

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΩΝ**  
**ΠΟΡΩΝ**

**ΤΡΟΠΟΙ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ –ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:ΤΡΑΓΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:ΚΑΜΠΡΑΝΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ**

**ΕΤΟΣ 2014**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
Α. ΓΕΝΙΚΑ .....	6
Β. ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ LIEBIG.....	7
1. Νόμος της αντικατάστασης .....	8
2. Ο νόμος του ελαχίστου .....	8
3. Νόμος της ανάλογης απόδοσης.....	9
4. Νόμος του Mitscherlich ή νόμος δράσης των παραγόντων των φυτών.....	10
Γ. ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ .....	10
Δ. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ .....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ .....	19
ΛΙΠΑΝΣΗ- ΑΡΔΕΥΣΗ-ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ.....	19
Α. ΓΕΝΙΚΑ .....	19
Β. ΛΙΠΑΝΣΗ .....	22
1. Βασική λίπανση .....	22
2. Προσθήκη οργανικής ουσίας.....	23
3. Οργανικά λιπάσματα.....	23
4. Η κόπρος .....	24
5. Η τεχνητή κόπρος.....	24
6. Λίπανση με τα νερά των υπονόμων.....	24
7. Τα ούρα.....	25
8. Χλωρή λίπανση.....	26
9. Ανόργανα λιπάσματα.....	26
Γ. ΕΙΔΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ.....	27
1. Αζωτούχα λιπάσματα .....	27
2. Φωσφορικά λιπάσματα.....	28
3. Καλιούχα λιπάσματα.....	29
Δ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ .....	30
1. Εφαρμογή λιπασμάτων .....	30

2. Μορφές λιπασμάτων .....	30
<b>Ε. ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗΣ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ &amp; ΛΙΠΑΝΣΗΣ</b> .....	<b>31</b>
1. Γενικά .....	31
2. Λιπασματοδιανομείς εφαρμογής στερεών λιπασμάτων.....	31
3. Λιπασματοδιανομέας εφαρμογής λιπασμάτων που βρίσκονται σε υγρή ή αέρια μορφή.....	38
4. Κοπροδιανομέας .....	40
<b>ΣΤ. ΑΡΔΕΥΣΗ.....</b>	<b>42</b>
<b>Ζ. ΤΡΟΠΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ .....</b>	<b>42</b>
1. Επιφανειακή άρδευση.....	42
1.α. Επιφανειακή άρδευση με αυλάκια.....	43
1.β. Επιφανειακή άρδευση με λωρίδες μεταξύ παραλλήλων αναχωμάτων.....	44
1.γ. Επιφανειακή άρδευση με κατάκλιση.....	44
1.δ. Άρδευση με κατάκλιση και Λίπανση.....	45
2. Καταιονισμός ή τεχνητή βροχή.....	45
2.α. Το σύστημα της τεχνητής βροχής.....	46
2.β. Χορηγούμενη ποσότητα νερού σε κάθε άρδευση .....	51
2.γ. Επίδραση της τεχνητής βροχής στα φυτά .....	51
2.δ. Λίπανση κατά την εφαρμογή άρδευσης με τεχνητή βροχή .....	52
3. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ .....	53
3.α. Γενικά .....	54
3.β. Πλεονεκτήματα.....	55
3.γ. Μειονεκτήματα.....	56
3.δ. Κύρια μέρη του συστήματος στάγδην άρδευσης.....	56
3.ε. Το αρδευτικό νερό .....	58
3.στ. Λειτουργία συστήματος στάγδην άρδευσης .....	60
6. α. Χειροκίνητη λειτουργία.....	60
6. β. Ημιαυτόματη λειτουργία .....	60
6.γ. Αυτόματη λειτουργία .....	60
7. Βασικοί παράγοντες σχεδιασμού ενός δικτύου .....	60

<b>Z.</b>	<b>ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ.....</b>	<b>62</b>
1.	Γενικά .....	62
2.	Εδαφική Χημεία .....	63
3.	Εκτιμήσεις ποιότητας νερού.....	65
4.	Διαδικασίες και μέσα για την υδρολίπανση.....	66
4.α.	Υδρολίπανση με διαφορεική πίεση .....	66
4.β	Υδρολίπανση με άντληση .....	73
5.	ΣΧΕΔΙΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ .....	82
6.	ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ.....	87
6.α	Παραγωγή Θερμοκηπίων .....	88
6.β	Παροχή νερού και διανομή .....	90
6.γ	Θρεπτική απορρόφηση .....	93
6.δ	Συγκέντρωση απορρόφησης.....	94
6.ε	Υδρολίπανση υποστρωματικών αναπτυσσόμενων καλλιεργειών.....	95
6.στ	Υδρολίπανση σε αναπτυσσόμενα σε χώμα φυτά.....	97
6.ζ	Αλατότητα .....	99
6.η	Αποδοτικότητα νερού & λιπάσματος .....	101
7.	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ .....	104
7.α	Σημείο έγχυσης του λιπάσματος .....	104
7.β	Χρονισμός έγχυσης.....	106
7.γ	Αυτόματος έλεγχος .....	106
8.	πλεονεκτήματα υδρολίπανσης.....	107
9.	μειονεκτήματα υδρολίπανσης .....	108
10.	μόλυνση του νερού από τα λιπάσματα.....	109
10.α	Η υδρολίπανση σε σχέση με τη μόλυνση του νερού .....	110
	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ.....</b>	<b>114</b>
	<b>ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ.....</b>	<b>114</b>
	<b>A. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ.....</b>	<b>114</b>
	<b>B. ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΡΙΚΑ ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>	<b>116</b>

Γ. ΕΤΟΙΜΑ ΥΓΡΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ .....	119
Δ. ΑΖΩΤΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ.....	120
Ε. ΦΩΣΦΟΡΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ.....	122
ΣΤ. ΚΑΛΙΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ .....	123
Ζ. ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΜΕ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	124
Η. ΕΠΙΛΟΓΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ .....	124
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV .....	126
ΛΙΠΑΝΣΗ - ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ .....	126
Α. ΓΕΝΙΚΑ .....	126
Β. ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ .....	126
1. απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών από το έδαφος.....	127
2. αναλογία και ρυθμός προσρόφησης των θρεπτικών από την καλλιέργεια .....	128
3. λιπαντικά στοιχεία & εφαρμογή λίπανσης.....	128
3.α Άζωτο .....	128
3.β Φώσφορος.....	131
3.γ Κάλιο .....	132
3.δ Ασβέστιο.....	132
3.ε Μαγνήσιο.....	133
3.στ Σίδηρος.....	133
3.ζ Μαγγάνιο .....	133
3.η Ψευδάργυρος .....	133
3.θ. Μολυβδαίνιο .....	134
3.ι Βόριο.....	134
4. Φυλλοδιαγνωστική.....	134
4.α Δειγματοληψία φύλλων .....	134
4.β Οι τιμές των θρεπτικών στοιχείων .....	135
5. Σύσταση υδρολίπανσης για καλλιέργεια τομάτας στο χωράφι .....	136
6. λίπανση θερμοκηπιακών καλλιεργειών τομάτας.....	138
6.α Λίπανση της καλλιέργειας στην Ελλάδα.....	138
6.β Λίπανση της καλλιέργειας στην Ολλανδία .....	139

6.γ	Λίπανση της καλλιέργειας στη Μεγάλη Βρετανία .....	143
6.γ	Λίπανση της καλλιέργειας στις ΗΠΑ (Αλαμπάμα) .....	145
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ V.....</b>		<b>147</b>
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>		<b>147</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>		<b>149</b>

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι**

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

#### **A. ΓΕΝΙΚΑ**

Ο άνθρωπος πάντα ήταν σε άμεση σχέση και επαφή με το έδαφος, γιατί η τροφή του και τα απαραίτητα για τη ζωή του υλικά προέρχονται αποκλειστικά απ' αυτό. Είναι γνωστό ότι το βιοτικό επίπεδο μιας χώρας είναι ανάλογο με την ποιότητα των εδαφών της. Η ποιότητα των εδαφών λοιπόν, της κάθε χώρας είναι σε άμεση σχέση με τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος χρησιμοποιεί τα εδάφη και παίρνει από αυτά τα απαραίτητα για τη ζωή του υλικά. Έτσι λοιπόν τα εδάφη όταν χρησιμοποιούνται αλόγιστα και δεν ακολουθούνται οι διαδικασίες ασφαλείας όσον αφορά τη συντήρησή τους και την προσπάθεια αναπλήρωσης των θρεπτικών ουσιών τους, η ποιότητα των εδαφών ακολουθεί φθίνουσα πορεία κατά τέτοιο τρόπο, που μερικές φορές βλάπτεται ανεπανόρθωτα. Σε τέτοιες περιπτώσεις πολιτισμοί που γνώριζαν άνθιση παρήκμασαν, και έχουμε πολλά τέτοια παραδείγματα στην ιστορία του ανθρώπου, όπως π.χ. η Αίγυπτος.

Ήδη από την αρχαιότητα οι επιστήμονες που ασχολήθηκαν με την γεωπονία είχαν παρατηρήσει ότι τα εδάφη με εφαρμογή εντατικής καλλιέργειας έδιναν ελατωμένη παραγωγή. Η λύση που εφαρμόστηκε στα εδάφη αυτά ήταν η προσθήκη κόπρου που είχε σαν αποτέλεσμα την επανάκτηση της γονιμότητας.

Για το έδαφος, γονιμότητα ονομάζεται η ικανότητά του να εφοδιάζει τα φυτά με τα απαραίτητα ανόργανα θρεπτικά συστατικά. Η ικανότητα αυτή του

εδάφους είναι σχετικό μέγεθος και διαφέρει για κάθε είδους φυτού, ακόμη και για κάθε ένα φυτό. Η γονιμότητα του εδάφους είναι μια συναρτησιακή σχέση της ικανότητας του φυτού να λαμβάνει από το έδαφος τα απαραίτητα για την καλύτερη ανάπτυξή του θρεπτικά συστατικά. Η ικανότητα αυτή του φυτού είναι σε συνάρτηση με το εκάστοτε στάδιο ανάπτυξής του, την ηλικία του, το μεταβολισμό του και την υγεία του φυτού.

Ο Θεόφραστος (372-287 π.Χ.) είπε ότι η προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων κόπρου είναι απαραίτητη στα φτωχά εδάφη, ενώ στα πλούσια εδάφη πρέπει να εφαρμόζονται μικρές και σε αραιά διαστήματα. Επίσης παρατήρησε ότι φυτά που έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία, παρουσιάζουν και υψηλές απαιτήσεις σε νερό. Ο ίδιο επισήμανε ότι η χλωρή λίπανση παίζει καθοριστικό ρόλο στη γεωργία.

Τον 19ο αιώνα Παρατηρήθηκε μεγάλη ανάπτυξη στην επιστήμη της θρέψης του φυτού. Όπως αποδείχθηκε από τον Theodore De saussure το 1804 τα φυτά προσλαμβάνουν διοξείδιο του άνθρακα και ελευθερώνουν οξυγόνο με τη διαδικασία φωτοσύνθεσης. Η πρόσληψη του οξυγόνου και του άνθρακα γίνεται από τον αέρα, ενώ των ανόργανων στοιχείων από το έδαφος.

Ο Justus Von Liebig (1803-1873) απέρριψε τις θεωρίες για το χούμο και παρουσίασε στην επιστημονική κοινότητα την σημαντική του έρευνα με τίτλο στο βιβλίο του "Η Χημεία στην εφαρμογή της επί της Γεωργίας και Φυσιολογίας". Οι J. B. Lawes (1814-1900) και J. H. Gilber αφού μελέτησαν τις ιδέες του Liebig και τον τρόπο πειραματισμού του Boussingault, ξεκίνησαν μια σειρά πειραμάτων στο Γεωργικό Σταθμό έρευνας του Rothamsted, (Αγγλία) τον οποίο έχουν ιδρύσει.

Αυτοί απέδειξαν, ότι όλες οι καλλιέργειες απαιτούν φώσφορο, κάλιο και άζωτο για τα μη ψυχανθή φυτά και ότι η γονιμότητα του εδάφους παραμένει σταθερή με την προσθήκη ανόργανων λιπασμάτων,

Οι παράγοντες που συνθέτουν την ανάπτυξη του φυτού, είναι 1) γενετικοί, 2) εδαφικοί και 3) κλιματικοί. Ο γενετικός παράγοντας έχει δοθεί για κάθε φυτό και από αυτόν καθορίζεται η δυναμικότητα του φυτού για το μέγιστο της αύξησής του, με ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξή του. Έτσι λοιπόν για κάθε φυτό, η μέγιστη δυνατή αύξησή του καθορίζεται από τους ευνοϊκούς παράγοντες του περιβάλλοντός του.

## **B. ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ LIEBIG**

Ο Justus Von Liebig, όπως είναι το πλήρες όνομά του γεννήθηκε το 1803 και πέθανε το 1873. Ο Liebig ήταν πρωτοπόρος χημικός και με τη βοήθεια του Car- Lussac και ένα σύγχρονο εργαστήριο για τα δεδομένα της εποχής τους απασχολήθηκαν με την έρευνα. Πίστευε ότι τα φυτά απαιτούν

μόνο 3 θρεπτικά στοιχεία. Άζωτο, φωσφόρο και Κάλιο (N,P,K). Οι θεωρίες του γρήγορα έγιναν αποδεκτές από τις εταιρίες οι οποίες αναζητούσαν γρήγορες λύσεις, οι οποίες θα τους απέφεραν μεγάλα κέρδη. Ο Liebg συνειδητοποίησε ότι έκανε λάθος στην εκτίμηση του και λίγο πριν πεθάνει έγραψε: «Όταν ένας χημικός κάνει λάθη στην κατάταξη των γεωργικών λιπασμάτων μη ασκείτε μεγάλη κριτική, γιατί έπρεπε να βασίσει τα συμπεράσματα του σε γεγονότα που δεν μπορεί να ξέρει από την προσωπική του εμπειρία. Αφού έμαθα το λόγο γιατί τα λιπάσματά μου δεν ήταν αποδοτικά με τον σωστό τρόπο, ήμουν σαν ένας άνθρωπος που έλαβε καινούργια ζωή. Παράλληλα όλη η διαδικασία οργώματος εξηγήθηκε ως προς τους φυσικούς νόμους που την διέπουν. Τώρα που είναι γνωστή αυτή η αρχή το μόνο πράγμα που απομένει είναι η κατάπληξη γιατί δεν ανακαλύφθηκε χρόνια πριν. Το ανθρώπινο πνεύμα, εντούτοις είναι κάτι παράξενο, ο,τιδήποτε δεν ταιριάζει με τον συγκεκριμένο κύκλο σκέψης, δεν υπάρχει». Οι νόμοι του Liebig, ισχύουν ακόμα και σήμερα και είναι γνωστοί σαν νόμος της αντικατάστασης και νόμος του ελαχίστου.

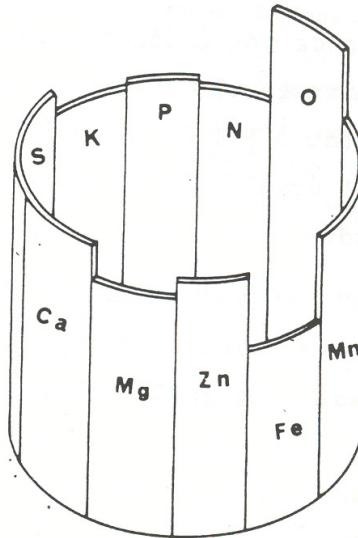
## **1. Νόμος της αντικατάστασης**

Η αφαίρεση των θρεπτικών συστατικών του εδάφους, γίνεται με την συγκομιδή του φυτού, αφού τότε τα θρεπτικά στοιχεία που έχουν αφομοιωθεί από το φυτό φεύγουν από το έδαφος διότι ο καρπός του φυτού ή η παραγόμενη βιομάζα συλλέγεται. Η περιεκτικότητα λοιπόν του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία, μεταβάλλεται από συγκομιδή σε συγκομιδή. Με την πάροδο του χρόνου και σε συνάρτηση με τον αριθμό των συγκομιδών παρατηρείται μείωση της γονιμότητας του εδάφους, αφού αυτό έχει ένα συγκεκριμένο ποσό στοιχείων, ανάλογα με την προέλευση του (πλούσια ή φτωχά εδάφη), το οποίο δεν αναπληρώνεται με κάποιο φυσικό τρόπο και επομένως η πορεία του είναι πάντα φθίνουσα. Με αυτό τον τρόπο ένα έδαφος ανεξαρτήτως αν είναι πλούσιο ή φτωχό, μπορεί να εξελιχθεί σε στείρο και ακατάλληλο για καλλιέργεια. Για αυτό πρέπει να γίνονται συνεχώς καλλιεργητικές φροντίδες ώστε να αναπληρώνονται τα θρεπτικά συστατικά που απορροφώνται από το φυτό είτε αυτά είναι ενώσεις του N για την ανάπτυξη είτε του P και του K για την ενδυνάμωση μίσχων, φύλλων και την καρπόδεση έτσι ώστε το έδαφος να διατηρεί τη γονιμότητά του.

## **2. Ο νόμος του ελαχίστου**



Η αξία όλων των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών είναι ίση. Η απόδοση εξαρτάται από το στοιχείο που βρίσκεται στην ελάχιστη ποσότητα, γι' αυτό ο παραπάνω νόμος, παριστάνεται με ένα κάδο. Έτσι η σανίδα που έχει το μικρότερο ύψος καθορίζει την περιεκτικότητα του κάδου (εικ. 1.1).



Δηλαδή ανάλογα με την ποσότητα των θρεπτικών που παρέχουμε στο φυτό γίνεται και η ανάπτυξη αυτού. Εδώ όμως υπάρχουν περιοριστικοί παράγοντες αφού η υπερτροφία του εδάφους δεν αυξάνει την απόδοση των φυτών ανάλογα αλλά αντίθετα δημιουργεί ιζήματα τα οποία μέσω της βαθιάς διήθησης φτάνουν στα υπόγεια νερά και τα μολύνουν (νιτρικά άλατα), αλλά επίσης αυξάνουν το κόστος της παραγωγής και μερικές φορές επιβραδύνουν το ρυθμό της παραγωγής. Ο νόμος της αντικατάστασης μαζί με το νόμο του ελαχίστου αποτέλεσαν τη βάση αυτού που ονομάζουμε κλασική θεωρία της λίπανσης.

### 3. Νόμος της ανάλογης απόδοσης

Όταν οι καιρικές συνθήκες και η ανάπτυξη των φυτών είναι ίδιες, υπάρχει αναλογία μεταξύ των σοδειών και της ποσότητας των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων τα οποία παρέχονται με το λίπασμα.

Ο Liebscher το 1985 τροποποίησε το νόμο του ελαχίστου και του έδωσε την εξής μορφή: Η ευνοϊκή ή μη ευνοϊκή δόση καθώς και όλοι άλλοι παράγοντες που επηρεάζονται παίζουν εξίσου μεγάλο ρόλο για την ανάπτυξη των φυτών και στο τελικό αποτέλεσμα, το οποίο είναι το μέγεθος της απόδοσης της καλλιέργειας. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω το φυτό είναι

ικανό να συλλέξει ένα ορισμένο ποσό θρεπτικών στοιχείων, τα οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει αρμονικά για την ανάπτυξή του, ενώ τα υπόλοιπα αν στην χειρότερη περίπτωση δεν είναι επιβλαβή για αυτό, τότε δεν προσφέρουν τίποτα. Αντίθετα μπορεί να γίνουν εύκολα επιβλαβή για το περιβάλλον με ότι αυτό συνεπάγεται για τη ζωή των ζώντων οργανισμών, σε όλες τους τις μορφές. Έτσι ο Liebscher θεωρείται πρόδρομος του Mitscherlich.

#### 4. Νόμος του Mitscherlich ή νόμος δράσης των παραγόντων των φυτών

Ο Mitscherlich (1874-1956), μετά από πειράματα υποστήριξε την εξής άποψη: Όταν από το μηδέν αυξάνουμε κατά ίσες δόσεις το ποσό ενός παράγοντα, ενώ όλοι οι άλλοι παραμένουν σταθεροί, η αντίστοιχη αύξηση της απόδοσης ελαττώνεται για κάθε νέα δόση.

Τα συμπεράσματα που βγαίνουν από την μελέτη αυτού του νόμου είναι ότι η λίπανση δεν προσφέρει τίποτα στην απόδοση της καλλιέργειας.

$$dy/dx = (A - Y)C \quad (1.1)$$

**dy:** αύξηση της απόδοσης που αντιστοιχεί σε αύξηση dx του παράγοντα χ,

**A:** η μέγιστη απόδοση,

**C:** σταθερά που είναι χαρακτηριστική για κάθε παράγοντα, ανεξάρτητα από τις τιμές των άλλων παραγόντων και εξαρτάται μόνο από τις μονάδες. Έτσι για N, C= 0,122 για P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> C=0,64 και για K<sub>2</sub>O C=0,4. Η σταθερά C ονομάζεται και συντελεστής δράσης.

### Γ. ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Η γενετική είναι ένας κλάδος με τεράστια σημασία για την ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών. Αυτό φαίνεται από την τεράστια αύξηση των αποδόσεων με τη χρησιμοποίηση υβριδίων.

Η γενετική ύλη, δηλαδή το δισοξινουρινοβουκλεϊκό οξύ (DNA) και ο μέγιστος δυνατός βαθμός ανάπτυξης μιας ποικιλίας μπορούν να καθοριστούν, ίσως με τον καθορισμό της σύνθεσης των ενζύμων, που είναι υπεύθυνα για τις διάφορες λειτουργίες του φυτού και την ανάπτυξή του. Τα ένζυμα αυτά συμμετέχουν στην πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων και ενώσεων από το φυτό. Η συμβολή των ενζύμων είναι μεγάλη, αφού από αυτά προκαλούνται μεταβολές στην ανάπτυξη, που οφείλονται σε γενετικές διαφορές.

Έτσι η γενετική έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις στην σύγχρονη εποχή, αφού πλέον μιλάμε για την εποχή των γενετικά μεταλλαγμένων προϊόντων στον τομέα της γεωργίας. Ο άνθρωπος κατάφερε με διάφορα μέσα και μεθόδους να αποκωδικοποιήσει τη γενετική ύλη και να επέμβει στους τομείς

που ήθελε να βελτιώσει. Έτσι τώρα μπορούμε να μιλάμε για γενετικά βελτιωμένα γεωργικά προϊόντα, δηλαδή προϊόντα που αντέχουν σε ασθένειες, χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες ακόμα και στην έλλειψη ενός παράγοντα στον οποίο θα αναφερθούμε πιο κάτω και δεν είναι άλλος από το νερό.

Βέβαια οι «γενετικές βελτιώσεις» έχουν και αρνητικά στοιχεία τα οποία έχουν δημιουργήσει πολλά ερωτήματα όπως το αν η παρέμβαση στο έργο της φύσης είναι θεμιτή, ή αν ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιείται αυτή η δύναμη που δίνεται στον άνθρωπο είναι σωστός.

## **Δ. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ**

Με τον όρο περιβάλλον καταδεικνύουμε το σύνολο των εξωτερικών συνθηκών που επηρεάζουν τη ζωή και την ανάπτυξη ενός οργανισμού. Μεταξύ των σπουδαιότερων παραγόντων του περιβάλλοντος, που πιθανόν επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών είναι:

- 1 Η θερμοκρασία.
- 1 Το νερό.
- 2 Η ηλιακή ενέργεια.
- 3 Η σύνθεση της ατμόσφαιρας.
- 4 Η δομή του εδάφους και η σύνθεση του εδαφικού αέρα.
- 5 Το pH του εδάφους.
- 6 Οι βιολογικοί παράγοντες.
- 7 Ο εφοδιασμός με θρεπτικά συστατικά.

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες δεν δρουν ανεξάρτητα αλλά βρίσκονται σε άμεση σχέση με εξάρτηση μεταξύ τους και το σύνολο των συναρτήσεων που εξάγονται επηρεάζουν τη ζωή και την ανάπτυξη των φυτών.

### **1. Θερμοκρασία**

ορίζεται ως θερμοκρασία το μέγεθος με το οποίο μετράται η ένταση της θερμότητας. Υπάρχουν κάποια όρια μέσα στα οποία εξασφαλίζεται η ζωή των έμβιων οργανισμών, επάνω στη γη. Τα όρια αυτά κυμαίνονται περίπου από  $-35^{\circ}\text{C}$  ως  $75^{\circ}\text{C}$ .

Για την ανάπτυξη των περισσότερων καλλιεργούμενων φυτών η θερμοκρασία που είναι ωφέλιμη κυμαίνεται από  $15^{\circ}\text{C}$ - $40^{\circ}\text{C}$ . Μεγαλύτερες ή μικρότερες θερμοκρασίες ζημιώνουν την παραγωγή.

Όταν η καλλιέργεια αποτελείται από μονοετή φυτά αυτό που απασχολεί τον παραγωγό αλλά και τους γεωπόνους είναι η μέση θερμοκρασίας μέρας και

νύκτας καθώς και οι ακραίες τιμές που παίρνει η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της μέρας και της νύκτας, κατά την περίοδο ανάπτυξης του φυτού. Από την άλλη όταν η καλλιέργεια είναι πολυετής πρέπει να παρατηρούνται οι θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια της χρονιάς.

Η απαιτούμενη ενέργεια για την λειτουργία των φυτών, παρέχεται από τον ήλιο ώστε να μπορεί να γίνει η φωτοσύνθεση και τα φυτά την αποθηκεύουν με την μορφή υδατανθράκων, καθώς και άλλων χημικών ενώσεων. Παράλληλα γίνεται διάσπαση των σακχάρων, με τη βοήθεια διαφόρων ενζύμων κατά τη διαδικασία που είναι γνωστή ως αναπνοή του φυτού. Η αναπνοή είναι μια διαδικασία που γίνεται όλο το εικοσιτετράωρο, και μέσω αυτής το φυτό παίρνει την απαραίτητη ενέργεια για την ανάπτυξή του. Για το λόγο αυτό η αναπνοή δεν εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία της ημέρας, αλλά και από τη θερμοκρασία της νύχτας.

Όσο μεγαλύτερη βέβαια είναι η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας τόσο πιο γρήγορος είναι ο ρυθμός αναπνοής και τόσο μεγαλύτερη η εξάτμιση του νερού. Τότε είναι που απαιτείται ένας πολύ καλός σχεδιασμός άρδευσης, με πιο συχνές αρδευτικές περιόδους

Οι μικροοργανισμοί οι οποίοι προκαλούν την διάσπαση της οργανικής ουσίας, που βρίσκεται στο έδαφος, για την απελευθέρωση από αυτήν, των θρεπτικών στοιχείων, που είναι απαραίτητα για τα φυτά, χρειάζεται για να επενεργήσουν, η θερμοκρασία του εδάφους να βρίσκεται σε κάποια επίπεδα. Άλλοι μικροοργανισμοί δραστηριοποιούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες και άλλοι σε υψηλές.

Το ποσό της θερμότητας που μπορεί να συγκρατήσει το έδαφος σε μία περίοδο ήπιων καιρικών φαινομένων, όπως την άνοιξη, εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, από το νερό που υπάρχει σε αυτό και από το χρώμα του εδάφους. Έτσι εδάφη με σκούρα χρώματα αποθηκεύουν περισσότερη θερμότητα από τα ανοικτόχρωμα εδάφη, ενώ εδάφη υδατοκορεσμένα, διατηρούνται σε ψυχρότερη κατάσταση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Για το λόγο αυτό, στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες που μας ενδιαφέρει να έχουμε θερμότερο έδαφος κατά τους χειμερινούς μήνες, απαιτείται καλό σύστημα στράγγισης του εδάφους.

Το καλοκαίρι όπου οι θερμοκρασίες ειδικά στη χώρα μας είναι αρκετά μεγάλες, μας ενδιαφέρει να διατηρούμε το έδαφος σε χαμηλές θερμοκρασίες, ώστε να μη χάνεται εύκολα η εδαφική υγρασία λόγω εξάτμισης και το πετυχαίνουμε, με την κάλυψη του με φυτά ή ακόμα με άλλα σκευάσματα που μειώνουν την εξάτμιση έτσι ώστε να συγκρατείται περισσότερο νερό στο έδαφος.

Τέλος μπορούμε να συμπεράνουμε από τα παραπάνω ότι η θερμοκρασία είναι ένας από τους σημαντικότερους οικολογικούς παράγοντες γιατί επιδρά σε όλη τη διαδικασία ανάπτυξης ενός φυτού και επηρεάζει

μηχανισμούς όπως είναι η φωτοσύνθεση, η πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων, η αναπνοή, η διαπνοή, ο μεταβολισμός, η διαπερατότητα των μεμβρανών και η δράση των ενζύμων.

**Πίνακας 1.1.**

Ηλικία φυτών	Ξηρά ουσία (%)					
	12°C			20°C		
Ημέρες	N	P	K	N	P	K
36	3,27	0,15	2,12	4,92	0,32	4,23
50	4,11	0,37	3,11	4,78	0,44	4,40
60	4,62	0,35	1,70	8,05	0,47	3,12
110	4,40	0,43	3,95	4,15	0,62	4,20

## 2. Υγρασία

Είναι γνωστό ότι το νερό είναι ένα στοιχείο απαραίτητο για τη ζωή όλων των έμβιων οργανισμών και συντελεί στη συνέχιση της ύπαρξης ζωής πάνω στον πλανήτη.

Όσον αφορά τη ζωή των φυτών, το νερό συντελεί στην κινητικότητα των θρεπτικών στοιχείων. Επίσης είναι ο φυσικός διαλύτης τους και συμμετέχει στις χημικές κατεργασίες που λαμβάνουν χώρα στα διάφορα τμήματα του φυτού. Είναι ευνόητο λοιπόν το γιατί το 90% της συνολικής μάζας ενός κυττάρου του φυτού αποτελείται από νερό.

Όμως παρόλο που το βάρος των πράσινων φυτών αποτελεί το 70-90% από νερό, αν αναλογιστούμε την συνολική εφαρμογή νερού που απαιτείται για μία παραγωγή το ποσοστό αυτό είναι μικρό. Χρειάζονται π.χ. 700 kg νερό για να παραχθεί 1 kg ξηρό χόρτο μηδικής και περίπου 350 kg νερό για να παραχθεί 1kg ξηρός αραβόσιτος. Άρα λοιπόν υπάρχει μία περίσσεια νερού, το οποίο μπορεί να έχει πολλές χρήσεις μέσα στο φυτό, ενώ ένα μέρος αυτού εξατμίζεται.

Ένα μέρος λοιπόν του απορροφόμενου νερού χρησιμοποιείται για την δημιουργία σακχάρων στα φυτά κατά τη διαδικασία ένωσης του H<sub>2</sub>O με το CO<sub>2</sub>. Η διαδικασία αυτή δεν απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού.

Όπως είναι γνωστό οι ρίζες του φυτού προσλαμβάνουν νερό, το οποίο διοχετεύουν στα υπόλοιπα τμήματα του, για να γίνουν οι διάφορες λειτουργίες. Τελικά το νερό εξέρχεται από τα στομάτια των φύλλων κατά τη

διαδικασία της διαπνοής οπότε έχουμε και εξάτμισή του από τα φύλλα και δροσισμό των φυτών. Η ροή αυτή του νερού ονομάζεται και ρεύμα διαπνοής.

Μέσα από αυτό το ρεύμα εφυδρώνονται όλοι οι φυτικοί ιστοί, ενώ μεταφέρονται όλες οι ουσίες για τη θρέψη του φυτού. Παράλληλα με αυτή τη ροή υπάρχει και μία άλλη ροή με φορά αντίθετη προς το ρεύμα διαπνοής, η οποία μεταφέρει τα σάκχαρα και άλλες ουσίες που σχηματίζονται στα φύλλα, στα υπόλοιπα μέρη του φυτού, για άμεση χρήση ή αποθήκευση.

Το προσροφούμενο CO<sub>2</sub> από τα στομάτια των φύλλων είναι η πηγή άνθρακα και οξυγόνου από τα οποία αποτελείται το 85% της ξ.ο. του φυτού. Εντούτοις υπάρχει ένα μικρό ποσοστό της τάξης του 6% της ξ.ο. που προέρχεται από το απορροφημένο νερό και βρίσκεται υπό μορφή υδρογόνου στο φυτό.

Τέλος ένα μέρος του εφαρμοζόμενου νερού δεν μπορεί να απορροφηθεί από το φυτό και παραμένει στο έδαφος ή εξατμίζεται στον αέρα.

Η άρδευση είναι απαραίτητη σχεδόν σε όλα τα μέρη του κόσμου αφού μόνο το 40% της επιφάνειας της γης έχει βροχοπτώσεις ικανές να συντελέσουν στην σωστή ανάπτυξη των αυτών. Η άρδευση όμως πρέπει να γίνεται με ορθολογικό τρόπο και σύμφωνα με τις καιρικές και εδαφολογικές συνθήκες κάθε περιοχής και σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε φυτού έτσι ώστε να έχουμε την μεγαλύτερη δυνατή οικονομία νερού και τη βέλτιστη δυνατή απόδοση της φυτείας.

### **3. Ηλιακή ενέργεια**

Τα φυτά για να αναπτυχθούν, εκτός από ελάχιστες περιπτώσεις και κατηγορίες, όπως είναι οι μήκυτες, χρειάζονται την ηλιακή ενέργεια για την ακρίβεια χρειάζονται όλο το φάσμα του ορατού φωτός. Πολλές από τις χημικές αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα παρουσία φωτός, όπως είναι η φωτοσύνθεση και ο φωτοτροπισμός, στις οποίες συμμετέχουν διάφορες χρωστικές ουσίες οι οποίες διεγείρονται σε διαφορετικά μήκη κύματος. Όμως η δράση του ηλιακού φωτός στη γη είναι σχετικά ομοιόμορφη, επομένως τα χαρακτηριστικά μεγέθη τα οποία επηρεάζουν και την ανάπτυξη του φυτού είναι η ένταση και η διάρκειά της ηλιακής ακτινοβολίας.

Επίσης το ποσό του CO<sub>2</sub> που δεσμεύεται κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού. Μια ποικιλία διεργασιών όπως η συσσώρευση των υδατανθράκων και η ανάπτυξη των ριζών του φυτού σχετίζονται με την απορρόφηση του φωτός από το φυτό και με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Αν και το ηλιακό φως είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη των φυτών, η μικρή του ένταση ή η απουσία του δεν αποτελούν πάντοτε περιοριστικό παράγοντα στην ανάπτυξη των φυτών. Έχει υπολογιστεί

για τον αραβόσιτο, όπως αναφέρει ο Τσίτσιας ότι χρησιμοποιεί μόνο το 1.6% της συνολικής προσπίπτουσας και ανακλώμενης ηλιακής ακτινοβολίας για την ανάπτυξή του ενώ το 44,5% αυτής χρησιμοποιείται για την διαπνοή.

Η κατάταξη των φυτών ανάλογα με τη χρονική διάρκεια κατά την οποία δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία και έχουν θετική αντίδραση σε αυτήν είναι:

α) Φυτά βραχείας ημέρας, των οποίων η άνθιση πραγματοποιείται μόνο όταν το μήκος της ημέρας είναι περιορισμένο. Σε αντίθετη περίπτωση τα φυτά αυτά δεν ανθίζουν, όπως ο καπνός

β) Φυτά μέσης ημέρας, των οποίων η άνθιση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διάφορα μήκη ημέρας, είναι αυτά που έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζονται σε διάφορα γεωγραφικά μήκη και πλάτη, όπως είναι το βαμβάκι.

γ) Φυτά μακράς ημέρας, των οποίων η άνθιση πραγματοποιείται μόνο στην περίπτωση που το χρονικό διάστημα που είναι εκτεθειμένα στο φως είναι μεγαλύτερο από την κρίσιμη περίοδο. Όπως τα σιτηρά και τα τριφύλλια.

#### **4. Ατμοσφαιρικά στοιχεία**

Τα στοιχεία που απαρτίζουν τον ατμοσφαιρικό αέρα είναι τα εξής: 78% άζωτο (N), 21% οξυγόνο (O), 0,9% αργό (και 0,03% διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)). Όπως φυσικά και διάφορα άλλα αέρια όπως τα ευγενή νέο (Ne) και ήλιο (He), το μεθάνιο (Me) τα οξείδια του αζώτου, το Υδρογόνο (H), το όζον το ξένο και το διοξείδιον του θείου. Από αυτά τα πιο σημαντικά για τη θρέψη των φυτών είναι το θείο (S), το άζωτο (N) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>).

Άλλες ουσίες που περιέχει ο αέρας είναι μικροσωμάτια, αιωρήματα, τέφρα, σκόνη, γύρη, αέρια προϊόντα που προέρχονται από τις ενέργειες του σύγχρονου ανθρώπου όπως είναι καυσαέρια αυτοκινήτων, εργοστασίων, φυτοφάρμακα και άλλα.

Πρέπει να επισημανθεί εδώ ότι όλες οι ποσότητες των ουσιών που βρίσκονται στη φύση, είναι σε πολύ λεπτές ισορροπίες, οι οποίες αν διαταραχθούν μπορεί να οδηγήσουν σε μεγάλες καταστροφές. Π.χ. τρύπα του όζοντος, φαινόμενο θερμοκηπίου.

Εκτός από τον ατμοσφαιρικό αέρα, μεγάλο ρόλο στη ζωή των φυτών παίζει και ο εδαφικός αέρας. Ο εδαφικός αέρας βρίσκεται μέσα στους πόρους του εδάφους και από εκεί μπορεί το φυτό μέσω των ριζών του να τον προσλαμβάνει. Αν το έδαφος είναι συνεκτικό ή κορεσμένο με νερό, το φυτό δεν μπορεί να λάβει κανονικά οξυγόνο και ασφυκτιά. Επίσης επειδή ο εδαφικός αέρας συγκρατείται μέσα στους πόρους του εδάφους, το μέγεθος των πόρων αυτών, πρέπει να είναι μεγάλο, έτσι ώστε να συγκρατούν όσο το

δυνατόν μεγαλύτερο όγκο αέρα.

Ο ατμοσφαιρικός με τον εδαφικό αέρα διαφέρουν ως προς τη σύνθεση, αφού ο εδαφικός αέρας περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα CO<sub>2</sub>, το οποίο σχηματίζεται από τη διάσπαση των οργανικών ουσιών.

Το SO<sub>2</sub> που υπάρχει στον αέρα από τις καύσεις του άνθρακα, του ξύλου και των μεταλλευμάτων, μεταφέρεται στο έδαφος με το νερό της βροχής και αποτελεί μια καλή πηγή S για τα φυτά.

Όλες οι καλλιέργειες απαιτούν ένα καλά αεριζόμενο έδαφος έτσι ώστε το ριζικό σύστημα των φυτών να αερίζεται και να αναπτύσσεται επαρκώς ώστε να επιτυγχάνονται οι μεγαλύτερες δυνατές αποδόσεις της καλλιέργειας.

Για το λόγο αυτό όλες οι καλλιεργητικές φροντίδες που αφορούν το έδαφος όπως είναι η αναμόχλευση, ο ψιλοχωματισμός, η βαθιά άροση του εδάφους, πρέπει να τηρούνται αυστηρά ώστε να επιτύχουμε ικανοποιητικό πορώδες το οποίο θα μπορεί να συγκρατεί τον αέρα για αερισμό του ριζικού συστήματος, καθώς και το νερό το οποίο είναι απαραίτητο για τα φυτά.

## **5. Εδαφική δομή και σύνθεση του εδαφικού αέρα.**

Η δομή του εδάφους εξαρτάται από το φαινόμενο ειδικό βάρος. Όσο πιο μεγάλο είναι το Εφ τόσο πιο συμπαγές είναι έδαφος, με κακή δομή και πολύ φτωχό ποώδες.

Με τον όρο πορώδες εννοούμε τον όγκο των πόρων μέσα στους οποίους συνυπάρχουν το νερό και ο αέρας. Η σχέση που συνδέει αυτά τα δύο στοιχεία είναι αντιστρόφως ανάλογη. Όσο λοιπόν μεγαλύτερο είναι το Εφ τόσο μικρότερος είναι ο όγκος των πόρων του εδάφους.

