, οπότε οι ανάγκες για χορήγηση αυτών των θρεπτικών στοιχείων κατά τη συμπλήρωση του διαλύματος απορροής ελαττώνονται ακόμη περισσότερο. Τέλος, όσον αφορά το πλεονέκτημα τις εξοικονόμησης νερού, η σημασία του είναι ιδιαίτερα μεγάλη σε περιοχές όπου το διαθέσιμο νερό άρδευσης είναι περιορισμένο.

2. Πέρα όμως από τον περιορισμό της κατανάλωσης νερού και λιπασμάτων, τα κλειστά υδροπονικά συστήματα ενδείκνυται κυρίως επειδή θεωρούνται φιλικά προς το περιβάλλον, αφού τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα που περιέχονται στο διάλυμα απορροής ανακυκλώνονται και επομένως δεν επιβαρύνουν τα οικοσυστήματα. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όσον αφορά τα



Εικ.60: Καλλιέργεια γαριφάλλου σε κλειστό υδροπονικό σύστημα με επαναχρησιμοποίηση του διαλύματος απορροής. **Εικ.61: Πρόσφατα φυτεμένα φυτά σε κλειστό υδροπονικό σύστημα με επαναχρησιμοποίηση του διαλύματος απορροής.**

νιτρικά ιόντα τα οποία όπως είναι γνωστό θεωρούνται επιβλαβή για τον ανθρώπινο οργανισμό και για αυτό η συγκέντρωσή τους στο πόσιμο νερό θα πρέπει να είναι πολύ χαμηλή. Τα νιτρικά ιόντα, όταν η χαμηλή περιεκτικότητά τους στα γλυκά νερά είναι σημαντική (πάνω από 2-3mg/lit) σπάνια προέρχονται από το φυσικό οικοσύστημα. Συνήθως προέρχονται από αζωτούχα λιπάσματα (τόσο τα ανόργανα όσο και τα οργανικά όπως η κοπριά) τα οποία κατά κανόνα χορηγούνται στις καλλιέργειες σε ποσότητες αρκετά υψηλότερες σε σύγκριση με τις ανάγκες των φυτών.

Ήδη στις βόρειες χώρες της Ευρώπης τα κλειστά υδροπονικά συστήματα προωθούνται από τους αρμόδιους κρατικούς φορείς με διάφορα κίνητρα αλλά

και νομοθετικές ρυθμίσεις, με στόχο κυρίως την ελάττωση της επιβάρυνσης των πόσιμων νερών με νιτρικά ιόντα και υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Η τάση αυτή αναμένεται να γίνει αισθητή και στη χώρα μας στο άμεσο μέλλον. Γι' αυτό το λόγο η εξοικείωση με τα κλειστά υδροπονικά συστήματα και την τεχνική εφαρμογή τους είναι επείγουσα ανάγκη. Αυτό ισχύει ακόμα περισσότερο για τη χώρα μας όπου λόγω των συγκριτικών πλεονεκτημάτων της οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες θα εξακολουθήσουν και στο μέλλον να αποτελούν βασικό κλάδο της γεωργικής της οικονομίας.

5.10.3 Μειονεκτήματα κλειστών συστημάτων

Μέχρι σήμερα η χρήση κλειστών υδροπονικών καλλιιεργειών έχει τύχει περιορισμένης εφαρμογής. Οι δύο βασικοί ανασταλτικοί παράγοντες για τους παραγωγούς είναι :

1. Ο κίνδυνος να μολυνθεί έστω και ένα φυτό λόγω της ανακύκλωσης που εφαρμόζεται. Ο κίνδυνος αυτός βέβαια είναι θεωρητικός, ενώ στη πράξη η πιθανότητα να συμβεί κάτι τέτοιο είναι πολύ μικρή, όπως έχει δείξει η μέχρι σήμερα εμπειρία. Για να εκμηδενιστεί η πιθανότητα μαζικής μόλυνσης της καλλιέργειας, ώστε να αυξηθεί και το αίσθημα ασφάλειας των παραγωγών όταν εφαρμόζουν ανακύκλωση, συνιστάτε η εγκατάσταση ενός συστήματος που θα απολυμαίνει το θρεπτικό διάλυμα απορροής πριν από την επαναχρησιμοποίησή



Εικ.62: Καλλιέργεια μελιτζάνας σε σακούς με περλίτη. Οι σάκοι είναι τοποθετημένοι ώστε να είναι δυνατή η συλλογή και ανακύκλωση του διαλύματος απορροής.

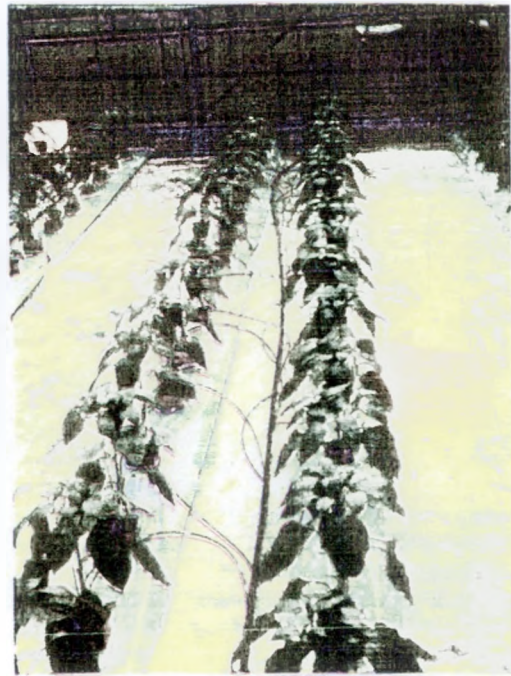
του. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος, όπως η χρήση φίλτρων άμμου ή φίλτρων υπεριώδους ακτινοβολίας, η απολύμανση με όζον ή ενεργό υπεροξείδιο του υδρογόνου, η παστερίωση με θέρμανση σε θερμοκρασία 95° C για 30 sec κ.α.

2. Η βαθμιαία αλλαγή της ιοντικής του σύστασης του θρεπτικού διαλύματος, λόγω της εκλεκτικής απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά. Με τον όρο εκλεκτική απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων υποδηλώνεται ότι οι αναλογίες απορρόφησης στοιχείου /νερού από τα φυτά προσδιορίζονται κατά κύριο λόγο από τις εκάστοτε ανάγκες τους και όχι από τις συγκεντρώσεις αυτών στο θρεπτικό διάλυμα. Η συνέπεια αυτού του προβλήματος είναι ότι μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, οι αναλογίες συγκεντρώσεων ανάμεσα στα θρεπτικά στοιχεία εμφανίζονται σημαντικά διαφοροποιημένες στο ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα, μολονότι η συνολική τους συγκέντρωση διατηρείται ίδια.