Στο χωράφι και στην περίπτωση που το Εφ δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα, η διείσδυση του οξυγόνου μέσα στο έδαφος εξαρτάται από την υγρασία του. Η ταχύτητα με την οποία εισρέει ο αέρας μέσα στο έδαφος είναι πολύ σημαντική για την καλή πρόσληψή του από τις ρίζες, αφού η πίεση στην επιφάνειά τους πρέπει να διατηρηθεί σε ορισμένα επίπεδα.

Παρόλα αυτά, όλα είναι σχετικά με το είδος του καλλιεργούμενου φυτού, αφού άλλα φυτά παρουσιάζουν μεγάλη ανάγκη για παροχή αέρα όπως ο καπνός, ενώ κάποια άλλα μπορούν να ζουν σε πλήρως υδατοκορεσμένο περιβάλλον, όπως το ρύζι.

## **6. Αντίδραση του εδάφους**

Το pH του εδάφους έχει πολύ μεγάλη σημασία γιατί είναι ένας παράγοντας, η τιμή του οποίου καθορίζει την αντίδραση του εδάφους στην



προσθήκη κάποιων ουσιών ή την αποδοχή κάποιων άλλων. Έτσι ανάλογα με την τιμή του pH τα εδάφη διακρίνονται σε ουδέτερα, όξινα και αλκαλικά. Στα όξινα εδάφη η απορρόφηση του φωσφόρου μειώνεται ενώ αυξάνεται η απορρόφηση, σιδήρου, αργιλίου και μαγγανίου.

## **7. Βιολογικοί παράγοντες.**

Ως βιολογικοί παράγοντες ονομάζονται οι ασθένειες, τα έντομα και τα ζιζάνια που παίζουν μεγάλο ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών και είναι ένα μόνιμο και σοβαρό πρόβλημα για τους παραγωγούς.

## **8. Εφοδιασμός με θρεπτικά συστατικά.**

Τα φυτά όπως οι άνθρωποι και τα ζώα, για να παραμείνουν στη ζωή και να αναπτυχθούν χρειάζονται τροφή. Η θρέψη λοιπόν των φυτών συνίσταται σε 16 βασικά στοιχεία. Αυτά τα στοιχεία λαμβάνονται με διάφορους τρόπους και είναι απαραίτητα για να μπορέσει το φυτό να συνθέσει έναν μακρύ κατάλογο σύνθετων οργανικών ουσιών.

Για να κατανοήσουμε τι ακριβώς συμβαίνει στο φυτό αρκεί να αναφερθεί ότι το 94% του ξ.β. του φυτού αποτελείται από άνθρακα, οξυγόνο και υδρογόνο, ενώ το υπόλοιπο 6% από ανόργανα στοιχεία. Τα 16 αυτά στοιχεία λοιπόν παίζουν σημαντικότατο ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού και είναι:

1. Ο άνθρακας (C), είναι το πιο άφθονο στοιχείο και αποτελεί το 45% του ξηρού βάρους των φυτών.
2. Το υδρογόνο (H), αποτελεί το 6% περίπου του ξηρού βάρους των φυτών.
3. Το οξυγόνο (O), αποτελεί το 43% περίπου του ξηρού βάρους των φυτών.

Τα παραπάνω τρία στοιχεία, αποτελούν το 94% του ξηρού βάρους των φυτών και παίρνονται από τον αέρα και το νερό. Ο άνθρακας και το οξυγόνο, προέρχονται κυρίως από το διοξείδιο του άνθρακα που βρίσκεται στον αέρα, το δε υδρογόνο, προέρχεται από το νερό. Τα τρία αυτά στοιχεία βρίσκονται στα σάκχαρα, την κυτταρίνη, τη λιγνίνη και σε πολλές άλλες οργανικές ουσίες του φυτού.

4. Το άζωτο (N), σχηματίζει περίπου το 1 – 3% του ξηρού βάρους των φυτών και απαντάται σε όλες τις φυτικές πρωτεΐνες και μερικές άλλες οργανικές ουσίες.
5. Ο φώσφορος (P), αποτελεί το 0,1 – 1% του ξηρού βάρους των φυτών, και είναι συστατικό των πρωτεϊνών και μερικών λιποειδών, καθώς και άλλων συστατικών των φυτών.
6. Το κάλιο (K), αποτελεί το 0,3-6% του ξηρού βάρους των φυτών, αλλά δεν

έχουν βρεθεί μέσα στο φυτό σταθερές οργανικές ενώσεις καλίου.

Το N, P και K θεωρούνται γενικά κύρια λιπαντικά στοιχεία και αποτελούν τα συστατικά των περισσότερων λιπασμάτων.

7. Το θείο (S) αποτελεί το 0,05-1,5% του ξηρού βάρους των φυτών, είναι δε συστατικό των αμινοξέων και πολλών άλλων οργανικών ουσιών, ιδίως εκείνων που δίνουν άρωμα στα φυτά της οικογένειας των σταυρανθών.
8. Το ασβέστιο (Ca), αποτελεί το 0,1 -4% του ξηρού βάρους των φυτών, και συναντάται σε οργανικά και ανόργανα άλατα, καθώς και ως συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων.
9. Το μαγνήσιο (Mg), αποτελεί το 0,05-1,5% του ξηρού βάρους των φυτών. Είναι συστατικό της χλωροφύλλης, βρίσκεται σε μερικά λιποειδή και μπορεί να δρα σαν φορέας του φωσφόρου μέσα στο φυτό.
10. Ο σίδηρος (Fe), βρίσκεται σε περιεκτικότητα 10 έως 1.000 p.p.m. στο ξηρό βάρος των φυτών.
11. Το μαγγάνιο (Mn) σε 5-500 p.p.m. στο ξηρό βάρος των φυτών.
12. Ο ψευδάργυρος (Zn) σε 5-p.p.m. στο ξηρό βάρος των φυτών.
13. Ο χαλκός (Cu) σε 2-50 p.p.m. στο ξηρό βάρος των φυτών.
14. Το βόριο (B) σε 3-60 p.p.m. στο ξηρό βάρος των φυτών.
15. Το μολυβδαίνιο (Mo) σε 0,1 -10 p.p.m στο ξηρό βάρος των φυτών.
16. Το χλώριο (Cl) απαντάται στα φυτά σε πολύ μικρές ποσότητες και πολύ λίγα είναι γνωστά, προς το παρόν, για τη λειτουργία του.

Οι ποσότητες των τελευταίων επτά στοιχείων, εκφράζονται σε p.p.m. (μέρη στο εκατομμύριο), γιατί οι ποσότητές τους που βρίσκονται μέσα στο φυτό είναι πολύ μικρές. Εν τούτοις, τα στοιχεία αυτά, έχουν ζωτική σημασία για την ανάπτυξη των φυτών, όπως και τα άλλα στοιχεία που βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες.

Τα θρεπτικά στοιχεία των φυτών που προέρχονται από το έδαφος, θα εξεταστούν στα επόμενα κεφάλαια, επειδή αποτελούν τους πιο σημαντικούς παράγοντες της ανάπτυξης των φυτών και είναι δυνατός έως ένα σημείο ο έλεγχός τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

### ΛΙΠΑΝΣΗ- ΑΡΔΕΥΣΗ-ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ

#### A. ΓΕΝΙΚΑ

Η λίπανση των καλλιεργειών είναι μια διαδικασία τεχνητού εμπλουτισμού των εδαφών με θρεπτικές ουσίες απαραίτητες για την ανάπτυξη των φυτών που γίνεται συνήθως με τη λήξη της καλλιεργητικής περιόδου, κατά την περίοδο της σποράς ή κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού.

Ως γνωστόν στο έδαφος υπάρχουν στοιχεία απαραίτητα για την ανάπτυξη κάθε φυτού. Τα στοιχεία αυτά αναφέρονται ως **ανόργανα θρεπτικά στοιχεία ή λιπαντικά**. Τέτοια είναι: C, H, O, N, S, K, Ca, Mg, Fe, Mn, B, Zn, Cu, MO. Κάποια από τα παραπάνω στοιχεία αποσπώνται από το έδαφος, ενώ άλλα, όπως ο άνθρακας και το οξυγόνο (CO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub>), λαμβάνονται από τον ατμοσφαιρικό αέρα.

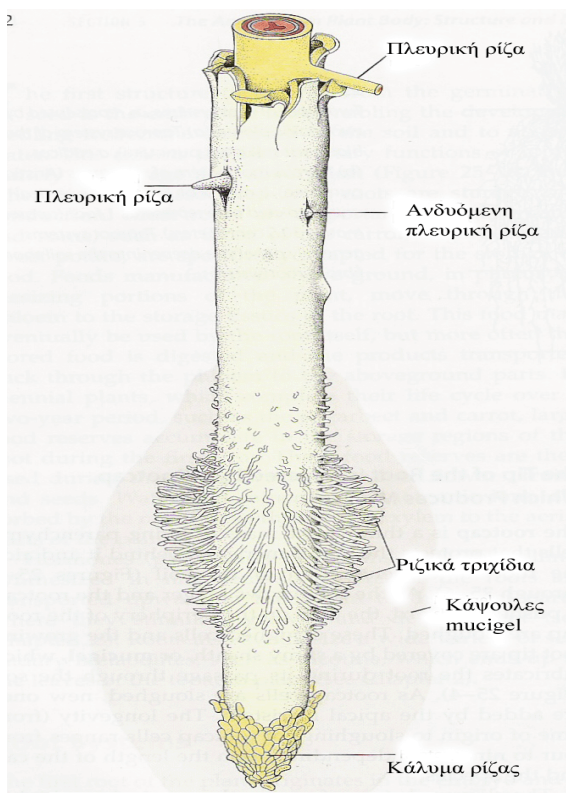
Ορισμένα στοιχεία αποτελούν κυρίαρχο θρεπτικό παράγοντα για τα φυτά. Οι υδατάνθρακες λ.χ. στο ξύλο υπολογίζονται στο 98% της συνολικής ξηράς ουσίας. Το υπόλοιπο 2% αποτελείται από 6 μακροστοιχεία, (N, P, K, S, Ca και Mg) και 6 ιχνοστοιχεία (Fe, Mn, B, Zn, Cu και MO).

Η περιεκτικότητα μακροστοιχείων στα φυτά (και τους καρπούς), που καλλιεργούνται σε θερμοκήπια είναι ελαφρώς μεγαλύτερη σε σχέση με εκείνη των αντίστοιχων φυτών με ξυλώδη σύσταση. Η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που βρίσκονται διαθέσιμα στο έδαφος προσδιορίζει την ποσότητα και ποιότητα της σοδειάς. Πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι μερικά από τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που προσθέτουμε στο έδαφος, συνήθως δεσμεύονται από τα συστατικά του, με αποτέλεσμα να μην είναι διαθέσιμα στο ριζικό σύστημα πράγμα που είναι πολύ σημαντικό για την ανάπτυξη των φυτών.

Το φυτό παίρνει τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, εκτός του CO<sub>2</sub>, από το έδαφος με τη μορφή υδατικών διαλυμάτων δια μέσου των ριζικών τριχιδίων που απορροφούν από το έδαφος τα θρεπτικά διαλύματα.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των ριζικών τριχιδίων είναι τα ακόλουθα:

- Είναι πολύ μικρά σε μέγεθος (έως 2mm),
- σχηματίζονται λίγα χιλιοστά κάτω από την αυξητική κορυφή της ρίζας,
- είναι προέκταση των επιδερμικών κυττάρων της,
- καταστρέφονται σε μικρό χρονικό διάστημα (5 ημέρες).



Εικ.2.1.Μέρη της ρίζας

Η αύξηση όμως του ριζιδίου βοηθά στο σχηματισμό νέων τριχιδίων και έτσι μετατοπίζονται τα σημεία απορρόφησης του φυτού στο έδαφος. Αυτό έχει μεγάλη σημασία για ορισμένα ιχνοστοιχεία όπως λ.χ. για το φώσφορο ο οποίος είναι εξαιρετικά δυσκίνητος στο έδαφος, σε σχέση με τα νιτρικά και θειικά ιόντα καθώς και τα ιόντα του χλωρίου που είναι τα πιο ευκίνητα. Σε αντίθεση με το φώσφορο η ουρία έχει πολλή μεγάλη κινητικότητα όμως η δυνατότητά της αυτή περιορίζεται από την γρήγορη μετατροπή της στη μορφή (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Στα εδάφη και κυρίως στα ασβεστούχα, η συγκράτηση των φωσφορικών είναι

πολύ μεγάλη. Ο φώσφορος συγκρατείται από τα πιο επιφανειακά στρώματα του φυσικού εδάφους όταν προστίθεται σε διάλυμα. Οι δυνατότητες όμως μετατοπίσεως εξαρτώνται από τη σύσταση του εδάφους αλλά και από την ταχύτητα φιλτραρίσματος του διαλύματος. Σε εδάφη με μεγάλες ποσότητες φωσφόρου, η κινητικότητα αυξάνεται σημαντικά και η συγκράτηση είναι πολύ μικρότερη. Τα υπερφωσφορικά λιπάσματα είναι πιο ευδιάλυτα και ο φώσφορος μετακινείται ευκολότερα.

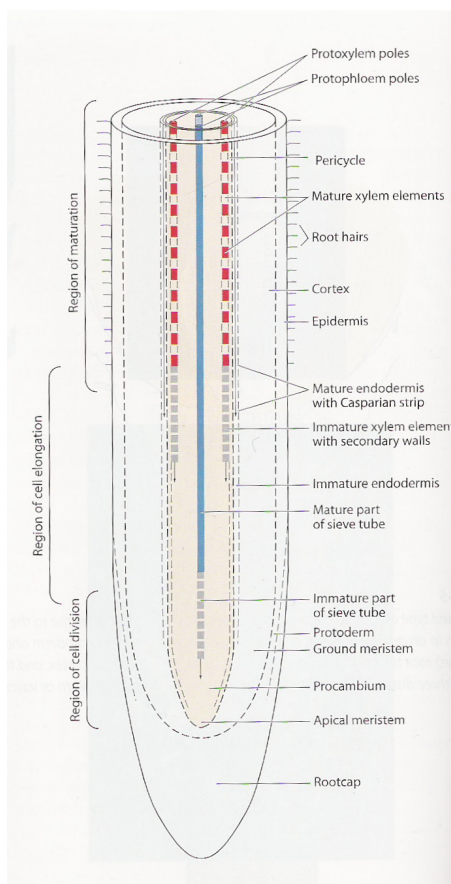
Το κάλιο έχει μεγαλύτερη κινητικότητα από τον φώσφορο και πολύ μικρότερη από τα νιτρικά. Το αργιλώδη ανόργανα στο έδαφος συγκροτούν τα ιόντα καλίου και τα αποδίδουν όταν η ποσότητα στο εδαφικό διάλυμα είναι μικρή. Το κάλιο, που βοηθά στην αύξηση του ριζικού συστήματος, συμβάλλει στην αύξηση της κινητικότητας του φωσφόρου και στην καλύτερη απορρόφηση του από το έδαφος..

Ως εκ τούτου, η μετακίνηση των κύριων θρεπτικών στοιχείων στο φυσικό έδαφος μέχρι την απορρόφησή τους από τα φυτά συντελείται με:

- 1). Την ροή του νερού (κυρίως  $\text{NO}_3$ ).
- 2). Με τη διάχυση ή μετακίνηση ιόντων από υψηλότερη συγκέντρωση στη χαμηλότερη που είναι κοντά στη ρίζα (κυρίως  $\text{K}_2\text{O}$  και  $\text{NO}_3$ ).
- 3). Με την απορρόφησή τους από τη ρίζα (κυρίως  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

Τα ανόργανα στοιχεία που απορροφώνται από το φυτό υπάρχουν στο νερό που λειτουργεί σαν φυσικό μέσο χωρίς εν τούτοις να υπάρχει πολύ στενός παραλληλισμός μεταξύ της απορροφητικότητας του νερού και εκείνης των ανόργανων στοιχείων. Η διείδυση του νερού στη ρίζα θεωρείται συχνά σαν παθητικό φαινόμενο ενώ η διείδυση των αλάτων συνδέεται με την μεταβολική ενεργητικότητα του φυτού. Δηλαδή, όταν η συγκέντρωση του

διαλύματος είναι μεγαλύτερη η ποσότητα του χρησιμοποιούμενου από τα φυτά νερού είναι μικρότερη και αντίθετα.



Για την μετακίνηση των ιόντων εντός του φυτού έχουμε τον ελεύθερο χώρο στην περιοχή του φλοιώδους παρεγχύματος και μέχρι την ενδοδερμίδα της ρίζας ως προέκταση του εξωτερικού εδαφικού διαλύματος. Στο εσωτερικό της ενδοδερμίδας, στα αγγεία του ξύλου διακινούνται μόνο τα ιόντα -θρεπτικά στοιχεία- που έχουν απορροφηθεί ενεργά στο κυτόπλασμα των κυττάρων της ενδοδερμίδας και όχι τα ιόντα του ελεύθερου

χώρου. Από τα αγγεία του ξύλου, προς τα φύλλα και τα μεριστώματα η μετακίνηση γίνεται με τη ροή του νερού η διάλυση. Η διακίνηση, όμως των ιόντων από εκεί στα κύτταρα γίνεται με την ενεργό μεταφορά δηλαδή με κατανάλωση ενέργειας.

Εικ.2.2. Τομή ρίζας

## **B. ΛΙΠΑΝΣΗ**

Η λίπανση μιας καλλιέργειας όπως προαναφέρθηκε γίνεται συνήθως μετά το τέλος μιας καλλιεργητικής περιόδου, για αναπλήρωση των θρεπτικών ουσιών που έχουν απορροφηθεί από τα φυτά. Πριν από την λίπανση πρέπει να γίνουν κάποιες πρωτογενείς κατεργασίες του εδάφους, για την αναστροφή του, για τον ψιλοχωματισμό και το σπάσιμο του σκληρού ορίζοντα που μπορεί να έχει σχηματιστεί από τη συνεχή-υπερεντατική καλλιέργεια.

Για να γνωρίζει ο παραγωγός το είδος και την ποσότητα των λιπασμάτων που πρέπει να προσθέσει, ώστε να έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα είναι απαραίτητο να πραγματοποιήσει εδαφολογική μελέτη με σκοπό να γνωρίσει τα ακριβή χαρακτηριστικά του εδάφους και την σύστασή τους, και να προσδιορίσει την τιμή του pH.

### **1. Βασική λίπανση**

Η βασική λίπανση αποσκοπεί στον εμπλουτισμό του εδάφους πριν τη φύτευση-μεταφύτευση, ώστε να αποκτήσει τα εξής χαρακτηριστικά:

- α) Υψηλά επίπεδα οργανικής ουσίας.
- β) Ικανοποιητική ποσότητα φωσφόρου για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο.
- γ) Αρκετά αποθέματα καλίου, ώστε να εξασφαλίζεται η καλή ποιότητα των πρώτων καρπών, η γρήγορη ανάπτυξη των καρπών και να προκαλείται ανάσχεση της ζωηρής βλάστησης των φυτών.

- δ) Αρκετό άζωτο, αναγκαίο για την πρώτη ανάπτυξη των φυτών, αλλά όχι τόσο πολύ που να προκαλεί ζωνηρή βλάστηση στα φυτά.
- ε) Αντίδραση εδάφους γύρω στο pH = 6-6,5 (εκτός από τα ασβεστώδη εδάφη, όπου αυτό είναι αδύνατον).

Η εδαφολογική ανάλυση θα προσδιορίσει την ποσότητα των στοιχείων που ο καλλιεργητής θα πρέπει να προσθέσει στο έδαφος. *Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι μια φυτεία τομάτας της οποίας η παραγωγή σε καρπούς ανέρχεται στους 10 τον/στρ. απορροφά από το έδαφος περίπου 23-36 κιλά N, 6-13 κιλά P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15-70 κιλά K<sub>2</sub>O, 3-56 κιλά CaO και 4-9 κιλά MgO.*

## **2. Προσθήκη οργανικής ουσίας**

Τα υψηλά επίπεδα οργανικής ουσίας στο έδαφος το βοηθούν ώστε να διατηρηθεί σταθερή η δομή του και να βελτιώνεται η υδατοϊκανότητά του ώστε να έχουμε ικανοποιητική ανάπτυξη του φυτού και αυξημένη απόδοση στην παραγωγή. Η τακτική προσθήκη οργανικής ουσίας κρίνεται απαραίτητη γιατί έχουμε αποσύνθεσή της με γρήγορους ρυθμούς, ειδικά σε θερμοκηπιακούς χώρους (μια φορά το χρόνο ή το αργότερο μια φορά κάθε 2 χρόνια). Η οργανική ουσία μπορεί να προστεθεί με διάφορες μορφές, όπως είναι η κοπριά, η τύρφη, ή τα υποστρώματα καλλιέργειας μανιταριών κλπ.

## **3. Οργανικά λιπάσματα**

Τα απορρίμματα και υπολείμματα της φυτικής και ζωικής παραγωγής καθώς και απορρίμματα βιομηχανικής επεξεργασίας μερών των φυτών και ζώων αποτελούν τα οργανικά λιπάσματα.

Οι ωφέλειες που προκύπτουν από την τεχνική των λιπάνσεων με οργανικά λιπάσματα είναι σημαντικές. Εμπλουτίζεται το έδαφος σε οργανική ουσία που επιδρά ευεργετικά στις φυτικές ιδιότητες του. Οι συνθήκες του αερισμού και της στράγγισης των δυσμεταχειρίστων εδαφών βελτιώνεται με την αύξηση της περιεκτικότητάς του σε οργανική ουσία. Στα αμμώδη εδάφη προκαλεί αύξηση του συγκρατούμενου ποσοστού υγρασίας και μείωση της διαβρωσιμότητάς του. Η οργανική ουσία αυξάνει την εναλλακτική ικανότητα του εδάφους με αποτέλεσμα να συγκρατεί υψηλότερα ποσά θρεπτικών στοιχείων.

Στην χώρα μας σήμερα ως οργανικά λιπάσματα χρησιμοποιούνται η κόπρος, τα ούρα, η γλωρή λίπανση και τα διάφορα υπολείμματα των γεωργικών εκμεταλλεύσεων.

#### 4. Η κόπρος

Η κόπρος (κοπριά), αποτελείται από τα περιττώματα και τα ούρα των ζώων που χρησιμοποιούνται για παραγωγή στις αγροτικές εγκαταστάσεις, ανακατωμένα με στρωμένη (συνήθως άχυρο). Είναι πηγή για όλα τα κύρια στοιχεία θρέψης των φυτών, συνήθως μακροστοιχεία. Η κοπριά:

α) *Επιδρά πάνω στις φυσικές συνθήκες του εδάφους.* Έτσι το έδαφος βελτιώνει τις φυσικές ιδιότητές του δηλαδή έχουμε καλύτερες συνθήκες αερισμού και στράγγισης, καλύτερη δομή και υφή του εδάφους και αύξηση της ικανότητας προσρόφησης νερού σε αμμώδη εδάφη.

β) *Περιέχει θρεπτικά στοιχεία απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών.* Τα θρεπτικά στοιχεία είναι λιγότερα σε σύγκριση με τα ανόργανα λιπάσματα. Τα θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται κυρίως σε οργανική μορφή (50% του εδαφικού αζώτου και φωσφόρου υπάρχει στο έδαφος σε οργανική μορφή) και με τη δράση των μικροοργανισμών, τα στοιχεία ελευθερώνονται (ορυκτοποίηση ή ανοργανοποίηση) σε μορφές αφομοιώσιμες για τα φυτά. Τα ιχνοστοιχεία, βρίσκονται υπό μορφή περισσότερο αφομοιώσιμη στη κόπρο παρά στο έδαφος, επειδή συγκρατούνται από την οργανική ουσία ως χηλικές ενώσεις.

γ) *Περιέχει απαραίτητους παράγοντες αύξησης,* οι οποίοι ασκούν ενεργητική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών.

δ) *Επηρεάζει τη μικροχλωρίδα του εδάφους.* Περιέχει μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών που προκαλούν αποσύνθεση της οργανικής ουσίας και επομένως αποδέσμευση αζώτου. Είναι πηγή τροφής και ενέργειας των μικροοργανισμών του εδάφους διότι δημιουργεί συνθήκες αερισμού.

#### 5. Η τεχνητή κόπρος

Η τεχνητή κόπρος γίνεται με τη συσσώρευση και ζύμωση των φυσικών υπολειμμάτων. Η καλή της ποιότητα εξαρτάται από τη σχέση άνθρακα προς άζωτο των φυτικών υπολειμμάτων. Η περιεκτικότητα της σε άζωτο πρέπει να είναι στο 1,5% περίπου. Όταν είναι μικρότερη προσθέτουμε θειικό αμμώνιο.

Τα βιομηχανικά υποπροϊόντα ζωικής προέλευσης, όπως, αποξηραμένο αίμα, το κρεατάλευρο, το σιτάλευρο, το ιχθυάλευρο, που η σύστασή τους κυμαίνεται πολύ, χρησιμοποιούνται επίσης για τις λιπάνσεις.

Τα απορρίμματα των πόλεων περιέχουν λίγα θρεπτικά στοιχεία για το φυτό ωστόσο συνεχίζεται η έρευνα για την αξιοποίησή τους.

#### 6. Λίπανση με τα νερά των υπονόμων

Τα νερά των υπονόμων θα μπορούσαν ίσως να χρησιμοποιηθούν για



αρδεύσεις κάτω από ορισμένες συνθήκες. Η παρουσία οργανικής ουσίας στο νερό της αποχέτευσης μπορεί να βελτιώνει τη φυσική κατάσταση του εδάφους. Το άζωτο και ο φώσφορος έχουν λιπαντή αξία, αφού χρησιμοποιηθούν από τις καλλιέργειες και διαφύγουν, οπότε θα αποτελέσουν ένα σοβαρό πρόβλημα ρύπανσης. Τοξικά στοιχεία όπως ο Cu και ο Zn υπάρχουν ενίοτε στο νερό αλλά όχι σε μεγάλες ποσότητες ώστε ν' αποτελέσουν πρόβλημα.

Το νερό των υπονόμων, καθαρίζεται διερχόμενο από το έδαφος αλλά συγχρόνως έχει επίδραση στον αέρα, στο νερό των ενώσεων και στους μικροοργανισμούς του εδάφους και δημιουργεί αερόβιο περιβάλλον στην αρχή.

Στην παραγωγή των δημητριακών είχε ωφέλιμη επίδραση. Κατά τον Cardos (1968) η λίπανση αυτή επηρεάζει την παραγωγή ευνοϊκά και απομακρύνει τον φώσφορο και το κάλιο και έτσι περιορίζει την ευτροφία δηλαδή την ανάπτυξη φυκιών σε βάρος των ψαριών.

Τα νερά αυτά περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς που προκαλούν την μόλυνση των προϊόντων που είναι για κατανάλωση. Ορισμένες πόλεις απαγορεύουν ως αρδεύσεις με τέτοια νερά, ένα μήνα πριν την συγκομιδή. Σε άλλες χώρες χρησιμοποιούνται τα νερά αυτά με καλλιέργειες με μεγάλες απαιτήσεις σε νερό όπως τα ψυχανθή. Απαιτείται όμως η κατασκευή δεξαμενών για την αποθήκευση των νερών αυτών.

Μετά την λείψει μέτρων η άρδευση με τα νερά των υπονόμων μικρών πόλεων μπορεί να αποβεί ωφέλιμη.

## **7. Τα ούρα**

Τα ούρα είναι πολύτιμο λιπαντικό υλικό στα χωράφια γιατί περιέχουν το περισσότερο μέρος του αζώτου και καλίου που αποβάλλεται από το σώμα των ζώων. Το άζωτο συναντάται υπό μορφή ουρίας αλλά και ως άλλες ενώσεις όπως η κρεατίνη, η ξανθίνη, το ουρικό και ουρικό οξύ. Το άζωτο αυτών των ουσιών μετατρέπεται σε νιτρικό, με ενδιάμεσες ενώσεις την αμμωνία και ενώσεις του αμμωνίου. Προλαμβάνεται εύκολα από τα φυτά μετά την προσθήκη στο έδαφος. Κατά την διάρκεια της ανάπτυξής τους σε περίοδο ξηρασίας πρέπει να αποφεύγεται γιατί η ελεύθερη αμμωνία μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα στα φύλλα.

Όταν η λίπανση με ούρα εφαρμόζεται σε επιφάνεια, κυρίως, του εδάφους μπορεί να έχουμε απώλειες που φτάνουν το 50%. Εάν όμως σβαντιστεί το έδαφος οι απώλειες του αζώτου μειώνονται σε 20-25%.

## 8. Χλωρή λίπανση

Υπάρχουν φυτά που καλλιεργούνται για να χρησιμοποιηθούν με άροση ως χλωρή λίπανση. Τα θρεπτικά της συστατικά αποθηκεύονται μέσα στη φυτική μάζα, δεν απομακρύνονται με τις εκλύσεις και αποδίδονται στο έδαφος σταδιακά με την αποσύνθεση της οργανικής ύλης. Επίσης οι χλωρές λιπάνσεις προστατεύουν τα εδάφη από τις διαβρώσεις.

Τα φυτά που χρησιμοποιούνται για χλωρή λίπανση είναι τα φυτά που έχουν βαθύ ριζικό σύστημα και αυτά που αφομοιώνουν δυσανομοιώτες μορφές καλίου και φωσφόρου. Αυτά αποτελούν την καλύτερη λύση για την χλωρή λίπανση. Τέτοια είναι τα ψυχανθή (τριφύλλια, μπιζελόκουκα), σταυρανθή (πολύγονο) καθώς και τα φυτά που δίνουν πλούσια βλάστηση (πολύ οργανική ουσία).

Για να χρησιμοποιήσουμε χλωρή λίπανση πρέπει στο έδαφος να υπάρχει κατάλληλη υγρασία. Στην αντίθετη περίπτωση δεν είναι δυνατή η εφαρμογή γιατί δεν μπορεί να γίνει αποσύνθεση από τους μικροοργανισμούς.

Το παράχωμα των φυτών γίνεται με δύο τρόπους. 1<sup>ο</sup> θερίζονται και στη συνέχεια οργώνονται χωρίς σπάθη (μόνο με αναστρεπτήρα), 2<sup>ο</sup> με κυλίνδρισμα και ύστερα κοινό όργωμα. Η αποσύνθεση επέρχεται γρηγορότερα σε φυτά πλουσιότερα στο άζωτο. Αμέσως μόλις θεριστούν παραχώνονται γιατί το σκοτάδι βοηθά να σχηματισθούν αμυδρά /ασπαραγίνα από τις αζωτούχες που είναι εύκολα αφομοιώσιμες / κατά 70% της αφομοιωσιμότητας του αζώτου των αζωτούχων λιπασμάτων.

## 9. Ανόργανα λιπάσματα

Τα ανόργανα λιπάσματα είναι ενώσεις που εφοδιάζουν τα φυτά με άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Είναι απλά μικτά ή σύνθετα. Είναι απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία που προσθέτονται στο έδαφος και ωφελούν τις καλλιέργειες.

Τα απλά περιέχουν ένα μόνο από τα θρεπτικά στοιχεία N, P και K. Τα μικρά ή σύνθετα είναι χημικός ή μηχανικός συνδυασμός και περιέχουν δύο ή περισσότερα από τα τρία κύρια στοιχεία.

Τύπος λιπάσματος είναι η σχετική εκατοστιαία περιεκτικότητα σε N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και K<sub>2</sub>O π.χ. το λίπασμα 4- 6 - 12 περιέχει 4% ολικό άζωτο 6% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 12% K<sub>2</sub>O. Πρέπει να σημειωθεί ότι, στο λίπασμα ο P και το K δεν απαντούν ως P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και K<sub>2</sub>O, αλλά ο τρόπος αυτός επικράτησε για την έκφραση της περιεκτικότητας των λιπασμάτων στα επιμέρους στοιχεί. Τελευταία καταβάλλονται προσπάθειες για να εκφράζονται τα θρεπτικά στοιχεία ως απλά και όχι ως οξείδια.

Πλήρες λίπασμα είναι εκείνο που περιέχει N, P και K. Παρακάτω

αναφέρονται περιληπτικά τα σπουδαιότερα από τα αζωτούχα, φωσφορικά και καλιούχα λιπάσματα.

## **Γ. ΕΙΔΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ**

### **1. Αζωτούχα λιπάσματα**

Παράγονται από τη συνθετική αμμωνία ( $\text{NH}_3$ ) είναι δηλαδή τα άλατα αμμωνίας και τα νιτρικά που βρίσκονται εν μέρει συνθετικά και εν μέρει ως φυσικά κοιτάσματα.

#### **1.α. Θεική αμμωνία $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 21% N**

Είναι κρύσταλλοι διαλυτοί στο νερό, που εκτός από το αμμωνιακό άζωτο, περιέχουν και θείο ως  $\text{SO}_4$  που οξινίζει το έδαφος. Χρησιμοποιείται κυρίως ως βασικό λίπασμα και ως επιφανειακό.

#### **1.β. Νιτρικό αμμώνιο $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 32-35%**

Είναι υγροσκοπικό και με τη θέρμανση μπορεί να εκραγεί. Γι' αυτό αναμειγνύεται με ανθρακικό ασβέστιο και κυκλοφορεί στο εμπόριο ως:

#### **1.γ. Ασβεστούχο νιτρικό αμμώνιο**

$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$  με περιεκτικότητα σε άζωτο περίπου 20,5% N και λέγεται, Nitrochalk<sup>If</sup>.

#### **1.δ. Φωσφορικό αμμώνιο**

Είναι μικτό λίπασμα που περιέχει δύο κύρια θρεπτικά στοιχεία δηλαδή άζωτο και φώσφορο υπό μορφή φωσφορικού μοναμμωνίου (MAP)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  και φωσφορικού διαμμωνίου (DAF)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Η περιεκτικότητα τους σε άζωτο και φώσφορο είναι αντίστοιχα 11% N, 21% P και 21% N, 20-23% P. Τόσο το άζωτο, όσο και, ο φώσφορος των λιπασμάτων αυτών βρίσκονται υπό μορφή υδατοδιαλυτή, Στο εμπόριο κυκλοφορεί συνήθως ο τύπος 16-20-0 ως θειοφωσφορική αμμωνία σε κοκκώδη μορφή, για τη βασική λίπανση των καλλιεργειών.

#### **1.ε. Άνυδρη αμμωνία $\text{NH}_3$ 82% N**

Δυστυχώς δεν χρησιμοποιείται στη χώρα μας για λίπανση ή υγροποιημένη αμμωνία, γιατί πρέπει να φυλάγεται υπό πίεση σε υγρή

κατάσταση και η εφαρμογή της στο έδαφος να γίνεται με ειδικές συσκευές. Είναι η πιο οικονομική μορφή αζωτούχου λιπάσματος γιατί περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό αζώτου από όλα τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται σήμερα.

#### **1.στ. Νιτρικό νάτριο $\text{NaNO}_3$ 16% N**

Είναι η σπουδαιότερη φυσική πηγή αζώτου και προέρχεται από τα κοιτάσματα της Χιλής (Νίτρο της Χιλής).

#### **1.ζ. Νιτρικό κάλιο $\text{KNO}_3$ 13% N και 37% K**

Είναι άριστο λίπασμα καλίου και αζώτου.

#### **1.η. Νιτρικό ασβέστιο $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 15,5% N**

Τα τρία τελευταία νιτρικά άλατα χρησιμοποιούνται, για επιφανειακές λιπάνσεις, επειδή προσλαμβάνονται, γρήγορα από τα φυτά κατά τα διάφορα στάδια της ανάπτυξης τους.

#### **1.θ. Ουρία $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 46% N**

Η ουρία περιείχε το μεγαλύτερο ποσοστό αζώτου απ' όλα τα στερεά λιπάσματα. Αποθηκεύεται εύκολα και, όταν προσθέτετε, στο έδαφος, δεν παραμένει, για πολύ αλλά με την επίδραση ενός ένζυμου της ουρεάσης, που βρίσκεται στο έδαφος, υδρολύεται γρήγορα και, παράγεται ανθρακικό αμμώνιο.

Το ανθρακικό αμμώνιο στη συνέχεια διασπάται και με την επίδραση μικροοργανισμών (Nitrosomonas και Nitrobacter), η άμμωνία που παράγεται οξειδώνεται πρώτα σε  $\text{NO}_2$  και ύστερα σε  $\text{NO}_3$ .

### **2. Φωσφορικά λιπάσματα**

Αυτά είναι γνωστά από το 1840 - 42 όταν ο J. LIEBIG και ο J. D. LAWS έδειξαν ότι, η κατεργασία με θειικό οξύ των οστών και του απατίτου, μεγάλωνε τη λιπαντική τους αποτελεσματικότητα. Τα σπουδαιότερα απ' αυτά είναι:

#### **2.α. Υπερφωσφορικό**

Είναι τα περισσότερα χρησιμοποιούμενα φωσφορικά λιπάσματα και παρασκευάζονται, από τον απατίτη με την προσθήκη θειικού οξέος.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του φωσφόρου βρίσκονται υπό μορφή  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  και σε μικρό μόνο ποσοστό υπό μορφή  $\text{CaHPO}_4$ .

Η περιεκτικότητα σε αφομοιώσιμο P205 είναι 16 - 21%. Η αντίδραση του λιπάσματος αυτού είναι ουδέτερη και δεν επηρεάζει το pH του εδάφους. Το περιεχόμενο θείο δρα ευεργετικά ως θρεπτικό στοιχείο σε εδάφη που το θείο λείπει.

Εκτός από το παραπάνω υπερφωσφορικό λίπασμα χρησιμοποιείται πλατιά και το τριπλό υπερφωσφορικό λίπασμα που περιέχει διαθέσιμο  $\text{P}_2\text{O}_5$  44 - 52% και, στερείται,  $\text{CaSO}_4$ . Τα 95 - 98% του φωσφόρου είναι σε υδατοδιαλυτή μορφή.

Το τριπλό υπερφωσφορικό λίπασμα παρασκευάζεται από τον απατίτη με την επίδραση φωσφορικού οξέος.

## **2.β. Φωσφορικό αμμώνιο**

Αυτό αναφέρθηκε στα αζωτούχα λιπάσματα. Ο φώσφορος είναι όλος υδατοδιαλυτός και έχει τα πλεονεκτήματα του μεικτού λιπάσματος. Όταν προσθέτεται, στο έδαφος δημιουργεί όξινο περιβάλλον.

## **2.γ. Φωσφορικό οξύ**

Ως λίπασμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκείνο που περιέχει 24% P ή 55% P205, απαιτεί όμως ειδικές συσκευές. Το φωσφορικό οξύ συνήθως χρησιμοποιείται, για την παραγωγή αμμωνιακών φωσφορικών και πυκνών υπερφωσφορικών λιπασμάτων.

## **3. Καλιούχα λιπάσματα**

Υπάρχουν σημαντικά κοιτάσματα διαλυτών καλιούχων αλάτων που είναι καθαρά και χρησιμοποιούνται στη γεωργία και, τη βιομηχανία π.χ. KCl (Muriate of potash).

Τα κυριότερα καλιούχα λιπάσματα είναι:

### **3.α. Χλωριούχο κάλιο KCl**

Είναι ορυκτό λίπασμα και περιέχει 50 - 52% K (ή 60 - 63% K20). Το χρώμα του ποικίλλει από το άσπρο έως το κόκκινο, ανάλογα με τη μέθοδο που εξορύσσεται, και παραλαμβάνεται το προϊόν.

### **3.β. Θειικό κάλιο**

Παρασκευάζεται βιομηχανικά ως υποπροϊόν κατά την παρασκευή του  $\text{HCl}$ . Είναι προϊόν άσπρο και περιέχει 42 - 44 % K, (ή 50 - 53% K20). Το

θεικό κάλιο προτιμάται για φυτά που είναι ευαίσθητα στο χλώριο (πατάτα, καπνός).

### **3.γ. Νιτρικό κάλιο $KNO_3$**

Είναι άριστο λίπασμα καλίου και αζώτου. Χρησιμοποιείται κυρίως στις δενδρώδεις καλλιέργειες, στον καπνό, το βαμβάκι και τα κηπευτικά. Περιέχει 13% N και 37% K (ή 44%  $K_2O$ ).

## **Δ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ**

Κατά την εκτίμηση της αξίας ενός λιπάσματος μόνο το Άζωτο, ο Φώσφορος και το Κάλιο θεωρούνται χρήσιμα και οι ποσότητες αυτών δίνονται επί τους εκατό. (Το Άζωτο εκφράζεται ως N. Ο Φώσφορος εκφράζεται ως  $P_2O_5$  και το κάλιο εκφράζεται ως  $K_2O$ ). Ο τύπος του λιπάσματος 6-8-8 σημαίνει ότι περιέχει 6% N, 8%  $P_2O_5$  και 8%  $K_2O$ ).

### **1. Εφαρμογή λιπασμάτων**

Ο τρόπος λίπανσης του εδάφους εξαρτάται από το είδος λιπάσματος και το έδαφος. Ο χρόνος καθορίζεται από τις ανάγκες του φυτού. Οι εφαρμογές λιπασμάτων είναι διαφορετικές. Τα ανόργανα αζωτούχα λιπάσματα μπορούν να διασκορπιστούν στην επιφάνεια του εδάφους και να διαλυθούν στο έδαφος με τα βρόχινα ή αρδευτικά νερά. Τα φωσφορικά και καλιούχα πρέπει να τοποθετούνται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους (δεσμεύονται και δεν διακινούνται εύκολα) ώστε ενσωματωμένα μ' αυτό να δράσουν γρήγορα όταν η καλλιέργεια αρχίζει ν' αναπτύσσεται. Η τοποθέτησή τους κατά την σπορά δίπλα στο σπόρο (λίγο κάτω και πλάγια απ' αυτόν) είναι ο πλέον ενδεδειγμένος. Ωφελεί ενίοτε και στην εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων. Ιδιαίτερα στα φτωχά ο τρόπος εφοδιασμού τους με θρεπτικά στοιχεία είναι σημαντικός.

Στα αζωτούχα λιπάσματα θα πρέπει να υπολογίσουμε το χρόνο εφαρμογής τους, δηλαδή όχι κατά την διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων γιατί εκπλύνονται από την επιφάνεια του εδάφους.

### **2. Μορφές λιπασμάτων**

Οι συνήθεις μορφές των λιπασμάτων του εμπορίου είναι οι εξής:

1. Στερεά λιπάσματα, σε κοκκώδη μορφή ή σκόνη.

2. Υγρά λιπάσματα.
3. Αέρια λιπάσματα.

## **Ε. ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗΣ ΦΡΟΝΤΙΔΑΣ & ΛΙΠΑΝΣΗΣ**

### **1. Γενικά**

Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή κάθε είδους από τα παραπάνω λιπάσματα ονομάζονται *λιπασματοδιανομείς* και διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το είδος του λιπάσματος που διαχέουν.

### **2. Λιπασματοδιανομείς εφαρμογής στερεών λιπασμάτων**

Τα λιπάσματα αυτά μπορούν να είναι σε πυκνή μορφή, δηλαδή με υψηλή συγκέντρωση ενεργής ουσίας, ή σε αραιή μορφή.



**Εικ.2.3.** Λιπασματοδιανομέας στερεών λιπασμάτων

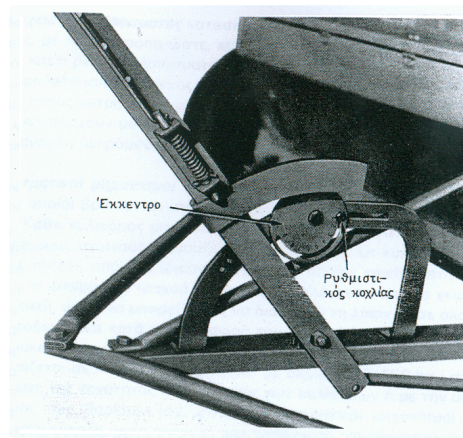
Το μηχάνημα λοιπόν το οποίο κάνει τη διανομή του λιπάσματος, σε μικρές ή μεγάλες εκτάσεις, με μικρό ή μεγάλο όγκο λιπάσματος, ονομάζεται λιπασματοδιανομέας.

Υπάρχουν δυο ειδών εφαρμογές λιπάσματος. Το πρώτο είδος είναι η εφαρμογή του λιπάσματος πριν την σπορά ενώ το δεύτερο είδος είναι κατά τη

σπορά ή ακόμα και μετά από αυτήν.

Η θέση στην οποία θα τοποθετηθεί το λίπασμα επάνω ή μέσα στο έδαφος εξαρτάται από το είδος και την ποσότητα του λιπάσματος ή από το καλλιεργούμενο φυτό.

Ανάλογα με το είδος της εργασίας, που προσφέρουν οι λιπασματοδιανομείς για τη διασκορπίση των στερεών λιπασμάτων, διακρίνονται σε εκείνους που διασκορπίζουν το λίπασμα όσο και το πλάτος του λιπασματοδιανομέα, σε άλλους που διασκορπίζουν το λίπασμα σε μεγαλύτερη απόσταση από το πλάτος τους και σε εκείνους που τοποθετούνται ως πρόσθετα εξαρτήματα στις σπαρτικές μηχανές ή τα σκαλιστήρια και η λίπανση γίνεται ταυτόχρονα με την σπορά ή το σκάλισμα αναλόγως.



Εικ. 2.4. Βασικά μέρη του λιπασματοδιανομέα

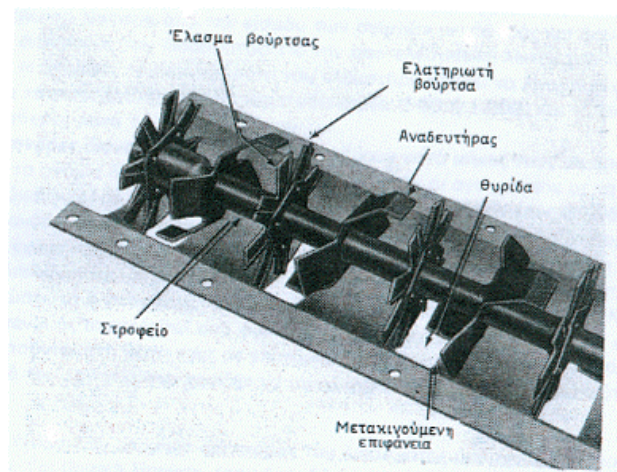
### **2.α. Λιπασματοδιανομέας εφαρμογής λιπάσματος σε πλάτος ίσο με το πλάτος της μηχανής**

Η χρήση τους έγκειται στην τοποθέτηση του λιπάσματος στην επιφάνεια του εδάφους. Η εφαρμογή πρέπει να είναι ομοιόμορφη σε απόσταση και ποσότητα.

Αποτελείται από:

1. Ένα στενόμακρο δοχείο, για την τοποθέτηση του λιπάσματος.
2. Το σύστημα διανομής του λιπάσματος.
3. Τους τροχούς στήριξης.

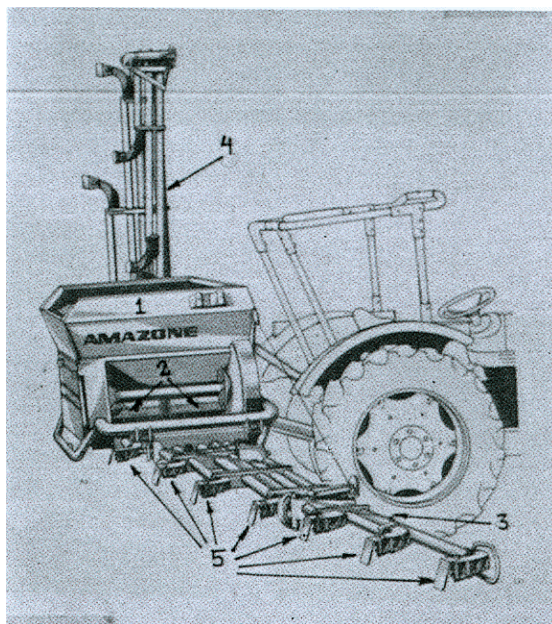




**Εικ.2.5.** Εσωτερικό ενός λιπασματοδιανομέα. Απεικόνιση των τμημάτων του. 1.Ελασμα βούρτσας, 2. Ελατηριωτή βούρτσα, 3.Στροφείο, 4. Αναδευτήρας, 5.Θυρίδα, 6.Μετακινούμενη επιφάνεια.

**Το δοχείο** συγκρατεί το λίπασμα και είναι κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο, ώστε, καθώς αδειάζει από κάτω, να μην δημιουργούνται κενά και η ροή του λιπάσματος να διατηρείται σταθερή και συνεχής. Για το σκοπό αυτό τα τοιχώματά του κατασκευάζονται το ένα κάθετο και το άλλο κεκλιμένο ή και τα δύο κεκλιμένα. Έτσι περιέχουν και μεγαλύτερη ποσότητα. Επειδή τα λιπάσματα διαβρώνουν τα μεταλλικά δοχεία, σε πολλούς λιπασματοδιανομείς οι επιφάνειες, που έρχονται σε επαφή με το λίπασμα είναι γαλβανισμένες. Σήμερα τα εσωτερικά τοιχώματα επικαλύπτονται με ειδικό πλαστικό (τεφλόν).

**Το σύστημα διανομής του λιπάσματος**, που βρίσκεται στον πυθμένα του δοχείου, αποτελείται από μια ποδιά, ένα αναδευτήρα και το μηχανισμό, για την ρύθμιση της ποσότητας του λιπάσματος. Η ποδιά έχει τετράγωνες, κυκλικές, ωοειδείς και τριγωνικές θυρίδες σε κανονικές αποστάσεις σε όλο το μήκος της και βρίσκεται κάτω από τον πυθμένα του δοχείου έτσι, ώστε οι θυρίδες της να είναι κάτω ακριβώς από τις αντίστοιχες θυρίδες του πυθμένα του δοχείου. Η ρύθμιση της ποσότητας του λιπάσματος, που θα διασκορπιστεί γίνεται με κατάλληλη μετακίνηση της ποδιάς, οπότε αυξομειώνεται το άνοιγμα των θυρίδων.



Εικ.2.6

Η ποδιά μετακινείται με ένα μοχλό από την θέση του χειριστή, ο οποίος έτσι μπορεί να κλείνει εντελώς τις θυρίδες κατά τις νεκρές διαδρομές. Το μέγεθος του ανοίγματος της θυρίδας, που καθορίζει και την ποσότητα του λιπάσματος που θα πέσει, ρυθμίζεται από ένα δίσκο με αριθμητική κλίμακα.

Επάνω από τον πυθμένα του δοχείου υπάρχουν δύο αναδευτήρες με δύο πτερύγια· επάνω από κάθε θυρίδα υπάρχει ένα πτερύγιο για την ανάδευση και ένα για να διατηρείται συνεχής η ροή του λιπάσματος. Τόσο οι αναδευτήρες όσο και η ποδιά μπορούν να αφαιρούνται εύκολα, ώστε να γίνεται η συντήρηση του λιπασματοδιανομέα.

**Οι τροχοί στηρίξεως** του λιπασματοδιανομέα χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του και για την κίνηση του αναδευτήρα του. Οι άξονες των τροχών αποτελούν προεκτάσεις των στροφείων των αναδευτήρων. Κατά τη λίκανση οι τροχοί συνδέονται με τον άξονά τους με μοχλίσκους έτσι, ώστε η πλήμνη του τροχού με τους μοχλούς αυτούς να αποτελούν μια κασάνια για τη μετάδοση της κινήσεως. Για να διακοπεί η κίνηση των αναδευτήρων κατά τη μεταφορά του λιπασματοδιανομέα ανασηκώνονται με τα χέρια οι μοχλίσκοι και οι τροχοί κινούνται ελεύθερα.

## 2.β. Λιπασματοδιανομέας εφαρμογής του λιπάσματος σε μεγαλύτερη απόσταση από το πλάτος του

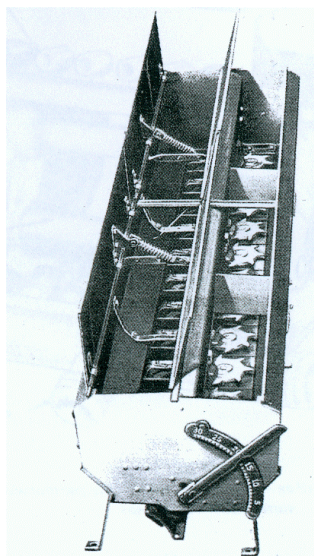
Οι λιπασματοδιανομείς αυτοί χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τους φυγοκεντρικούς λιπασματοδιανομείς οι οποίοι λειτουργούν σαν τις σπαρτικές μηχανές, για σπορά στα πεταχτά.

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τους πνευματικούς λιπασματοδιανομείς, των οποίων η διανομή του λιπάσματος δεν εξαρτάται από την ταχύτητα κίνησης του ελκυστήρα, τις ανωμαλίες του χωραφιού και την ολίσθηση των τροχών. Οι λιπασματοδιανομείς αυτοί εφαρμόζουν το λίπασμα με μεγάλη ακρίβεια και ομοιομορφία.

Οι λιπασματοδιανομείς αυτοί μπορεί να είναι φερόμενοι ή ημιφερόμενοι, αλλά τα λειτουργικά τους μέρη δεν διαφέρουν και είναι τα παρακάτω.

Το δοχείο το οποίο περιέχει το λίπασμα, είναι κατασκευασμένος έτσι ώστε να αδειάζει από κάτω και με αυτό τον τρόπο να επιτυγχάνεται η σταθερή ροή του λιπάσματος καθ' όλη την διάρκεια της λίπανσης. Στον πάτο του δοχείου υπάρχει ένα πλέγμα (σήτα) από το οποίο περνάει το λίπασμα και καθαρίζεται από τυχόν ξένα σώματα προτού φτάσει στους μετρητικούς μηχανισμούς. Υπάρχει μια σχετική ποικιλία στο μέγεθος του δοχείου σε συνάρτηση με το είδος του λιπασματοδιανομέα και μπορεί να είναι από 0,8 - 1,5 m<sup>3</sup>.

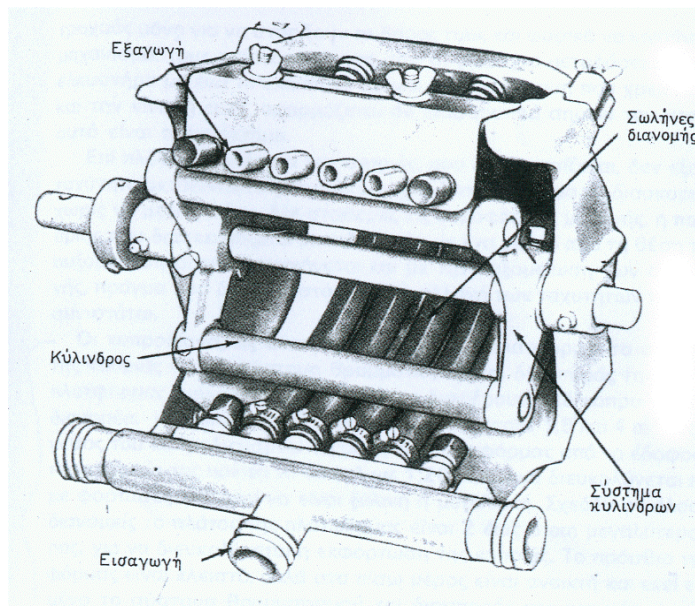
**Οι μετρητικοί μηχανισμοί** αποτελούνται από οδοντωτούς κυλίνδρους οι οποίοι βρίσκονται στις δυο πλευρές του πυθμένα του δοχείου του λιπάσματος. Κάθε κύλινδρος μπορεί να τροφοδοτεί, ανάλογα με το μήκος του, ένα ή περισσότερους αγωγούς διανομής του λιπάσματος. Οι κύλινδροι αυτοί παίρνουν συνήθως κίνηση από ένα ιδιαίτερο τροχό, ο οποίος κινείται στην επιφάνεια του εδάφους. Η επαφή του τροχού με το έδαφος ελέγχεται από το χειριστή (μηχανικά ή υδραυλικά), ώστε να μπορεί αυτός να διακόπτει τη λίπανση σε όλο το πλάτος του λιπασματοδιανομέα κατά τη μεταφορά του ή και σε ορισμένα σημεία του χωραφιού, προκειμένου να αποφεύγει διπλοκάλυψη. Η ποσότητα του λιπάσματος που διασκορπίζεται ανά στρέμμα ρυθμίζεται με ακρίβεια (0-150kg/στρέμμα) με την αυξομείωση της ταχύτητας περιστροφής των κυλίνδρων ή με την αυξομείωση του ανοίγματος των θυρίδων. Οι μετρητικοί μηχανισμοί κάθε πλευράς αφαιρούνται εύκολα με το άνοιγμα μιας ασφάλειας, για άδειασμα του λιπάσματος ή για καθαρισμό του δοχείου.



**Εικ. 2.5.**Εσωτερικό ενός λιπασματοδιανομέα, διακρίνονται οι μετρητικοί μηχανισμοί

**Ο ανεμιστήρας** είναι ενσωματωμένος στο λιπασματοδιανομέα και παίρνει κίνηση από το δυναμοδότη (P.t.o.) του ελκυστήρα. Το ισχυρό ρεύμα αέρα που παράγει μεταφέρει το λίπασμα από την είσοδο των αγωγών μεταφοράς και διανομής στα στόμια διασποράς του λιπάσματος. Για την αποτελεσματική λειτουργία του ανεμιστήρα, οι στροφές του δυναμοδότη του ελκυστήρα πρέπει να είναι αυτές που συνιστά ο κατασκευαστής του λιπασματοδιανομέα (540 ή 1.000) και να διατηρούνται σταθερές κατά τη λειτουργία του.

**Οι μονάδες διανομής** του λιπάσματος, φέρουν κατά μήκος τους σε αποστάσεις 60cm τα στόμια διασποράς, στα οποία καταλήγουν οι αγωγοί, που με τη βοήθεια του ρεύματος αέρα, μεταφέρουν το λίπασμα από τους μετρητικούς κυλίνδρους. Σε πλήρη ανάπτυξη, οι μονάδες διανομής, ανάλογα με το μέγεθος του λιπασματοδιανομέα, έχουν πλάτος εργασίας 10 έως 24 m. Κατά τη μεταφορά τους οι μονάδες αυτές διπλώνονται (μηχανικά ή υδραυλικά) από το έδαφος ή από τη θέση του χειριστή, ώστε το πλάτος τους να περιορίζεται στο πλάτος του ελκυστήρα. Κάθε μονάδα διανομής αποτελείται από δύο ή τρία τμήματα, τα οποία, κατά την εργασία, συγκρατούνται στη θέση τους με ελατήρια, ώστε όταν συναντήσουν κάποιο εμπόδιο κατά την εργασία στο χωράφι να υποχωρούν χωρίς να προκληθεί ζημιά.



Εικ.2.7

Στην έξοδο των στομίων διασποράς του λιπάσματος υπάρχουν ελάσματα ανακλάσεως. Για βασική λίπανση, όταν δηλαδή στο χωράφι δεν υπάρχουν αναπτυγμένα φυτά και το λίπασμα διασκορπίζεται στην επιφάνεια του εδάφους, τα στόμια τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε το λίπασμα να διασκορπίζεται προς τα κάτω. Για επιφανειακή λίπανση, τα στόμια τοποθετούνται έτσι ώστε να διασκορπίζουν το λίπασμα προς τα πάνω. Έτσι το λίπασμα μπορεί να διανεμηθεί σε καλλιέργειες μέχρι ύψος ενός μέτρου.

Η ροή του λιπάσματος προς τα στόμια διασποράς του λιπάσματος των διαφόρων τμημάτων των μονάδων διανομής ελέγχεται μηχανικά ή ηλεκτρικά από τη θέση του χειριστή, έτσι ώστε να μπορεί αυτός, ανάλογα με το πλάτος της λωρίδας του χωραφιού που λιπαίνεται, να τη διακόπτει από ορισμένα τμήματα της μονάδας, για να αποφύγει σφάλματα στην διανομή του λιπάσματος όπως διπλή κάλυψη ή κενά.

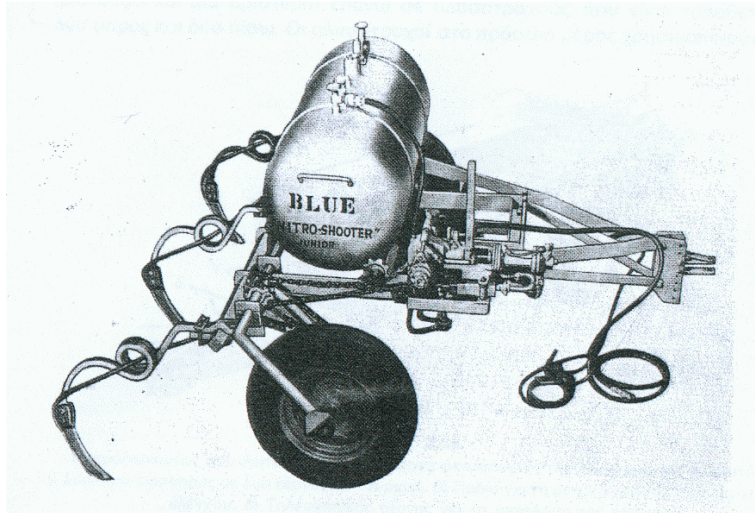
Στο σημείο αυτό χρειάζεται να τονισθεί ότι ο λιπασματοδιανομέας πρέπει να ελέγχεται, όπως και οι άλλοι λιπασματοδιανομείς που περιγράψαμε παραπάνω ως προς την ποσότητα του λιπάσματος που διασκορπίζεται στο στρέμμα.

## 2.γ. Λιπασματοδιανομέας που προσδένεται σε σπартικές μηχανές ή σκαλιστήρια

Οι λιπασματοδιανομείς του τύπου αυτού τοποθετούνται τις περισσότερες φορές πίσω από το δοχείο του σπόρου και η εφαρμογή του λιπάσματος γίνεται με αστεροειδής τροχούς που περιστρέφονται στον πυθμένα του

δοχείου του λιπάσματος και στέλνουν το λίπασμα στο σύστημα μεταφοράς, ενώ μια θυρίδα καθορίζει την ποσότητα που αφήνεται στο έδαφος.

Όταν χρησιμοποιούμε τη σπαρτική χειμερινών σιτηρών και κάνουμε παράλληλα λίπανση, το δοχείο της σπαρτικής είναι χωρισμένο σε δύο μέρη. Στο ένα μέρος τοποθετείται ο σπόρος ενώ στο άλλο το λίπασμα και η χωρητικότητα του δοχείου είναι από 100kg ως 200kg για κάθε μέτρο πλάτους σποράς της μηχανής.



Εικ.2.8

Και σε αυτή την περίπτωση η εφαρμογή του λιπάσματος γίνεται από αστεροειδείς τροχούς που περιστρέφονται στον πυθμένα του δοχείου και στέλνουν το λίπασμα στο σωλήνα μεταφοράς. Είναι φανερό ότι στις μηχανές του τύπου αυτού το λίπασμα διανέμεται στο ίδιο αυλάκι με το σπόρο, ενώ η ποσότητα εφαρμογής ρυθμίζεται και πάλι από θυρίδες.

Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι με τη χρήση των λιπασματοδιανομέων αυτού του τύπου πετυχαίνεται οικονομία χρόνου και χρημάτων, αφού δίνεται η ευκαιρία στον παραγωγό να επιτελέσει δύο εργασίες ταυτόχρονα.

### **3. Λιπασματοδιανομέας εφαρμογής λιπασμάτων που βρίσκονται σε υγρή ή αέρια μορφή**

Υπάρχουν είδη στερεών λιπασμάτων τα οποία μπορούν να αναμιχθούν με νερό και να δημιουργήσουν ένα υγρό διάλυμα. Επίσης υπάρχουν αέρια λιπάσματα τα οποία μπορούν να υγροποιηθούν και να χρησιμοποιηθούν με αυτή τη μορφή.

Όλα αυτά τα λιπάσματα ονομάζονται υγρά λιπάσματα και μπορούν,

είτε να τοποθετούνται δεξιά και αριστερά από το σπόρο ή τα φυτά (σπορά ή μεταφύτευση), είτε να γίνεται με αυτά ψεκασμός στο κοίλωμα των καλλιεργούμενων φυτών.

Η εφαρμογή των λιπασμάτων αυτού του είδους γίνονται με τρεις τρόπους:

1. Με την βαρύτητα.
2. Με την πίεση του αέρα.
3. Με αντλίες.

Οι μόνες περιπτώσεις που παρουσιάζουν κάποια μοναδικότητα είναι αυτές κατά τις οποίες γίνεται παράλληλα άρδευση και λίπανση.

Η κίνηση των λιπασματοδιανομέων αυτών είναι ίδια με των υπολοίπων και φυσικά η ταχύτητά τους πρέπει να είναι σταθερή. Εξαίρεση παρουσιάζεται στην περίπτωση που η αντλία παίρνει κίνηση από ένα τροχό που βρίσκεται στην επιφάνεια του εδάφους, οπότε η ποσότητα του εφαρμοζόμενου λιπάσματος είναι ανάλογη της ταχύτητας του λιπασματοδιανομέα.

Στους λιπασματοδιανομείς, οι οποίοι λιπαίνουν με την ενέργεια της βαρύτητας, ρυθμίζεται η ποσότητα του λιπάσματος χρησιμοποιώντας ακροφύσια με διαφορετική διάμετρο.

Τα ακροφύσια τροφοδοτούνται από το δοχείο του λιπάσματος, που βρίσκεται ψηλότερα από αυτά με ένα λαστιχένιο σωλήνα, ο οποίος εισέρχεται στο δοχείο από το επάνω μέρος και φθάνει έως τον πυθμένα του. Έτσι σχηματίζει ένα σιφώνιο. Το σιφώνιο αυτό συντελεί, ώστε η πίεση λειτουργίας του συστήματος και η ροή του λιπάσματος να διατηρείται σταθερότερη από ό,τι θα ήταν, αν το λάστιχο είχε συνδεθεί στον πυθμένα του δοχείου. Στους λιπασματοδιανομείς, που λειτουργούν με πίεση αέρα, χρησιμοποιείται ένας μικρός αεροσυμπιεστής και ένας ρυθμιστής πίεσεως, για να διατηρεί σταθερή την πίεση μέσα στο δοχείο, ανεξάρτητα από τη μεταβολή της θερμοκρασίας και της ποσότητας του λιπάσματος που υπάρχει στο δοχείο. Με τον τρόπο αυτό διατηρείται συνεχώς σταθερή η ροή του λιπάσματος.

Δύο είναι τα είδη λιπασματοδιανομέων με αντλίες:

- α) Αυτοί που λειτουργούν με γραναζωτές ή εμβολοφόρες αντλίες και
- β) αυτοί που λειτουργούν με αντλίες με εύκαμπτους λαστιχένιους σωλήνες.

Στις γραναζωτές αντλίες η ταχύτητα μετακινήσεως του λιπασματοδιανομέα πρέπει να διατηρείται σταθερή για την ομοιόμορφη ροή του υγρού λιπάσματος. Αντίθετα, όταν για την εφαρμογή του υγρού λιπάσματος χρησιμοποιείται εμβολοφόρος αντλία η αντλία με εύκαμπτους σωλήνες, η ροή του λιπάσματος διατηρείται σταθερή ανεξάρτητα από την ταχύτητα μετακινήσεως, γιατί οι αντλίες αυτές παίρνουν κίνηση από ένα τροχό, που κινείται στην επιφάνεια του εδάφους.

Η άνυδρη αμμωνία, που, όπως είναι γνωστό, είναι αέρια υπό κανονική θερμοκρασία και πίεση, μπορεί να υγροποιηθεί υπό κανονική πίεση στους  $-33^{\circ}\text{C}$  ή αν υποστεί μεγάλη πίεση.

Οι αγρότες την προμηθεύονται σε ειδικά δοχεία υπό πίεση 10 έως 20 ατμόσφαιρες, οπότε είναι υγροποιημένη. Η αμμωνία πρέπει να τοποθετείται μέσα στο έδαφος σε βάθος 12 έως 15 cm και αμέσως να σκεπάζεται. Η έγχυσή της επιτυγχάνεται με ένα είδος καλλιεργητή.

Επάνω στον καλλιεργητή αυτόν τοποθετείται ένα δοχείο υψηλής πίεσεως χωρητικότητας 300 έως 400 λίτρων. Η ποσότητα του λιπάσματος ρυθμίζεται με ένα ρυθμιστή πίεσεως παρακολουθώντας ένα μανόμετρο που υπάρχει στην έξοδο του ρυθμιστή. Η εισαγωγή του ρυθμιστή συνδέεται με το κάτω μέρος του δοχείου και η έξοδός του με ένα εύκαμπτο σωλήνα, που τοποθετείται πίσω από κάθε υνί του καλλιεργητή. Οι σωλήνες πρέπει να είναι λαστιχένιοι και υψηλής πίεσεως, ώστε να μην δημιουργείται πάγος και τους φράζει. Στο σωλήνα και μεταξύ του δοχείου και του ρυθμιστή τοποθετείται ένας διακόπτης, ο οποίος ανοιγοκλείνει από τη θέση του χειριστή, ώστε να διακόπτεται η ροή του λιπάσματος κατά τις νεκρές διαδρομές. Μεγάλη προσοχή χρειάζεται κατά τη χρησιμοποίηση της άνυδρης αμμωνίας, γιατί μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα ακόμη δε και το θάνατο.

#### **4. Κοπροδιανομέας**

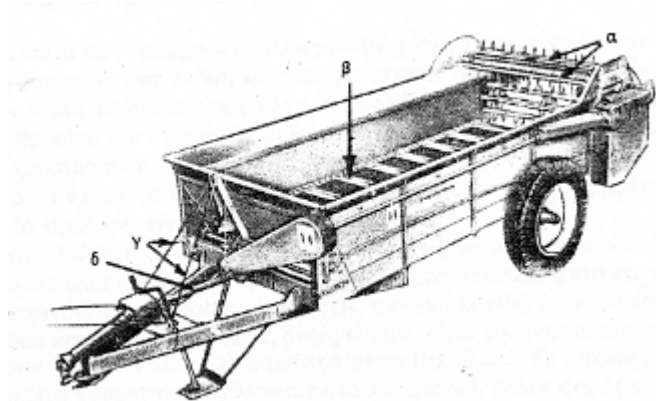
Η βασική εργασία που επιτελείται με τη χρήση του κοπροδιανομέα, είναι η μεταφορά και ο διασκορπισμός στερεάς κοπριάς στον αγρό. Οι περισσότεροι κοπροδιανομείς διαθέτουν δύο τροχούς, ενώ το πρόσθιο τμήμα τους στηρίζεται στον ελκυστήρα.

Πολλοί κοπροδιανομείς παίρνουν την κίνησή τους από τον δυναμοδοτικό άξονα (P.t.o.) του ελκυστήρα με διάφορους μηχανισμούς που διαθέτουν και με έναν τηλεσκοπικό άξονα ο οποίος μεταφέρει την ισχύ του ελκυστήρα. Με αυτόν τον τρόπο όχι μόνο χρησιμοποιούν τις ρόδες τους για στήριξη και κίνηση αλλά επίσης η δύναμη έλξης εφαρμόζεται σε πολλά διαφορετικά σημεία του κοπροδιανομέα, γεγονός κίνησης από τους τροχούς στηρίξεως. Οι τελευταίοι υστερούν αφού με τους τροχούς τους πρέπει να κινούν τον κοπροδιανομέα αλλά ταυτόχρονα να κινούν και τους μηχανισμούς του, πράγμα που σημαίνει ότι η διασκόρπιση της κοπριάς δε θα είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από την ταχύτητα κίνησης του ελκυστήρα.

Οι κοπροδιανομείς αποτελούνται από την πλατφόρμα, το σύστημα μεταφοράς της κοπριάς και το σύστημα θρυμματισμού και διασποράς της. Οι διαστάσεις της διασκόρπιση πλατφόρμας (μήκος, πλάτος και ύψος) διαφέρουν από κοπροδιανομέα σε κοπροδιανομέα. Η χωρητικότητά τους κυμαίνεται μεταξύ 1,5 και 4 m<sup>3</sup> ανάλογα με το μέγεθος του κοπροδιανομέα. Το ύψος της



πλατφόρμας από το έδαφος έως το ψηλότερο σημείο της πρέπει να είναι 1 ως 1,20 m, για να διευκολύνεται η φόρτωσή του με φορτωτές. Μπορεί να είναι ξύλινη ή μεταλλική. Σχεδόν σε όλους τους κοπροδιανομείς το πλάτος της πλατφόρμας είναι 2 έως 5 cm μεγαλύτερο στο πίσω μέρος, για να διευκολύνεται η εκφόρτωση της κοπριάς. Το πρόσθιο τμήμα της πλατφόρμας είναι κλειστό, αλλά στο πίσω μέρος είναι ανοικτή και εκεί είναι τοποθετημένο το σύστημα θρυμματισμού και διασποράς της κοπριάς.



Εικ.2.9. Κοπροδιανομέας

Η μεταφορά της κοπριάς προς τα πίσω γίνεται με μια ισχυρή μεταφορική ταινία. Η μεταφορική ταινία αποτελείται από αλυσίδες, μεταλλικές ράβδους, άξονες και αλυσοτροχούς. Οι αλυσίδες τοποθετούνται κατά μήκος της πλατφόρμας (μια δεξιά και μια αριστερά) επάνω σε αλυσοτροχούς, που είναι τοποθετημένοι δύο μπρος και δύο πίσω. Οι αλυσοτροχοί στο πρόσθιο μέρος χρησιμοποιούνται για το τέντωμα της αλυσίδας. Οι πίσω χρησιμοποιούνται για την κίνηση της μεταφορικής ταινίας. Κατά διαστήματα μεταξύ των δύο αλυσίδων υπάρχουν σιδηρογωνίες με την ψηλότερη πλευρά να βλέπει προς τα πίσω. Οι γωνίες αυτές στερεώνονται, σταθερά στην αλυσίδα σε ειδικές θηλιές. Με την περιστροφή των κινητηρίων αλυσοτροχών προκαλείται μια αργή αλλά συνεχής μετακίνηση προς τα πίσω των σιδηρογωνιών, οι οποίες παρασύρουν την κοπριά προς το πίσω μέρος της πλατφόρμας.

Το σύστημα διασποράς στο πίσω μέρος του κοπροδιανομέα αποτελείται από δύο άξονες με δόντια και μια πτερωτή με μεγάλα πτερύγια. Οι άξονες με τα δόντια περιστρέφονται κατά φορά αντίθετη προς τη φορά περιστροφής των τροχών. Με την περιστροφή τους θρυμματίζουν την κοπριά και τη διασκορπίζουν. Η πτερωτή στο πίσω μέρος βοηθά στο να διασκορπίζεται η κοπριά πιο ομοιόμορφα και σε μεγαλύτερο πλάτος.

Εκτός από την διασκορπίση της κοπριάς ο κοπροδιανομέας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εργασίες, όπως στη μεταφορά διάφορων γεωργικών προϊόντων, καθώς και στην κτηνοτροφία με τη μεταφορά και διανομή διαφόρων ενσιρωμένων τροφών στα ζώα.

## **ΣΤ. ΑΡΔΕΥΣΗ**

Η λίπανση εφαρμόζεται πριν τη φύτευση για την αναπλήρωση εκείνων των θρεπτικών στοιχείων που απορροφήθηκαν από την προηγούμενη καλλιέργεια και βρίσκονται στην ελάχιστη ποσότητα στο έδαφος. Εφαρμόζεται επίσης και κατά την διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών, για την προσθήκη των επιπλέον θρεπτικών στοιχείων και την βελτιστοποίηση της απόδοσής τους.

Όμως το λίπασμα που προστίθεται δεν είναι δυνατόν να ενσωματωθεί στο έδαφος χωρίς την παροχή νερού. Το νερό υγροποιεί και διαλύει το λίπασμα, σχηματίζοντας έτσι υγρά διαλύματα, τα οποία είναι πιο ευπρόσληπτα από τα φυτά και επενεργούν κατευθείαν στην ρίζα, κατά την απορρόφηση του νερού. Από την ρίζα τα λιπάσματα απορροφώνται και οδηγούνται στα διάφορα μέρη του φυτού για τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα.

Έτσι λοιπόν εκτός από την εφίδρωση των φυτών, το αρδευτικό νερό βοηθάει και στη λίπανση αυτών και αποτελεί ίσως το πιο σημαντικό μέρος για μια καλλιέργεια, αφού η απουσία του δεν επιτρέπει στα φυτά να αναπτυχθούν. Για να γίνει κατανοητό πώς γίνεται η λίπανση των καλλιεργειών ταυτόχρονα με την άρδευση θα αναφερθούν πρώτα οι μέθοδοι άρδευσης.

## **Z. ΤΡΟΠΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ**

Έχουν αναπτυχθεί σήμερα πολλοί τρόποι άρδευσης οι οποίοι θα αναπτυχθούν παρακάτω και συνοπτικά είναι:

- α). Επιφανειακή άρδευση-
- β). Άρδευση με τεχνητή βροχή
- γ). Άρδευση με σταγόνες.

### **1. Επιφανειακή άρδευση**

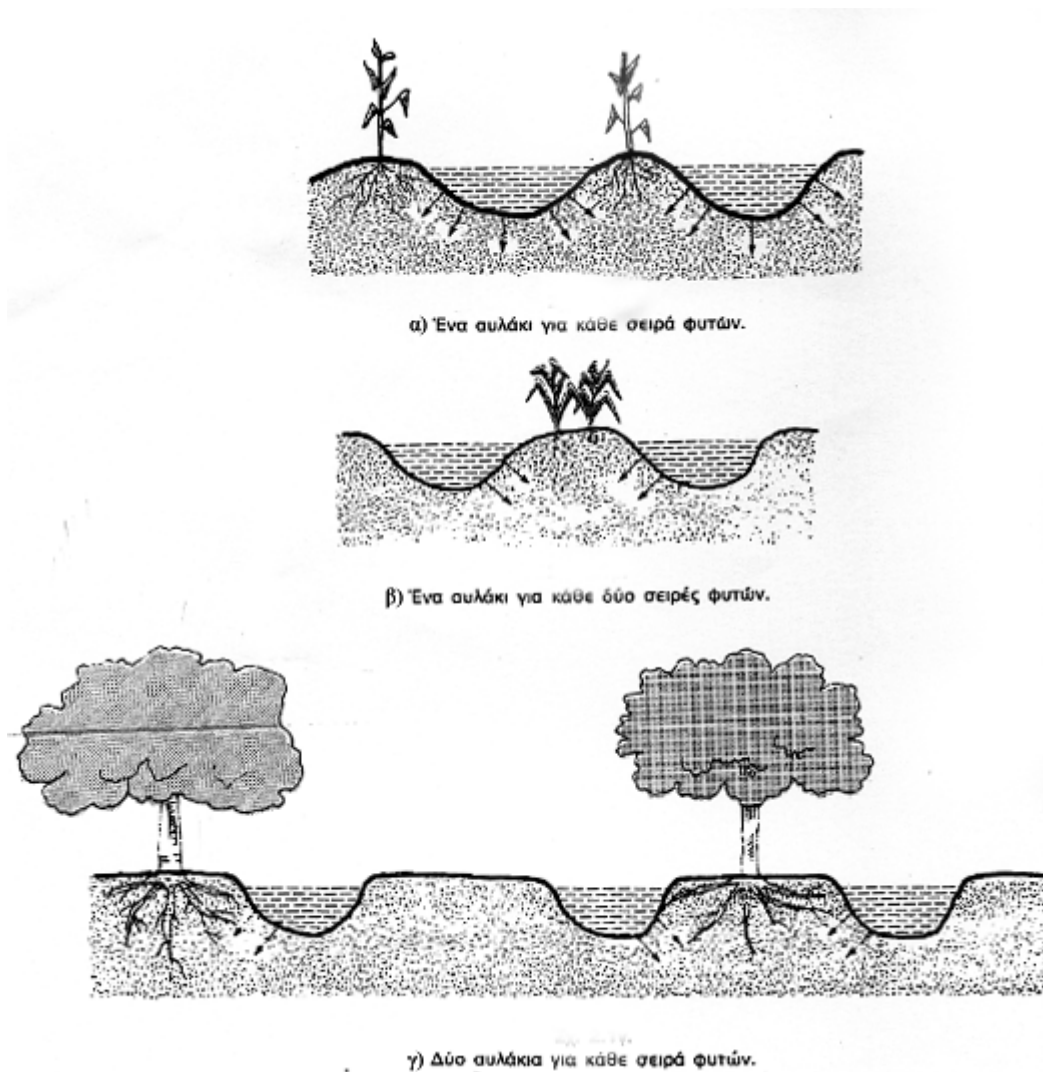
Ανάλογα με τον τρόπο παροχέτευσης νερού η μέθοδος αυτή διακρίνεται σε: *άρδευση με αυλάκια, άρδευση με λωρίδες, άρδευση με κατάκλιση.*

Η επιφανειακή άρδευση γίνεται με αγωγούς διάφορων μορφών, Η μεταφορά του νερού γίνεται κυρίως με *ανοικτούς αγωγούς* χωρίς να

αποκλείεται και η χρήση κλειστών αγωγών ανάλογα με τις συνθήκες.<sup>1</sup>

### 1.α Επιφανειακή άρδευση με αυλάκια

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε μικρές περιοχές και γίνεται με αυλάκια που φτιάχνονται ανάμεσα στις γραμμές των φυτών. Τα αυλάκια αυτά ακολουθούν την κλίση του εδάφους για να μη γίνεται διάβρωση. Προσπαθούμε να γίνεται ομοιόμορφη διήθηση του νερού γιατί έτσι μειώνονται οι απώλειες λόγω βαθιάς διήθησης.