Μία ιδιαίτερη πτυχή του προβλήματος αυτού είναι η βαθμιαία συσσώρευση των ιόντων Na^+ και Cl^- στο ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα. Αιτία γι' αυτό είναι το γεγονός ότι ο ρυθμός πρόσληψής τους από τα φυτά, όπως αυτός διαμορφώνεται λόγω της προαναφερθείσας ικανότητας των τελευταίων για εκλεκτική απορρόφηση, συνήθως υπολείπεται σημαντικά του ρυθμού εισαγωγής τους στο θρεπτικό διάλυμα, μέσω της συμπλήρωσης του διαλύματος απορροής με νερό και θρεπτικά στοιχεία. Το πρόβλημα αυτό βέβαια εμφανίζεται όταν τα προαναφερθέντα ιόντα περιέχονται σε σημαντικές ποσότητες στο χρησιμοποιούμενο νερό, με συνέπεια η συγκέντρωσή τους στο θρεπτικό διάλυμα να είναι υψηλότερη από την αναλογία ιόν /νερό με την οποία προσλαμβάνονται από τα φυτά. Το πρόβλημα της αλλαγής στη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος στα κλειστά υδροπονικά συστήματα μπορεί να περιοριστεί σημαντικά όταν η συμπλήρωση του διαλύματος απορροής με νερό και θρεπτικά στοιχεία γίνεται με σωστό τρόπο. Για το πρόβλημα αυτό το οποίο δημιουργεί τις σοβαρότερες δυσκολίες στα κλειστά υδροπονικά συστήματα γίνεται αναλυτική αναφορά παρακάτω.



Εικ.63: Καλλιέργεια υδροπονίας σε κλειστό υδροπονικό σύστημα επιδαπέδιας υδροπονίας. Στο σύστημα αυτό δεν χρησιμοποιείται υπόστρωμα παρά μόνο από ένα φύλλο από πορώδες υλικό, ώστε να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη κατανομή του θρεπτικού διαλύματος.



Εικ.64: Καλλιέργεια πιπεριάς σε πετροβάμβακα. Το υπόστρωμα είναι τοποθετημένο σε κανάλια τα οποία είναι καλυμμένα με πλαστικό φύλλο. Το θρεπτικό διάλυμα απορροής συλλέγεται με τη βοήθεια των καναλιών και επαναχρησιμοποιείται.

5.10.4 Κατηγορίες κλειστών υδροπονικών συστημάτων :

Τα κλειστά υδροπονικά συστήματα διαιρούνται περαιτέρω σε δύο επιμέρους κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο κυκλοφορίας του θρεπτικού διαλύματος :

- α. Κλειστά υδροπονικά συστήματα με κυκλική (συνεχή) κυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος
- β. Κλειστά υδροπονικά συστήματα με περιοδική κυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος

5.10.4.α Συστήματα με κυκλική (συνεχή) κυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος

Σε αυτά τα συστήματα το θρεπτικό διάλυμα κυκλοφορεί συνεχώς ακολουθώντας μία κλειστή κυκλική διαδρομή, ένα μεγάλο μέρος της οποίας το συνιστά η διέλευση μέσω του ριζοστρώματος των φυτών. Η συνεχής επανακυκλοφορία επιτυγχάνεται με τη βοήθεια μίας αντλίας που λειτουργεί συνεχώς. Κλασικό παράδειγμα κλειστού υδροπονικού συστήματος με επανακυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος είναι το σύστημα NFT και οι παραλλαγές του.

5.10.4.β. Συστήματα με περιοδική κυκλοφορία του θρεπτικού διαλύματος

Σε αυτά τα συστήματα τα φυτά δεν τροφοδοτούνται συνεχώς με θρεπτικό διάλυμα, οπότε δε δημιουργείται συνεχές ρεύμα κυκλικής κυκλοφορίας. Η καλλιέργεια ποτίζεται πολλές φορές στη διάρκεια της ημέρας, αλλά για σύντομο χρόνο, σε ποσότητες που αντιστοιχούν στις ανάγκες της. Συνήθως επιδιώκεται να χορηγείται τόσο θρεπτικό διάλυμα κάθε φορά που ποτίζεται η καλλιέργεια, ώστε να περισσεύει μία ποσότητα (διάλυμα απορροής) που δε θα υπερβαίνει το 30% του συνολικά χορηγούμενου όγκου. Το διάλυμα απορροής συλλέγεται, οδηγείται πίσω στην εγκατάσταση παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος άρδευσης με τη βοήθεια μίας αντλίας και αφού συμπληρωθεί με τις κατάλληλες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων, ξαναχορηγείται στη καλλιέργεια. Επομένως, στη περίπτωση αυτή πρόκειται για κλειστά υδροπονικά συστήματα με επαναχρησιμοποίηση του διαλύματος απορροής.

Η διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στους δύο αυτούς τύπους κλειστών υδροπονικών συστημάτων μπορεί να γίνει καλύτερα κατανοητή αν συγκριθούν οι ποσότητες θρεπτικού διαλύματος που διακινούνται μέσω των αντλιών ανακύκλωσης στη μία και στην άλλη περίπτωση. Σε συστήματα συνεχούς επανακυκλοφορίας του θρεπτικού διαλύματος όπως το NFT η ποσότητα θρεπτικού διαλύματος που διακινείται μέσω της αντλίας ανακύκλωσης φθάνει τα 200 κυβικά μέτρα ανά στρέμμα και ημέρα. Αντίθετα, στα συστήματα επαναχρησιμοποίησης του διαλύματος απορροής η αντίστοιχη ποσότητά του συνήθως δεν υπερβαίνει τα 2 κυβικά μέτρα ανά στρέμμα και ημέρα.

5.11 Λίπανση

5.11.1 Γενικά

Στην υδροπονία η έννοια λίπανση είναι ταυτόσημη με την άρδευση, αφού αρδεύουμε πάντα με θρεπτικό διάλυμα.

Τα φυτά ανεξάρτητα αν καλλιεργούνται στο χώμα ή σε υδροπονία έχουν τις ίδιες θρεπτικές ανάγκες. Αυτό που διαφοροποιεί τη λιπαντικά πρακτική στην υδροπονία είναι το μέσω καλλιέργειας (αδρανές υπόστρωμα), και οι φυσικοχημικές του ιδιότητες που ορίζουν το περιβάλλον της ρίζας. Γι' αυτό και προϋπόθεση για την υδροπονία είναι η ακρίβεια στη δοσομέτρηση των λιπασμάτων.

Για την κατάρτιση προγράμματος λίπανσης θα πρέπει να έχουμε υπόψη:

- Τα ιδανικά επίπεδα για τα θρεπτικά στοιχεία της καλλιέργειας.
- Τη συγκέντρωση ιόντων στο νερό.
- Την επιθυμητή τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του pH του διαλύματος.

Ο σχεδιασμός του προγράμματος λίπανσης έχει σαν στόχο τη συνεχή προσφορά των απαραίτητων για τα φυτά μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων, στη σωστή αναλογία. Εκτός από την ποσότητα των στοιχείων, μας ενδιαφέρουν πολύ και οι σχετικές αναλογίες μεταξύ τους.

Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία μαγγάνιο(Mn), ψευδάργυρο(Zn) και χαλκό(Cu) χρησιμοποιούνται οι θειικές τους ενώσεις, ενώ για το μολυβδαίνιο(Mo) χρησιμοποιείται μολυβδαινικό νάτριο και για το βόριο(B) βερικό οξύ, βόρακας κ.α.

5.11.2 Παρασκευή Θρεπτικών Διαλυμάτων

Το πιο σημαντικό μέρος των υδροπονικών καλλιεργειών μπορεί να θεωρηθεί η παρασκευή, η χρήση, η ανακύκλωση και ο έλεγχος των θρεπτικών διαλυμάτων και τούτο γιατί ο όγκος του υποστρώματος που τίθεται στις υδροπονικές καλλιέργειες για την αύξηση του ριζικού συστήματος είναι μικρός, περιορισμένης χωρητικότητας, χωρίς εναλλαγή ιόντων και ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους.

Σήμερα αναγνωρίζουμε 16 στοιχεία ουσιώδη για την ανάπτυξη των φυτών από τα οποία 3 (C, H, O) παίρνονται από τον αέρα. Έτσι παραμένουν 13 στοιχεία που απαιτεί το φυτό. Αυτά είναι : 1. Τα μακροστοιχεία N, K, P, S, Mg, Ca και 2. Τα μικροστοιχεία Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Cl.

Η συμπύκνωση των στοιχείων διαφέρει ανάλογα με το καλλιεργούμενο είδος, την εποχή, τις κλιματικές συνθήκες του θερμοκηπίου και το στάδια ανάπτυξης των φυτών, αφού κάθε είδος έχει τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του.

Για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων πρέπει να λάβουμε υπ' όψη τα εξής :

α. Τα στοιχεία που περιέχει από την ανάλυση του το νερό άρδευσης καθώς και το pH του.

β. Πρέπει να επιλέγονται λιπάσματα ολικής διαλυτότητας για να μην αφήνουν ίζημα.

γ. Αποφυγή ανάμειξης λιπασμάτων που προκαλούν ίζημα, όπως τα φωσφορικά, τα θειικά και τα αμμωνιακά, με αυτά που έχουν σαν βάση το ασβέστιο. Για το λόγο αυτό είμαστε υποχρεωμένοι να χρησιμοποιήσουμε δύο ξεχωριστά δοχεία για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων.

δ. Να λαμβάνονται υπόψη ο ανταγωνισμός των ιόντων, δεδομένου ότι το πλεόνασμα ενός στοιχείου μπορεί να δεσμεύσει την απορρόφηση των άλλων όπως π.χ. στις εξής περιπτώσεις :

- κάλιο και μαγνήσιο
- κάλιο και ασβέστιο
- μαγνήσιο και ασβέστιο
- ασβέστιο και ιχνοστοιχεία(Mn, B, Cu, Fe)
- φώσφορος και ψευδάργυρος
- σίδηρος και μολυβδαίνιο,

όπου το πλεόνασμα του πρώτου στοιχείου περιορίζει την απορρόφηση του δεύτερου.

Για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων μπορεί να γίνει κατά διάφορους τρόπους :

1. Με τη μέθοδο των συντελεστών των λιπασματικών σχέσεων, σύμφωνα με την οποία σε κάθε λίπασμα αντιστοιχεί ένας ή περισσότεροι συντελεστές ανάλογα με το αν το λίπασμα περιέχει ένα ή περισσότερα θρεπτικά στοιχεία, δηλαδή σε κάθε λίπασμα υπάρχει και ένας συντελεστής για κάθε στοιχείο που περιέχει το λίπασμα αυτό. Ο συντελεστής αυτός εκφράζει τα απαραίτητα γραμμάρια του λιπάσματος έτσι ώστε να έχουμε 1 ppm θρεπτικού στοιχείου σε 100 λίτρα διαλύματος.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι συντελεστές των κυριότερων λιπασματικών ενώσεων.

2. Με την μέθοδο του Παγκόσμιου θρεπτικού διαλύματος, που δίνεται η αντιστοιχία μεταξύ κατιόντων K^{+1} , Ca^{+2} ή Mg^{+2} και ανιόντων NO^{-3} , $H_2PO_4^{-1}$ ή SO_4^{-2} και ο τρόπος που υπολογίζεται η σύνθεση των θρεπτικών διαλυμάτων στην επιθυμητή συγκέντρωση ιόντων και pH. Η ποσότητα του νερού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί συγκεντρώνεται στην κατάλληλη δεξαμενή. Ύστερα προστίθεται η αναγκαία ποσότητα HNO_3 για την διόρθωση του pH του νερού άρδευσης. Τα λιπάσματα διαλύονται χωριστά σε 25° C, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις διαλυτότητες του καθενός. Επίσης και τα ιχνοστοιχεία διαλύονται χωριστά. Τέλος προσθέτουμε τα επιμέρους διαλύματα στην δεξαμενή όπου βρίσκεται ποσότητα του νερού άρδευσης και συμπληρώνουμε μέχρι την προβλεπόμενη για άρδευση ολική ποσότητα

3. Έχοντας καθορίσει εκ των προτέρων τα ppm κάθε στοιχείου του θρεπτικού διαλύματος και παίρνοντας σαν βάση την ηλεκτρική ουδετερότητα των αλάτων, δηλαδή την ισορροπία μεταξύ των κατιόντων και των ανιόντων, εκφράζουμε την σύνθεση των μακροστοιχείων ενός διαλύματος σε ένα πίνακα με δύο εισόδους, μία για τα κατιόντα και μία για τα ανιόντα.

Πίνακας 22: Συντελεστές των κυριότερων λιπασματικών ενώσεων			
Χημική ένωση	Τύπος λιπάσματος	Περιεχόμενο στοιχείο	Συντελεστής
Θεικό αμμώνιο	21-0-0	Άζωτο	4,76
Νιτρικό ασβέστιο	15,5-0-0	Άζωτο	6,45
		Ασβέστιο	4,7
Νιτρικό κάλιο	13,75-0-36,9	Άζωτο	7,3
		Κάλιο	2,6
Νιτρικό νάτριο	15,5-0-0	Άζωτο	6,45
Ουρία	46-0-0	Άζωτο	2,17
Μονοφωσφορικό κάλιο			
Θεικό κάλιο	0-22,5-28	Κάλιο	3,53
Χλωριούχο κάλιο		Κάλιο	2,5
Μονοφωσφορικό ασβέστιο	0-0-43,3	Κάλιο	2,05
	0-0-49,8		
Μονοφωσφορικό αμμώνιο	0-20,8-0	Φώσφορος	4,78
Θεικό ασβέστιο			
Βορικό οξύ	11-20,8-0	Φώσφορος	4,78
Θεικός χαλκός	-	Ασβέστιο	4,8
Θεικός σίδηρος	-	Βόριο	5,64
Χηλικός σίδηρος 9%		Χαλκός	3,91
Θεικό μαγγάνιο		Σίδηρος	5,54
Θεικό-μαγνήσιο		Σίδηρος	11,1
Τριοξείδιο Μολυβδαίνιο		Μαγγάνιο	4,05
Μολυβδαινικό νάτριο		Μαγνήσιο	10,75
Θεικός-ψευδάργυρος			
		Μολυβδαίνιο	1,5
		Μολυβδαίνιο	2,56
		Ψευδάργυρος	4,42

Η ηλεκτρική ουδετερότητα του των αλάτων δίνεται στον πίνακα 23.

Πίνακας 23 : Διατύπωση συγκέντρωσης ιόντων με βάση την ηλεκτρική ουδετερότητα των αλάτων (σε meq /lt)				
Ανιόντα	NO ⁻³	H ₂ PO ₄ ⁻¹	SO ₄ ⁻²	Σύνολο
Κατιόντα				
K ⁺¹	3,5		4,2	7,7
Ca ⁺²	5		5	
Mg ⁺²			2	2
NH ⁺⁴		1,5		1,5
ΣΥΝΟΛΟ	8,5	1,5	6,2	16,2

Τα κύρια συστατικά παρασκευάζονται σε πυκνότερα διαλύματα (μητρικά) που πρέπει να γίνονται ξεχωριστά (1^ο και 2^ο μητρικό διάλυμα), ώστε να μην συνυπάρχουν

στο ίδιο διάλυμα ιόντα ασβεστίου και φωσφορικών, επειδή θα σχηματιστούν αδιάλυτες ενώσεις.

5.11.3 Παρασκευή Μητρικού Διαλύματος

Το ασβέστιο δεν πρέπει να περιέχεται στο διάλυμα που διαλύθηκε το φωσφορικό λίπασμα, για να μην δημιουργηθεί ίζημα. Έτσι παρασκευάζονται δύο μητρικά διαλύματα :

5.11.3α 1ο Μητρικό Διάλυμα

Παρασκευάζεται σε όγκο 50 λίτρα με pH = 2, αρχίζοντας την διάλυση σε 20 λίτρα νερό. Αναλυτικότερα :

α) HNO_3 : προστίθεται η κατάλληλη ποσότητα για την εξουδετέρωση της αλκαλικότητας των φωσφορικών λιπασμάτων και την διόρθωση του pH του νερού.

β) Φωσφορικά λιπάσματα : Διαλύεται σε 10 λίτρα νερού 25° C.

γ) Προστίθεται μέρος των ποσοτήτων των στοιχείων N, K, Mg υπό μορφή θειικής, νιτρικής και φωσφορικής ρίζας.

δ) Προστίθενται όλα τα στοιχεία εκτός του σιδήρου.

Υστερα συμπληρώνουμε 50 λίτρα νερό και ελέγχεται η τιμή του pH = 2.

5.11.3.β 2ο Μητρικό Διάλυμα

Επίσης αρχικός όγκος διαλύματος είναι τα 20 λίτρα και μετά την διάλυση των λιπασμάτων συμπληρώνεται νερό 50 λίτρων ρυθμίζοντας το pH μεταξύ 6 - 7.

α) Ασβέστιο : Προστίθεται σε νιτρική μορφή και αφού διαλυθεί σε 10 - 15 λίτρα νερού 25° C.

β) Σίδηρος : Διαλύεται σε μερική ποσότητα νερού.

γ) Κάλιο : Προστίθεται σε νιτρική μορφή.

δ) Άζωτο : Προστίθεται σε νιτρική μορφή ή NH_4NO_3 .

ε) Μαγνήσιο : Ολόκληρη ποσότητα ή ένα μέρος υπό μορφή $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.

στ) HNO_3 : Η ποσότητα του εξαρτάται από την ποσότητα αζώτου (διορθώνει το pH μεταξύ 6 - 7).

5.11.3.γ Παράδειγμα εφαρμογής

1ο Μητρικό Διάλυμα

20 lt νερό άρδευσης + 3,19 lt HNO_3 58% + 1,54 kgr $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Επίσης παρασκευάζεται το διάλυμα των ιχνοστοιχείων χωρίς τον Fe. Τα ιχνοστοιχεία διαλύονται αρχικά χωριστά ανάλογα με τις διαλυτότητες των ιχνοστοιχείων.

Το τελικό διάλυμα συμπληρώνεται με νερό άρδευσης μέχρι 50 lt.

2ο Μητρικό Διάλυμα

20 lt νερό άρδευσης + 6,19 kgr KNO_3 + 1,28 kgr $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ + 100 gr Σεκεστρέν + 100 ml HNO_2

Το τελικό διάλυμα συμπληρώνεται με νερό άρδευσης μέχρι 50 lt.

5.11.3.δ Τελικό Διάλυμα

Με την προηγούμενη διαδικασία της παρασκευής των μητρικών διαλυμάτων έχουν παραχθεί 50 lt από το 1ο μητρικό διάλυμα και 50 lt από το 2ο μητρικό διάλυμα. Αυτά τα διαλύματα χορηγούνται σε αναλογία 1 : 200 με το νερό άρδευσης, οπότε τελικά το καθένα διαλύεται σε 10 m³ νερού που είναι ο αναγκαίος όγκος του θρεπτικού διαλύματος.

Η διοχέτευση των θρεπτικών διαλυμάτων στην επιθυμητή συγκέντρωση των ιόντων των αλάτων γίνεται στο σύστημα άρδευσης από τον αυτόματο διανομέα μέσω ενός δοχείου ανάμειξης.

Ο διανομέας αυτός δίνει την δυνατότητα να αναμειχθούν από τρία διαφορετικά δοχεία :

1. Οξέα για τη ρύθμιση του pH του διαλύματος στις επιθυμητές ποσότητες και Λιπάσματα 1ο και 2ο μητρικό διάλυμα χωρίς σχηματισμό ιζημάτων.

Το σύστημα ρυθμίζεται από κομπιούτερ που επιτρέπει την άρδευση στον επιθυμητό χρόνο, τη διάρκεια της και την επιθυμητή συμπύκνωση ιόντων και pH.

5.11.δ.ε Υπολογισμοί

Για τη καλή κατανόηση των χειρισμών και των δόσεων πρέπει να διευκρινιστούν τα παρακάτω σημεία :

1. Το pH του τελικού διαλύματος διαμορφώνεται στη τιμή 5 γιατί έτσι εξασφαλίζεται η διαλυτότητα των ιχνοστοιχείων.

2. Υπολογισμός ποσοτήτων N και NO₃⁻¹. Ένα μέρος του προστιθέμενου HNO₃ χρησιμεύει για την εξουδετέρωση των ανθρακικών αλάτων του νερού άρδευσης, τη μείωση του pH και την εξουδετέρωση της αλκαλικότητας του (NH₄)₂HPO₄ (1 meq HNO₃ χρειάζεται για την εξουδετέρωση της αλκαλικότητας 2,2 meq φωσφορικού ιόντος).