Εικ.2.10. Σχηματική παράσταση διαφόρων μεθόδων εφαρμογής της επιφανειακής άρδευσης με αυλάκια.

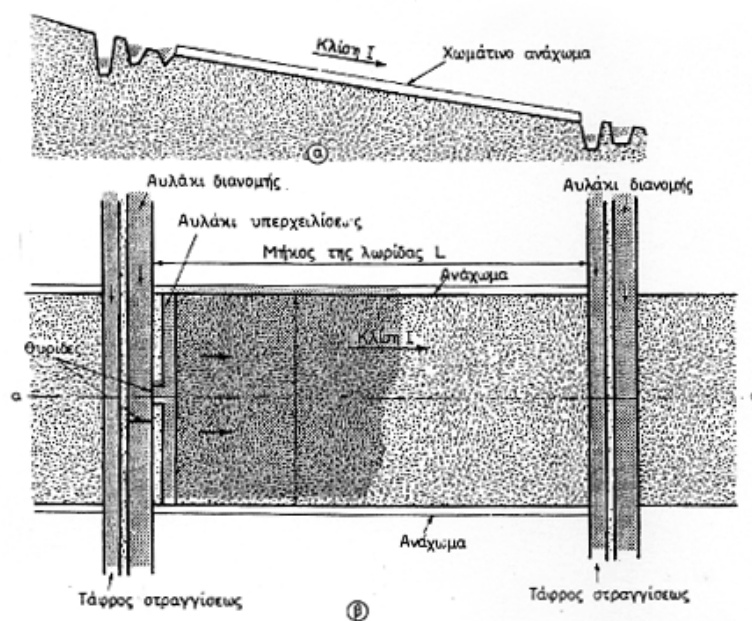
Για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη

<sup>1</sup> Οι ανοικτοί αγωγοί ονομάζονται διώρυγες· ανάλογα με τη σημασία τους στο σύστημα ονομάζονται πρωτεύουσες, δευτερεύουσες, τριτεύουσες. Η διώρυγα που τροφοδοτεί την πρωτεύουσα ονομάζεται κύρια προσαγωγός διώρυγα.

ορισμένοι παράγοντες όπως το βάθος του εδάφους και του ριζικού συστήματος των φυτών, η βασική διηθητικότητα του εδάφους και η ποσότητα νερού για κάθε αυλάκι. Θα πρέπει ακόμα να λαμβάνονται υπόψη η κλίση του αυλακιού και το μήκος αυτού.

### 1.β. Επιφανειακή άρδευση με λωρίδες μεταξύ παραλλήλων αναχωμάτων.<sup>2</sup>

Εδώ το νερό ρέει σε λεπτό στρώμα και ακολουθεί την εδαφική κλίση και συγχρόνως διηθείται (σχήμα 2.11 ).



Εικ.2.11.α) Τομή λωρίδας α-α', β) Κάτοψη λωρίδας

Με τη βοήθεια θυρίδων οδηγείται σ' ένα βοηθητικό αυλάκι που όταν γεμίσει, το νερό υπερχειλίζει στη λωρίδα από την αρχή έως το τέλος. Στραγγιστική τάφος προβλέπεται για τα πλεονάζοντα νερά. Η άνω πλευρά της λωρίδας είναι οριζόντια και η κλίση του εδάφους ομοιόμορφη σε όλο το μήκος. Τα αναχώματα έχουν τραπεζοειδή μορφή και διάφορες διαστάσεις. Οι διαστάσεις της λωρίδας είναι ανάλογη με τη μηχανική σύσταση του εδάφους, την κλίση του εδάφους και το ύψος του νερού που πρέπει να δοθεί στον αγορά

### 1.γ. Επιφανειακή άρδευση με κατάκλιση

Κατά τη μέθοδο επιφανειακής άρδευσης με κατάκλιση,

<sup>2</sup> Η μέθοδος εφαρμόζεται για άρδευση λειμώνων μηδικής τριφυλλιών και γενικά για πικνές καλλιέργειες.

πραγματοποιείται κάλυψη του εδάφους με ένα στρώμα νερού ποικίλου πάχους ανάλογα με τον εδαφολογικό τύπο, το είδος της καλλιέργειας κλπ. Το νερό εφαρμόζεται και αφήνεται μέχρι να διηθηθεί στο επιθυμητό βάθος, το οποίο προκαθορίζεται και εξαρτάται από το βάθος του ριζικού συστήματος των φυτών.

#### **1.δ. Άρδευση με κατάκλιση και Λίπανση**

Κατά τη μέθοδο άρδευσης με κατάκλιση μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα λιπάσματα και να γίνει εφαρμογή υδρολίπανσης. Τα λιπάσματα αυτά πρέπει να εφαρμόζονται σε αρκετά μεγάλες ποσότητες, έτσι ώστε μετά από κάθε άρδευση μια μεγάλη ποσότητα από αυτά να παραμένει στο έδαφος.

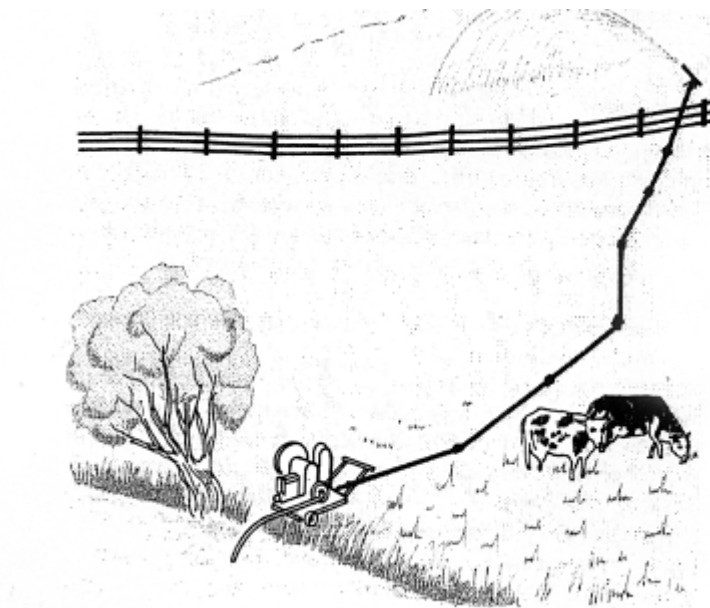
Επειδή μπορεί να έχουμε απώλειες κατά την εφαρμογή της κατάκλισης π.χ. πρέπει να εκκενώσουμε τις λεκάνες, χωρίς να έχει απορροφηθεί το νερό πλήρως, λόγω βροχοπτώσεων που αυξάνουν την ποσότητα νερού μέσα σε αυτές, πρέπει να διασφαλίζουμε ότι τα φυτά θα πάρουν τις θρεπτικές ουσίες που χρειάζονται. Για το λόγο αυτό πρέπει να εφαρμόζουμε μεγαλύτερες ποσότητες λιπασμάτων, κάτι που είναι όμως πολύ δαπανηρό και ασύμφορο.

## **2. Καταιονισμός ή τεχνητή βροχή**

Η άρδευση με τεχνητή βροχή είναι μια σχετικά σύγχρονη μέθοδος άρδευσης. Η εφαρμογή του νερού κατά τη μέθοδο αυτή γίνεται υπό μορφή βροχής, ενώ το νερό διηθείται στο έδαφος με μεγαλύτερη ομοιομορφία, απ' ό,τι στην επιφανειακή άρδευση.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>Η ιστορία της τεχνητής βροχής ξεκινάει στη Ρωσία κάπου στο 1875-1880, όπου δημοσιεύονται τα πρώτα πειράματα. Στην Ευρώπη η μέθοδος εισάγεται στις αρχές του περασμένου αιώνα από τους Γερμανούς, ενώ αργότερα ακολουθούν οι Ιταλοί (1927) και πολύ αργότερα οι Έλληνες (1957). Η μέθοδος γενικότερα αναπτύσσεται αλματωδώς μετά τον Β' παγκόσμιο πόλεμο. Σήμερα στην Ελλάδα οι παραγωγοί προτιμούν αυτή τη μέθοδο, αφού τα πλεονεκτήματά της είναι πολλά σε σχέση με τα μειονεκτήματά της.



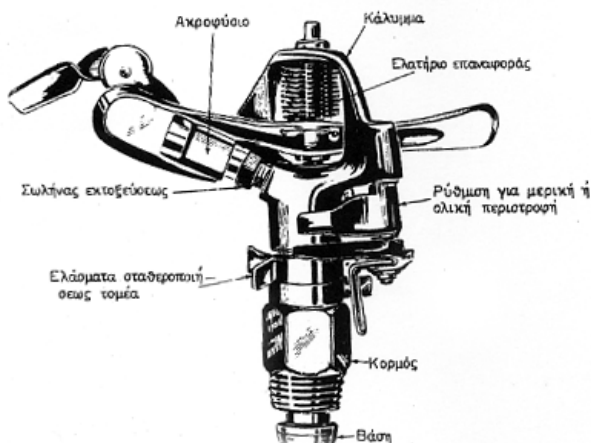
Εικ.2.12. Απλή διάταξη ατομικού συγκροτήματος τεχνητής βροχής

## 2.α. Το σύστημα της τεχνητής βροχής

Το σύστημα της τεχνητής βροχής αποτελείται από:

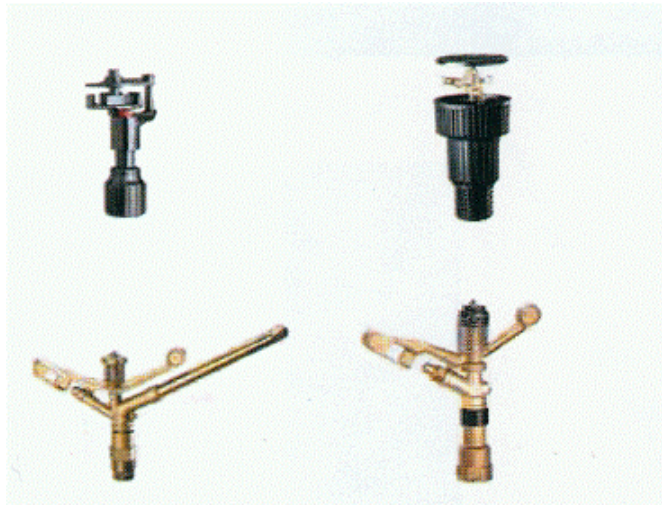
- α. τον εκτοξευτήρα
- β. τις σωληνώσεις
- γ. το αντλητικό συγκρότημα

2.α.1 Ο εκτοξευτήρας που είναι συσκευή παροχής νερού στα φυτά υπό μορφή βροχής. Η περιστροφή του εκτοξευτήρα γίνεται με την ενέργεια που παρέχεται από την κίνηση του νερού (σχήμα 2.13 ).



Εικ.2.13. Εκτοξευτήρας

Οι εκτοξευτήρες διακρίνονται σε εκτοξευτήρες χαμηλής πίεσης, μέσης πίεσεως και υψηλής πίεσης.



Εικ. 2.14. Διάφοροι τύποι εκτοξευτήρων

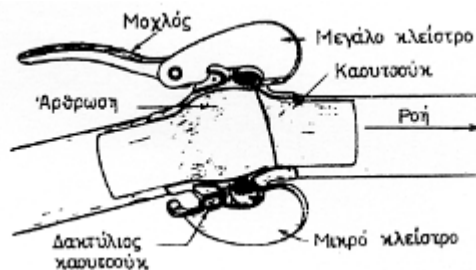
### 2.α.2 Σωληνώσεις:

Οι σωληνώσεις του συστήματος τεχνητής βροχής χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: α) τις μόνιμες και β) τις κινητές.

Οι μόνιμες σωληνώσεις είναι συνήθως υπόγειες και κατασκευάζονται από μέταλλο, αμιαντοτσιμέντο ή πλαστικό.

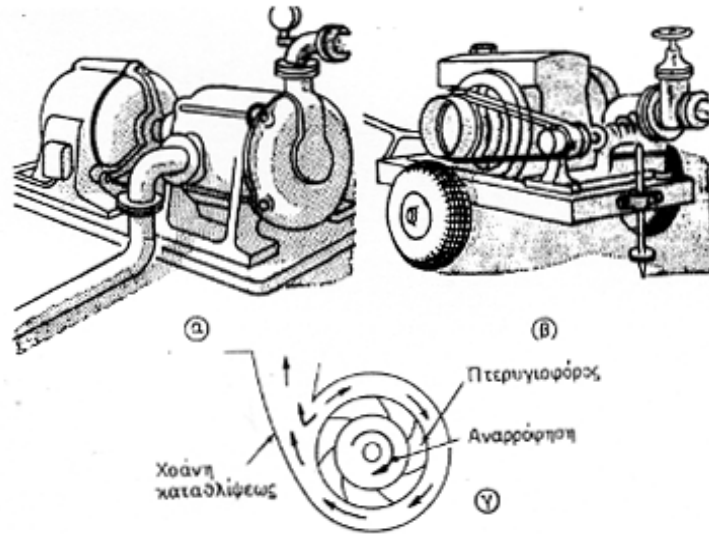
Οι κινητές σωληνώσεις, αντίθετα τοποθετούνται στην επιφάνεια του εδάφους και είναι κατασκευασμένες συνήθως από PVC ή αλουμίνιο. Λόγω των συνεχών αλλαγών της θέσης τους πρέπει να συνδέονται, και να αποσυνδέονται εύκολα, γι' αυτό το λόγο πρέπει να είναι ελαφριές ενώ το μέσο μήκος τους είναι 6m.

Ειδικοί σύνδεσμοι οι οποίοι ονομάζονται ταχυσύνδεσμοι, χρησιμοποιούνται για τη σύνδεσή τους.



Εικ.2.15.Κλασικός ταχυσύνδεσμος

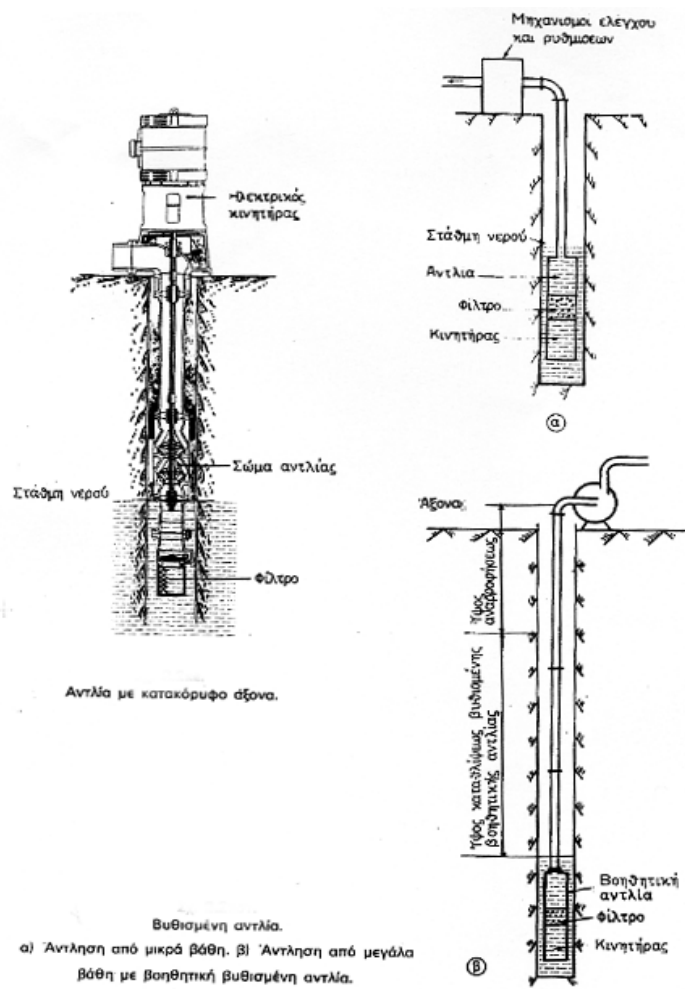
### 2.α.3. Το αντλητικό συγκρότημα:



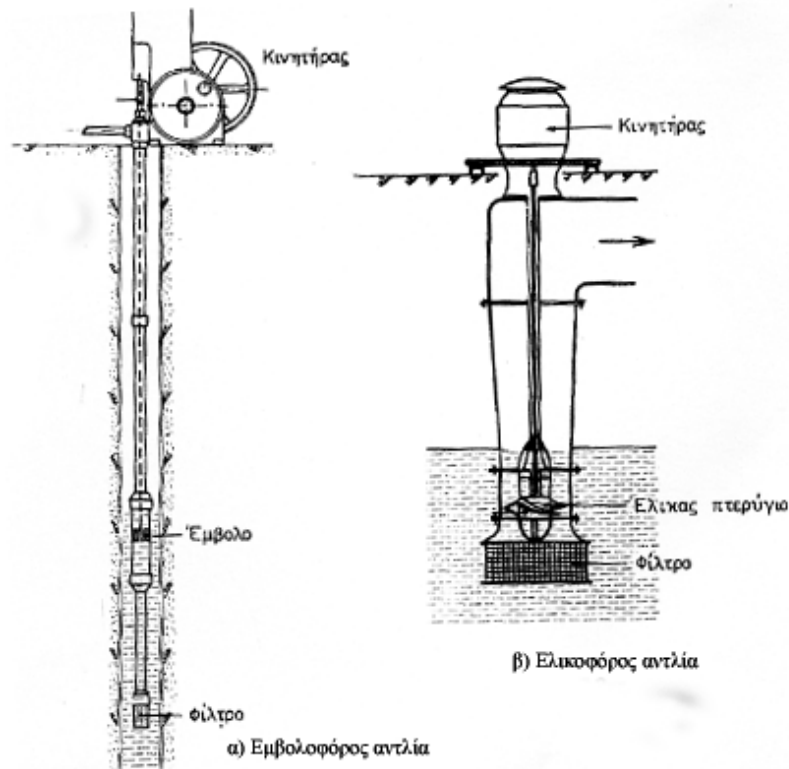
**Εικ.2.16.** Φυγόκεντρη αντλία επιφανείας. α) Μόνιμη, β) κινητή, γ) Παράσταση της ροής σε φυγόκεντρη αντλία.

**Το αντλητικό συγκρότημα** μπορεί να είναι μόνιμοι ή κινητό και αποτελείται από την αντλία, το σωλήνα αναρρόφησης και τον κινητήρα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αντλιών που διαφέρουν ως προς την θέση τους σε σχέση με την ελεύθερη επιφάνεια του νερού και τον τρόπο λήψης της κίνησής τους. Αυτές είναι οι φυγόκεντρες. Οι εμβολοφόρες και οι ελικοφόρες όπως περιγράφονται από τα παρακάτω σχήματα. Οι κινητήρες είναι τα μέσα από τα οποία οι αντλίες λαμβάνουν την απαραίτητη ενέργεια για να λειτουργήσουν.





Εικ. 2.17. Διάφοροι τύποι κατακόρυφων αντλιών



Εικ.2.18. Εμβολοφόρες και ελικοφόρες αντλίες

Οι κινητήρες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τους κινητήρες ΜΕΚ και στους ηλεκτροκινητήρες.

### 1. Θερμικοί κινητήρες (Μ.Ε.Κ.)

Οι θερμικοί κινητήρες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες στους βενζινοκινητήρες και τους πετρελαιοκινητήρες. Η ψύξη των θερμικών κινητήρων εξασφαλίζεται με κυκλοφορία αέρα ή νερού. Οι πετρελαιοκινητήρες γενικά χαρακτηρίζονται ως κινητήρες μικρής ταχύτητας από 800 έως 1500 στροφές το λεπτό, που χάρη στην τεχνική πρόοδο φθάνουν και μέχρι 3500 στροφές το λεπτό. Για αρδευτική χρήση είναι προτιμότερο οι κινητήρες 1500-2000 στροφών. Ο κινητήρας δεν πρέπει να λειτουργεί για πολύ χρόνο στην τιμή της μέγιστος ισχύος του. Πρέπει να εφοδιασμένος με καλό φίλτρο αέρα, να λιπαίνεται κανονικά και να είναι αδιάβροχος. Επίσης πρέπει να φέρει τα απαραίτητα όργανα ασφάλειας.

### 2. Ηλεκτρικοί κινητήρες

Αυτοί οι κινητήρες είναι πιο πρακτικοί από τους θερμικούς και η χρησιμοποίησή τους εξαρτάται κυρίως από την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι απλοί, ανθεκτικοί, με συντελεστή αποδόσεως 90-92%. Δεν έχουν,

πρακτικά, ανάγκη συντηρήσεως και η διάρκεια λειτουργίας τους μπορεί να φθάσει στις 40.000 ώρες, ενώ η σύνδεσή τους με τον άξονα της αντλίας είναι εύκολη και μπορεί να γίνει και οριζόντια και κατακόρυφα, χωρίς να επηρεάζεται η λειτουργία τους. Το ηλεκτρικό ρεύματα πρέπει να είναι τριφασικό.

Ο σωλήνας αναρρόφησης συνδέει την αντλία με την πηγή του νερού και μπορεί να είναι μεταλλικός ή πλαστικός ανάλογα με την φύση του δικτύου (μόνιμο ή κινητό).

## **2.β. Χορηγούμενη ποσότητα νερού σε κάθε άρδευση**

Η χορηγούμενη ποσότητα νερού σε κάθε άρδευση εξαρτάται:

- α. Το είδος του εδάφους (διήθηση κλπ)
- β. το είδος του φυτού
- γ. Η υπάρχουσα υγρασία στο έδαφος

Εκείνο που πρέπει να τονίσουμε περισσότερο είναι όταν το ωριαίο ύψος νερού είναι μεγαλύτερο της βασικής διηθητικότητας του εδάφους τότε παρατηρείται απορροή αυτού με τις γνωστές δυσμενείς επιπτώσεις στο έδαφος και στο φυτό.

## **2.γ. Επίδραση της τεχνητής βροχής στα φυτά**

α. Μηχανικές ζημιές: Αυτές αναφέρονται κυρίως στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης καλλιεργειών και προκαλούνται από το μέγεθος των σταγονιδίων.

β. Ανάπτυξη ασθενειών. Υπάρχουν καλλιέργειες όπως το αμπέλι, μαρούλι και διάφορα λαχανικά όπου με τη διαβροχή του φυλλώματος αναπτύσσονται μυκητολογικές ασθένειες γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται ο καταιονισμός.

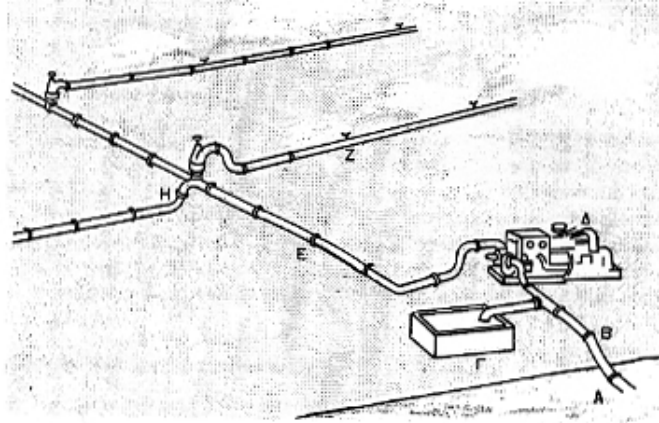
γ. Χημικές: Αυτές αναφέρονται στην ποιότητα του αρδευτικού νερού και κυρίως στην αλατότητα και στην ύπαρξη φυτοτοξικών ιχνοστοιχείων σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Στις περιπτώσεις αυτές παρατηρείται καταστροφή των φύλλων υπό μορφή νεκρωτικών κηλίδων και καταστροφή της καλλιέργειας.

Η τεχνητή όμως βροχή έχει ευνοϊκές επιδράσεις που συνοψίζονται:

1. Καθαρίζεται από σκόνες η φυλλική μάζα του φυτού και συνεπώς η απόφραξη των στομάτων για την καλή λειτουργία της φωτοσύνθεσης.

2. Αυξάνει τη σχετική υγρασία αέρος με συνέπεια τον περιορισμό της διαπνοής και κατά συνέπεια τον περιορισμό της υδατοκαταλάνωσης.

## 2.δ Λίπανση κατά την εφαρμογή άρδευσης με τεχνητή βροχή



**Εικ. 2.19.** Λίπανση με αρδευτικό συγκρότημα τεχνητής βροχής. α) Πηγή νερού, β) Αναρροφητικός σωλήνας, γ) Δοχείο λιπασματοδιαλύματος, δ) Αντλητικό συγκρότημα, ε) Σωληνώσεις, ζ) Βάννα ρύθμισης της ροής, στ) Λιπασματοδιανομέας.

Πολλές φορές τα συστήματα άρδευσης με τεχνητή βροχή χρησιμοποιούνται και για τη λίπανση της καλλιέργειας.<sup>4</sup> Τα κυριότερα είδη λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται, είναι τα υδροδιαλυτά λιπάσματα Ν και Κ, ενώ τα λιπάσματα Ρ χρησιμοποιούνται σπάνια, αφού είναι εν μέρει διαλυτά στο νερό και επειδή μπορούν να προστίθονται κατά τη σπορά και τη φύτευση.

Το άζωτο σε πολλές μορφές του είναι το πιο κατάλληλο λίπασμα για εφαρμογή κατά την άρδευση. Παρόλο που το άζωτο πρέπει να προστίθεται κατά τη σπορά ή τη φύτευση, ο τρόπος εφαρμογής του μέσω της άρδευσης, την περίοδο της μεγαλύτερης ανάπτυξης των φυτών, δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα.

Όταν τα λιπάσματα εφαρμόζονται μέσω του δικτύου της τεχνητής βροχής, θα πρέπει πρώτα το σύστημα να έχει λειτουργήσει για αρκετή ώρα, έτσι ώστε το έδαφος να είναι βρεγμένο και η απορρόφηση του λιπάσματος να είναι μέγιστη.

Ο χρόνος που απαιτείται για τη διάλυση του λιπάσματος μέσα στο νερό, εξαρτάται τόσο από την ποσότητα του, όσο και από την πυκνότητά του, αλλά σε γενικές γραμμές δεν πρέπει να είναι μικρότερος των 30 λεπτών.

Συνήθως το λίπασμα προστίθεται στο δίκτυο μετά την τοποθέτηση της

<sup>4</sup> Υπάρχουν πολλοί τρόποι για την εφαρμογή του λιπάσματος μέσω του δικτύου της τεχνητής βροχής και η διαδικασία είναι απλή, στην περίπτωση που υπάρχει φυγόκεντρη ή οριζόντια αντλία.

γραμμής των εκτοξευτήρων, αλλά μπορεί να προστεθεί οποιαδήποτε στιγμή, αρκεί το δίκτυο να καθαριστεί και να εκπλυθεί επαρκώς μετά την λίπανση.

Η εισαγωγή του διαλύματος από το σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας θα ήταν αρκετά εύκολη υπόθεση. Στην περίπτωση αυτή όμως το λίπασμα θα περνάει μέσα από την αντλία και μπορεί να προκαλέσει οξειδώσεις στην φτερωτή και σε άλλα μέρη της. Στην περίπτωση που γίνεται χρήση μιας στροβιλαντλίας βαθέων φρεάτων, το διάλυμα θα πρέπει να εισέρχεται στο δίκτυο της άρδευσης μέσω του σωλήνα κατάθλιψης της αντλίας, κάτι όμως που χρειάζεται μια ειδική συσκευή.

Η ποσότητα του λιπάσματος που χρειάζεται να προστεθεί στο δίκτυο υπολογίζεται ως εξής:

**Παράδειγμα.** Έστω ότι η περιοχή που αρδεύεται από μια γραμμή άρδευσης έχει μήκος 180 m. και ότι η γραμμή μετατοπίζεται ανά 20m., τότε η επιφάνεια του εδάφους που αρδεύεται, για κάθε θέση της γραμμής άρδευσης, είναι:

$$180 \bullet 20 = 3600 \text{ m}^2 = 3,6 \text{ στρ.}$$

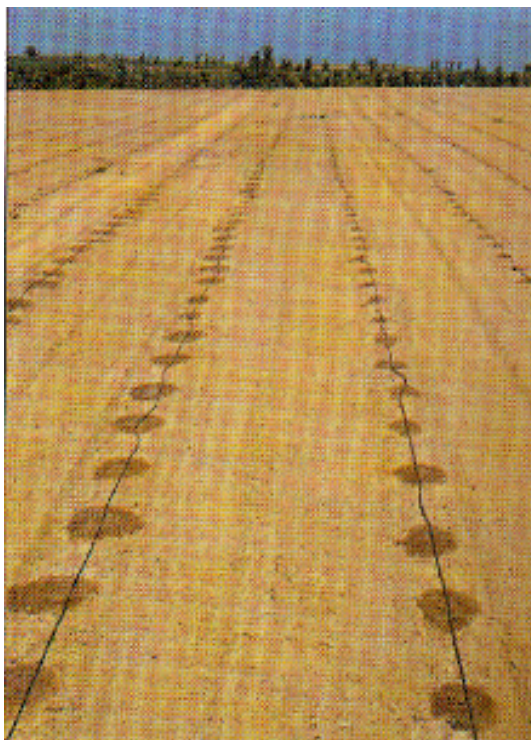
Στην περίπτωση που το λίπασμα που απαιτείται για κάθε εφαρμογή είναι 35 kg/στρ. τότε η ποσότητα του λιπάσματος που θα εφαρμόζεται μέσω του συστήματος της τεχνητής βροχής, για κάθε θέση της γραμμής άρδευσης υπολογίζεται και είναι:

$$35\text{kg/στρ} \bullet 3,6 \text{ στρ.} = 126 \text{ Kg.}$$

### 3. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Η ιστορία της στάγδην άρδευσης ξεκινά από το 1899 στη Γερμανία, όπου πραγματοποιούνται τα πρώτα πειράματα. Όμως στο αρχικό αυτό στάδιο η στάγδην άρδευση είναι συνυφασμένη με την υπόγεια άρδευση. Από τότε περνούν πολλά χρόνια συνεχών προσπαθειών και πειραμάτων και το 1960 το Ισραήλ μία χώρα που μαστίζεται από την ακαταλληλότητα του αρδευτικού νερού θέτει τις βάσεις για μια σοβαρότερη προσέγγιση της μεθόδου αυτής.



Εικ.2.20. Αρδευόμενο έδαφος, υπό στάγδην άρδευση

### 3.α Γενικά

Η μέθοδος της άρδευσης με σταγόνες ή στάγδην άρδευσης είναι μία παραλλαγή της τεχνητής βροχής, αφού το νερό κυκλοφορεί μέσα στους σωλήνες υπό πίεση, χωρίς να έχει σημασία ο μηδενισμός της πίεσης όταν αυτό φτάσει στους σταλακτήρες.

Με τη μέθοδο αυτή, γίνεται εφαρμογή του αρδευτικού νερού, σε μορφή σταγόνων, στην περιοχή του κύριου ριζοστρώματος των φυτών. Στην τεχνική αυτή οι ανάγκες των φυτών σε νερό ικανοποιούνται με μικρές και συχνές δόσεις νερού.

Η τοποθέτηση των σταλακτήρων γίνεται κατά μήκος πλαστικών σωλήνων με μικρή διάμετρο και ο αριθμός τους είναι ανάλογος των φυτωρίων. Όπως προαναφέρθηκε η κυκλοφορία του νερού μέσα στους σωλήνες γίνεται υπό πίεση, η οποία δημιουργείται στο σύστημα από φυγόκεντρη αντλία ή σε μερικές περιπτώσεις, αλλά αυτό δεν συνηθίζεται, από υπερυψωμένη δεξαμενή τοποθετημένη στο πιο ψηλό σημείο του αγρού.

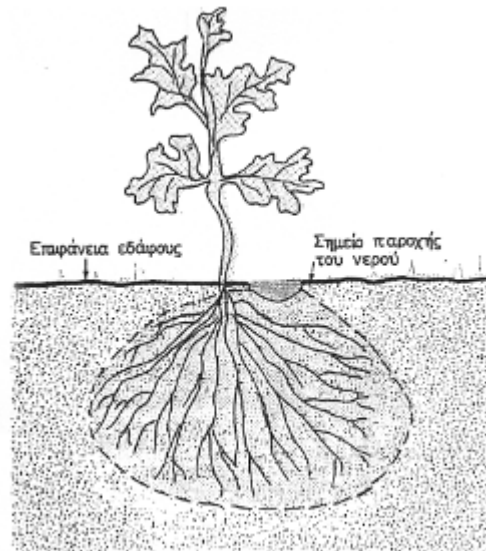
Κατά τη χρήση της στάγδην άρδευσης επιτυγχάνεται μια τρισδιάστατη κίνηση του νερού, δηλαδή μία κίνηση κατά μήκος, πλάτος και βάθος του κύριου ριζοστρώματος των φυτών, τη στιγμή που η άρδευση με αυλάκια είναι δισδιάστατη (κατακόρυφη και πλευρική) και η κατάκλιση είναι μονοδιάστατη (κατακόρυφη). Η εικόνα δείχνει έναν αγρό ο οποίος αρδεύεται με σταγόνες.

Γενικά, η μέθοδος αποσκοπεί στο να δώσει το νερό εκεί που κυρίως

χρειάζεται (ριζόστρωμα) περιορίζοντας στο ελάχιστο τις απώλειες από εξάτμιση, απορροή και βαθιά διήθηση. Με κατάλληλο εξοπλισμό του συστήματος, είναι δυνατή η χορήγηση και των λιπασμάτων, ενώ η εφαρμογή της μεθόδου απαιτεί τα λιγότερα εργατικά χέρια από όλες τις μέχρι τώρα γνωστές μεθόδους. Το τελευταίο έχει ως συνέπεια την αύξηση του κόστους πρώτης εγκαταστάσεως.

Ένα σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελείται από τα εξής κύρια τμήματα.

1. Την πηγή πίεσης ή πηγή τροφοδοσίας νερού
2. Την κεφαλή ή εγκατάσταση ελεγχόμενης διανομής
3. Τις σωληνώσεις (κύριες, δευτερεύουσες πλευρικές).
4. Τους διανεμητές νερού (Σταλακτήρες, μικροεκτοξευτήρες κλπ).



**Εικ.2.21.** Εφαρμογή στάγδην άρδευσης και παράσταση της υγρασίας κοντά στο ριζόστρωμα του φυτού.

### **3.β Πλεονεκτήματα**

1. Περιορισμός στο ελάχιστο του αριθμού των εργατικών χεριών.
2. Οικονομία νερού
3. Περιορισμός αναπτύξεως των ζιζανίων
4. Εκτέλεση εργασιών κατά τη διάρκεια της αρδεύσεως
5. Εφαρμογή ανεπηρέαστη από τον άνεμο

6. Δυνατότητα εφαρμογής σε επικλινή εδάφη, χωρίς να απαιτείται συστηματική ισοπέδωση.
7. Δυνατότητα διανομής λιπασμάτων
8. Δε διαβρέχει το φύλλωμα των φυτών και έτσι δεν ευνοεί την ανάπτυξη διαφόρων ασθeneιών.
9. Επιτρέπει την αξιοποίηση πολύ μικρών παροχών.

### **3 .γ Μειονεκτήματα**

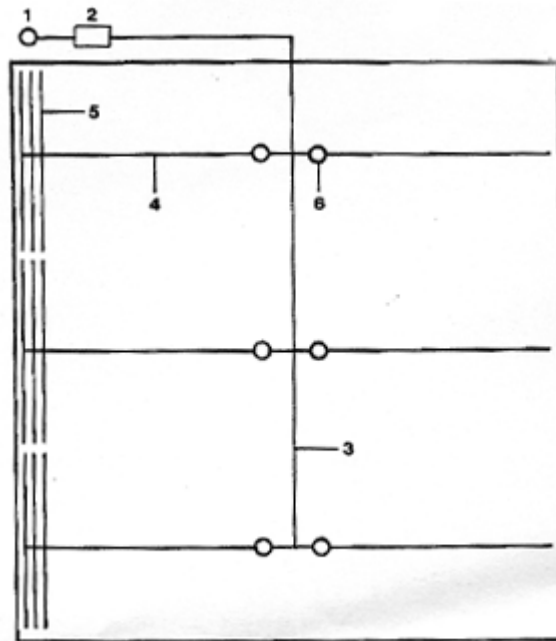
1. Υψηλό κόστος πρώτης εγκαταστάσεως.
2. Εμφράξεις (*μηχανικές, χημικές, ς βιολογικές ή οργανικές*)
3. Συνεχής έλεγχος της καλής λειτουργίας των σταλακτήρων και των φίλτρων
4. Έλεγχος της περιεκτικότητας του εδάφους σε άλατα

### **3.δ Κύρια μέρη του συστήματος στάγδην άρδευσης**

Κάθε σύστημα άρδευσης με σταγόνες αποτελείται βασικά από τέσσερα μέρη:

- α) την κεφαλή,
- β) τις σωληνώσεις,
- γ) τους σταλακτήρες και
- δ) το αντλητικό συγκρότημα.





**Εικ. 2.22.** Σύστημα στάγδην άρδευσης. 1) Πηγή πίεσης τροφοδοσίας νερού. 2) Κεφαλή ελέγχου ή εγκατάσταση ελεγχόμενης διανομής. 3) Κύριος σωλήνας. 4) Δευτερεύοντας σωλήνας. 5) Πλευρικός σωλήνας που φέρει τους διανεμητήρες νερού. 6) Υδραυλική βαλβίδα.

**α)** Η **κεφαλή** περιλαμβάνει όλα τα όργανα και τους μηχανισμούς ελέγχου καθώς και αυτούς των ρυθμίσεων και της ασφάλειας του συστήματος, Στο σχήμα 2.30 φαίνονται αναλυτικά τα τμήματα που απαρτίζουν μια τυπική κεφαλή.

**Μια κεφαλή αποτελείται από:**

- Τις **βάννες** (έχουν ως αποστολή τη ρύθμιση της παροχής, το στραγγαλισμό της ροής για αύξηση των απωλειών ενέργειας σε περιπτώσεις υψηλών πιέσεων, την αλλαγή κατευθύνσεως της ροής ή ακόμη και τη διακοπή της για την εκτέλεση εργασιών επισκευής ή συντηρήσεως).

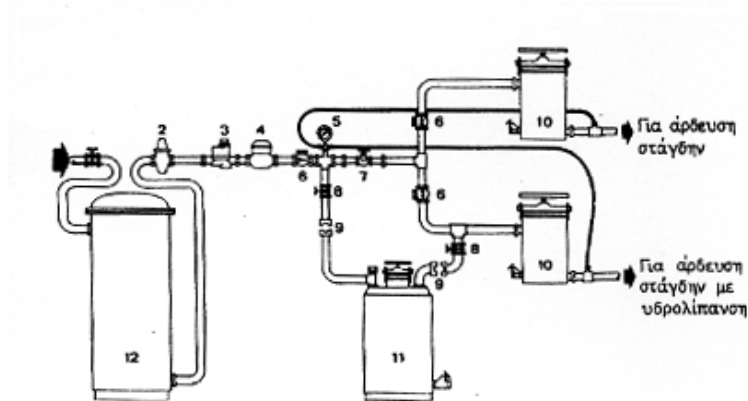
- Το **Υδρόμετρο** που μετρά τον όγκο του νερού που διοχετεύεται στον αγρό μέσω της κεφαλής ή μέσω μιας σωληνώσεως

- Τον **Αυτόματο ογκομετρικό διακόπτη** που έχει ως σκοπό την αυτόματη διακοπή της παροχής, νερού

- Τα **Μανόμετρα** που μας δείχνουν την πίεση του νερού στις θέσεις που θέλουμε να τη γνωρίζουμε. Ιδιαίτερη σημασία έχει το μανόμετρο που τοποθετείται στην έξοδο του νερού από το φίλτρο γιατί μας επιτρέπει να καταλάβουμε αν το φίλτρο θέλει καθάρισμα ή όχι.

- Τα **Φίλτρα** που είναι ειδικές συσκευές οι οποίες έχουν ως αποστολή την απαλλαγή του νερού από τις ξένες ύλες που σχεδόν πάντα περιέχει και που, αν δεν απομακρυνθούν θα προκαλέσουν εμφράξεις στους σταλακτήρες και θα

παρεμποδίσουν έτσι την ομαλή λειτουργία του δικτύου. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι φίλτρων είναι τα **φίλτρα άμμου** και τα **φίλτρα σίτας**.



**Εικ. 2.23.** Σχηματική απεικόνιση των λειτουργικών τμημάτων μιας τυπικής κεφαλής. 1) Γενική βάννα. 2) Αυτόματος ογκομετρικός διακόπτης. 4) Υδρόμετρο. 5) Μανόμετρο για παρακολούθηση της πίεσης. 6) Βαλβίδα αντεπιστροφής. 7) Βάννα Venturi. 8) Βάννα μικρή. 9) Ταχυσύνδεσμος. 10) Φίλτρο με θέση επικοινωνίας μανόμετρου στην έξοδο. 11) Υδρολιπαντήρας. 12) Φίλτρο άμμου.

## β) Σωληνώσεις<sup>6</sup>

Οι σωληνώσεις στα δίκτυα της στάγδην άρδευσης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις σωληνώσεις εκείνες που φέρουν τους σταλακτήρες ή τις υποδοχές των σταλακτήρων και λέγονται **γραμμές άρδευσης**. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει εκείνες τις σωληνώσεις που παρέχουν το νερό στις γραμμές άρδευσης και λέγονται **κύριες γραμμές άρδευσης**. Όταν η έκταση που πρέπει να αρδευτεί είναι αρκετά μεγάλη υπάρχει μια κεντρική σωλήνωση από την οποία τροφοδοτούνται οι κύριες σωληνώσεις. Στο τέλος κάθε γραμμής αρδύσεως τοποθετούνται βαλβίδες οι οποίες όταν δεν λειτουργεί το σύστημα παραμένουν ανοικτές για λίγα λεπτά της ώρας μέχρι η πίεση στο δίκτυο να φτάσει σε τέτοιο επίπεδο ώστε το νερό να κλείσει τις βαλβίδες. Με αυτό τον τρόπο τα σκουπίδια που υπάρχουν στο δίκτυο και πιθανόν να προκαλέσουν εμφράξεις εκρέουν με το νερό.

### 3.ε Το αρδευτικό νερό

Το αρδευτικό νερό ανάλογα με την προέλευσή του χωρίζεται σε τρεις ομάδες: α) τα ποτάμια νερά, β) τα νερά των πηγαδιών και γ) τα νερά των

<sup>6</sup> Στη χώρα μας όπου επικρατούν θερμές κλιματικές συνθήκες η διάρκεια ζωής των σωληνώσεων είναι περίπου 10 χρόνια. Οι γραμμές της άρδευσης έχουν διάφορες αποστάσεις, οι οποίες εξαρτώνται από το είδος της καλλιέργειας και τις αποστάσεις των γραμμών φυτεύσεως, και κυμαίνονται από 45cm για κάποια λαχανικά, μέχρι 3-6m για τα δέντρα.

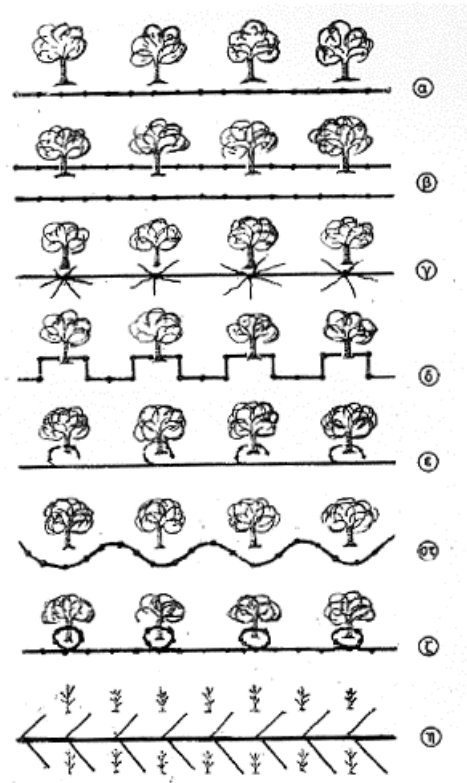
γεωτρήσεων.

**Τα ποτάμια νερά** είναι συνήθως πλούσια σε οργανικές, φυτικές και ζωϊκές ύλες, καθώς αν και σπανιότερα και σε ανόργανες ύλες π.χ. λεπτή άμμος, ίλος ή άργιλος.

**Τα νερά των πηγαδιών**, στην περίπτωση που αυτά είναι κλειστά δεν φέρουν κανένα σωματίδιο που θα μπορούσε να προκαλέσει εμφράξεις. Όταν όμως αυτά είναι ανοικτά, τότε λόγω του ηλιακού φωτός δημιουργούνται διάφοροι φυτικοί και ζωϊκοί οργανισμοί όπως, άλγη, έντομα κτλ, τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν εμφράξεις στο δίκτυο.

**Τα νερά των γεωτρήσεων** μπορεί να μη φέρουν οργανικές ύλες, αλλά πολλές φορές είναι πλούσια σε άμμο, ίλο και άργιλο.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις πρέπει να προστεθεί η αλατότητα του νερού.



**Εικ. 2.24.** Τυπικές διατάξεις γραμμών άρδευσης με σταλακτήρες. α) Ευθεία διάταξη, μια γραμμή για κάθε σειρά φυτών. β) Ευθεία διάταξη, δύο σειρές για κάθε σειρά φυτών. γ) Ευθεία διάταξη, με σταλακτήρες πολλαπλής εξόδου. δ) διάταξη ζιγκ - ζαγκ. ε) Κυκλική διάταξη χωρίς σταλακτήρες πάνω στη γραμμή. στ) Κυματοειδής διάταξη. ζ) Κυκλική διάταξη με σταλακτήρες και επάνω στη γραμμή. η) Διάταξη ψαροκόκαλο.

### **3.στ Λειτουργία συστήματος στάγδην άρδευσης**

Το συγκρότημα της στάγδην άρδευσης λειτουργεί σήμερα από την πιο απλή μορφή του με **χειροκίνητες βάννες και μειωτές πίεσης** μέχρι την πιο αυτοματοποιημένη με **ηλεκτρικούς χρονοδιακόπτες και ηλεκτρονικό προγραμματιστή**.

### **6. α. Χειροκίνητη λειτουργία**

Κατά τη χειροκίνητη λειτουργία όλοι οι απαιτούμενοι χειρισμοί, τόσο για την έναρξη και παύση της λειτουργίας του δικτύου όσο και την εναλλαγή των στάσεων πραγματοποιούνται με απλούς χειροκίνητους διακόπτες ή μειωτές πίεσης στην κεφαλή του δικτύου ή την αρχή κάθε στάσης.

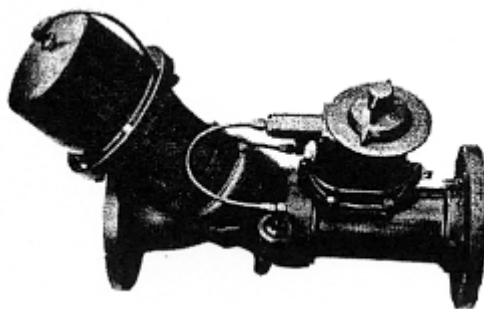
### **6. β. Ημιαυτόματη λειτουργία**

Η ημιαυτόματη λειτουργία πραγματοποιείται με **ειδικές ογκομετρικές βαλβίδες (σχ.2.33)** οι οποίες έχουν την δυνατότητα να κλείνουν αυτόματα, αφού περάσει η προκαθορισθείσα στο σχετικό όργανο ποσότητα νερού.

### **6.γ. Αυτόματη λειτουργία**

Η αυτόματη λειτουργία του δικτύου γίνεται με **χρονοδιακόπτες** που ρυθμίζουν την εφαρμογή του νερού με στάσεις δηλαδή με διακοπές στην άρδευση.

Η λειτουργία αυτή γίνεται με τη βοήθεια των λεγομένων διαφραγματικών βαλβίδων (**Εικ.2.34**) που διακρίνονται σε υδραυλικές και ηλεκτρικές.



**Εικ.2.25.** Αυτόματη ογκομετρική βαλβίδα

## **7. Βασικοί παράγοντες σχεδιασμού ενός δικτύου**

Γενικά

Οι βασικοί παράγοντες για τη σχεδίαση ενός δικτύου άρδευσης με σταγόνες είναι:

**Η ποσότητα νερού που πρέπει να εφαρμόζεται σε κάθε άρδευση,**

**Το εύρος άρδευσης,**

**Η διάρκεια κάθε άρδευσης,**

**Η παροχή ανά μονάδα επιφανείας εδάφους.**

Οι παράγοντες αυτοί υπολογίζονται από στα στοιχεία του κλίματος, εδάφους και καλλιέργειας.

Για το σχεδιασμό ενός αρδευτικού δικτύου με σταγόνες από γεωργοτεχνικής πλευράς πρέπει να πάρουμε σοβαρά υπόψη τα παρακάτω στοιχεία:

- Ποσοστό (P) διαβροχής του όγκου ή της επιφάνειας του εδάφους
- Η διάταξη των γραμμών, άρδευσης που εξασφαλίζει το ποσοστό P διαβροχής του εδάφους.
- Υπολογισμός της δόσης εφαρμογής (ΔΑ)
- Υπολογισμός της εξτμισοδιαπνοής ETD κάτω από συνθήκες άρδευσης με σταγόνες.
- Υπολογισμός του εύρους άρδευσης (E)
- Ο βαθμός απόδοσης της άρδευσης κατά την εφαρμογή (Eα).
- Η δόση εφαρμογής (ΔE) σε mm.
- Η ωριαία εφαρμοζόμενη ποσότητα νερού (ΔAH) σε mm/h ή mm/στρέμμα h
- Η διάρκεια κάθε άρδευσης T σε ώρες.
- Υπολογισμός των αυτοτελών λειτουργικών μονάδων N
- Υπολογισμός παροχής (θ) του κύριου αγωγού μεταφοράς νερού.
- Υπολογισμός των συνολικών εποχιακών αναγκών σε νερό της καλλιέργειας σε πι.
- Υπολογισμός του αριθμού ωρών λειτουργίας του δικτύου (ή αντλητικού ζεύγους) καθ' όλη τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου.

## **Z. ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ**

### **1. Γενικά**

Γενικά οι αρδεύσεις και ειδικότερα η άρδευση, προσφέρουν τη δυνατότητα για μια ακριβέστερη και σωστότερη από πλευράς τρόπου και χρόνου εφαρμογής λίπανση των φυτών.

Το ριζικό σύστημα των φυτών που αρδεύονται με συστήματα τοπικής άρδευσης είναι πολλές φορές πιο πυκνό στους χώρους που διαβρέχονται με την άρδευση απ' ό τι είναι στους ενδιάμεσους χώρους. Έτσι λοιπόν στα σημεία όπου εφαρμόζεται η άρδευση αφαιρούνται περισσότερα θρεπτικά στοιχεία με κάθε άρδευση. Θα πρέπει λοιπόν να κάνουμε λίπανση με θρεπτικά στοιχεία στους τομείς του εδάφους. Όχι μόνο γιατί θα επιτευχθούν καλύτερα αποτελέσματα αλλά και γιατί είναι αναγκαίο, για την αποφυγή τροφωπενιών όταν τα ιχνοστοιχεία εξαντλούνται με γρήγορους ρυθμούς από τη συνεχή εξάντληση των ιχνοστοιχείων. Η εφαρμογή των θρεπτικών στοιχείων με τη χρήση ενός συστήματος άρδευσης, δηλαδή με τη διάχυσή τους μέσα στο νερό το οποίο περνάει μέσα από το σύστημα ονομάζεται υδρολίπανση και γίνεται με διάφορα μέσα και μεθόδους. Ως υδρολίπανση ορίζεται η εφαρμογή των θρεπτικών ουσιών χρησιμοποιώντας ένα σύστημα άρδευσης, εισάγοντας τις θρεπτικές ουσίες στο νερό που διατρέχει το σύστημα.

Αν και η πρακτική της υδρολίπανσης άρχισε εμπορικά στα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα, υπάρχουν στοιχεία ότι η έννοια της άρδευσης με διαλυμένες θρεπτικές ουσίες ήταν πολύ διαδεδομένη στο παρελθόν. Οι πρώτες γίνονται στην αρχαία Αθήνα (400 π.Χ.) όπου τα λύματα της πόλης χρησιμοποιήθηκαν για την άρδευση των αλσουλίων (Young και Hargett, 1984).

Η υγρή αμμωνία ήταν το πρώτο εμπορικά παραχθέν υγρό λίπασμα και παρασκευάστηκε στη Νέα Υόρκη, το 1921, αλλά στη σύγχρονη υδρολίπανση η χρήση της αμμωνίας ως πηγή αζώτου είναι αμελητέα. Η αυξανόμενη παραγωγή της αμμωνίας και άλλων διαλυμάτων αζώτου οδήγησε στην ανάπτυξη της άμεσης εφαρμογής αυτών των διαλυμάτων στο έδαφος με τα μηχανικά μέσα δηλ. μέσω τρυπανιών, μαχαιριών και σωλήνων εγχύσεων και άλλα.

Η υδρολίπανση με φωσφορικό οξύ χρησιμοποιήθηκε από την εταιρία χημικών Shell το 1943, και δέκα χρόνια αργότερα παρασκευάστηκε το πρώτο διάλυμα NPK με τη μίξη φωσφορικού οξέος, που εξουδετερώθηκε με αμμωνία και με μια προσθήκη ανθρακικού καλίου δημιουργήθηκε το διάλυμα 4-10-10 (Young και Hargett, 1984). Η πρώτη εφαρμογή εμπορικού λιπάσματος μέσω ενός συστήματος άρδευσης καταιονισμού πραγματοποιήθηκε το 1958.

Σήμερα, γίνεται ανάμιξη των διαλυμάτων και των αιωρημάτων με το νερό του συστήματος άρδευσης μέσω βαθμολογημένων αντλιών εγχύσεων που διασφαλίζουν την ακρίβεια και με το πέρασμα του διαστήματος και του χρόνου.

Η υδρολίπανση έχει αυξηθεί εντυπωσιακά στα προηγούμενα 15 έτη, ιδιαίτερα για τον ψεκαστήρα και τα συστήματα σταγόνας. Για τα συστήματα σταγόνας, η επέκταση είναι συνήθως για τις κηπευτικές καλλιέργειες και τις καλλιέργειες υψηλής αξίας. Επίσης στις γεωργικές περιοχές με μειωμένη παροχή νερού, τα συστήματα στάγδην άρδευσης έχουν αυξηθεί.

Με την συνεχώς αυξανόμενη άρδευση, έχει πραγματοποιηθεί μια αντίστοιχη αύξηση της υδρολίπανσης. Και θα συνεχίσει να αυξάνεται αφού τέτοιου είδους συστήματα έχουν καλύτερα αποτελέσματα με μικρότερη χρήση νερού, πετυχαίνοντας καλύτερη ομοιομορφία και προσαρμόζονται στην τεχνική πολύ πιο άμεσα από τα λιγότερο υδροαποδοτικά και ανομοιόμορφα συστήματα αυλακίων και κατάκλισης, που αντικαθίστανται.

Η αποτελεσματικότητα της υδρολίπανσης απαιτεί τη γνώση ορισμένων χαρακτηριστικών των φυτών όπως το βέλτιστο ποσοστό καθημερινής κατανάλωσης θρεπτικών ουσιών και η κατανομή του ριζικού συστήματος στο έδαφος. Χαρακτηριστικά των θρεπτικών ουσιών όπως η διαλυτότητα και η κινητικότητα, είναι σημαντικά, όπως επίσης και οι παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα του αρδευτικού νερού όπως το pH, η περιεκτικότητα σε ανόργανες ουσίες, η αλατότητα και η διαλυτότητα των θρεπτικών ουσιών και πρέπει να εξετάζονται πάντα.

Η ανάγκη για την άρδευση είναι ο κύριος παράγοντας για την υδρολίπανση επειδή το σύστημα άρδευσης είναι πρώτιστα εγκατεστημένο για να παρέχει το νερό. Η ευκαιρία για υδρολίπανση είναι ένα προστιθέμενο όφελος.

## **2. Εδαφική Χημεία**

Η ιστορία καλλιέργειας και λίπανσης καθώς επίσης και οι βασικές εδαφολογικές χημικές ιδιότητες χρειάζονται επίσης εξέταση πριν από την υδρολίπανση. Εδαφολογική δοκιμή με τη μέθοδο που συστήνεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή είναι ο καλύτερος τρόπος να αξιολογηθούν οι τρέχουσες ανάγκες γονιμότητας. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο pH του εδάφους και τη ρύθμισή του σε μια κατάλληλη κλίμακα για την καλύτερη ανάπτυξη της φυτείας.

Κατάλληλο pH μπορεί να έχει μεγάλη επίδραση στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών που παραμένουν στο έδαφος όπως και εκείνων που προστίθενται μέσω της υδρολίπανσης. Οποιοσδήποτε απαραίτητες ρυθμίσεις του pH του εδάφους πρέπει να γίνουν με τη χρησιμοποίηση συμβατικών τεχνικών ενσωμάτωσης. Η υδρολίπανση δεν χρησιμοποιείται για να αλλάξει

το pH του εδάφους.

Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων είναι μια σημαντική εκτίμηση στον καθορισμό της ποσότητας κατιόντων που θα διατηρηθεί κατά τη διάρκεια της υδρολίπανσης. Προκειμένου να διατηρηθεί μια αποδεκτή συγκέντρωση των κατιόντων στο διάλυμα, ένα έδαφος με χαμηλή CEC πρέπει να αντικατασταθεί τα κατιόντα του μέσω της υδρολίπανσης συχνότερα από ένα έδαφος με σχετικά υψηλή CEC, το οποίο μπορεί να κρατήσει μια μεγαλύτερη ποσότητα ιόντων. Δεδομένου ότι οι θρεπτικές ουσίες προστίθενται εύκολα με την υδρολίπανση, αυτό είναι το πρακτικότερο στα αμμώδη, ξερά εδάφη με χαμηλή CEC. Ανάγκη αυτών των εδαφών είναι η συχνή άρδευση και η αναπλήρωση των θρεπτικών ουσιών. Δεδομένου ότι η υδρολίπανση δεν αρνείται την κλασσική εδαφική χημεία, οι θρεπτικές ουσίες (που εφαρμόζονται μέσω της υδρολίπανσης) συμπεριφέρονται ομοίως με τις συμβατικά εφαρμοσμένες διαλυτές θρεπτικές ουσίες που ακολουθούνται από τις βροχοπτώσεις ή την άρδευση. Μια υπενθύμιση, ότι μόνο μικρές ποσότητες θρεπτικών ουσιών που εφαρμόζονται από τα συστήματα τεχνητής βροχής απορροφώνται από το φύλλωμα.

Έντονη ανησυχία προκαλείται από το γεγονός ότι το άζωτο των νιτρικών αλάτων ( $\text{NO}_3^- \text{N}$ ) που είναι ιδιαίτερα ευκίνητο, μπορεί να διηθηθεί μέσω του ριζικού συστήματος και να προσεγγίσει το υπόγειο νερό.

Έρευνες από πολλούς ερευνητές έχουν δείξει ότι συγκρίνοντας τη συμβατική λίπανση, στη ρίζα των φυτών, με την υδρολίπανση για το καλαμπόκι, έχουμε διάσπαση του  $\text{NO}_3^- \text{N}$  6 έως 9 φορές κατά τη διάρκεια της εποχής ανάπτυξης. Η συγκέντρωση του  $\text{NO}_3^- \text{N}$  του εδάφους σε βάθος, αξιολογήθηκε στα τέλη Ιουλίου (κοντά στην ωριμότητα). Το  $\text{NO}_3^- \text{N}$  του εδάφους όπου είχε γίνει χρήση υδρολίπανσης, ήταν μεγαλύτερο στην επιφάνεια και σε βάθος 2 ιντσών απ' ό,τι για τη συμβατική χρήση. Αντιθέτως σε βάθος 2 ποδιών, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις  $\text{NO}_3^- \text{N}$  βρέθηκαν κατά την εφαρμογή συμβατικής λίπανσης. Στοιχεία όπως αυτά υποστηρίζουν την εφαρμογή μικρότερων ποσών N συχνότερα προκειμένου να γίνουν μικρότερες οι πιθανότητες διήθησης.

Σε αντίθεση με το νιτρικό N, το φωσφορικό λίπασμα κινείται πολύ λίγο μέσα στο έδαφος. Όταν εφαρμόζεται στην εδαφική επιφάνεια, αυτό δεν θα κινηθεί κανονικά περισσότερο από 1-2 ίντσες κάτω από αυτήν.

Επομένως, υδρολίπανση P είναι ιδιαίτερα ανεπαρκής κατά χρησιμοποίηση των συστημάτων καταιονισμού ή κατάκλισης. Εντούτοις, το φωσφορικό λίπασμα που εφαρμόζεται στα συστήματα σταλαγματιάς μπορεί να είναι μάλλον αποδοτικό. Ένα πλεονέκτημα της άρδευσης σταλαγματιάς είναι ότι οι θρεπτικές ουσίες των φυτών μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα στη ζώνη της ρίζας. Αφού η πλειοψηφία των ριζών στις φυτείες που αρδεύονται με σταγόνα, βρίσκεται μέσα στη ζώνη διαβροχής, ο εφαρμοσμένος με σταγόνα



φώσφορος θα τοποθετηθεί στην εδαφική περιοχή που περιέχει την υψηλότερη πυκνότητα ριζών. Επομένως, ο P που εφαρμόζεται με αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιείται γενικά αποτελεσματικότερα από τα φυτά, απ' ότι το ίδιο ποσό P να ήταν εφαρμοσμένο με κάποια άλλη μέθοδο.

### 3. Εκτιμήσεις ποιότητας νερού

Για την επιτυχή υδρολίπανση, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην ποιότητα νερού. Η ποιότητα του νερού που απαιτείται εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, αλλά πρότιςτος είναι ο τύπος υδρολίπανσης. Η υδρολίπανση που γίνεται μέσω του συστήματος άρδευσης σταγόνας απαιτεί την υψηλότερη ποιότητα νερού. Το νερό θα πρέπει να εκρέει χωρίς αιωρούμενα στερεά και μικροοργανισμούς που φράζουν τα μικρά στόμια των ακροφυσίων. Μόνο διαλύματα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την υδρολίπανση μέσω της άρδευσης με σταγόνα. Με την αύξηση του μεγέθους των ακροφυσίων, όπως γίνεται στα συστήματα καταιονισμού, τα αιωρήματα μπορούν να γίνουν ανεκτά.

Η ιζηματοποίηση των λιπασμάτων μέσα στα συστήματα άρδευσης αποτελεί ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα εάν οι διαλυτότητες ξεπερνιούνται. Είναι το πιο σύνηθες πρόβλημα και οφείλεται στις συγκεντρώσεις του ασβεστίου που υπερβαίνουν τα 100ppm. Καθώς οι συγκεντρώσεις του ασβεστίου αυξάνονται και τα φωσφορικά άλατα εγχέονται, η πιθανότητα ιζηματοποίησης αυξάνει.

Όταν το νερό περιέχει σε πολύ υψηλά επίπεδα, ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου, και κάνουμε έγχυση αμμωνιακών και φωσφορικών αλάτων, τότε θα δημιουργηθούν ιζήματα που κατακάθονται στα τοιχώματα των σωληνώσεων καθώς επίσης και στα ακροφύσια και στους ψεκαστήρες. Συχνά αυτό φράζει εντελώς το σύστημα άρδευσης. Εάν χρήσιμα άλατα βρίσκονται στο νερό που χρησιμοποιεί η υδρολίπανση, πρέπει να εξεταστεί το συνολικό ποσό αλάτων που εφαρμόζονται στη φυτεία μεταξύ των διηθημένων διαβροχών και όχι μόνο το ποσό που εφαρμόστηκε σε μια και μόνο υδρολίπανση.

Οι φυτείες ποικίλουν ευρέως στην ανοχή τους στα άλατα επομένως, ο αριθμός αρδεύσεων καθώς επίσης και η συγκέντρωση αλάτων πρέπει να εξεταστούν.

Σε μερικές περιοχές, τα υψηλά επίπεδα βορίου (B) στο νερό άρδευσης είναι ένα πρόβλημα. Μερικές καλλιέργειες οι οποίες είναι ευαίσθητες μπορούν να ανεχτούν μόνο περίπου 1 ppm B. Συνολική άρδευση με νερό που περιέχει 1ppm B εφαρμοζόμενο σε ευαίσθητες καλλιέργειες και σε εδάφη χαλαρής δομής δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 3στρέμμα-ίντσες μεταξύ της διηθημένης διαβροχής.

#### 4. Διαδικασίες και μέσα για την υδρολίπανση

Η εισαγωγή των θρεπτικών στοιχείων μέσα στο νερό του συστήματος άρδευσης μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους και μια ποικιλία από μέσα. Για την πραγματοποίηση της υδρολίπανσης πρέπει να ληφθούν υπόψη και για να επιτευχθεί μια σωστή επιλογή μεθόδου και των μέσων της που αρμόζει καλύτερα στις συνθήκες και στο είδος της άρδευσης. Οι εξής παράγοντες:

- Η έκταση το είδος και η ευαισθησία της φυτείας στη λίπανση.
- Τα είδη των λιπασμάτων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν, ο χρόνος και ο ρυθμός εφαρμογής τους, καθώς και οι διαβρωτικές τους ιδιότητες.
- Οι συνθήκες του συστήματος άρδευσης και ειδικότερα η πίεση που μπορεί να έχει το ηλεκτρικό ρεύμα

Διάφορα είδη συσκευών όπως αντλίες, προγραμματιστές, βαλβίδες, τεπόζιτα, συσκευές Venturi. Είναι σήμερα στη διάθεση των τεχνικών της γεωπονίας καθώς και των παραγωγών να εκτελεστεί η επιτυχία η υδρολίπανση. Ο σχεδιασμός πολλών από αυτά γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε όχι μόνο να εξυπηρετούν τις ανάγκες της υδρολίπανσης αλλά επίσης να εξυπηρετούν την έγχυση στο δίκτυο και άλλων χημικών που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό δικτύου, την φυτοπροστασία, την ζιζανιοκτονία κλπ.

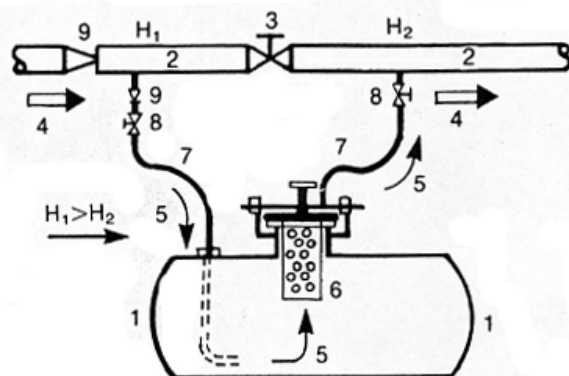
Βασικά οι μέθοδοι υδρολίπανσης ή γενικότερα οι μέθοδοι έγχυσης χημικών σκευασμάτων στο νερό των δικτύων τοπικής άρδευσης μπορούν να καταταχθούν από υδραυλικής άποψης σε μεθόδους **διαφορικής πίεσης** και μεθόδους **άντλησης**.

Οι βασικοί μέθοδοι υδρολίπανσης και διευρύνοντας, οι μέθοδοι έγχυσης γενικότερα προϊόντων χημικής προέλευσης στο νερό της άρδευσης, κατατάσσονται με υδραυλικά κριτήρια σε δύο κατηγορίες:

1. Μέθοδος διαφορικής πίεσης.
2. Μέθοδος άντλησης.

##### 4.α. Υδρολίπανση με διαφορική πίεση

Η μέθοδος αυτή πραγματοποιείται με την τοποθέτηση των λιπασμάτων που μπορεί να βρίσκονται σε στέρεα ή υγρή μορφή μέσα σε δοχεία με υδατοστεγή κλείσιμο που ονομάζονται υδρολιπαντήρες. Η σύνδεση των δοχείων αυτών με την κύρια σωλήνωση είναι παράλληλη και γίνεται με δύο πλαστικούς ελαστικούς σωλήνες ( $\Phi_{16} - \Phi_{20}$ ) μήκους 1-1,5 m συνδέονται παράλληλα (by pass) με την κύρια σωλήνωση της κεφαλής του δικτύου (**βλ. εικ.2.26**).



**Εικ. 2.26** Σχηματική παράσταση υδρολίπανσης με διαφορετική πίεση: 1. Σώμα υδρολίπαντήρα, 2. Κύρια σωλήνωση κεφαλής, 3. Βάνα μειωτής πίεσης, 4. Κύρια ροή δικτύου, 5. Ροή διαμέσου υδρολίπαντήρα, 6. Φίλτρο σίτας, 7. Πλαστικοί ή ελαστικοί σωλήνες, 8. Βάνες, 9. Βαλβίδες αντεπιστροφής.

Η διακοπή γίνεται βάνα η οποία τοποθετείται μεταξύ των σημείων σύνδεσης των πλαστικών σωλήνων, της ροής στην κύρια σωλήνωση ενώ παράλληλα δημιουργείται μια διαφορά πίεσης μεταξύ των σημείων αυτών. Ένα μέρος λοιπόν της παροχής της κεντρικής σωλήνωσης εξαναγκάζεται να περάσει από το λιπαντήρα και να επιστρέψει σ' αυτήν φέροντας διαλυμένη μια ποσότητα λιπάσματος. Κατόπιν γίνεται ανάμιξη της ποσότητας αυτής με ολόκληρη την παροχή και ομοιόμορφη διανομή της σε δίκτυο. Η ποσότητα του λιπάσματος που μεταφέρεται κάθε στιγμή από το λιπαντήρα είναι ανάλογη προς τη συγκέντρωση του διαλύματος του λιπάσματος εκείνη τη στιγμή στο λιπαντήρα. Με την πάροδο του χρόνου έχουμε προοδευτική μείωση της συγκέντρωσης αυτής εφόσον η παροχή νερού και συνεπώς ο όγκος του διαλύματος που ισούται ενώ η ποσότητα του λιπάσματος δεν αναπληρώνεται και συνεπώς μειώνεται.

Το ποσοστό του διαλυμένου λιπάσματος που υπάρχει κάθε στιγμή στο λιπαντήρα ή εκείνο που έχει εξαντληθεί και έχει μεταφερθεί στο δίκτυο δίνεται (Rolston κ.ά., 1986) από την εξίσωση:

$$n = \exp(-xt) = \exp(qt / V) \quad (2.1)$$

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

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

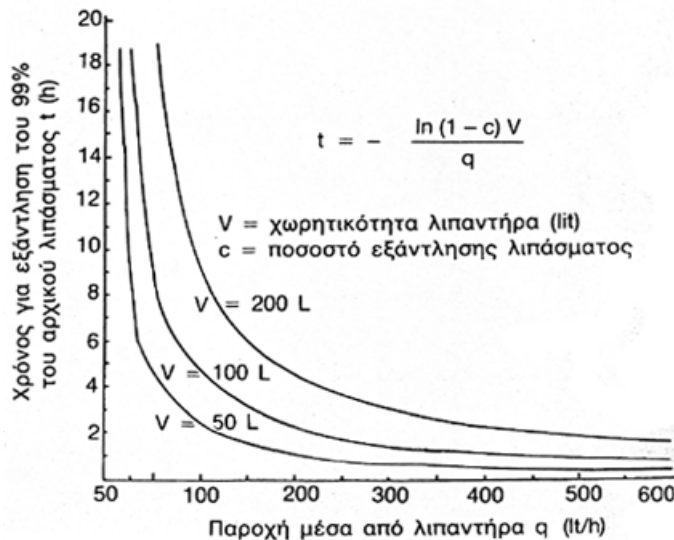
t: ο χρόνος (h) από την έναρξη της λίπανσης μέχρι να επιτευχθεί ο λόγος n.

Η εξίσωση αυτή μπορεί να πάρει τελικά τη μορφή:

$$t = \frac{-\ln(1-c) \cdot V}{q} \quad (2.2)$$

Όπου:  $c$ : η εξάντληση του λιπάσματος (δηλαδή ο λόγος εκείνου που απομακρύνθηκε προς αυτό που αρχικά υπήρχε).

Με βάση την εξίσωση αυτή κατασκευάστηκαν οι παραπάνω καμπύλες της (εικ. 3.2), από τις οποίες υπολογίζεται ο χρόνος που απαιτείται για την εξάντληση 99% του αρχικού λιπάσματος από το λιπαντήρα για διάφορες τιμές του  $q$  για τις συνήθεις χωρητικότητες λιπαντήρων των 50lt, 100lt και 200lt.



**Εικ. 2.27** Χρόνος που απαιτείται για την εξάντληση υγρού λιπάσματος διαλυμένου σε λιπαντήρα, ο οποίος λειτουργεί με διαφορετική πίεση, σε σχέση με την παροχή που περνά μέσα από αυτόν.

Από την εξίσωση 3.2 για εξάγουμε τα αποτελέσματα  $tq = 4,6V$ , που σημαίνει ότι για να εξαντληθεί λίπασμα κατά 99% θα πρέπει να διέρθει από το λιπαντήρα ενός όγκου νερού ίσος προς 4,6 φορές τον όγκο του λιπαντήρα. Ανάλογα λοιπόν με την παροχή  $q$  που είναι διαθέσιμη κάθε φορά, μπορεί να υπολογιστεί ο χρόνος  $t$  ώστε το γινόμενο  $tq$  να δίνει 4,5 φορές τον όγκο του λιπαντήρα  $V$ .

Έστω π.χ. ένα λιπαντήρας χωρητικότητας  $V$  ίσης προς 180lt και η παροχή που περνάει μέσα απ' αυτόν είναι 300 lt/h τότε ο χρόνος που απαιτείται για την εξάντληση 99% του λιπάσματος θα είναι:

$$t = 4,6 \cdot 180 / 300 = 76h (= 45')$$

Όλα τα παραπάνω αναφέρονται σε υγρά λιπάσματα τα οποία από την αρχή είναι πλήρως διαλυμένα στο νερό του λιπαντήρα. Αν θέλουμε να κάνουμε υπολογισμούς για στερεά λιπάσματα, ο χρόνος που απαιτείται είναι ίδιος με τα υγρά μόνο εάν η ποσότητα του λιπάσματος που μπαίνει κάθε φορά

στο λιπαντήρα είναι ίση ή μικρότερη από εκείνη που η διαλυτότητα του λιπάσματος, επιτρέπει να διαλυθεί πλήρως στο συγκεκριμένο όγκο του λιπαντήρα. Έστω π.χ. ένα στέρεο λίπασμα με διαλυτότητα 0,7 kg/lit, τότε η ποσότητά του που διαλύεται αμέσως σ' ένα λιπαντήρα 200lit θα είναι  $200 \cdot 0,7 = 140\text{kg}$ . Για μεγαλύτερες ποσότητες στερεών λιπασμάτων απ' όσο επιτρέπεται η διαλυτότητά τους (πιν. 2.1)

**Πίνακας 2.1. Διαλυτότητα και σύνθεση διαφόρων λιπαντικών σκευασμάτων (Hawkes και άλλοι 1980)**

Λιπαντικά σκευάσματα	Διαλυτότητα (Kg/lit)	Μέση σύνθεση (%)			
<b>(α) Μακροστοιχεία</b>					
Νιτρική αμμωνία	1,18	33,5	-	-	-
Θεική αμμωνία	0,71	21	-	-	-
Νιτρική άσβεστος	1,02	15,5	-	-	21Ca
Φωσφορική αμμωνία	0,43	21	11,5	-	-
Χλωριούχο κάλιο	0,35	-	-	52	-
Νιτρικό κάλιο	0,13	14	-	39	-
Υπερφωσφορικό απλό					
Υπερφωσφορικό διπλό					
Ουρία	0,78	46	-	-	-
<b>Μικροστοιχεία</b>					
Θεικός χαλκός	0,22	-	-	-	25Cu
Θεικός σίδηρος	0,29	-	-	-	20Fe
Θεικό μαγγάνιο	1,05	-	-	-	25Mn
Βορικό νάτριο	0,05	-	-	-	11B
Μολυβδαινικό νάτριο	0,56	-	-	-	40Mo
Θεικός ψευδάργυρος	0,75	-	-	-	22Zn
Fe-EDDHA	0,09	-	-	-	6Fe
Fe-DTPA	0,22	-	-	-	10Fe

και ο όγκος του λιπαντήρα ώστε να διαλυθούν αμέσως, θα πρέπει να υπολογίζουμε ότι απαιτείται ένας επιπλέον χρόνος  $t'$ , ο οποίος θα είναι:

Όταν η ποσότητα του λιπάσματος που τοποθετείται στον λιπαντήρα είναι μεγαλύτερη από αυτή που καθορίζει η διαλυτότητά του. Έτσι ώστε αυτό να διαλυθεί άμεσα, θα πρέπει να εισάγεται ένα χρονικό διάστημα  $t'$ , το οποίο θα δίνεται από τη σχέση.

$$t' = \frac{W/\delta - V}{q}$$

Όπου W: το βάρος ολόκληρης της ποσότητας του λιπάσματος (kg) και δ: η διαλυτότητα του λιπάσματος (kg/lit).

Τέλος, ο ολικός χρόνος  $t_{\sigma}$  που απαιτείται για την εξάντληση ενός στερεού λιπάσματος μέσα από ένα λιπαντήρα θα είναι:

$$t_{\sigma} = t + t' = \frac{W/\delta - V}{q} - \frac{\ln(1-c) \cdot V}{q} \quad 2.3$$

Η εξίσωση αυτή ισχύει αν και μόνο αν  $W - \delta V > 0$  ή  $W > \delta V$ . Διαφορετικά το  $t' = 0$  και  $t_{\sigma} = t$ .

Πρακτικά η παροχή  $q$  εξαρτάται από τη διαφορά πίεσης μεταξύ των σημείων  $P_1$  και  $P_2$  (εικ.2.27), επίσης και από το μήκος και τη διάμετρο των ελαστικών σωλήνων σύνδεσης του λαμπτήρα με την κύρια σωλήνωση.

Από τα διαγράμματα απωλειών πίεσης των σωλήνων ή από τον πιν. 2.2 μπορεί να υπολογιστεί η παροχή που αντιστοιχεί σε ορισμένες διαφορές πίεσης.

Η ένδειξη όσον αφορά τη διαφορά πίεσης μανόμετρου στη κεφαλή του δικτύου, με την οποία υπολογίζεται η παροχή διαμέσου των σωλήνων του λιπαντήρα πρέπει να λαμβάνει υπόψη κατά ένα μέρος μόνο (περίπου 50%), αφού το υπόλοιπο αναλώνεται σε απώλειες σε άλλα τμήματα της σύνδεσης (βάνες, φίλτρα κλπ.). Έστω π.χ. ότι το μανόμετρο δείχνει διαφορά πίεσης 0,4atm, για τον υπολογισμό της παροχής από τον **πίνακα 2.2** θα ληφθεί υπόψιν διαφορά πίεσης μόνο 2m.