Το υπόλοιπο N και NO₃ θα προστεθεί υπό μορφή KNO₃, Ca(NO₃)₂, Mg(NO₃)₂, αλλά πρέπει να προσδιοριστούν και να αφαιρεθούν οι αντίστοιχες ποσότητες Ca, Mg, K που υπάρχουν στο νερό άρδευσης. Επίσης από την ποσότητα N και NO₃ που θα προστεθεί, θα υπολογιστεί και θα αφαιρεθεί η προϋπάρχουσα περιεκτικότητα N και NO₃⁻¹ στο νερό άρδευσης.

3. Υπολογισμός ποσοτήτων N και NH₄⁺¹. Το διάλυμα χρειάζεται 2,2 meq NH₄⁺¹ /lt. Αν το νερό άρδευσης δεν περιέχει καθόλου N και NH₄⁺¹ τότε όλη η ποσότητα προστίθεται υπό τη μορφή (NH₄)₂HPO₄.

4. Υπολογισμός ποσοτήτων SO₄⁻². Αν το νερό άρδευσης δεν περιέχει καθόλου θειικά ιόντα, αυτά προστίθενται υπό μορφή MgSO₄ ή K₂SO₄.

Για τους παραπάνω υπολογισμούς σημειώνουμε τα παρακάτω χρήσιμα δεδομένα :

1 meq NH ₄ ⁺¹	Αντιστοιχούν με 14 mg	N
1 meq NO ₃ ⁻¹	Αντιστοιχούν με 14 mg	N
1 meq H ₂ PO ₄ ⁻¹	Αντιστοιχούν με 31 mg	P
1 meq SO ₄ ⁻²	Αντιστοιχούν με 16 mg	S
1 meq K ⁺¹	Αντιστοιχούν με 39 mg	K
1 meq Ca ⁺²	Αντιστοιχούν με 20 mg	Ca
1 meq Mg ⁺²	Αντιστοιχούν με 14 mg	Mg

5.12 Εξοπλισμός συστημάτων υδροπονίας

5.12.1 Γενικά

Όπως ήδη έχει αναφερθεί τα υδροπονικά συστήματα χωρίζονται σε δύο τύπους ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης του απορρέοντος διαλύματος : τα ανοιχτά και τα κλειστά. Για το λόγο αυτό θα αναφερθούμε ξεχωριστά στον εξοπλισμό του κάθε τύπου συστήματος.

5.12.2 Εξοπλισμός ανοιχτών συστημάτων

Ο εξοπλισμός των ανοιχτών συστημάτων περιλαμβάνει τους μηχανισμούς και τα υλικά για την παρασκευή και την παροχή του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά. Αυτός περιλαμβάνει τα εξής :

1. Την εγκατάσταση παροχής νερού
2. Τις συσκευές καθαρισμού του νερού(φίλτρα νερού)
3. Τα δοχεία πυκνών ή μητρικών διαλυμάτων (τουλάχιστον δύο)
4. Το σύστημα αραιώσης των πυκνών διαλυμάτων με το νερό της άρδευσης
5. Το σύστημα παροχής του αραιωμένου διαλύματος στα φυτά.

Αναλυτικότερα:

1. Εγκατάσταση παροχής νερού: Αυτή περιλαμβάνει τη γεώτρηση, τη σύνδεση με το αρδευτικό δίκτυο, τις σωληνώσεις κ.λπ. Τα υλικά αυτά πρέπει να μην απελευθερώνουν στο νερό ουσίες ή ιόντα σε συγκεντρώσεις που μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα στην καλλιέργεια.

2. Φίλτρα καθαρισμού νερού: Είναι απαραίτητα για τον καθαρισμό του νερού τα από στερεά σωματίδια, όπως άμμος, άργιλος, μικροοργανισμοί, που μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα στο σύστημα παροχής του διαλύματος στα φυτά.

3. Δοχεία πυκνών ή μητρικών διαλυμάτων: Τα δοχεία αυτά χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία του θρεπτικού διαλύματος, με το οποίο τροφοδοτούνται τα φυτά. Είναι μεγάλης χωρητικότητας 50-1000 λίτρων για να επαρκούν τα πυκνά διαλύματα για αρκετές ημέρες.

Τα δοχεία αυτά είναι κατασκευασμένα από πλαστικό για να αποφεύγεται η διάβρωση και η οξείδωση που μπορεί να δημιουργηθούν από τα πυκνά διαλύματα. Είναι εφοδιασμένα επίσης και με σύστημα ανάδευσης για την καλύτερη διάλυση των λιπασμάτων και για εκ νέου ομογενοποίηση σε περίπτωση δημιουργίας ιζήματος.

Με βάση τον αριθμό των δοχείων τα συστήματα χωρίζονται σε:

α. Σύστημα Α /Β δοχείων: Είναι το πιο διαδεδομένο σύστημα στις μέρες μας. Αποτελείται από δύο δοχεία, τα οποία περιέχουν θρεπτικά διαλύματα 100 φορές μεγαλύτερης συγκέντρωσης από αυτή που χρειάζονται τα φυτά. Η χρήση δύο διαφορετικών δοχείων οφείλεται στην ανάγκη για διαχωρισμό των θεικών και των φωσφορικών λιπασμάτων από το ασβέστιο και το χηλικό σίδηρο. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται προκειμένου να εμποδιστεί η δημιουργία ιζήματος, από την αντίδραση των λιπασμάτων μεταξύ τους, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης των διαλυμάτων. Ένα τρίτο δοχείο περιέχει οξύ ή βάση για την ρύθμιση του pH.

β. Σύστημα δοχείων μεμονωμένων θρεπτικών στοιχείων: Το σύστημα αυτό αποτελείται από τόσα δοχεία, όσα είναι τα βασικά θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά, συν μία για τα ιχνοστοιχεία.

3. Σύστημα αραίωσης των πυκνών διαλυμάτων: Η αραίωση των πυκνών διαλυμάτων γίνεται αυτόματα μέσω αναμικτών ελεγχόμενων από υπολογιστή. Οι υπολογιστές αυτοί εγκαταστάθηκαν στην Ελλάδα τα τελευταία τέσσερα χρόνια με μεγάλη επιτυχία. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση Η/Υ για την ανάμιξη των λιπασμάτων είναι τα εξής:

1. Εξασφαλίζεται σε όσο το δυνατό μικρότερο χρονικό διάστημα τη ρύθμιση των τιμών του EC.
2. Ελέγχει την τιμή του pH και μέσω αυτού, τη δοσολογία του κάθε λιπάσματος. Αυτό συμβαίνει γιατί όταν η τιμή του pH είναι πολύ χαμηλή ή πολύ υψηλή, πολλά λιπάσματα(π.χ. σε χαμηλό pH τα φυτά παρουσιάζουν μεγάλη έλλειψη σε ασβέστιο, κάλιο, μολυβδαίνιο) δεν μπορούν να απορροφηθούν από τα φυτά. Για παράδειγμα σε χαμηλό pH τα φυτά παρουσιάζουν μεγάλη έλλειψη σε ασβέστιο, κάλιο, μολυβδαίνιο, ενώ σε υψηλό pH τα φυτά παρουσιάζουν μεγάλη έλλειψη σε φώσφορο, μαγγάνιο και βόριο.
3. Είναι εξοπλισμένοι με Η/Υ προγραμματιστή άρδευσης, ώστε να εξασφαλίζεται απόλυτα ακριβής άρδευση, κατόπιν εκτίμησης της ηλιακής ακτινοβολίας, της εξάτμισης κ.τ.λ. Επιπλέον, δηλαδή, έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες.
4. Επιτυγχάνουν σωστή σύνθεση θρεπτικού διαλύματος έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε διαφορετικές καλλιέργειες ή στην ίδια καλλιέργεια σε διαφορετικό στάδιο ανάπτυξης. Ανάλογα με το είδος του αναμικτή μπορεί να έχουμε έναν αριθμό διαφορετικών συνταγών.
5. Ο αναμικτής είναι εφοδιασμένος με σειρά συναγερμών. Έτσι όταν υπάρχει απόκλιση από τις τιμές που ο παραγωγός έχει ορίσει, εμφανίζεται συναγερμός και η καλλιέργεια πάβει να τροφοδοτείται με θρεπτικό διάλυμα το οποίο δεν ανταποκρίνεται στις επιθυμητές τιμές pH και EC και
6. Οι αναμικτές μπορούν άνετα να συνδεθούν και με άλλα μηχανήματα με σκοπό την εύκολη διαχείριση της φυτείας.

Η ανάμιξη των λιπασμάτων με το νερό μπορεί να γίνει είτε σε κάδο ανάμιξης είτε με κατευθείαν έγχυση στο δίκτυο.

Στην περίπτωση που στο σύστημα υπάρχει κάδος ανάμιξης, όλες οι παροχές θρεπτικών στοιχείων και νερού καταλήγουν στον αναμικτικό κάδο Η σχετική αναλογία των θρεπτικών στοιχείων μεταξύ τους είναι συγκεκριμένη για κάθε φυτό. Το σύστημα αυτό λειτουργεί διαδοχικά(batch flow), δηλαδή πρώτα γίνεται η προετοιμασία του διαλύματος και μετά η άρδευση.

Για την αραίωση των πυκνών διαλυμάτων, με κάδο ανάμιξης, η μονάδα περιλαμβάνει(σχήμα 7 σελίδα 57):

1. Κάδο ανάμιξης χωρητικότητας 150 λίτρων, στον οποίο γίνεται η ανάμιξη του νερού με τα πυκνά διαλύματα.
2. Αντλίες που τροφοδοτούν το σύστημα στον κάδο νερό και τα πυκνά διαλύματα
3. Σωλήνας εισαγωγής του νερού στον κάδο
4. Σωλήνας εισαγωγής των πυκνών διαλυμάτων στον κάδο ή στο δίκτυο-σε ίσο αριθμό με τον αριθμό των δοχείων πυκνών διαλυμάτων.
5. Δοσομετρικές βαλβίδες για τον έλεγχο εισαγωγής των πυκνών διαλυμάτων στον κάδο ανάμιξης, από μία για κάθε σωλήνα εισαγωγής.
6. Αντλίες Venturi για την έγχυση των λιπασμάτων στο κάδο ανάμιξης.

7. Ηλεκτρόδια για τη μέτρηση του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του διαλύματος κατά την έξοδο του από τον κάδο ανάμιξης, μέσω του σωλήνα εξαγωγής του έτοιμου διαλύματος.
8. Σωλήνας εξαγωγής του έτοιμου διαλύματος από τον κάδο ανάμιξης προς τα φυτά.

Στην δεύτερη περίπτωση η παροχή θρεπτικών στοιχείων και νερού γίνεται απευθείας (on-line) στη γραμμή του αρδευτικού συστήματος που πηγαίνει στα φυτά. Λόγω του ότι δεν μεσολαβεί αναμικτικός κάδος, η ανάμιξη γίνεται στους σωλήνες του αρδευτικού συστήματος με τα βοήθεια στατικού μίκτη.

5. Σύστημα παροχής θρεπτικού διαλύματος: Για την μεταφορά του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά είναι απαραίτητη μία αντλία, η οποία βρίσκεται ενσωματωμένη στη μονάδα αραιώσης των λιπασμάτων και είναι συνδεδεμένη με την έξοδο του αραιού διαλύματος από τον κάδο ανάμιξης ή του στατικού μίκτη.

Η μεταφορά του διαλύματος στα φυτά γίνεται μέσω ενός δικτύου εύκαμπτων σωλήνων από μαύρο πλαστικό πολυαιθυλένιο κατάλληλης διατομής. Ο κεντρικός αγωγός που ξεκινά από την μονάδα ανάμιξης λιπασμάτων ή το στατικό μίκτη συνδέεται μέσω κατάλληλων μεσαγωγών με πλευρικούς αγωγούς (Φ16 ή Φ20). Κάθε πλευρικός αγωγός τροφοδοτεί με διάλυμα δύο γραμμές φυτών. Οι πλευρικοί αγωγοί φέρουν μικροσωλήνες- μακαρονάκι (spaghetti tubes) σε κάθε θέση φυτού, μέσω των οποίων γίνεται η διανομή του διαλύματος σ' αυτά.

5.12.3 Εξοπλισμός κλειστών συστημάτων

Ο εξοπλισμός των κλειστών συστημάτων περιλαμβάνει έκτος από τις εγκαταστάσεις του ανοιχτού συστήματος και εγκαταστάσεις για τη συλλογή του διαλύματος απορροής και την επιστροφή του πίσω στην εγκατάσταση παρασκευής θρεπτικού διαλύματος άρδευσης με στόχο την επαναχρησιμοποίησή του. Οι εγκαταστάσεις αυτές αποτελούν το δίκτυο ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος.

Το δίκτυο ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος αποτελείται από:

1. τις υδρορροές
2. τους αγωγούς συλλογής του διαλύματος απορροής
3. τους αγωγούς συγκέντρωσης του διαλύματος απορροής
4. τη δεξαμενή συγκέντρωσης του διαλύματος απορροής
5. την αντλία επιστροφής και
6. τον αγωγό επιστροφής του διαλύματος απορροής στην εγκατάσταση παρασκευής θρεπτικού διαλύματος άρδευσης.

1.Υδρορροές: Οι υδρορροές (κανάλια) είναι επιμήκεις ανοιχτοί αγωγοί, κατά κανόνα ορθογώνιας διατομής, οι οποίοι τοποθετούνται κατά μήκος των γραμμών φύτευσης. Οι υδρορροές πρέπει να είναι κατασκευασμένες από υλικά που δεν προκαλούν φυτοτοξικότητα. Μέσα στις υδρορροές τοποθετούνται οι υποδοχείς των υποστρωμάτων (γλάστρες, σάκοι κ.λπ) με τα φυτά. Έτσι, το μέρος του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει και εξέρχεται από τους υποδοχείς των υποστρωμάτων μετά από κάθε κύκλο άρδευσης, δε χάνεται στο έδαφος αλλά συλλέγεται και οδηγείται στο κατώτερο άκρο κάθε γραμμής φύτευσης.