## Πίνακας 2.2

Παροχή $q$ (lt/h) διαμέσου λιπαντήρα ανάλογα με τη διαφορά πίεσης και τη διάμετρο των σωλήνων σύνδεσης				
Διάμετρος σωλήνων σύνδεσης	Διαφορά πίεσης (m)			
	0,5	1	1,5	2
2,5				
Φ 12 ( $D_{\text{εφ}} = 8,4 \text{ mm}$ )		200	280	380
430		480		
Φ 16 ( $D_{\text{εφ}} = 12 \text{ mm}$ )		510	750	920
1.100		1.300		

Η τοποθέτηση ειδικών ροόμετρων είναι απαραίτητη όταν η παροχή είναι μεγάλη και σε αυτή την περίπτωση η διαφορά πίεσης ρυθμίζεται με βάνα ώστε να προσεγγιστεί η επιθυμητή παροχή.

Σε περιπτώσει μεγάλων παροχών τοποθετούνται ειδικά ροόμετρα και με την βοήθεια ειδικής βάνας ρυθμίζεται η διαφορά πίεσης ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή παροχή.

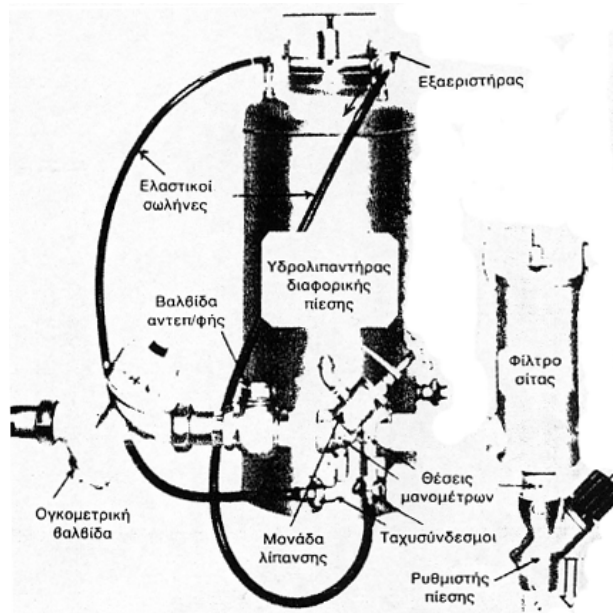
Επιστόμια συγκεκριμένης εσωτερικής διαμέτρου είναι ο τρόπος αντιμετώπισης μικρών παροχών. Τα επιστόμια αυτά μπορούν να τοποθετηθούν στο τέλος ή σε κάποιο σημείο του ελαστικού σωλήνα, σε περιπτώσεις μικρών παροχών μπορεί να χρησιμοποιηθούν επιστόμια με συγκεκριμένη εσωτερική διάμετρο που τοποθετούνται στο τέλος ή σε κάποιο σημείο του ελαστικού σωλήνα εισαγωγής του διαλύματος.

Η εσωτερική διάμετρος  $D$  των επιστομίων αυτών δίνεται από τον τύπο:

$$D = (0,132q/\sqrt{\Delta H})^{1/2} \quad (2.4)$$

Όπου  $q$ : η παροχή μέσω του λιπαντήρα (lt/h) και  $\Delta H$ : η διαφορά πίεσης πριν και μετά το επιστόμιο (m).

Υδρολιπαντήρας καλείται ένα δοχείο κλειστό (εικ.2.28) στο οποίο εγχύεται το νερό του δικτύου υπό πίεση. Πρέπει να αντέχει σε σχετικά υψηλές πιέσεις, να είναι βαμμένος εσωτερικά με βαφή ανθεκτική στη διάβρωση ή να είναι ανοξειδωτος. Πρέπει απαραίτητως να διαθέτει βάνια καθαρισμούς στο χαμηλότερο δυνατό σημείο έτσι ώστε να καθαρίζεται εύκολα, εξαεριστήρα και (όταν προορίζεται για χρήση στερεών λιπασμάτων) να φέρει φίλτρο σίτας 160/181 mesh στο σημείο εξόδου του διαλύματος. Επίσης η βαλβίδα είναι πολύ σημαντικό εξάρτημα επιστροφής στο σημείο τροφοδοσίας του, για να αποφεύγεται η μόλυνση της πηγής του νερού με λιπάσματα και τοποθετείται.



Εικ. 2.28 Υδρολιπαντήρες διαφορικής πίεσης συνδεδεμένος σε τυπική κεφαλή δικτύου.

Το μέγεθος των υδρολιπαντήρων διαφορικής πίεσης ποικίλει από 50 έως 250 lt. Οι υδρολιπαντήρες αυτοί κατασκευάζονται από ελληνικές βιοτεχνίες ενώ η ποιότητά τους τηρεί τα στάνταρ της παγκόσμιας παραγωγής.

Οι υδρολιπαντήρες διαφορικής πίεσης έχουν υψηλό κόστος. Για το λόγο αυτό ο παραγωγός θα πρέπει να επιλέγει ένα μέγεθος αρκετά οικονομικά

αλλά που να καλύπτει τις ανάγκες για μια τουλάχιστον εφαρμογή. Η χωρητικότητα αυτή  $V$  (lt) από τη σχέση:

$$V = \frac{WA}{\varepsilon N} \quad 2.5$$

Όπου  $W$ : η ολική ποσότητα λιπαντικού σκευάσματος (υγρού ή στερεού) που θα χορηγηθεί κατά η διάρκεια της αρδευτικής περιόδου (lt ή kg/στρ.),  $N$ : ο αριθμός των αρδεύσεων κατά τις οποίες είναι επιθυμητό να γίνει η χορήγηση του λιπάσματος και  $\varepsilon$ : το ειδικό βάρος του λιπαντικού σκευάσματος (kg/lt) λαμβανομένου ίσο προς 1 προκειμένου για υγρά λιπαντικά σκευάσματα και  $A$ : η έκταση (στρ.) που πρόκειται να αρδεύεται.

Ένας άλλο τύπος λιπαντήρων διαφορετικής πίεσης είναι αυτός που λειτουργεί με την τοποθέτηση στο εσωτερικό του μιας διπλωμένης μεγάλης διαπερατής πλαστικής ή ελαστικής σακούλας μέσα στην οποία τοποθετείται το υγρό λίπασμα.

Η διοχέτευση του νερού γίνεται μεταξύ των τοιχωμάτων του λιπαντήρα και της πλαστικής σακούλας με αποτέλεσμα το υγρό λίπασμα να ωθείται προς τα έξω. Με τον τρόπο αυτό το λίπασμα εφαρμόζεται με σταθερή αναλογία από την αρχή. Το μειονέκτημα του υδρολιπαντήρα αυτού είναι η συχνή αλλαγή της σακούλας και οπωσδήποτε κάποια μεγαλύτερη προσοχή.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο έγχυσης του λιπάσματος είναι απαραίτητο η έναρξή 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. Έτσι διασφαλίζεται η ομοιόμορφη διανομή του λιπάσματος σ' όλα τα φυτά.

Ο χρόνος λίπανσης θα πρέπει να είναι αρκετά μικρότερος από το χρόνο άρδευσης ώστε να ξεπλένει το εσωτερικό του δικτύου από ίχνη λιπάσματος που συντελούν σε διαβρώσεις, ιζήματα ή και ανάπτυξη μικροβιακής δραστηριότητας.

Αναλυτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθόδους είναι τα εξής:

#### *Πλεονεκτήματα*

- Πολύ απλή να λειτουργήσει, το αποθεματικό διάλυμα δεν χρειάζεται να προμιχθεί.
- Εύκολη εγκατάσταση και απαίτηση μικρής συντήρησης.
- Εύκολη αλλαγή των λιπασμάτων.
- Ιδανικό για τις ξηρές δομήσεις.
- Δεν απαιτείται κανένα καύσιμο ή ηλεκτρική ενέργεια.

#### *Μειονεκτήματα*



- Η συγκέντρωση του διαλύματος μειώνεται καθώς το λίπασμα διαλύεται.
- Η ακρίβεια της εφαρμογής είναι περιορισμένη.
- Απαιτεί απώλεια πίεσης στην κύρια γραμμή άρδευσης ή μια συμπληρωματική αντλία.
- Η ανάλογη υδρολίπανση δεν είναι δυνατή.
- Περιορισμένη ικανότητα.
- Μη προσαρμοσμένο για αυτοματοποίηση.
- Βαλβίδα εισαγωγής.

#### 4.β Υδρολίπανση με άντληση

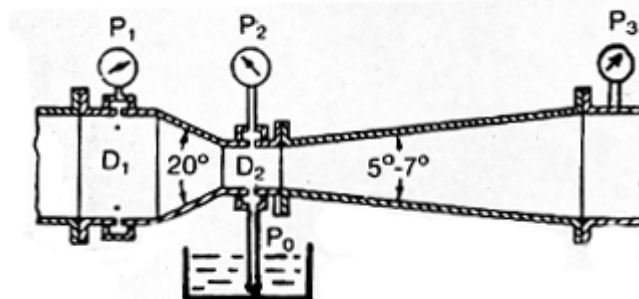
Η υδρολίπανση με άντληση μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους: 1) με αναρρόφηση ή 2) με κατάθλιψη του λιπαντικού διαλύματος.

##### α. Αντλίες αναρρόφησης λιπαντικού διαλύματος

Κατά τη χρησιμοποίηση των αντλιών αναρρόφησης του λιπαντικού διαλύματος το τελευταίο αναρροφάται από ανοιχτά δοχεία, υπό την ατμοσφαιρική πίεση και γίνεται εισαγωγή του σε κάποιο σημείο του δικτύου στο οποίο με διάφορους τρόπους δημιουργείται πίεση χαμηλότερη από εκείνη του διαλύματος δηλαδή της ατμοσφαιρική.

Η χαμηλότερη αυτή πίεση του συστήματος επιτυγχάνεται είτε με αντλίες τύπου Venturi είτε με κοινές μηχανικές αντλίες.

**1. Αντλίες Venturi:** Οι αντλίες αυτές αποτελούνται από απλές κατασκευές οι οποίες με βάση την αρχή Venturi προκαλούν μια σημαντική πτώση της πίεσης σε μια απότομη στένωση ενός αγωγού (εικ. 2.29).



Εικ. 2.29 Σχηματική παράσταση αντλίας τύπου Venturi.

Αυτές οι αντλίες έχουν απλή μορφή και η λειτουργία τους στηρίζεται στην αρχή Venturi. Σύμφωνα ε αυτήν οι αντλίες επιτυγχάνουν μια μεγάλη ελάττωση της πίεσης σε ένα σημείο που η διάμετρος του αγωγού μικραίνει απότομα έτσι που προκαλείται μια μείωση της πίεσης εισόδου  $P_1$  σε μια πίεση  $P_2$ . Η τελευταία είναι πιο μικρή από την ατμοσφαιρική πίεση ( $P_0$ ). Με αυτόν τον τρόπο λοιπόν γίνεται η αναρρόφηση του λιπαντικού διαλύματος, αφού έχουμε διαφορά πίεσης  $P_0$ - $P_2$ .

Η αύξηση της διαφοράς πίεσης  $P_0$ - $P_2$  ή αλλιώς η μείωση της πίεσης  $P_2$  όταν η ατμοσφαιρική πίεση παραμένει σταθερή προκαλεί μια αύξηση του ρυθμού με τον οποίο εισάγεται το διάλυμα στο σύστημα. Για να υπολογίσουμε την  $P_2$  πρέπει να ληφθεί υπόψιν η  $P_1$ , η παροχή  $Q$  και οι διάμετροι  $D_1$  και  $D_2$ . Τελικά η  $P_2$  υπολογίζεται από τη σχέση:

$$P_2 = P_1 - \frac{Q^2}{CK} \left( \frac{D_1^2 = D_2^2}{D_1 \cdot D_2} \right) \quad \mathbf{2.6}$$

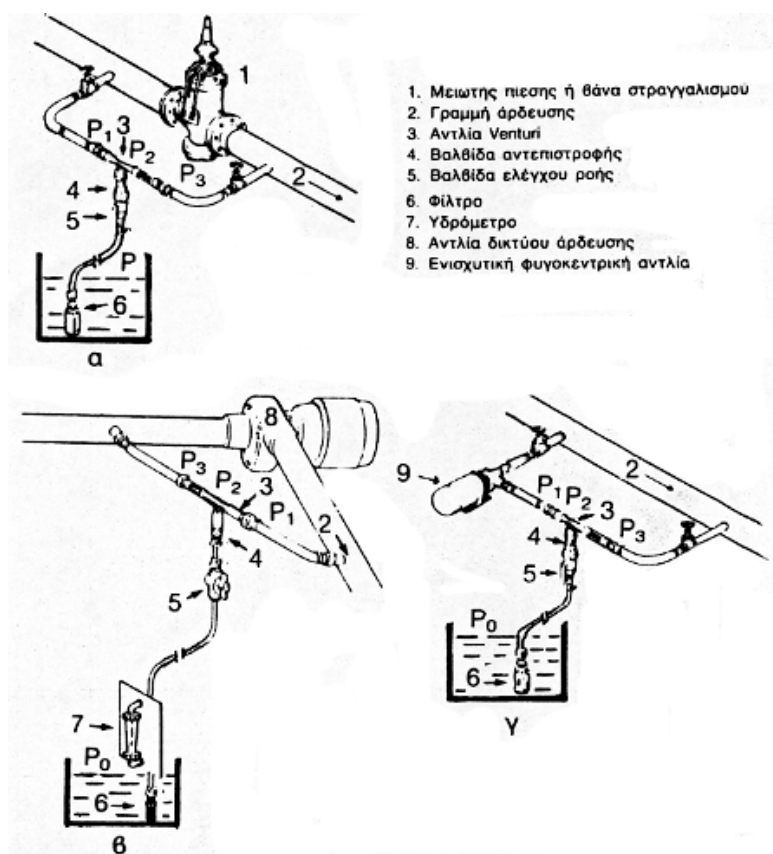
Όπου  $D_1, D_2$ : οι διάμετροι του αγωγού (cm) στο ανάντη τμήμα και στη στένωση αντίστοιχα.  $P_1, P_2$ : οι πιέσεις στο ανάντη τμήμα και στη στένωση αντίστοιχα (k Pa ή cbars),  $Q$ : η παροχή του αγωγού (lt/min),  $K$ : συντελεστής μονάδων ίσος προς 6,66 και  $C$ : συντελεστής ροής που για  $Re > 2 \cdot 10^5$  είναι ίσος προς 0,98.

Από τα παραπάνω βγαίνει το συμπέρασμα ότι όταν έχουμε μια μικρή πίεση  $P_2$  η παροχή θα πρέπει να είναι μεγάλη δηλαδή είναι μεγέθη αντιστρόφως ανάλογα. Τέτοια αύξηση του  $Q$  σε πραγματικά συστήματα γίνεται όταν μεγαλώνει η διαφορά πίεσης  $P_1$ - $P_3$ . Η διαφορά πίεσης  $P_1$ - $P_3$  αυξάνεται με τους εξής τρόπους: 1) είτε με τη βοήθεια μειωτή πίεσης (ή βάννας) με σύνδεση by pass (**εικ.2.31.α**), 2) είτε με την εκμετάλλευση της διαφοράς πίεσης αναρρόφησης - κατάθλιψης (**εικ. 2.31.β**), 3) είτε τέλος με αύξηση της πίεσης εισόδου με τη βοήθεια ενισχυτικής αντλίας (**εικ. 2.31.γ**).

Τα μειονεκτήματα των μεθόδων αυτών παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον αφού είναι καθοριστικά για τον τρόπο χρήσης του εκάστοτε συστήματος από τους παραγωγούς και είναι τα εξής: α) παρουσιάζει σημαντική πτώση πίεσης (ανάλωση ενέργειας) στον κύριο αγωγό, β) πιθανότητες διάβρωσης της αντλίας του δικτύου και γ) επιπλέον δαπάνες για προμήθεια και λειτουργία της ενισχυτικής αντλίας.



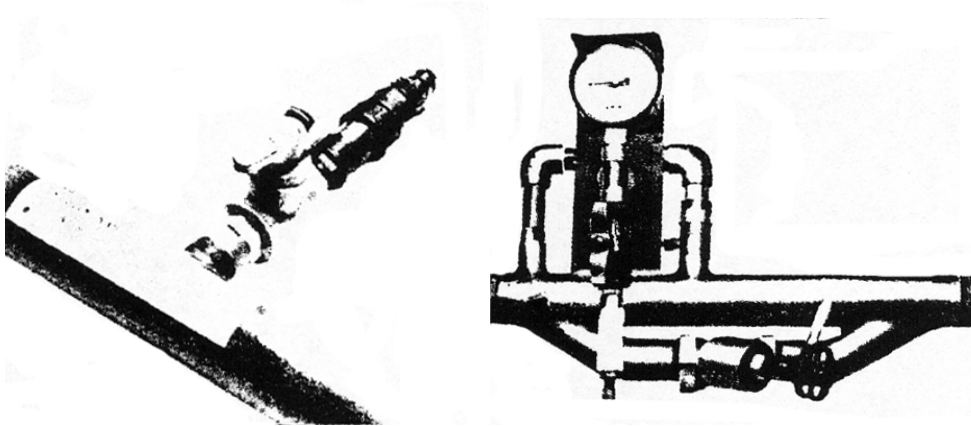
**Εικ. 2.30** Μέθοδος φύτευσης λαχανικών κάτω από πλαστικό κάλυμμα προστασίας ριζών και υδρολίπανση με στάγδην άρδευση.



**Εικ. 2.31** Τρόποι εγκατάστασης αντλίας τύπου **Venturi**: α) πτώση πίεσης με βάνα στραγγαλισμού, β) εκμετάλλευση διαφοράς πίεσης αναρρόφησης - κατάθλιψης. Αύξηση πίεσης εισόδου με ενισχυτική αντλία.

Όλη η κατασκευή και ειδικότερα το μέγεθος της αντλίας καθορίζουν την διαφορά της απαιτούμενης πίεσης  $P_1-P_3$  για να επιτελεστεί η αναρρόφηση. Η  $P_1-P_3$  είναι ένα πολύ σημαντικό μέγεθος και η διακύμανσή του είναι αρκετά υπολογίσιμη και κυμαίνεται με την κατασκευή και του ρυθμού αναρρόφησης είναι 10-50% της πίεσης εισόδου.

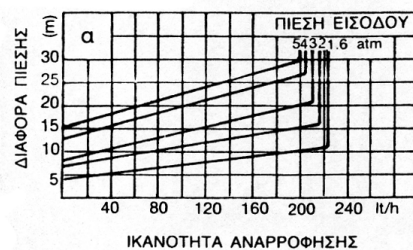
Οι περισσότερες αντλίες Venturi απλής φάσης, στις οποίες ολόκληρη η παροχή του συστήματος περνά από την αντλία, χρειάζονται για να ξεκινήσουν να αναρροφούν μια διαφορά πίεσης 30% της πίεσης εισόδου. Οι αντλίες Venturi διπλής φάσης αντίθετα, στις οποίες ένα μέρος μόνο της παροχής του συστήματος περνά με σύνδεση by pass μέσα από την αντλία, για την έναρξη της αναρρόφησης απαιτείται διαφορά πίεσης περίπου 10% της πίεσης εισόδου (εικ. 2.32 και 2.33).



Εικ. 2.32 Αντλίες τύπου Venturi της Netafim: α) απλής φάσης, β) διπλής φάσης.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η σύνδεση by pass είναι αποτελεσματικότερη και για αυτό χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον.

Επίσης το μέγεθος και ο τύπος καθορίζουν και την ικανότητα αναρρόφησης των αντλιών Venturi. Αντλίες τύπου Venturi κατασκευάζουν οι οίκοι Roiyglass (Ελλάς), Netafim (Ισραήλ), Hardie (ΗΠΑ), Maztei (ΗΠΑ) κ.ά. σε διάφορα μεγέθη και τύπους που έχουν ικανότητα αναρρόφησης από 2 μέχρι 5.000lt/h.



Εικ. 2.33.α Διάγραμμα ικανότητας αναρρόφησης σε σχέση με τη διαφορά πίεσης και την πίεση εισόδου (για αντλίες τύπου Venturi της Netafim), απλής φάσης.



**Εικ. 2.33.β** Διάγραμμα ικανότητας αναρρόφησης σε σχέση με τη διαφορά πίεσης και την πίεση εισόδου (για αντλίες τύπου **Venturi** της **Netafim**), διπλής φάσης.

Για να εκκινηθούν οι αντλίες Venturi χρειάζεται μια αρκετά υψηλή απώλεια πίεσης και αυτό αποτελεί ένα από τα κυριότερα μειονεκτήματά τους. Όμως αυτό δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα για την χρήση τους. Πολλές φορές σε διάφορα συστήματα για λόγους όπως η τροφοδότησή τους από μεγάλα αρδευτικά δίκτυα ελεύθερης ζήτησης ή ωρολογίου προγράμματος η πίεση είναι αρκετά μεγάλη.

Ένα άλλο μειονέκτημα των αντλιών τύπου Venturi είναι ότι μπορούν να λειτουργήσουν μόνο με υγρά ή οπωσδήποτε διαλυμένα λιπάσματα.

Κύριο πλεονέκτημα για την τοποθέτηση του υγρού ή διαλυμένου λιπάσματος μπορεί να είναι ένα κοινό ανοιχτό δοχείο, όχι μεγάλης αντοχής στην πίεση που έτσι μπορεί να είναι φτηνό και αρκετά μεγάλο ώστε να χωρά ολόκληρη την ποσότητα λιπάσματος που απαιτείται για όλες τις στάσεις ποτίσματος που μπορεί να έχει ένα κτήμα.

#### *Πλεονεκτήματα*

- Είναι από στην λειτουργία, κανένα κινητό τμήμα.
- Εύκολο να εγκατασταθεί και να διατηρηθεί.
- Κατάλληλο για τα πολύ χαμηλά ποσοστά εγχύσεων.
- Η έγχυση μπορεί να ελεγχθεί με μια μετρητική βαλβίδα.
- Κατάλληλο για αναλογική και ποσοτική λίπανση.

#### *Μειονεκτήματα*

- Απαιτεί την απώλεια πίεσης στην κύρια γραμμή άρδευσης ή μια συμπληρωματική αντλία.
- Η ποσοτική υδρολίπανση είναι δύσκολη.
- Η αυτοματοποίηση είναι δύσκολη.

**2. Μηχανικές αντλίες:** Η χρήση τους έγκειται στην άντληση της κύριας παροχής του δικτύου της άρδευσης. Ο τύπος τους μπορεί να αυτός της κοινής φυγόκεντρης αντλίας και η λειτουργία τις πραγματοποιείται με ηλεκτρικούς

κινητήρες ή κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Το λιπαντικό διάλυμα βρίσκεται ένα απλής κατασκευής δοχείου περιέχει ανοιχτό δοχείο από μέταλλο, το λίπασμα, αμιανοτσιμέντο, τσιμέντο ή πλαστικό και εισάγεται με ένα μικρό σωληνίσκο στο σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας. 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 βοηθητική ανάδευση σε σύντομο χρόνο. Η θέση του δοχείου μεταβάλλεται ανάλογα με την περίπτωση και μπορεί να είναι στο ίδιο ή υψηλότερο επίπεδο σε σχέση με την αντλία. Το λίπασμα που παίρνει είναι στέρεο.

Το δοχείο με το σωλήνα αναρρόφησης συνδέεται με ένα λεπτό, μικρής διαμέτρου σωλήνα, πάνω στον οποίο πρέπει να υπάρχει ρυθμιστική βάνα, η οποία να ρυθμίζει το βαθμό αναρρόφησης ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο σύστημα. Από τη άλλη η ταχύτητα έκχυσης μπορεί να παρατηρείται από την πτώση της σταθερής του διαλύματος του δοχείου.

Στο σωληνίσκο σύνδεσης με το δοχείο λίπανσης αλλά και στο σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας πρέπει απαραίτητα να τοποθετούνται βαλβίδες αντεπιστροφής, ώστε να 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 λιπάσματος που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση (**πίνακας 2.3**).

**Πίνακας 2.3. Βαθμός κινδύνου διάβρωσης\* διαφόρων μετάλλων από διάφορα λιπάσματα (Martin,1953)**

Είδος Μετάλλου	Θεική αμμωνία	Νιτρική αμμωνία	Ουρία	Φωσφορικό οξύ	Φωσφορική 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
Μπρούτζος	3	3	0	2	4	4
pH λιπαντικού διαλύματος	5	5,9	7,6	0,4	8	7,3

\* 0=κανένας, 1=ελαφρός, 2=μέρος, 3=σημαντικός

#### *Πλεονεκτήματα*

- Πολύ ακριβής, για την ανάλογη υδρολίπανση.
- Καμία απώλεια πίεσης στη γραμμή.

- Εύκολα προσαρμόσιμη για την αυτοματοποίηση.

#### *Μειονεκτήματα*

- Ακριβή.
- Περίπλοκο σχέδιο, συμπεριλαμβανομένων διαφόρων κινητών τμημάτων. Έτσι η καταπόνηση και η βλάβη είναι πιθανότερα.

### **β. Αντλίες κατάθλιψης λιπαντικού διαλύματος**

Οι αντλίες του τύπου αυτού καταθλίβουν το λίπασμα που βρίσκεται σε ανοιχτά δοχεία κάτω από την ατμοσφαιρική πίεση. Η εισαγωγή του το οποίο είναι τοποθετημένο σε κάποιο σημείο του συστήματος όπου ασκείται πίεση μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική γίνεται με κατάληψη. 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 σήτας, στο ίδιο σημείο που γίνεται η έγχυση και με τη μέθοδο της διαφορικής πίεσης.

Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται για κατάθλιψη των θρεπτικών ουσιών μπορεί να είναι, ανάλογα με τις ενέργειες που χρησιμοποιεί ο κινητήρας τους, ηλεκτρική ή υδραυλικές.

Μια κατάταξη των αντλιών μπορεί να γίνει ανάλογα με το είδος της ενέργειας που χρησιμοποιούν για να λειτουργήσουν. Έτσι οι αντλίες μπορεί να είναι:

**1. Ηλεκτρικές αντλίες:** Οι αντλίες αυτές είναι συνήθως φυγοκεντρικές και έχουν σχεδιαστεί ώστε να είναι κατάλληλες για έγχυση λιπασμάτων. Αποτελούν μια πρακτική λύση για μέτρια ή μεγάλα κτήματα, όπου οι ποσότητες των λιπασμάτων που χορηγούνται 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.

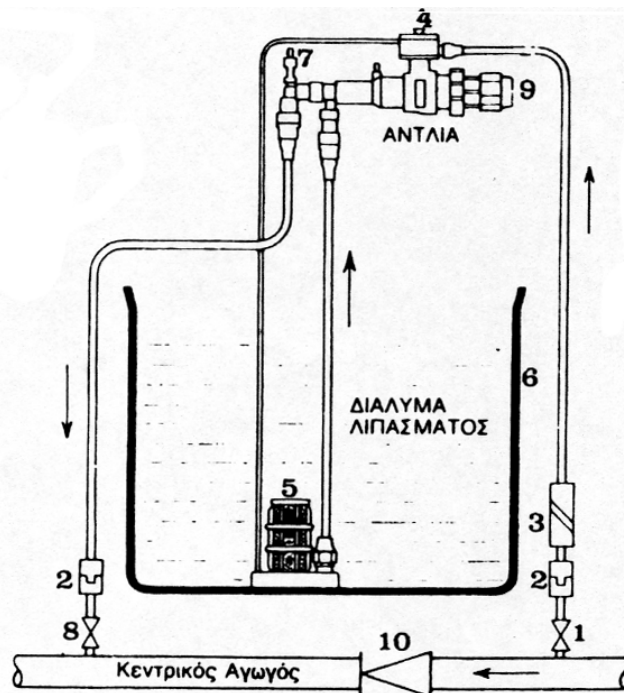
Σημείο προσοχής κατά την επιλογή αντλιών τέτοιου τύπου είναι το είδος του μετάλλου των τμημάτων της που έρχονται σε επαφή με το νερό και η ανθεκτικότητά του στα είδη των λιπασμάτων που πρόκειται να χρησιμοποιούνται με συχνό ρυθμό.

**2. Υδραυλικές αντλίες:** 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 μια αντλία η οποία αναρροφά το λιπαντικό διάλυμα μέσα από 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 μια ποσότητα νερού περίπου διπλάσια από την ποσότητα του αναρροφούμενου λιπαντικού διαλύματος αναλώνεται για την κίνηση του υδραυλικού κινητήρα (εικ.2.34). Το νερό αυτό δεν είναι εύκολο να επιστραφεί στην πηγή ή να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα κατά άλλο τρόπο και αποτελεί, ιδίως για περιοχές με περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού, ένα στοιχείο που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Αντλίες του τύπου αυτού κατασκευάζουν οι εταιρείες Amiad, TMB, RIS, J. Hardie κ.ά. σε μεγάλη ποικιλία μεγεθών και παραλλαγών (εικ. 2.35).

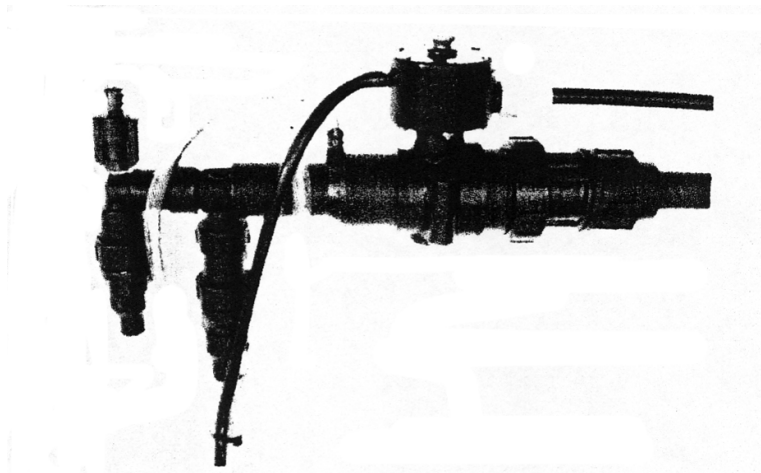
Στην περίπτωση της διαφορικής πίεσης δεν αναλώνεται νερό αλλά δημιουργείται μια διαφορά πίεσης στην κύρια γραμμή του δικτύου, η οποία επιτρέπει να κινηθεί μια ποσότητα νερού μέσω μιας παράλληλης (by pass) σύνδεσης, που τελικά αυτή κινεί το έμβολο του υδραυλικού κινητήρα (εικ.2.36). Στην περίπτωση αυτή αποφεύγεται η ανάλωση νερού, αλλά προκαλείται ανάλωση μιας ποσότητας ενέργειας (πίεσης) για να λειτουργήσει το σύστημα. Οι αντλίες αυτού του τύπου συνήθως απαιτούν μια ανάλωση πίεσης περίπου 25% και είναι ακατάλληλες για σχετικά μικρές παροχές. Τέτοιες αντλίες κατασκευάζουν οι εταιρείες J. Hardie, MSR κ.ά.



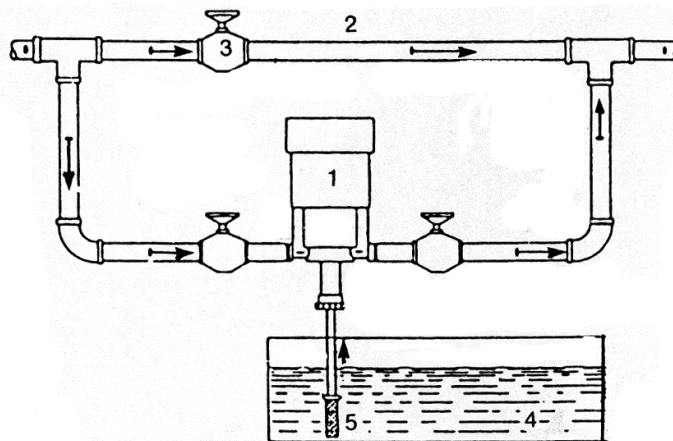
**Εικ. 2.34** Σχηματική παράσταση συνδεσμολογίας υδραυλικής αντλίας, με κατανάλωση νερού:

1. βάνο τροφοδοσίας υδραυλικού κινητήρα, 2. ρακόρ, 3. φίλτρο, 4. αυτόματος διακόπτης, 5. κεφαλή αναρρόφησης, 6. δοχείο λίπανσης, 7. βαλβίδα εξαερισμού, 8. βάνο έγχυσης λιπάσματος, 9. αποχέτευση, 10. βαλβίδα επιστροφής.



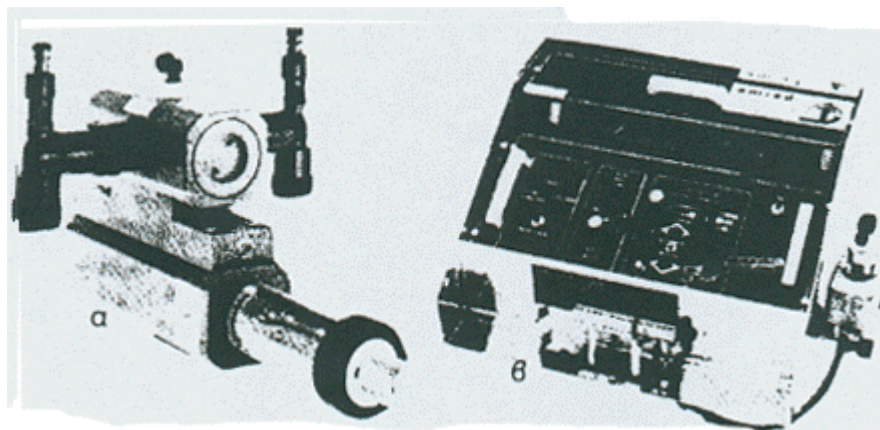


Εικ. 2.35 Υδραυλική αντλία που λειτουργεί με κατανάλωση νερού (Amiad).



Εικ. 2.36 Σχηματική παράσταση συνδεσμολογίας υδραυλικής αντλίας με διαφορά πίεσης: 1. αντλία, 2. κύρια γραμμή δικτύου, 3. βάνο για δημιουργία διαφοράς πίεσης, 4. λιπαντικό διάλυμα, 5. φίλτρο.

**3. Αναλογικές αντλίες.** Οι αναλογικές αντλίες μπορούν να είναι ηλεκτρικές ή υδραυλικές αντλίες, όπως αυτές που περιγράφηκαν προηγούμενα, που συνδεδεμένες με κατάλληλους υδραυλικούς ή ηλεκτρικούς μηχανισμούς (εικ. 2.37) εξασφαλίζουν σταθερή αναλογική έγχυση του λιπαντικού διαλύματος στο νερό του δικτύου.



**Εικ. 2.37** Μηχανισμοί που συνδέονται με μηχανικές ή υδραυλικές αντλίες για την επίτευξη αναλογικής λίπανσης: α) υδραυλικός, β) ηλεκτρονικός.

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

Μια 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 στις 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 κ.ά.).

Υπάρχει μια αρκετά μεγάλη ποικιλία αναλογικών αντλιών 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.2.37.α**) (Amiad, TMB, J. Hardie κ.ά.).
- Οι ηλεκτρονικές αναλογικές αντλίες επιτυγχάνουν την αναλογική χορήγηση μέσω μιας γεννήτριας παλμών (**2.37.β**), η οποία συνδέεται με ένα υδρόμετρο τοποθετημένο στην κύρια γραμμή. Η γεννήτρια αυτή κατευθύνει τη λειτουργία της αντλίας που μπορεί να είναι ηλεκτρική ή υδραυλική (MSR, TMB, Amiad, RIS κ.ά.).

## 5. ΣΧΕΔΙΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ

Η επιτυχής διαχείριση υγρασίας απαιτεί την εφαρμογή της κατάλληλης ποσότητας νερού στον κατάλληλο χρόνο. Το ποσό νερού που απαιτείται θα

εξαρτηθεί κυρίως από την υδατοικανότητα του εδάφους, το βάθος της εδαφοτομής, και της φυτείας που αναπτύσσεται.

Η έρευνα έχει δείξει ότι εφαρμόζοντας διαλύματα N μέσω των συστημάτων καταιονισμού στα αμμώδη εδάφη δίνει τη μεγαλύτερη αποδοτικότητα απ' ό,τι από την εφαρμογή πριν από την φύτευση και τις εφαρμογές στις ρίζες του φυτού (πίνακας 2.4).

**Πίνακας 2.4. Επίδραση πολλαπλών εφαρμογών λιπάσματος στο αρδευόμενο καλαμπόκι**

Σχέδιο λίπανσης	Χρόνος τελευταίας εφαρμογής*	Αριθμός εφαρμογών	Σχετική παραγωγή %
Προφυτευτική λίπανση και λίπανση στη ρίζα	8	3	72
Διεβδομαδιαία αρχίζοντας από την εμφάνιση	12	7	100

\*Εβδομάδες μετά την εμφάνιση (Πηγή: Πανεπιστήμιο της Φλόριδας Η.Π.Α)

Αυτό επιτρέπει επίσης στο N για να εφαρμοστεί στο χρόνο που η φυτεία το χρειάζεται. Τα στοιχεία στον πίνακα 2.5 επεξηγούν τη θρεπτική λήψη του N και του K για το καλαμπόκι.

**Πίνακας 2.5. Ποσοστό θρεπτικών στοιχείων που λαμβάνονται από το καλαμπόκι**

Μέρες μετά την εμφάνιση	%Πρόσληψη	
	N	K <sub>2</sub> O
0-25	8	9
26-50 (μετάξι)	35	44
51-75	31	31
76-100 (Γέμισμα σπόρων)	2	14
101-125	6	2

Οι εφαρμογές του λιπάσματος μπορούν αν είναι χρονομετρημένες με την άρδευση για να παρέχουν τις θρεπτικές ουσίες κατ' ανώτατο όριο βέλτιστο στάδιο ανάπτυξης.

Ερευνητές, που χρησιμοποιούν την άρδευση καταιονισμού, (στοιχεία ερευνών πανεπιστήμιο της Georgia U.S.A.) επέτυχε την αυξανόμενη αποδοτικότητα N και τις υψηλότερες παραγωγές όταν εφάρμοσαν 25% του N στη φύτευση, 22,5% στα έξι, 12 και 18 στάδια ανάπτυξης των φύλλων και 7,5% στους θυσάνους.

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί γενικά τη συμβατική εφαρμογή του N στη φύτευση και το υπόλοιπο μέσω της υδρολίπανσης. Αυτή η μέθοδος βελτιώνει τη λήψη N νωρίς όταν τα ριζικά συστήματα είναι μικρά και απαιτούν υψηλό N. Αργότερα, αυτή η ακολουθία εφαρμογών προλαμβάνει τις απαιτήσεις σε N ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους διήθησης νιτρικών αλάτων. Επίσης η υδρολίπανση χρησιμοποιείται μερικές φορές για να εφαρμόσει συμπληρωματικές εφαρμογές ανθρακικού καλίου, θείου και ορισμένων ιχνοστοιχείων. Η ανάγκη να εφαρμοστούν τέτοιες θρεπτικές ουσίες πρέπει να καθορίζεται από την ανάλυση των φυτών.

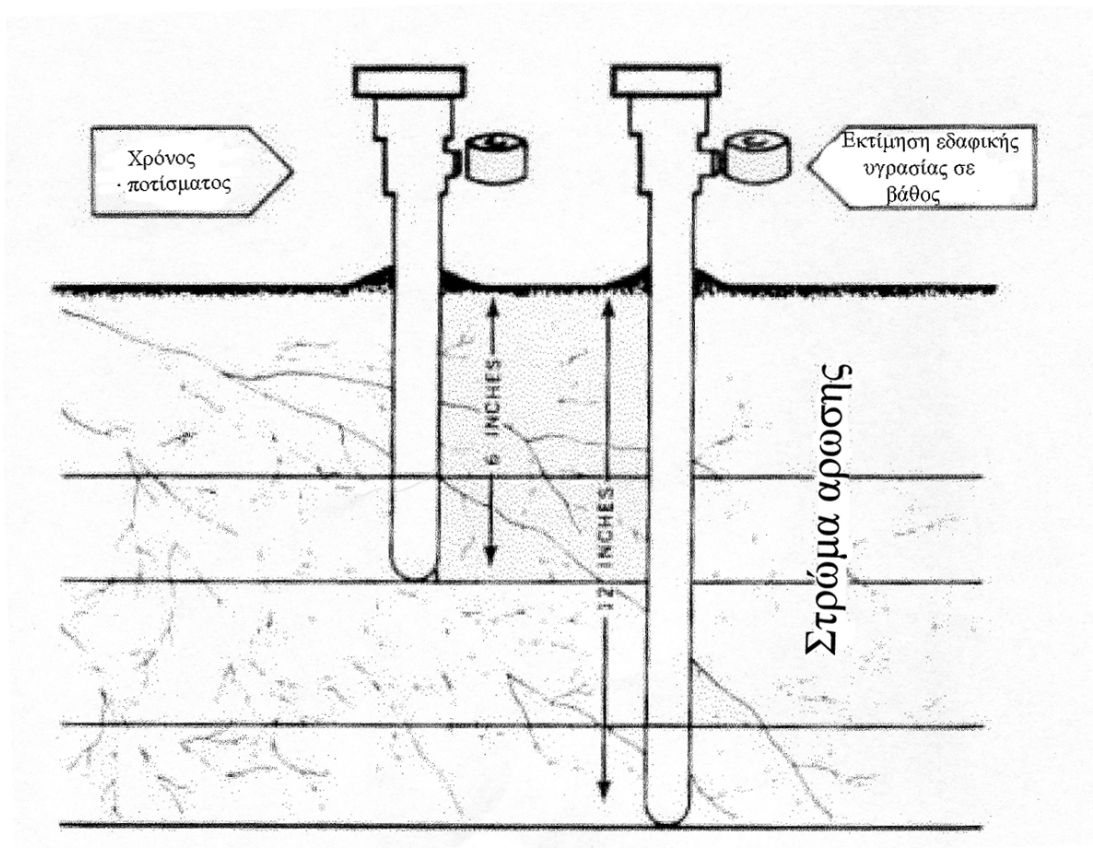
Η συχνότητα και ο συγχρονισμός της εφαρμογής νερού ασκούν σημαντική επίδραση στις παραγωγές και στις λειτουργικές δαπάνες. Για την αποδοτικότερη χρήση του νερού είναι επιθυμητό συχνά να καθοριστούν οι συνθήκες υγρασίας του εδάφους σε όλη τη ζώνη ρίζας της αναπτυσσόμενης φυτείας. Δύο αποδεδειγμένα οι πρακτικές μέθοδοι στον αγρό για τον καθορισμό της εδαφικής υγρασίας είναι τα τασίμετρα και οι μετρητές ηλεκτρικής αντίστασης.

Τα όργανα μέτρησης της εδαφικής υγρασίας πρέπει να εγκατασταθούν σε τρεις έως πέντε θέσεις στον αγρό. Η περιοχή εγκαταστάσεων πρέπει να είναι αντιπροσωπευτική των εδαφικών τύπων του αγρού και πρέπει να είναι εύκολα εντοπίσιμα έτσι ώστε να μπορούν να διαβαστούν σε καθημερινή βάση. Το **σχήμα 2.38** επεξηγεί την εγκατάσταση τασιμέτρων. Δεδομένου ότι τα τασίμετρα μετρούν τις εδαφικές στάθμες νερού, πρέπει να τοποθετηθούν με τέτοιο έναν τρόπο έτσι ώστε απεικονίζουν ακριβώς τις συνθήκες που αντιμετωπίζει το ριζικό σύστημα. Το ένα πρέπει να είναι τοποθετημένο σε βάθος έξι ίντσες και το άλλο σε βάθος 12 ίντσες.

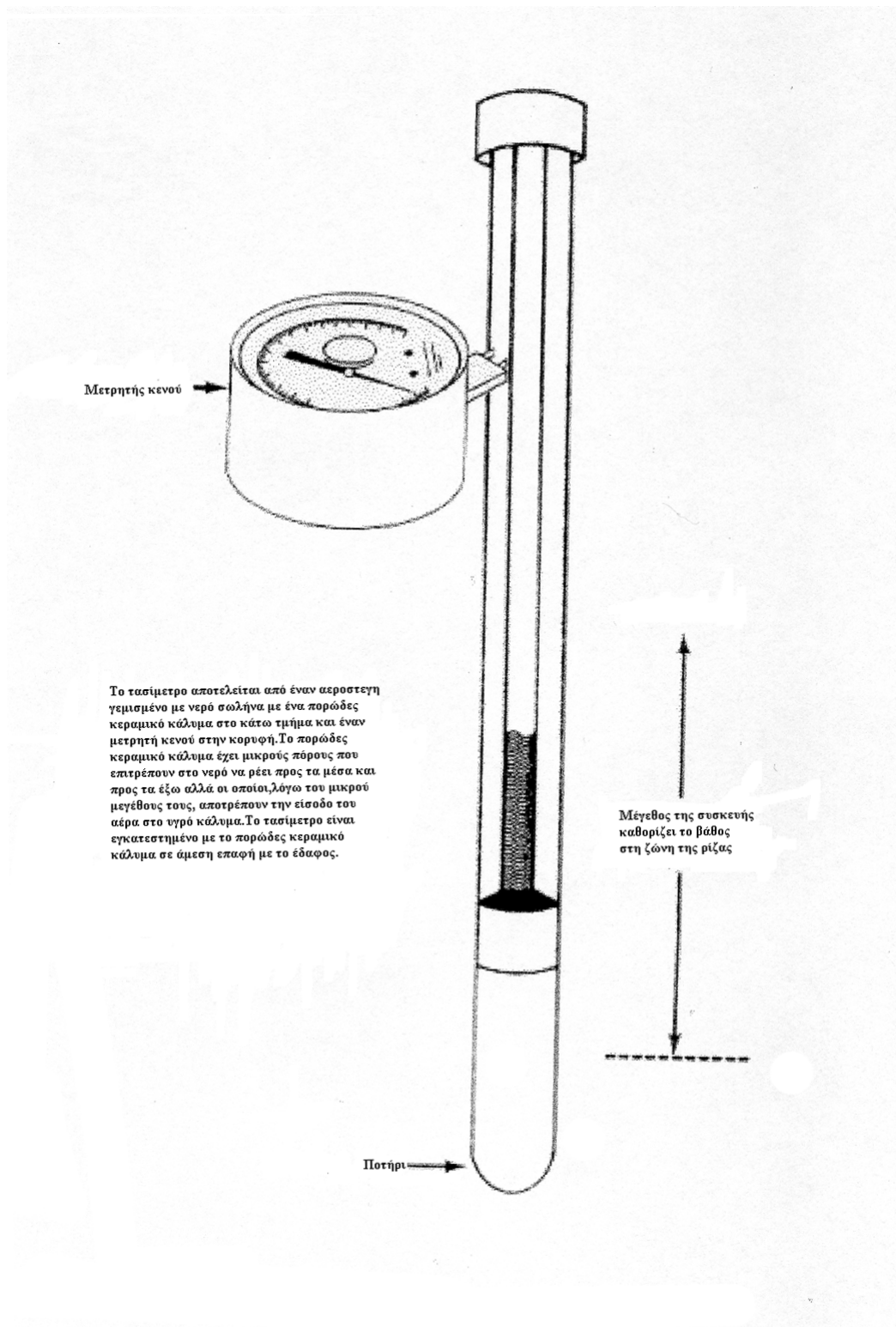
Το τασίμετρο που τοποθετείται στο βάθος των 6 in χρησιμοποιείται για να αξιολογήσει ποτέ πρέπει να αρχίσει η άρδευση, ενώ το τασίμετρο που τοποθετείται σε βάθος 12 in χρησιμοποιείται για να αξιολογήσει τη διείσδυση του νερού στην εδαφοτομή και ποτέ έχει πέσει μεγαλύτερη ποσότητα νερού από αυτή που χρειάζεται το έδαφος ή μικρότερη από αυτή που χρειάζεται. Τασίμετρο (**σχήμα 2.39**) με ένδειξη μικρότερη από 20 centibars δείχνει ότι το ποσό της διαθέσιμης υγρασίας, στο στρώμα οργώματος, είναι ευνοϊκό. Καθώς οι ενδείξεις γίνονται υψηλότερες, το ποσό του διαθέσιμου νερού μειώνεται, κάτι που δείχνει την ύπαρξη ξηρότερων συνθηκών και την ανάγκη να αρχίσει η άρδευση.

Ο τύπος και το μέγεθος του συστήματος άρδευσης θα επηρεάσουν

επίσης το σχεδιασμό. Συστήματα κεντρικού άξονα που κάνουν πλήρεις 360° κύκλους απαιτούν διαφορετικό σχεδιασμό από τα συστήματα κεντρικού άξονα που δεν κάνουν τους πλήρεις κύκλους. Τα συστήματα ρυμούλκησης καλωδίων απαιτούν συνολικά διαφορετικό σχεδιασμό.



**Εικ. 2.38** Εγκατάσταση τασίμετρου σε ένα χωράφι σπαρμένο με καλαμπόκι.



Εικ. 2.39 Σχηματική παράταση ενός τασίμετρου

## 6. ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

Η υδρολίπανση στη βιομηχανία θερμοκηπίων πραγματοποιείται με διαφορετικά συστήματα άρδευσης. Τα συστήματα άρδευσης ψεκαστήρων και σταγόνας χρησιμοποιούνται ευρέως. Μια ακριβής ποσότητα και μια ίση διανομή του ύδατος άρδευσης είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες για να εξασφαλίσουν μια υψηλή αποδοτικότητα της χρήσης ύδατος και λιπάσματος. Μια ακριβής άρδευση απαιτεί μια επαρκή εκτίμηση της εφίδρωσης των φυτών. Στα θερμοκήπια αυτή η εκτίμηση μπορεί να προέλθει εύκολα από τη μέτρηση μερικών παραμέτρων όπως τη σφαιρική ακτινοβολία, την ένταση της θέρμανσης και του μεγέθους των φυτών.

Η απορρόφηση ανόργανης ύλης εξαρτάται από τον τύπο και την παραγωγή των φυτών. Για πολλά είδη φυτών η ποσότητα των απορροφούμενων μετάλλων αυξάνεται γραμμικά με την παραγωγή. Με την βοήθεια των απορροφημένων ποσοτήτων νερού και μετάλλων η συγκέντρωση απορρόφησης μπορεί να υπολογιστεί. Κατά μέσον όρο κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Αυτή η συγκέντρωση φαίνεται να είναι σχετικά σταθερή για πολλά φυτά. Κατά τη διάρκεια της αύξησης των φυτών, εντούτοις, εμφανίζονται διακυμάνσεις στις συγκεντρώσεις και τις αναλογίες των μετάλλων που απορροφώνται. Στις περιόδους υψηλής ακτινοβολίας η συγκέντρωση απορρόφησης είναι χαμηλότερη απ' ό,τι στις σκοτεινές περιόδους και με βαρύ φορτίο φρούτων, η λήψη του Κ μπορεί να αυξηθεί εξαιρετικά.

Στη βιομηχανία θερμοκηπίων η λίπανση είναι όχι μόνο ένα εργαλείο για να παρέχει στα φυτά τις θρεπτικές ουσίες, αλλά αυτό χρησιμοποιείται επίσης για να ελέγξει την αύξηση των φυτών και την ποιότητα με τη ρύθμιση της οσμωτικής πίεσης του εδαφικού διαλύματος. Επομένως, στην εφαρμογή των λιπασμάτων, η οσμωτική πίεση πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη.

Στην πράξη η υδρολίπανση χρησιμοποιείται και για τα επιφανειακά και για τα υποστρωματικά καλλιεργούμενα φυτά. Στα συστήματα υποστρωμάτων οι προσιτές ποσότητες ύδατος και θρεπτικών ουσιών είναι μικρές και η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος στο περιβάλλον ρίζας διαφοροποιείται εύκολα. Έτσι, για τα συστήματα υποστρωμάτων η υδρολίπανση χρειάζεται την εφαρμογή θρεπτικών διαλυμάτων που προσαρμόζονται ακριβώς στα φυτά και τις συνθήκες ανάπτυξης τους, αλλά και έναν συχνό έλεγχο της σύνθεσης του θρεπτικού διαλύματος στο περιβάλλον ρίζας. Η υδρολίπανση για τα φυτά που μεγαλώνουν στο έδαφος απαιτεί λίγο πολύ την ίδια πρακτική. Εντούτοις, οι αποταμιεύσεις του προσιτού ύδατος και των θρεπτικών ουσιών είναι μεγάλες και επιτρέπουν έναν λιγότερο συχνό έλεγχο.

Ο χειρισμός της υδρολίπανσης υπό τους πρακτικούς όρους συζητείται. Οι συνταγές για τις διαφορετικές συγκομιδές, τους αυξανόμενους όρους, τα αυξανόμενα συστήματα, τα συστήματα άρδευσης και τις ποιότητες νερού

δίνονται. Η διύλιση των θρεπτικών ουσιών και η αποδοτικότητά τους που μετριέται υπό τους αυξανόμενους όρους συζητούνται.

Η υδρολίπανση στη βιομηχανία θερμοκηπίων έχει μακροχρόνια ιστορία. Στις Κάτω Χώρες ήταν ήδη εφαρμοσμένα με τα συστήματα στάγδην άρδευσης στη δεκαετία του '50 και με συστήματα τεχνητής βροχής στην αρχή της δεκαετίας του '60. Το σύστημα στάγδην άρδευσης εισήχθη από την Αγγλία (Van den Ende, 1955), αλλά δεν επιβίωσε έπειτα, λόγω του σοβαρού φραξίματος των ακροφυσίων που οφειλόταν στην ποιότητα του ύδατος που χρησιμοποιήθηκε σε εκείνη την περίοδο. Η ανάπτυξη της υδρολίπανσης με τεχνητή βροχή ήταν περισσότερο επιτυχημένη (Sonneveld και Van den Ende, 1967) και χρησιμοποιείται και σήμερα για ορισμένα συστήματα καλλιέργειας. Στο παρελθόν η εφαρμογή του λιπάσματος στο αρδευτικό νερό πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια των διύλιστήρων. Αυτές οι εφαρμογές δεν ήταν πολύ ακριβείς και δεν χρησιμοποιούνταν με τα συστήματα άρδευσης τεχνητής βροχής, γιατί οι συγκεντρώσεις λιπάσματος στο νερό άρδευσης δεν μπορούσαν να καθοριστούν άμεσα και επομένως να ελεγχθούν επακριβώς. Για την τεχνητή βροχή η συμπτωματική εμφάνιση υψηλών συγκεντρώσεων λιπάσματος στο νερό άρδευσης ήταν ένας πάρα πολύ υψηλός κίνδυνος ζημιάς της καλλιέργειας. Η εισαγωγή της κανονικής μέτρησης της αξίας EC στο νερό άρδευσης στη δεκαετία του '60 παρείχε τις ευκαιρίες για μια άμεση μέτρηση των συγκεντρώσεων λιπάσματος στα ύδατα άρδευσης και σε έναν πιο στενό έλεγχο των συγκεντρώσεων. Με την παγκόσμια ανάπτυξη της στάγδην άρδευσης από τη δεκαετία του '60 και μετά (Bucks και Davies, 1986), η υδρολίπανση ακολούθησε σε κάθε βήμα της (Rolston et al, 1986). Από τότε στην ανάπτυξη της στάγδην άρδευσης αυξήθηκε έντονα και η υδρολίπανση έγινε μια κανονική πρακτική στις αρδευόμενες περιοχές (, το 1991 Elfving, 1982).

#### **6.α Παραγωγή Θερμοκηπίων**

Η πιο εντυπωσιακή διαφορά μεταξύ της παραγωγής στο χωράφι και στα θερμοκήπια όσον αφορά την υδρολίπανση είναι το γεγονός ότι η φυσική πτώση αποκλείεται στο θερμοκήπιο και όχι στο χωράφι. Εκείνος ο αποκλεισμός δίνει τις ευκαιρίες σε έναν πλήρη έλεγχο της άρδευσης, αλλά έχει το μειονέκτημα ότι η αλατότητα που δημιουργείται στο έδαφος κατά την διάρκεια της καλλιέργειας πρέπει να ξεπλυθεί με επιπλέον ποσότητα νερού. Τέτοια αύξηση αλατότητας εμφανίζεται ειδικά εάν το νερό άρδευσης που χρησιμοποιείται είναι αλατούχο.



**Πίνακας 2.6 Ποσότητες διαθέσιμου αζώτου (N) σε διαφορετικά συστήματα ανάπτυξης σε σχέση με τη συνολική πρόσληψη αζώτου ( $7 \text{ mol m}^{-2}$  μιας φυτείας τομάτας, υψηλής παραγωγικότητας**

Σύστημα ανάπτυξης			
	Έδαφος θερμοκηπίου	Επίστρωμα περλίτη	Τεχνική θρεπτικής μεμβράνης
Όγκος του υποστρώματος ( $l \cdot m^{-2}$ )	300	14	-
% νερό κατ' όγκο	25	70	-
Ποσότητα νερού ( $l \cdot m^{-2}$ )	75	10	4
Συγκέντρωση αζώτου ( $mmol l^{-1}$ )	25	23	17
Άζωτο σε $mmol m^{-2}$	1875	230	68
% της συνολικής πρόσληψης	27	3,3	1,0

Μια άλλη διαφορά με τα φυτά του χωραφιού αφορά τις υψηλές παραγωγές που λαμβάνονται από τα φυτά των θερμοκηπίων, που συνδυάζονται με τις υψηλές απορροφήσεις των θρεπτικών ουσιών. Ειδικά ετήσιες καλλιέργειες με υψηλή παραγωγή ξηράς ουσίας απορροφούν τέτοιες υψηλές ποσότητες ανόργανων στοιχείων, που είναι αδύνατο να δοθούν εκείνες οι ποσότητες σε μια βασική δόση, επειδή σε εκείνη την περίπτωση η οσμωτική πίεση στο εδαφικό διάλυμα θα ήταν πάρα πολύ υψηλή. Έτσι για τέτοιες καλλιέργειες η υδρολίπανση είναι απαραίτητη. Με τον έναν ή με τον άλλο τρόπο καθίσταται σαφές επίσης ότι για την καλλιέργεια θερμοκηπίων η συνολική συσσώρευση θρεπτικών ουσιών στο περιβάλλον της ρίζας είναι δευτεροβάθμιας σπουδαιότητας, γιατί οι επιφανειακές επαλείψεις μέσω της υδρολίπανσης είναι λίγο πολύ πάντα δυνατές και μπορούν να παρέχουν τις ικανοποιητικές θρεπτικές ουσίες σε κάθε στιγμή. Αυτό ισχύει ειδικά για τις καλλιέργειες που αναπτύσσονται στα υποστρωματικά συστήματα με μικρούς όγκους ρίζας. Στον **πίνακα 2.6** γίνεται μεταξύ μια σύγκριση της λήψης αζώτου μιας καλλιέργειας ντοματών υψηλής παραγωγής και των δυνατών συσσωρεύσεων στα διαφορετικά συστήματα ανάπτυξης. Για το χόμα θερμοκηπίων οι υπολογισμοί γίνονται για ένα εδαφολογικό βάθος  $0,3 \mu$  και τα άλλα στοιχεία δίνονται από το IKC (1994) και από τους Sonneveld και Van den Ende (1990). Είναι σαφές ότι για τα φυτά που αναπτύσσονται στο χόμα, ένα τέταρτο του συνολικού απαραίτητου αζώτου είναι δυνατό να συσσωρευτεί, ενώ στα υποστρωματικά ή στα υδροπονικά συστήματα οι συσσω-

ρεύσεις είναι αμελητέες.

Μια άλλη σημαντική διαφορά μεταξύ της λίπανσης στο θερμοκήπιο και στο χωράφι είναι η ρύθμιση της οσμωτικής πίεσης όσον αφορά την ποιότητα των φυτών και των προϊόντων. Στο θερμοκήπιο τα νέα φυτάρια των καλλιεργειών λαχανικών φρούτων που αυξάνονται υπό τις κακές συνθήκες φωτισμού εφοδιάζονται συχνά με υψηλά οσμωτικά επίπεδα για να αποτρέψουν μια πάρα πολύ πολύβλαστη αύξηση και για να βελτιώσουν την ωρίμανση των φρούτων (Sonneveld, 1991). Επίσης κατά τη διάρκεια της παραγωγής των φρούτων αργότερα, οι υψηλές οσμωτικές τιμές στο περιβάλλον της ρίζας είναι ευνοϊκές για να βελτιώσουν την ποιότητα φρούτων (Adams, 1991 Mizrahi και Pasternak, 1985 Mizrahi, et Al 1988). Αφ' ετέρου οι υψηλές τιμές οσμωτικής πίεσης για υπερβολικά μεγάλο χρονικό διάστημα μπορούν να μειώσουν τις παραγωγές (Sonneveld και Welles, 1988). Έτσι στην παραγωγή θερμοκηπίων η λίπανση είναι επίσης ένα εργαλείο για να ρυθμίσει την οσμωτική πίεση στο περιβάλλον ρίζας και να ελέγξει την ισορροπία μεταξύ της παραγωγής και της ποιότητας.

#### **6.β Παροχή νερού και διανομή**

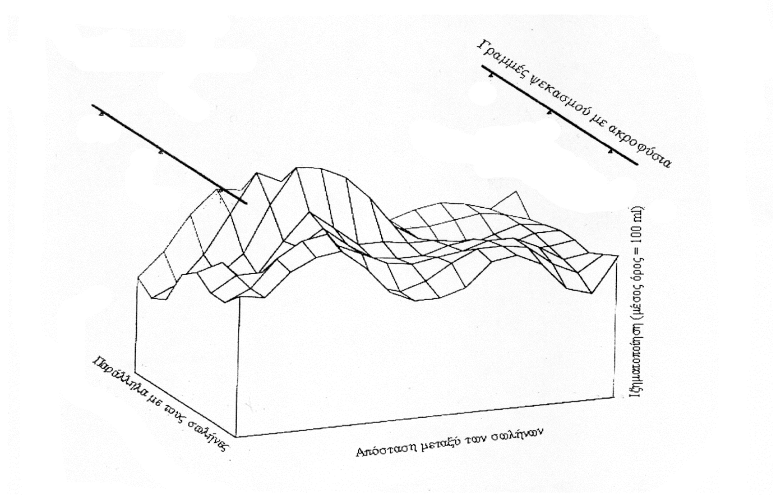
Στα θερμοκήπια το νερό παρέχεται συχνά με τη βοήθεια των συστημάτων στάγδην άρδευσης. Τα πλεονεκτήματα τέτοιων συστημάτων είναι οι πιθανότητες ότι το νερό μπορεί να παρασχεθεί σε μικρές ποσότητες στις περιορισμένες περιοχές στους κορμούς των φυτών, χωρίς να βραχούν τα φυτά. Αυτό υποστηρίζει την ιδέα ότι η στάγδην άρδευση οδηγεί σε μια υψηλή αποδοτικότητα του νερού. Εντούτοις, αυτό δεν είναι ένα κάτι το φυσικό, λόγω των μεγάλων διαφορών, οι οποίες μπορούν να εμφανιστούν στην απελευθέρωση νερού μεταξύ των σταγόνων και στην κατανάλωση ύδατος μεταξύ των μεμονωμένων φυτών. Σε μια έρευνα (Van der Burg και Harnaker, 1987) διαπιστώθηκε ότι υπό τις συνθήκες ανάπτυξης η απελευθέρωση νερού των ακροφυσίων στάγδην άρδευσης παρουσιάζει εύκολα ένα συντελεστή απόκλισης 10%, ενώ η απορρόφηση νερού των το ματιών παρουσιάζει επίσης έναν τέτοιο συντελεστή απόκλισης. Αυτό σημαίνει ότι στην παροχή και στην απορρόφηση νερού ένας συντελεστής απόκλισης μπορεί να αναμένεται περίπου 14%.

Είναι αποδεκτό να υποτεθεί ότι τα φυτά μπορούν να ωφεληθούν από το νερό που, παρέχεται στα φυτά που συνορεύουν απευθείας στην αριστερή και τη δεξιά πλευρά. Αυτό σημαίνει ότι τα φυτά μπορούν να χρησιμοποιήσουν το νερό από τρία ακροφύσια άρδευσης, κατά συνέπεια είναι λογικό να υπολογιστεί η απόκλιση από το μέσο όρο τριών εγκαταστάσεων στο σύστημα. Κάτω από αυτήν την υπόθεση ο συντελεστής απόκλισης στην παροχή νερού - το σύστημα απορρόφησης νερού υπολογίστηκε κατά μέσο όρο για πάνω από τρία φυτά-είναι  $14\% \sqrt{3}$ , το οποίο είναι περίπου 8%. Εάν δεν γίνεται αποδεκτό

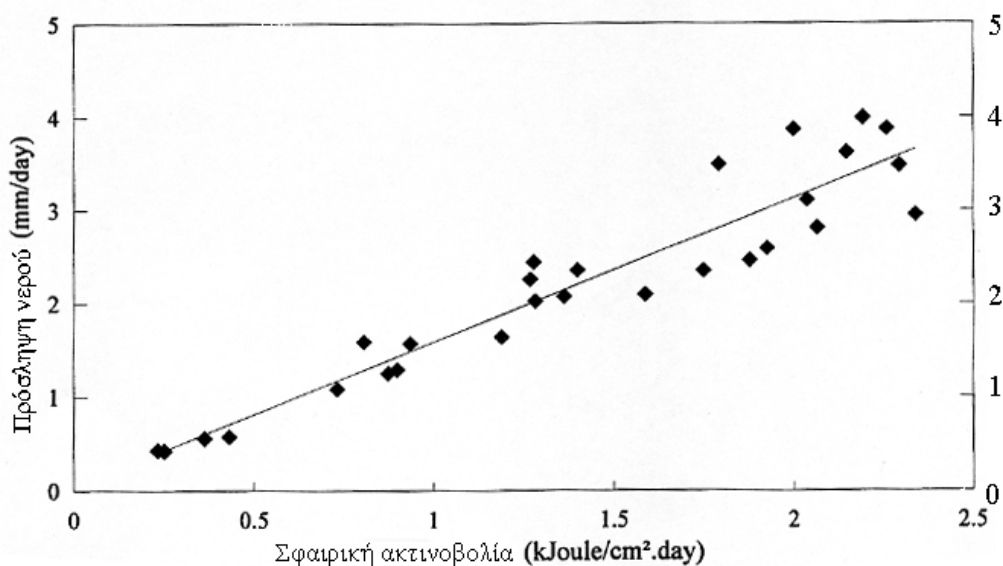
ότι λιγότερος από 1% των φυτών πάσχει από την έλλειψη νερού μια μέση υπερβολική δόση  $2.6 \cdot 8\% = 21\%$  είναι απαραίτητο για να εφοδιάσει τα φυτά με μια ικανοποιητική ποσότητα νερού.

Για την άρδευση στα θερμοκήπια γίνεται επίσης χρήση των συστημάτων ψεκαστήρων. Στις Κάτω Χώρες είναι τα κύρια συστήματα για πολλά έτη, ειδικά για φυτά με μια υψηλή πυκνότητα φυτείας. Εκτός από τους υπερυψωμένους ψεκαστήρες τα επίσης χαμηλά συστήματα ψεκαστήρων χρησιμοποιούνται τα τελευταία συστήματα χρησιμοποιούνται μόνο σε περιπτώσεις όπου το υπερυψωμένο ψέκασμα είναι δυσμενές λόγω του γεγονότος ότι μετά από κάθε άρδευση τα φυτά είναι τελείως υγρά. Η διανομή νερού μέσω των συστημάτων άρδευσης ψεκαστήρων, δεν φαίνεται να είναι καλύτερη από αυτή μέσω των συστημάτων στάγδην άρδευσης. Οι πρόσφατες μετρήσεις της διανομής νερού στα θερμοκήπια με τα τυποποιημένα συστήματα άρδευσης ψεκαστήρων παρουσίασαν διαφορές 100% μεταξύ των σημείων με τη χαμηλότερη και υψηλότερη παροχή νερού (Strasser, 1994). Ένας σημαντικός παράγοντας σε αυτές τις διαφορές ήταν η θέση των γραμμών ψεκαστήρων. Μεταξύ των γραμμών η πτώση ήταν δύο φορές υψηλότερη απ' ό,τι κάτω από τις γραμμές, γεγονός που δείχνει ότι η επικάλυψη των ψεκαστήρων μεταξύ των γραμμών ψεκασμού δεν ήταν καλά ρυθμισμένη. Στο **σχήμα 2.40** παρουσιάζεται η διανομή -νερού ενός τυποποιημένου συστήματος γραμμών ψεκασμού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πέρα από τις περιοχές 0.20-0.25m. Ο συντελεστής απόκλισης πτώσης σε αυτές τις περιοχές ήταν 22%, δείχνοντας ότι η διανομή νερού των συστημάτων ψεκαστήρων δεν είναι συχνά καλύτερη από αυτή των συστημάτων στάγδην άρδευσης.

Η άνιση διανομή νερού, από τα συστήματα άρδευσης που χρησιμοποιούνται, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι μεγάλη ποσότητα από το νερό που χρησιμοποιείται για την άρδευση σπαταλιέται για να διορθώσει τις ανεπάρκειες των συστημάτων άρδευσης. Στις Κάτω Χώρες η εμπειρία δείχνει ότι, εκτός από την υπερβολική δόση του νερού απαραίτητη για τη διύλιση των αλάτων, στα θερμοκήπια 20 έως 30% της παροχής νερού είναι σύντομα απαραίτητη ως υπερβολική δόση να διορθώσει την ανώμαλη διανομή του νερού και την ανώμαλη απορρόφηση του νερού από τα φυτά (Sonneveld, 1993a). Βελτιώσεις των συστημάτων άρδευσης θα μειώσουν αυτές τις ποσότητες.



**Εικ. 2.40** Κατανομή της κατακρήμνισης ενός εναέριου ψεκαστικού συστήματος. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ψεκασμού ήταν 3,2m, και μεταξύ των ακροφυσίων 1 m. Η πίεση στο νερό ήταν 150Kpa. Η κατακρήμνιση υπολογίστηκε επάνω από τμήματα διαστάσεων 0,20•0,25 m. Ο συντελεστής απόκλισης ήταν 22%. (Πηγή M. Heemskerk, κέντρο ερευνών θερμοκηπιακών φυτειών Naaldwijk).



**Εικ. 2.41** Σχέση μεταξύ της μέσης σφαιρικής ακτινοβολίας ( $\text{kJ cm}^{-2}\text{day}^{-1}$ ) και της εξατμισοδιαπνοής των φυτειών ραδικιού ( $\text{Lm}^{-2}\text{day}^{-1}$ ). Εμπειρική εξίσωση:  $y = 1,54x + 0,04$  ( $r = 0,94$ ).

Άλλοι παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στην εφίδρωση των φυτειών, όπως η θερμοκρασία, ταχύτητα αέρα, υγρασία και περιεχόμενο  $\text{CO}_2$  (Howell et al, 1986), φαίνονται να έχουν τα δευτερεύοντα αποτελέσματα στην χρήση του νερού στα θερμοκήπια εάν ο τύπος που δίνεται χρησιμοποιείται. Έτσι, η

μείωση της εφίδρωσης από την εφαρμογή CO<sub>2</sub> υπό τους όρους θερμοκηπίων αποδείχθηκε πράγματι μικρή να ανήλθε σε μόνο μερικά ποσοστά της συνολικής εφίδρωσης (Nederhoff και de Graaf, 1993).

### 6.γ Θρεπτική απορρόφηση

Η λήψη των θρεπτικών ουσιών από τις φυτείες συσχετίζεται συχνά γραμμικά με την παραγωγή, αλλά διαφέρει και για τις φυτείες και για τις καλλιεργητικές περιόδους. Έτσι, για τις ντομάτες και τα χρυσάνθεμα οι στενές σχέσεις έχουν βρεθεί μεταξύ της παραγωγής και της λήψης του N, P και K, όπως είναι προφανής από τις αμφίδρομες εξισώσεις στον **πίνακα 2.7**.

**Πίνακας 2.7. Σχέσεις μεταξύ φρέσκων καρπών παραγωγής τομάτας ( kg m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> ) και του βάρους φρέσκων λουλουδιών του χρυσάνθεμου ( kg m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> ) (x) από τη μία και της πρόσληψης N, P και K (kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) y) από την άλλη**

Στοιχείο	Εμπειρικές εξισώσεις μεταβλητών	Συσχετιζόμενοι συντελεστές
Τομάτες		
N	$Y = 17,3 x + 147$	0,904
P	$Y = 4,0 x + 49$	0,920
K	$Y = 28,4 x + 321$	0,904
Χρυσάνθεμα		
N	$Y = 39,3 x - 1$	0,938
P	$Y = 6,6 x - 1$	0,882
K	$Y = 69,8 x - 17$	0,980

Για τα τριαντάφυλλα, εντούτοις, τέτοιες σχέσεις δεν βρέθηκαν. Σε κατά μέσον όρο πάνω από 11 πειράματα και φυτώρια η λήψη αυτής της φυτείας σε N, P και K βρέθηκε να είναι 506,79 και 486 Kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> αντίστοιχα. Η εφίδρωση ήταν 681 mm year<sup>-1</sup>. Εντούτοις, όπως αναφέρεται ανωτέρω η θρεπτική απορρόφηση δεν είναι ίση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου της φυτείας, για τις ντομάτες έχει διαπιστωθεί ότι η αναλογία μεταξύ της λήψης του K και του Ca αλλάζει έντονα με το φορτίο φρούτων στα φυτά. Στις περιόδους μεγάλης καρποφορίας αυτή η αναλογία μπορεί να επιτύχει τις τιμές 6 και 7, (Voogt, 1988) ενώ η αναλογία λήψης αυτών των στοιχείων έχει κατά μέσον όρο μια τιμή 3. Αυτή η αλλαγή της αναλογίας K/Ca μπορεί να εξηγηθεί εύκολα από τη διαφορά μεταξύ της ανόργανης σύνθεσης των ψύλλων και των φρούτων της ντομάτας. Τα φρούτα περιέχουν σχετικά πολύ K και λίγο ασβέστιο σε σύγκριση με τα φύλλα. Κάτι παρόμοιο έχει βρεθεί με τις

φυτείες λουλουδιών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των μίσχων. Το γαρύφαλλο για παράδειγμα έχει μια σχετικά υψηλή ικανότητα απορρόφησης K κατά τη διάρκεια μιας ογκώδους ανάπτυξης μίσχων.

#### 6.δ Συγκέντρωση απορρόφησης

Η αναλογία μεταξύ της ποσότητας ενός θρεπτικού στοιχείου και της ποσότητας νερού που απορροφάται από μια φυτεία, αποκαλούμενη συχνά **συγκέντρωση απορρόφησης**, διαφέρει για τις φυτείες, τα στάδια ανάπτυξης και τις συνθήκες ανάπτυξης.

Στον **πίνακα 2.8** οι συγκεντρώσεις απορρόφησης των μακρό στοιχείων παρατίθενται για την ντομάτα, γλυκό πιπέρι και τριαντάφυλλο. Οι συγκεντρώσεις απορρόφησης της ντομάτας και του γλυκού πιπεριού είναι του ίδιου μεγέθους. Για το τριαντάφυλλο, εντούτοις, οι συγκεντρώσεις είναι μισές από εκείνες τις τιμές. Η κύρια αιτία για αυτήν την διαφορά είναι η παραγωγή ξηράς ουσίας. Με την ντομάτα και το γλυκό πιπέρι παράγονται 3-4 Kg ξηράς ουσίας  $m^{-2} year^{-1}$  ενώ με το τριαντάφυλλο 1,5 Kg. Η επίδραση των κλιματολογικών συνθηκών στη συγκέντρωση απορρόφησης καταδεικνύεται σαφώς από τους Sonneveld και Van den Bos (1995) με το ραδίκι. Η απορρόφηση ανόργανης ουσίας μιας χειμωνιάτικης αναπτυσσόμενης φυτείας ραδικιών είναι ίση με αυτήν μιας καλοκαιρινής φυτείας. Εντούτοις, η απορρόφηση νερού το καλοκαίρι είναι 3 έως 4 φορές υψηλότερη απ' ό,τι το χειμώνα. Έτσι η συγκέντρωση απορρόφησης το χειμώνα είναι υψηλότερη με τον ίδιο παράγοντα. Ο Voogt (1993) παρατήρησε επίσης τις υψηλές συγκεντρώσεις απορρόφησης για την ντομάτα υπό συνθήκες χαμηλού φωτισμού.

**Πίνακας 2.8.** Συγκεντρώσεις απορρόφησης για τομάτα, γλυκό πιπέρι και τριαντάφυλλο, εκφράζονται σε  $mmol l^{-1}$ . Οι αριθμοί είναι μέσες τιμές ετήσιων φυτειών 8, 6 και 11 περιπτώσεων αντίστοιχα (πειράματα και φυτώρια).

Στοιχεία	Τομάτα	Γλυκό πιπέρι	Τριαντάφυλλο
N	9,6	10,3	5,3
P	1,1	0,8	0,4
S	1,2	0,7	0,4
K	6,1	4,6	2,0
Ca	2,2	2,2	0,9
Mg	0,9	0,8	0,3

### 6.ε Υδρολίπανση υποστρωματικών αναπτυσσόμενων καλλιεργειών

Βάσει των πειραματικών στοιχείων τα θρεπτικά διαλύματα για τις διαφορετικές φυτείες και κατευθυντήριες τιμές για τα αναλυτικά στοιχεία των εξαγόμενων προϊόντων των υποστρωμάτων έχουν αναπτυχθεί. Οι τιμές οδηγού για τα αναλυτικά στοιχεία των υποστρωμάτων είναι υπολογισμένες με βάση τη σύνθεση του εδαφικού διαλύματος. Με τα υποστρώματα το εδαφικό διάλυμα εξάγεται όπως παραδείγματος χάριν στο υπόστρωμα περλίτη, οι τιμές οδηγού απεικονίζουν άμεσα τις τιμές στόχους για τη σύνθεση αυτής του εδαφικού διαλύματος. Με άλλα υποστρώματα όπως παραδείγματος χάριν την τύρφη, δημιουργείται ένα εκχύλισμα ύδατος, τα στοιχεία του οποίου συσχετίζονται πολύ με τη σύνθεση του εδαφικού διαλύματος (Sonneveld και Van Ekderen, 1994).

Η σύνθεση του εδαφικού διαλύματος σε ένα υπόστρωμα διαφέρει από το παρεχόμενο θρεπτικό διάλυμα. Τα ιόντα που απορροφώνται εύκολα από τις φυτείες π.χ. K, NH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Mn θα έχουν σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις στο εδαφικό διάλυμα και ιόντα που απορροφώνται δύσκολα π.χ. Ca, Mg, σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις σε σύγκριση με τις συγκεντρώσεις του παρεχόμενου διαλύματος. Στον πίνακα 2.9 παραδείγματα δίνονται για την ντομάτα και το τριαντάφυλλο.