2.Αγωγοί συλλογής διαλύματος απορροής: Το απεργέον θρεπτικό διάλυμα που φθάνει στις εκβολές των υδρορροών πέφτει μέσα σε έναν αγωγό ο οποίος είναι τοποθετημένος κάθετα προς αυτές. Ο αγωγός αυτός μπορεί να είναι

κλειστός ή ανοιχτός και ονομάζεται αγωγός συλλογής. Σε κάθε υδροπονική μονάδα μπορεί να υπάρχουν ένας ή περισσότεροι αγωγοί συλλογής, ανάλογα με τους τομείς στους οποίους είναι χωρισμένο το θερμοκήπιο καθώς και τον τρόπο διευθέτησης του χώρου που κρίθηκε σκόπιμο να ακολουθηθεί.

3. Αγωγοί συγκέντρωσης διαλύματος απορροής: Κάθε αγωγός συλλογής απολήγει σε έναν άλλο αγωγό, τον αγωγό συγκέντρωσης του διαλύματος απορροής. Οι αγωγοί συγκέντρωσης συνήθως έχουν διαφορετική διεύθυνση από αυτή των αγωγών συλλογής, ώστε να συγκλίνουν όλοι (εφόσον είναι περισσότεροι από ένας) στη δεξαμενή συγκέντρωσης του διαλύματος απορροής.

4. Δεξαμενή συγκέντρωσης διαλύματος απορροής: Η δεξαμενή συγκέντρωσης θα πρέπει να είναι κατασκευασμένη από υλικό ανθεκτικό στη διάβρωση και μη τοξικό για τα φυτά. Η χωρητικότητά της θα πρέπει να είναι αρκετή ώστε να μην υπερχειλίζει όταν συγκεντρώνεται μέσα της όλη η περίσσεια θρεπτικού διαλύματος που απορρέει από το ριζόστρωμα των φυτών μετά από κάθε κύκλο άρδευσης.

5. Αντλία επιστροφής: Για την επιστροφή του θρεπτικού διαλύματος απορροής από τη δεξαμενή συγκέντρωσης πίσω στην εγκατάσταση παρασκευής αυτού είναι αναγκαία η ενεργοποίηση μίας αντλίας, της αντλίας επιστροφής του διαλύματος. Η αντλία αυτή θα πρέπει να είναι σε θέση να μεταφέρει στην εγκατάσταση παρασκευής του διαλύματος όλο το θρεπτικό διάλυμα απορροής που έχει συγκεντρωθεί στην δεξαμενή μετά από έναν κύκλο άρδευσης.

6. Αγωγός επιστροφής του διαλύματος απορροής: Η μεταφορά του διαλύματος απορροής από τη δεξαμενή συγκέντρωσης αυτού στην εγκατάσταση παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος γίνεται μέσω ενός σωλήνα κατάλληλης διατομής, ο οποίος ονομάζεται αγωγός επιστροφής του διαλύματος. Δεδομένου ότι η διακίνηση του θρεπτικού διαλύματος μέσω του αγωγού επιστροφής γίνεται με τη βοήθεια αντλίας, ο αγωγός αυτός πρέπει απαραίτητα να είναι κλειστός.

Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί ότι το διάλυμα απορροής που συλλέγεται στην δεξαμενή συγκέντρωσης μετά από κάθε εφαρμογή άρδευσης παραμένει σε αυτή μέχρι να ενεργοποιηθεί η επόμενη έναρξη ποτίσματος. Ευθύς μόλις αυτό γίνει, το διάλυμα απορροής μεταφέρεται στην εγκατάσταση παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος άρδευσης για να συμπληρωθεί κατάλληλα και να ξαναχρησιμοποιηθεί. Επομένως, στα κλειστά υδροπονικά συστήματα χωρίς συνεχή επανακυκλοφορία, κάθε φορά που ποτίζονται τα φυτά, το χορηγούμενο θρεπτικό διάλυμα προέρχεται από το διάλυμα απορροής της αμέσως προηγούμενης εφαρμογής άρδευσης το οποίο έχει συμπληρωθεί κατάλληλα με νερό και λιπάσματα.

Παράδειγμα Εφαρμογής

Υδροπονική Καλλιέργεια Φράουλας

Η καλλιέργεια της φράουλας πάνω σε διογκωμένο περλίτη μέσα σε οριζόντια αυλάκια από αμιαντοσωλήνα δοκιμάστηκε στα πειραματικά θερμοκήπια της Μήλου.

Μέθοδοι και υλικά

Τα φυτά της φράουλας αναπτύχθηκαν πάνω σε διογκωμένο περλίτη (1-5 mm), ο οποίος τοποθετήθηκε σε διάτρητο πλαστικό σωλήνα από προπυλένιο μήκους 22m.

Εξωτερικά ο πλαστικός διάτρητος σωλήνας περιβαλλόταν από πλαστικό μανδύα. Το όλο σύστημα τοποθετήθηκε σε αμιαντοσωλήνες μήκους 22 m και διαμέτρου 36 cm.

Η άρδευση είναι δυνατό να γίνει κατά τρεις τρόπους:

Στάγδην.

Στάγδην ενσωματωμένο, με τοποθετημένο τον αρδευτικό σωλήνα μεταξύ των 2 πλαστικών.

Με αρδευτικό σωλήνα ½".

Χρησιμοποιήθηκαν κατά στρέμμα :

24m περλίτη 1-5 mm

6.000 φυτά φράουλας τύπου Douglas ψυγείου.

Άρδευση με αυτόματο σύστημα τύπου Volmatic LKB 84.

Θρεπτικό διάλυμα :

Μακροστοιχεία : mg/l, Ca 200, K 234, P 45, S 64, Mg 48, N 210.

Μικροστοιχεία : Mg/l Mn 0,5, Zn 0,05, Cu 0,02, B 0,5, Mo 0,02 και 5 ppm Fe EDTA.

Τα θρεπτικά διαλύματα δεν ανακυκλώνονται.

PH του θρεπτικού διαλύματος ; 6,0-6,5.

Αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος 1,8-2,8 mmho.

Υγρασία θερμοκηπίου 98% και κατά την διάρκεια της ωρίμανσης των καρπών 65% με θερμοκρασία 8-14°C.

Φύτευση : 10.10.87

Συγκομιδή : 21.1.88

Τέλος συγκομιδής : 20.4.88

Απόδοση 340 g καρπού ανά φυτό - 2,5 τον. Ανά 1.000 m²

Η ανάλυση των φύλλων των φυτών φράουλας τύπου Douglas έδωσε (επί ξηρού):

N 2,93% Ολικό

Ca 1,95% Ολικό

K 2,3% Ολικό

P 0,75% Ολικό

Mg 0,90% Ολικό.

Σαν συμπέρασμα μπορεί να λεχθεί ότι αναπτύχθηκε μια νέα τεχνολογία, όπου με το σχηματισμό τραπεζιών, είναι δυνατή η οικογενειακή καλλιέργεια της φράουλας πάνω σε διογκωμένο περλίτη με χαμηλό κόστος

ΠΑΡΑΓΩΓΟΣ : Σ. ΚΟΣΜΑΣ & ΥΙΟΣ Α.Ε.
 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ : ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΑ
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 12/05/2000
 ΡΗ : 6,5
 ΕΣ : 1400

ΣΥΝΤΑΓΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΩΝ ΣΕ GRODAN

Α ΒΑΡΕΛΙ 1000 ΛΙΤΡΑ

Α/Α	ΛΙΠΑΣΜΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΑΔΑ	ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΚΙΛΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
1	ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ	16,8	Kgr	140	2.352 Δρχ
2	ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ	17	Kgr	200	3.400 Δρχ
3	ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ	0	Kgr	60	
4	ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ	5	Kgr		
5	ΣΙΔΗΡΟΣ EDDHA 6 %	3,3	Kgr	0	

ΣΥΝΟΛΟ : 5.752 Δρχ

Β ΒΑΡΕΛΙ 1000 ΛΙΤΡΑ

Α/Α	ΛΙΠΑΣΜΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΑΔΑ	ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΚΙΛΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
1	ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ	20,8	Kgr	200	4.160 Δρχ.
2	ΘΕΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ	0	Kgr	140	-Δρχ.
3	ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67%	9,5	Kgr	340	3.230 Δρχ.
4	ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ	27,6	Kgr	320	8.832 Δρχ.
	ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	10	Lt		
1	ΘΕΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ	0,422	Kgr	600	253 Δρχ.
2	ΘΕΪΚΟΣ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	0,02	Kgr	290	6 Δρχ.
3	ΒΟΡΑΚΑΣ	0,434	Kgr	240	104 Δρχ.
4	ΘΕΪΚΟΣ ΧΑΛΚΟΣ	0,01	Kgr	400	4 Δρχ.
5	ΜΟΛΥΒΔΑΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ	0,025	Kgr		-Δρχ.

ΣΥΝΟΛΟ : 16.589 Δρχ

Γ ΒΑΡΕΛΙ 300 ΛΙΤΡΑ

Α/Α	ΛΙΠΑΣΜΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΑΔΑ	ΔΙΑΛΥΣΗ ΕΤΟ ΝΕΡΟ
1	ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ	25	Kgr	ΔΙΑΛΥΟΝΤΑΙ ΣΕ 300 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟ

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗΣ : 22.341 Δρχ

ΠΑΡΑΓΩΓΟΣ : Σ. ΚΟΣΜΑΣ & ΥΙΟΣ Α.Ε.
 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ : ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΑ
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 12/05/2000
 ΡΗ : 6,5
 ΕΣ : 1400

ΣΥΝΤΑΓΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΩΝ ΣΕ ΧΩΜΑ

Α ΒΑΡΕΛΙ 1000 ΛΙΤΡΑ

Α/Α	ΛΙΠΑΣΜΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΑΔΑ	ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΚΙΛΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
1	ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ	50	Kgr	140	7.000Δρχ.
2	ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ	78	Kgr	200	15.600Δρχ.
3	ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ	11	Kgr	60	660Δρχ.
4	ΣΙΔΗΡΟΣ EDDHA 6 %	5	Kgr	0	-Δρχ.

ΣΥΝΟΛΟ : 23.260 Δρχ.

Β ΒΑΡΕΛΙ 1000 ΛΙΤΡΑ

Α/Α	ΛΙΠΑΣΜΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΑΔΑ	ΤΙΜΗ ΑΝΑ ΚΙΛΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
1	ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ	39	Kgr	200	7.800Δρχ.
2	ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ	60	Kgr	140	8.400Δρχ.
3	ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ	2,8	Kgr	340	952Δρχ.
4	ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΑΜΜΩΝΙΟ	39	Kgr	320	12.480Δρχ.
5	ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ	0,148	Kgr	600	89Δρχ.
6	ΘΕΙΪΚΟΣ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	0,21	Kgr	290	61Δρχ.
7	ΒΟΡΑΚΑΣ	0,2	Kgr	240	48Δρχ.
8	ΘΕΙΪΚΟΣ ΧΑΛΚΟΣ	0,039	Kgr	400	16Δρχ.
9	ΜΟΛΥΒΔΑΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ	0,017	Kgr		-Δρχ.

ΣΥΝΟΛΟ : 29.845Δρχ.

Γ ΒΑΡΕΛΙ 300 ΛΙΤΡΑ

Α/Α	ΛΙΠΑΣΜΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΜΟΝΑΔΑ	ΔΙΑΛΥΣΗ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
1	ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ	25	Kgr	ΔΙΑΛΥΟΝΤΑΙ ΣΕ 300 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟ

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΑΓΗΣ : 53.105Δρχ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δρ ΛΕΩΝΙΔΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ : ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΑΓΓΟΥΡΙΑΣ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ.
 2. Δρ ΛΕΩΝΙΔΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ : ΛΙΠΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
 3. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Ι. ΖΑΡΟΓΙΑΝΝΗ Καθηγήτριας : ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ - ΣΤΡΑΤΗΓΙΕΣ ΙΙΙ.
 4. ΦΑΝΗ ΤΣΑΠΙΚΟΥΝΗ Γεωπόνου : ΘΡΕΨΗ - ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ
 5. ΘΑΝΟΥ Σ. ΕΥΣΤΑΘΙΑΔΗ Γεωπόνου : ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.
 6. ΔΙΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ : Τεύχος Ιανουάριος - Φεβρουάριος 1992
 7. ΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ : Τεύχος Μαρτίου 1994
 8. ΜΗΝΙΑΙΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ : Τεύχος 4/98
 9. ΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ : Θερμοκήπια 1996.
 10. ΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ : Λίπανση – Θρέψη 1997.
 11. ΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ : Λίπανση – Θρέψη 1995.
 12. ΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ : Λίπανση – Θρέψη Ιανουάριος 1994.
 13. ΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ Φεβρουάριος – Μάρτιος 1992.
 14. ΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ : Τεύχος 3 Απρίλιος 1997.
 15. ΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ : Θερμοκήπιο 1996.
 16. ΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ : Θερμοκήπιο 2000.
 17. ΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ : Τεύχος 4 Μάιος 1997.
 18. ΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ : Τεύχος 2 Μάρτιος 1997.
 19. Σημειώσεις από το Τ.Ε.Ι Φλώρινας του τμήματος ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.
 20. Σημειώσεις από το Ι.Ε.Κ Άρτας του τμήματος ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ της κα. Μήτσου Κυριακή.
 21. Σημειώσεις από το Τ.Ε.Ι Λάρισας του τμήματος ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ του κ. Ευάγγελου Σκαμαγκουλη.
 22. "Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος αρδεύσεως με σταγόνες" του κ. Δημήτριου Θ. Ουζούνη.
 23. "Αρδευση με σταγόνες" του κ. Ν.Μιχελάκη.
 24. "Αρχές σχεδιασμού θερμοκηπίων. Προδιαγραφές, Ανάλυση, Οδηγίες" του κ.Ν. Βασιλείου.
- Τέλος ευχαριστούμε τον κ.Κοσμά που μας ξενάγησε στο θερμοκήπιο του και μας έδωσε τους πίνακες λίπανσης.