**Πίνακας 2.9. Διαλύματα θρεπτικών ουσιών, τιμές οδηγού παροχών για το εδαφικό διάλυμα των φυτειών τομάτας και τριαντάφυλλου που αναπτύσσονται σε υπόστρωμα περλίτη, σε ένα ελεύθερο αποστραγγιστικό σύστημα**

Στοιχεία	Τομάτα		Τριαντάφυλλο	
	Παροχή	Εδαφικό διάλυμα	Παροχή	Εδαφικό διάλυμα
EC dS m <sup>-1</sup>	2,6	4,0	1,6	2,2
NH <sub>4</sub> mmol l <sup>-1</sup>	1,2	< 0,5	1,5	< 0,5
K	9,5	8,0	4,5	5,0
Ca	5,4	10,0	3,25	5,0
Mg	2,4	4,5	1,125	3,0
NO <sub>3</sub>	16,0	23,0	11,0	12,5
SO <sub>4</sub>	4,4	6,8	1,25	3,0
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1,5	1,0	1,25	0,9
Fe μmol l <sup>-1</sup>	15,0	15,0	25,0	25,0
Mn	10,0	7,0	5,0	3,0
Zn	5,0	7,0	3,5	3,5
B	30,0	50,0	20,0	20,0
Cu	0,75	0,7	0,75	1,0
Mo	0,5	-	0,5	-

Όπως είναι προφανές από αυτόν τον πίνακα, οι τιμές οδηγού για το εδαφικό διάλυμα για την ντομάτα είναι πολύ υψηλότερες από εκείνες για το τριαντάφυλλο. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί μόνο, για ένα μικρό μέρος από την υψηλότερη θρεπτική λήψη μιας φυτείας ντοματών. Ο σημαντικότερος λόγος για την υψηλή συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα για την ντομάτα είναι η υψηλότερη οσμωτική πίεση, που είναι επιθυμητή για να βελτιώσει την ποιότητα φρούτων. Αυτό έχει βρεθεί επίσης για άλλες φυτείες λαχανικών φρούτων. Επιπλέον, οι υψηλές οσμωτικές τιμές στο εδαφικό διάλυμα βελτιώνουν την ανάπτυξη των φρούτων κάτω από φτωχές συνθήκες φωτισμού, αποτρέπουν την γυαλάδα στα φύλλα των λαχανικών (Maaswinkel και Welles, 1986) και τις φυτείες λουλουδιών (Connived και Starve 1993) σε περιπτώσεις υψηλής πίεσης ρίζας και χαμηλής εφίδρωσης και βελτιώνουν την ανάπτυξη βολβών του χειμερινού ραδικιού (Sonneveld και Van den Bos, 1995). Με τις φυτείες λουλουδιών, εντούτοις, οι υψηλές οσμωτικές πιέσεις στο εδαφικό διάλυμα συνήθως δεν βελτιώνουν την ποιότητα. Με τις υψηλότερες τιμές EC τα τριαντάφυλλα παρουσίασαν κοντύτερους, λεπτότερους και πιο αδύνατους μίσχους με μια απρόσβλητη ή πιο σύντομη ζωή βάζου (de Kreij και Van den Berg, 1990a). Με το cymbidium η ζωή βάζου φάνηκε να είναι απρόσβλητη από την τιμή της EK (de Kreij και Van den Berg, 1990b), όπως συνέβη με τη gerbera επίσης (de Kreij και Van OS, 1989).

Τα θρεπτικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται για τις αναπτυσσόμενες φυτείες περλίτη είναι επίσης συχνά χρησιμοποιούμενα για άλλα υποστρώματα, ειδικά εάν τα υποστρώματα είναι λίγο πολύ αδρανή όσον αφορά την απελευθέρωση των ανόργανων ουσιών.

Η σύνθεση του εδαφολογικού διαλύματος των υποστρωμάτων πρέπει να ελεγχθεί με την ενίσχυση των διαφορετικών δειγματοληψιών. Δύο ή τρεις φορές εβδομαδιαίως είναι απαραίτητο να ληφθεί ένα δείγμα του εδαφικού διαλύματος για μια απλή δοκιμή στο pH και την EC, η οποία γίνεται στις Κάτω Χώρες από τους ίδιους τους καλλιεργητές με την ενίσχυση των φορητών οργάνων. Κάθε δεκαπενθήμερο ένα δείγμα στέλνεται σε ένα εργαστήριο για να καθορίσει τα θρεπτικά στοιχεία.

Βάσει των συχνών μετρήσεων του pH και της EC οι καλλιεργητές ρυθμίζουν την προσθήκη  $\text{NH}_4$  για να ελέγξουν το pH στο εδαφικό διάλυμα και την EC του παρεχόμενου θρεπτικού διαλύματος σε περίπτωση που η τιμή της EC στο εδαφικό διάλυμα διαφέρει από την τιμή στην οποία στοχεύουμε. Η ποσότητα  $\text{NH}_4$  που χρησιμοποιείται στα τυποποιημένα διαλύματα ποικίλλει για τις περισσότερες φυτείες μεταξύ 7 και 14% του συνολικού παρεχόμενου N. Αυτή η ποσότητα είναι σε συμφωνία με τη μέση ποσότητα απαραίτητη να ελέγξει το pH λόγω των ρυθμίσεων κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ο ανεφοδιασμός ποικίλλει μεταξύ 0 και 20%. Για φυτείες ευαίσθητες στην ανεπάρκεια ασβεστίου, όπως το γλυκό πιπέρι, οι καλλιεργητές είναι προσεκτικότεροι με την προσθήκη  $\text{NH}_4$ , από ότι για φυτείες λιγότερο



ευαίσθητες σε αυτήν την ανεπάρκεια.

Με την ενίσχυση των αναλυτικών στοιχείων των δειγμάτων που στέλνονται στο εργαστήριο συστάσεις δίνονται για τις ρυθμίσεις των αναλογιών μεταξύ των θρεπτικών ουσιών. Κατ' αυτό τον τρόπο υψηλές απορροφήσεις ορισμένων στοιχείων από τις φυτείες μπορούν να φροντιστούν τυχαία. Για μερικές φυτείες τα πρότυπα έχουν αναπτυχθεί για να παρέχουν τις αναμενόμενες υψηλές ή χαμηλές απορροφήσεις, παραδείγματος χάριν το πρότυπο που αναπτύσσεται από τον Voogt (1993) για τις ντομάτες. Σε αυτό το πρότυπο για την αναπτυσσόμενη ντομάτα οι ρυθμίσεις γίνονται για την αρχή της φυτείας και για μια αλλαγή της αναλογίας K/Ca κατά τη διάρκεια του βαρύ φορτίου φρούτων. Στον **πίνακα 2.10** δίνεται μια επισκόπηση του προτύπου.

**Πίνακας 2.10. Μοντέλο για αυξήσεις του διαλύματος θρεπτικών ουσιών που προμηθεύεται για μια ετήσια φυτεία τομάτας, αναπτυσσόμενης σε ένα κλειστό σύστημα με επίστρωση περλίτη. Οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε mmol l<sup>-1</sup> (Πηγή Voogt 1993)**

Περίοδος ανάπτυξης	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
Κανονικό διάλυμα	1,0	6,5	2,75	1,0	10,75	1,5	1,25
Επίστρωση κορεσμού	0,5	4,0	3,75	1,5	10,75	1,5	1,25
Στη φύτευση	1,0	5,3	3,05	1,3	10,75	1,5	1,25
Πρώτο δέσιμο	1,0	6,5	2,75	1,0	10,75	1,5	1,25
Τρίτο δέσιμο	1,0	7,5	2,50	0,75	10,75	1,5	1,25
Πέμπτο δέσιμο	1,0	10,0	1,5	0,5	10,75	1,5	1,25
Δέκατο δέσιμο	1,0	7,5	2,5	0,75	10,75	1,5	1,25
Δωδέκατο δέσιμο	1,0	6,5	2,75	1,0	10,75	1,5	1,25

#### **6.στ Υδρολίπανση σε αναπτυσσόμενα σε χώμα φυτά**

Οι συστάσεις για την υδρολίπανση των καλλιεργούμενων σε χώμα φυτών εξαρτώνται έντονα από τις φυτείες και τις συνθήκες ανάπτυξης. Οι τιμές οδηγού που δίνονται για τα αναλυτικά στοιχεία των εδαφολογικών δειγμάτων για τις φυτείες λαχανικών διαφέρουν μερικές φορές για τις

καλλιέργειες καλοκαιριού και χειμώνα. Το χειμώνα οι τιμές είναι συχνά πολύ υψηλότερες απ' ό,τι το καλοκαίρι, λόγω της πολύβλαστης αύξησης των φυτών και της κακής ποιότητας των φρούτων στις χαμηλές συγκεντρώσεις του εδαφικού διαλύματος υπό κακές συνθήκες φωτισμού.

Για την ντομάτα και το ραδίκι οι τιμές οδηγού για τις αναπτυσσόμενες στο χώμα φυτείες παρουσιάζονται σαν παραδείγματα στον **πίνακα 2.11**. Οι τιμές οδηγού που απαριθμούνται αναφέρονται στα αναλυτικά στοιχεία του 1:2 απόσπασμα του τόμου (Sonneveld, et al 1990). Τα στοιχεία αυτού του απόσπασματος έχουν μια στενή σχέση με τη σύνθεση του εδαφικού διαλύματος. Έτσι τα στοιχεία μπορούν να μετατραπούν εύκολα στις τιμές του εδαφικού διαλύματος και μπορούν έπειτα να συγκριθούν με τα στοιχεία υποστρωματικά αναπτυσσομένων φυτών. Έτσι, για την τιμή EC τού 1. Το απόσπασμα τόμου 2 και αυτό του εδαφικού διαλύματος η ακόλουθη σχέση έχουν βρεθεί (Sonneveld et al 1990).

$$EC_{\text{soil sol}} = 3,12 EC_{1:2} + 0,84$$

Με αυτήν την εξίσωση, οι τιμές EC για το εδαφικό διάλυμα μπορούν να υπολογιστούν σε 7,1 και 5,2 για την χειμερινή και θερινή ντομάτα αντίστοιχα. Για το ραδίκι υπολογίζονται οι τιμές 4,6 και 3,3 αντίστοιχα.

Για τις φυτείες λουλουδιών  $EC_{1:2}$  οι τιμές μεταξύ 0,4 και 1,2 διατηρούνται, χωρίς διαφορές μεταξύ των περιόδων καλοκαιριού και χειμώνα. Τα ευνοϊκά αποτελέσματα των υψηλών οσμωτικών τιμών του εδαφικού διαλύματος στην ποιότητα των φυτών υπό κακές συνθήκες φωτισμού δεν καταδεικνύονται από τις φυτείες λουλουδιών, όπως λέγεται ανωτέρω.

**Πίνακας 2.12. Τιμές οδηγού τις αναπτυσσόμενες σε χώμα φυτείες τομάτας και ραδικιού, για τις χειμερινές και θερινές συνθήκες ανάπτυξης. Οι τιμές εκφράζονται σε 1 : 2 εξαγόμενης ποσότητας.**

Προσδιορισμός	Τομάτα		Ραδίκι	
	Χειμώνας	Καλοκαίρι	Χειμώνας	Καλοκαίρι
EC ds m <sup>-1</sup>	2,1	1,4	1,2	0,8
K mmol l <sup>-1</sup>	3,3	2,2	3,0	2,0
Ca	3,8	2,5	3,0	1,5
Mg	2,6	1,7	1,0	0,75
N	7,5	5,0	3,0	2,0
S	3,8	2,5	3,5	2,25
P	0,15	0,15	0,15	0,15

Οι αμοιβαίες αναλογίες και οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων που προστίθενται στο νερό άρδευσης εξαρτώνται από τις φυτείες και τα συστήματα άρδευσης. Για τα συστήματα στάγδην άρδευσης η συνιστώμενη

συγκέντρωση των θρεπτικών ουσιών στο νερό είναι 25% υψηλότερη απ' ό,τι για τα συστήματα άρδευσης ψεκαστήρων. Τα θρεπτικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται για μερικές φυτείες παρατίθενται στον **πίνακα 2.13**.

**Πίνακας 2.13. Προτεινόμενα διαλύματα θρεπτικών ουσιών για αναπτυσσόμενες σε χώμα φυτείες για καταιονισμό και στάγδην άρδευση. Οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε mmol l<sup>-1</sup>**

Φυτά	Άρδευση καταιονισμού					Στάγδην άρδευση				
	K	Ca	Mg	N	S	K	Ca	Mg	N	S
Αγγούρι	2,6	1,5	0,8	7,0	0,8	3,2	1,9	1,0	8,8	1,0
Ραδίκι	6,0	2,4	1,2	11,5	1,6					
Τριαντάφυλλο	2,6	1,5	0,8	7,0	0,8	3,2	1,9	1,0	8,8	1,0
Χρυσάνθεμο	3,2	1,6	0,8	7,0	0,8					

Στις Κάτω Χώρες ο P δεν δίνεται ως τυπικός με τις επιφανειακές σάλτσες. Πολλά χώματα θερμοκηπίων περιέχουν μεγάλες ποσότητες του P και έτσι η απορρόφηση μπορεί συχνά να καλυφθεί εντελώς από την αποθήκευση αυτού του στοιχείου στο χώμα. Σε περιπτώσεις ανεπαρκώς διαθέσιμου P το στοιχείο δίνεται κατά προτίμηση ως σάλτσα βάσεων. Με την στάγδην άρδευση μπορεί να είναι απαραίτητο να παρασχεθεί το P με το νερό άρδευσης κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτειών. Τότε, εντούτοις, το pH του νερού άρδευσης πρέπει να κρατηθεί κάτω από 5,5 για να αποτρέψει την πτώση του φωσφορικού άλατος ασβεστίου, η οποία εμποδίζει εύκολα τους εκπομπούς του συστήματος άρδευσης.

### 6.ζ Αλατότητα

Η αλατότητα είναι ένα σοβαρό πρόβλημα στη βιομηχανία θερμοκηπίων. Η απουσία φυσικών βροχοπτώσεων, η χρήση του υφάλμυρου νερού για την άρδευση και η φτωχή άρδευση και λίπανση προκαλεί εύκολα επηρεάζει την αλατότητα του εδάφους. Οι μελέτες στις Κάτω Χώρες, με αναπτυσσόμενες στο χώμα, αλλά και με υποστρωματικές καλλιέργειες έδειξαν ότι το πρότυπο Maas και Hoffman (1977) προσαρμόζεται καλά για τα στοιχεία των φυτειών θερμοκηπίων (Sonneveld, 1988 και Sonneveld και Van derBurg, 1991). Οι τιμές κατώτατων ορίων αλατότητας που βρίσκονται για τις φυτείες θερμοκηπίων παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές για τις διαφορετικές φυτείες και τις συνθήκες ανάπτυξης. Έτσι, τα πειραματικά στοιχεία για τις αναπτυσσόμενες σε χώμα ντομάτες (Sonneveld 1988) παρουσίασαν τιμές κατώτατων ορίων αλατότητας στο εκχύλισμα κορεσμού (ECe) του 4,7 dS m<sup>-1</sup>, τα οποία μπορούν να μετατραπούν σε μια τιμή 7,3 dS m<sup>-1</sup> στο εδαφικό διάλυμα (Sonneveld και Van den Ende, 1991). Αυτό είναι πολύ υψηλότερο από τις τιμές των 2,5 -2,9 dS m<sup>-1</sup> (Sonneveld και Van derBurg, 1991) που βρέθηκαν

για τις καλλιεργούμενες ντομάτες σε ένα εκτός χώματος σύστημα καλλιέργειας. Οι ντομάτες που αυξάνονται στο τελευταίο σύστημα είναι προφανώς πιο ευαίσθητες στην αλατότητα από εκείνες που αυξάνονται στο ελεγχόμενο χώμα θερμοκηπίων.

Υπάρχει ιδιαίτερη αλληλεπίδραση μεταξύ της αλατότητας και της λίπανσης των φυτειών. Εάν για τις φυτείες οι υψηλές τιμές οσμωτικής πίεσης στο περιβάλλον ρίζας είναι επιθυμητές όσον αφορά την ποιότητα των προϊόντων, το επίπεδο λίπανσης θα μειωθεί σε περίπτωση υψηλής αλατότητας. Για πολλές φυτείες η βελτίωση της ποιότητας που κερδίζεται από την αυξανόμενη οσμωτική πίεση είναι ανεξάρτητη από την σύνθεση άλατος στο περιβάλλον ρίζας, εάν ο ανεφοδιασμός με τα απαραίτητα στοιχεία είναι βέλτιστος. Έτσι η αύξηση της οσμωτικής πίεσης επάνω από το επιθυμητό επίπεδο ουσιαστικών θρεπτικών ουσιών, μπορεί να πραγματοποιηθεί από οποιοδήποτε στοιχείο μη τοξικό για τα φυτά (Sonneveld, 1988 και Sonneveld και Van der Burg, 1991). Σε μερικές περιπτώσεις φαίνεται ότι η αύξηση της οσμωτικής πίεσης του εδαφικού διαλύματος με NaCl παρουσιάζει πλεονεκτήματα όσον αφορά την ποιότητα επάνω από μια τέτοια αύξηση με θρεπτικές ουσίες (Adams, 1991). Μια συνέπεια αυτού είναι ότι οι τιμές οδηγοί για τις φυτείες που αυξάνονται στην υψηλή οσμωτική πίεση στο εδαφικό διάλυμα εξαρτώνται από το επίπεδο αλατότητας. Στον **πίνακα 2.14** οι τιμές οδηγοί για την αναπτυσσόμενη σε περλίτη ντομάτα, στην υψηλή αλατότητα NaCl παρατίθενται σε σύγκριση με εκείνους στη χαμηλή αλατότητα NaCl.

Η αλατότητα είναι ένα μεγάλο πρόβλημα σε περίπτωση που οι φυτείες αναπτύσσονται στα συστήματα ανακύκλωσης για να αποτρέψουν την περιβαλλοντική μόλυνση από τον αγωγό στα συστήματα αποβλήτων. Για πολλές φυτείες η απορρόφηση του NA και του CL είναι περιορισμένη και ποικίλλει, εξαρτώμενη από τις φυτείες και τις συγκεντρώσεις NA και CL στο περιβάλλον ρίζας. Για τις φυτείες φρούτων (Sonneveld και Van derBurg, 1991 Van derBurg 1994) και για μερικά λουλούδια (Baas και Van den Berg, 1992 Nijssen και Van den Berg, 1993 Nijssen και Van den Berg 1994, Warmenhoven και Baas στον Τύπο) οι συγκεντρώσεις απορρόφησης για το NA και το CL καθορίζονται και απαριθμούνται στον **πίνακα 2.15**.

Λίγο πολύ όλες οι φυτείες φαίνονται να απορροφούν περισσότερο CL από NA Έτσι σε περίπτωση αλατότητας NaCl το NA συσσωρεύεται πιο γρήγορα στο περιβάλλον ρίζας από το CL. Κατά συνέπεια, σε πολλούς τύπους νερών άρδευσης η συγκέντρωση NA καθορίζει την ποσότητα νερού που πρέπει να στραγγιχτεί εξαντλούμενο, για να αποτρέψει τις πάρα πολύ υψηλές συγκεντρώσεις άλατος στο περιβάλλον ρίζας. Εάν κανένας αγωγός στράγγισης δεν γίνεται αποδεκτός, η συγκέντρωση NaCl δεν πρέπει να αυξηθεί επάνω από τη συγκέντρωση απορρόφησης του Na. Εντούτοις, σε ορισμένους τύπους υδάτων είναι δυνατό όχι η συγκέντρωση Na, αλλά η συγκέντρωση Ca, MO ή SO<sub>4</sub> να καθορίζει τη στράγγιση (Sonneveld, 1993b). Στα συστήματα

υποστρωμάτων με μια ελεύθερη αποστράγγιση των συγκεντρώσεων NaCl περίπου της τάξης των 1.5 - 3.0 mmol l<sup>-1</sup> και για τις αναπτυσσόμενες στο χώμα φυτείες οι συγκεντρώσεις NaCl της τάξης περίπου των 3.0 - 4.5 του mmol l<sup>-1</sup> στο νερό άρδευσης είναι αποδεκτές στις Κάτω Χώρες (Sonneveld et al, 1991).

**Πίνακας 2.14. Τιμές οδηγού για το εδαφικό διάλυμα τομάτων αναπτυσσόμενων σε υπόστρωμα περλίτη σε υψηλή αλατότητα NaCl σε συγκρίσιμες εκείνες σε χαμηλή αλατότητα (Πηγή Sonneveld 1991)**

Στοιχεία	Τιμές οδηγού	
	Χαμηλό NaCl	Υψηλό NaCl
EC dS m <sup>-1</sup>	4,0	4,0
Na mmol l <sup>-1</sup>	2,0	10,0
Cl	2,0	10,0
NO <sub>3</sub>	23,0	17,0
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1,0	1,0
SO <sub>4</sub>	6,8	5,0
K	8,0	6,0
Ca	10,0	7,5
Mg	4,5	3,5

**Πίνακας 2.15 Συγκεντρώσεις απορρόφησης για το Na και το Cl σε mmol l<sup>-1</sup> για μερικές φυτείες λαχανικών και λουλουδιών σε δύο επίπεδα συγκεντρώσεων Na και Cl στο περιβάλλον της ρίζας**

Φυτά	Συγκέντρωση στο περιβάλλον της ρίζας			
	< 5 mmol l <sup>-1</sup>		10 mmol l <sup>-1</sup>	
	Na	Cl	Na	Cl
Τομάτα	0,4	0,6	0,8	1,0
Γλυκό πιπέρι	0,2	0,3	0,3	0,7
Αγγούρι	0,3	0,3	1,1	1,5
Μελιτζάνα	0,1	0,3	0,4	0,7
Αστήρ	0,2	-	0,6	-
Ζέρμπερα	0,3	1,2	0,8	1,8
Γαρύφαλλο	0,1	0,2	0,2	0,3
Χρυσάνθεμο	0,3	-	0,8	-
Τριαντάφυλλο	< 0,1	-	< 0,1	-

#### **6.η Αποδοτικότητα νερού & λιπάσματος**

Το υψηλό περιεχόμενο άλατος στο χώμα μπορεί να ελεγχθεί από πρόσθετο νερό άρδευσης κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ή με την πλημμύρα μετά από την καλλιεργητική περίοδο. Στα θερμοκήπια και οι

δύο μέθοδοι χρησιμοποιούνται εξαρτώμενοι από τα είδη των φυτειών και από τις συνθήκες ανάπτυξης. Η πλημμύρα μετά από μια καλλιεργητική περίοδο είναι ιδιαίτερα απαραίτητη ως προετοιμασία του χώματος για φυτείες με υψηλή πυκνότητα, όπως το ραδίκι, το μαρούλι, τα χρυσάνθεμα κλπ. Για την έναρξη τέτοιων φυτειών, η πλημμύρα είναι σημαντική για να εξισορροπήσει τις διαφορές στο περιεχόμενο νερό των ξηρών και υγρών σημείων του χώματος και για να διυλίσει τα άλατα που συσσωρεύονται στο κορυφαίο στρώμα. Μια τέτοια διήθηση είναι ειδικότερα σημαντική, επειδή κατά τη διάρκεια της βλάστησης και της ριζοβολίας των νέων φυτών οι φυτείες είναι πολύ ευαίσθητες στο αλάτι. Μια εξισωμένη έναρξη τέτοιων φυτειών απαιτεί μια υψηλή περιεκτικότητα νερού και μια χαμηλά περιεκτικότητα άλατος στο ανώτατο στρώμα. Στα υποστρώματα τα άλατα συσσωρεύονται γρήγορα στα επιβλαβή επίπεδα, λόγω του μικρού όγκου ρίζας. Έτσι εάν το νερό χρησιμοποιείται με πάρα πολύ υψηλή περιεκτικότητα άλατος, η διήθηση των αλάτων είναι μια συνεχής διαδικασία κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας. Ακόμα κι αν το νερό χρησιμοποιείται με ικανοποιητικά μικρή περιεκτικότητα άλατος, υπερβολική δόση είναι απαραίτητη για να εξισώσει τα αποτελέσματα του ανώμαλου ποτίσματος. Εντούτοις, σε τέτοιες περιπτώσεις το νερό αποστραγγίσεων μπορεί να συλλεχθεί, να αναμιχθεί με το γλυκό νερό και τις θρεπτικές ουσίες και να επαναχρησιμοποιηθεί πάλι για την άρδευση. Αυτό συμβαίνει στις Κάτω Χώρες για τις υποστρωματικές, καθώς επίσης και για τις αναπτυσσόμενες στο χώμα φυτείες. Στην τελευταία περίπτωση αυτή είναι μόνο δυνατή σε περίπτωση υψηλού επιπέδου υπόγειου νερού. Σε περίπτωση χαμηλού επιπέδου υπόγειου νερού η συλλογή του νερού αποστραγγίσεων δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί. Εάν το αλατούχο νερό άρδευσης χρησιμοποιείται, η διήθηση των αλάτων από το πρόσθετο νερό είναι απαραίτητη. Αυτό προκαλεί μια υψηλή διήθηση των θρεπτικών ουσιών, μολύνει τα περιβάλλοντα επιφανειακά ύδατα ή τα υπόγεια ύδατα. Η μόλυνση των επιφανειακών υδάτων θα συμβεί ειδικά σε περίπτωση υψηλών επιπέδων υπόγειου νερού εάν το νερό των αγωγών μεταφέρεται μέσω των συστημάτων σωλήνων στα ύδατα των περιβαλλόντων καναλιών. Με τα βαθιά φρεάτια υπόγειου νερού το νερό αγωγών συχνά μεταφέρεται στα βαθιά εδαφικά στρώματα και θα φθάσει μετά από έναν μακροχρόνιο χρόνο στα βαθιά υπόγεια νερά.

Η έρευνα του Verhaegh και άλλων (1990) έδειξε ότι στις Κάτω Χώρες οι φυτείες λαχανικών φρούτων που αυξάνονται στο υπόστρωμα περλίτη σε έναν αγωγό στο σύστημα αποβλήτων έχουν μια αποδοτικότητα νερού περίπου 0,70 και μια αποδοτικότητα λιπάσματος περίπου 0,50 - 0,60 (Sonneveld 1993a). Η πρόσφατη έρευνα σε ραδίκια αναπτυσσόμενα στο χώμα (Korsten και Voogt, 1994) και σε φυτείες χρυσάνθεμων (Korsten et al, 1994), που συνοψίστηκαν στον **πίνακα 2.16**, έδειξαν ότι η αποδοτικότητα νερού ήταν 0,60 και 0,52, αντίστοιχα. Η αποδοτικότητα του λιπάσματος για το ραδίκι ήταν 0,64 και 0,58 και για το χρυσάνθεμο 0,33 και 0,49 για το N και το K

αντίστοιχα. Το λίπασμα που εισάγεται από την υδρολίπανση, η απορρόφηση των φυτειών και η αποστράγγιση φαίνονται να είναι οι κύριοι παράγοντες στον ισολογισμό λιπάσματος. Οι διαφορές στις εδαφικές εναποθέσεις και η διαρροή είναι δευτερεύουσας σπουδαιότητας, και μπορούν να έχουν μια εισαγωγή καθώς επίσης και μια επίδραση παραγωγής εξαρτώμενες από τη μετακίνηση της περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά στο χώμα και τη μετακίνηση νερού, αντίστοιχα. Μέχρι τώρα, η διάσπαση νιτρικών και η απολιθοποίηση φάνηκαν να είναι αμελητέες στις μελέτες. Για το χρυσάνθεμο ο υπολογισμός του N και του K αζυγοστάθμιστος με περίπου 25%. Αυτές οι μη αναγνωρισμένες ποσότητες λιπάσματος χρειάζονται την περαιτέρω μελέτη.

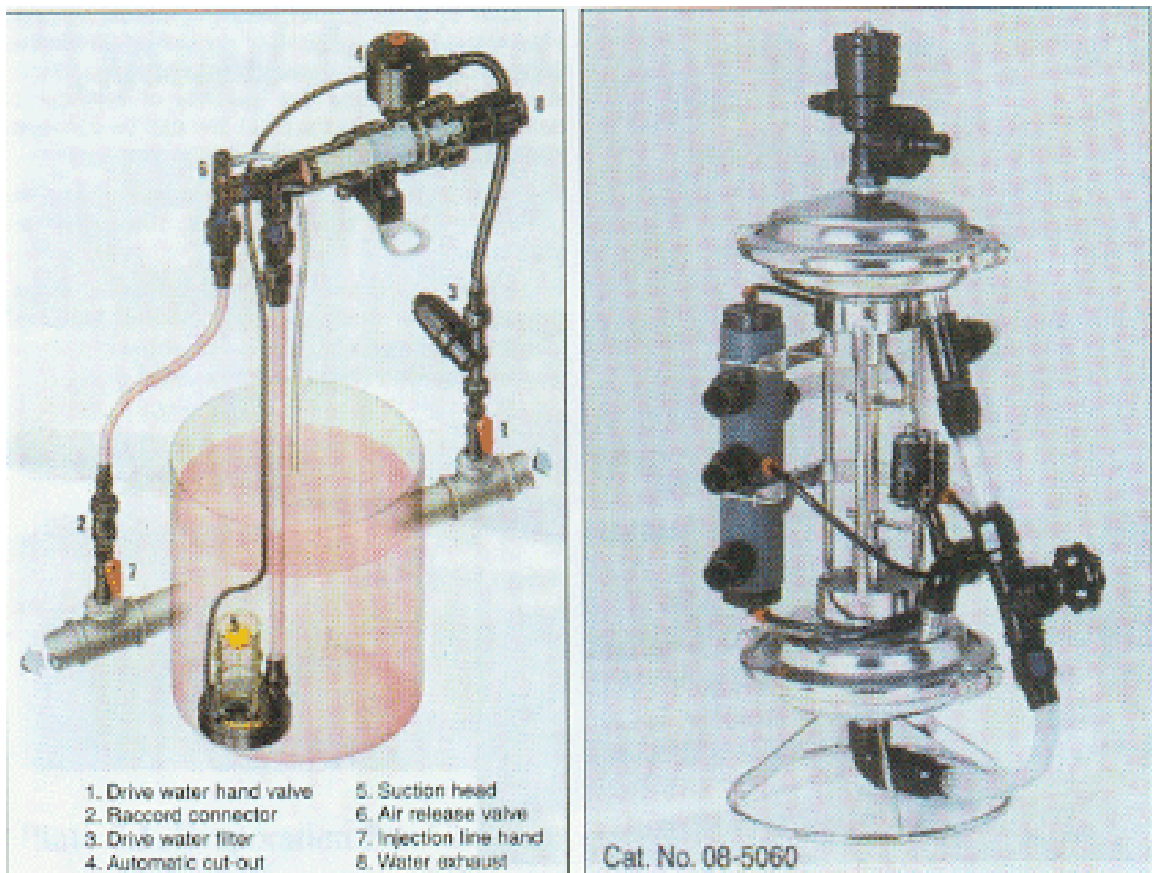
Η βελτίωση της αποδοτικότητας νερού και λιπάσματος είναι πολύ σημαντική όσον αφορά την περιβαλλοντική ρύπανση (υπαγορεύεται από τον ολλανδικό κυβερνητικό νόμο). Ειδικά τα συστήματα υποστρωμάτων παρουσιάστηκαν για να υπάρξουν οι δυνατότητες για τις υψηλές αποδοτικότητες του ύδατος και του λιπάσματος. Σε τέτοια συστήματα το νερό αποστραγγίσεων μπορεί να πιαστεί εντελώς και, σε περίπτωση βέλτιστης ποιότητας του ανόθευτου νερού, να επαναχρησιμοποιηθεί εξ' ολόκληρου. Τέτοια συστήματα δοκιμάζονται τώρα στα ολλανδικά φυτώρια.

**Πίνακας 2.16. Επίπεδα ισορροπίας νερού αζώτου και Καλίου για το αναπτυσσόμενο σε χώμα ραδίκι και χρυσάνθεμο. Μέσες τιμές για πέντε φυτώρια. Τα φυτώρια ήταν τοποθετημένα σε αμμώδη ή αμμοπηλώδη εδάφη με στρώμα νερού στα 0,8 – 1,0 m.κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.**

	Ραδίκι			Χρυσάνθεμο		
	Νερό	N	K	Νερό	N	K
<b>Εισαγωγή</b>						
Υδρολίπανση	5760	658	1142	11548	1387	1578
Αποθήκευση εδάφους	-	16	9	-	74	110
διαρροή	2660	24	86	2362	26	65
Συνολικό	8420	698	1237	13910	1487	1753
<b>Εξαγωγή</b>						
Απορρόφηση	5040	450	719	7300	495	853
Αποθήκευση εδάφους	-	102	118	-	16	0
Νερό αποστράγγισης	2570	91	263	6355	580	451
Διαρροή	810	106	140	255	32	24
Συνολικό	8420	749	1240	13910	1123	1328
Μη αναγνωρίσιμο	-		3	-	364	425

## 7. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ

Σε ένα σύστημα υδρολίπανσης ο χρόνος εφαρμογής του λιπάσματος πρέπει να είναι προσαρμοσμένος στο χρονοδιάγραμμα της άρδευσης. Οι ποσότητες των λιπασμάτων είναι καθορισμένες σύμφωνα με τα πειραματικά και τα αναλυτικά αποτελέσματα. Η συγκέντρωση κάθε θρεπτικού στο νερό της άρδευσης πρέπει σε κάθε περίπτωση να λαμβάνεται υπόψιν.



Εικ.2.42 Αντλίες λιπάσματος

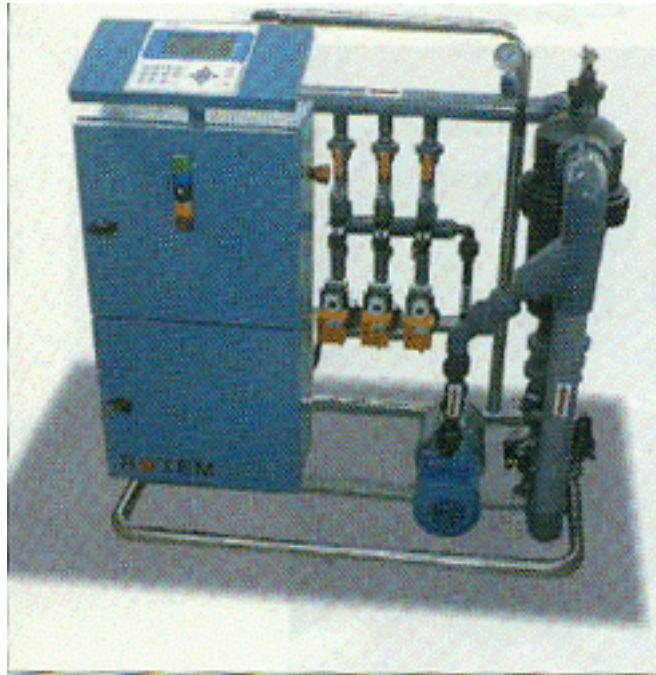
### 7.α Σημείο έγχυσης του λιπάσματος

Το λιπαντικό διάλυμα μπορεί να εγχυθεί στο σύστημα άρδευσης, στο σημείο που βρίσκεται η κεφαλή ελέγχου του αγρού. Μια τέτοια κατασκευή απαιτεί μια συσκευή έγχυσης σε κάθε αγρό και σε αυτή τη περίπτωση το κόστος μπορεί να είναι πολύ πιο μεγάλο απ'ότι για ένα κεντρικό σημείο έγχυσης.

Μια άλλη επιλογή για την έγχυση του λιπάσματος είναι να γίνει στην κεφαλή μιας δευτερεύουσας γραμμής άρδευσης και αυτό αποτελεί μια κοινή



πρακτική όσον αφορά τις φυτείες του αγρού. Η πιο βολική και στις περισσότερες περιπτώσεις η πιο φθηνή εναλλακτική λύση, είναι η έγχυση του λιπάσματος σε ένα κεντρικό σημείο. Ένα τέτοιο σχέδιο εξοικονομεί ώρες εργασίας και είναι συμβατό με κάθε αυτοματοποίηση ( σχ. 2.43 ).



Εικ.2.43 Μηχανισμός ανάμιξης λιπασμάτων

Η δόση του λιπάσματος σε ένα σύστημα άρδευσης μπορεί να είναι ποσοτική ή αναλογική. Στην περίπτωση που η δόση είναι ποσοτική, ένα καθορισμένο ποσό λιπάσματος εγχύεται στο σύστημα άρδευσης από ένα μέσο έγχυσης, το οποίο μπορεί να είναι μια αντλία λιπάσματος, ή μια δεξαμενή λιπάσματος. Η έγχυση μπορεί να εκκινείται και να ελέγχεται αυτόματα ή χειροκίνητα. Η αναλογική δοσολογία είναι πιο κοινή στις καλλιέργειες που αναπτύσσονται χωρίς χώμα. Εφαρμόζεται κυρίως από αντλίες έγχυσης που λειτουργούν σε μία παλμική μορφή.

Οι παλμοί ρυθμίζονται με συντονισμό σημάτων που μεταφέρονται από ένα μετατροπέα παλμών και από μία μετρητική βαλβίδα. Ο μετρητής της δοσολογίας είναι ένας συνδυασμός ενός μικρού μετρητικού δοχείου και ενός διακόπτη μαγνητικής έλξης.

Η σταθερή αναλογική λίπανση είναι απαραίτητη σε αμμώδη εδάφη και σε καλλιέργειες για τις οποίες δεν χρησιμοποιείται χώμα.

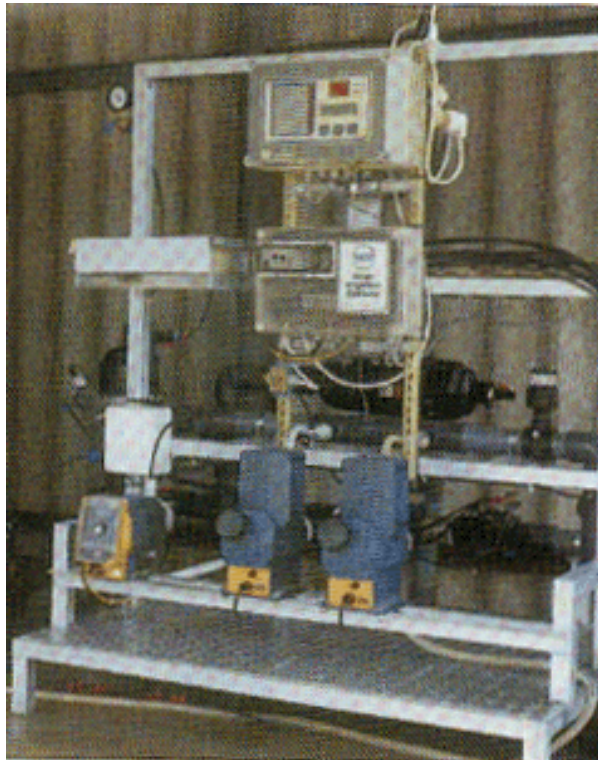
### 7.β Χρονισμός έγχυσης

Η υδρολίπανση μπορεί να εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια ενός αρδευτικού κύκλου. Σε αυτή την περίπτωση η εφαρμογή του λιπάσματος είναι περιττή στην αρχή και στο τέλος της αρδευτικής περιόδου. Αυτή η διαδικασία καθιστά βέβαιο ότι θα αποκτηθεί η κατάλληλη πίεση, όταν αρχίζει η άρδευση και το καθάρισμα του συστήματος από τα θρεπτικά όταν φτάνει το τέλος της αρδευτικής περιόδου.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι το λίπασμα μπορεί να εγχυθεί ποσοτικά ή αναλογικά.

### 7.γ Αυτόματος έλεγχος

Ο αυτοματισμός διευκολύνει την εφαρμογή ποικίλων τύπων υδρολίπανσης, στο ίδιο σύστημα, χωρίς χειροκίνητη παρέμβαση.



Εικ. 2.44. Ηλεκτρική αντλία

Τα κύρια τμήματα ενός αυτόματου συστήματος είναι:

1. Μια τριφασική κύρια βαλβίδα η οποία μετατρέπει τους ηλεκτρικούς παλμούς, που στέλνονται από έναν ρυθμιστή άρδευσης ή από ένα τμήμα του χωραφιού, σε μηχανική κίνηση.

Η μηχανική κίνηση ενεργοποιεί υδραυλικές βαλβίδες ή μεταδίδει περαιτέρω υδραυλικούς παλμούς.

2. Ο ρυθμιστής. Η μονάδα ρύθμισης συντονίζει και ελέγχει τη διαδικασία της υδρολίπανσης.

Στα αναλογικά συστήματα το εγχύομενο διάλυμα του λιπάσματος διαιρείται σε μικρά τμήματα τα οποία εγχύονται σε μια προκαθορισμένη αναλογία στον ρυθμό που καθορίζεται από το μετρητή νερού.

Οι ρυθμιστές μπορούν να λειτουργήσουν σαν αυτόνομες μονάδες ή να συνδέονται στον κεντρικό υπολογιστή.

3. Κλειστή υδραυλική βαλβίδα. Μια αντιδιαβρωτική βαλβίδα, που ελέγχει τη ροή του λιπαντικού διαλύματος στο αρδευτικό σύστημα. Η βαλβίδα πρέπει να είναι κλειστού τύπου έτσι ώστε να διακόπτει άμεσα τη ροή του λιπαντικού διαλύματος αν ο ρυθμιστικός σωλήνας πάθει ζημιά.

## **8. πλεονεκτήματα υδρολίπανσης**

Η υδρολίπανση επιτρέπει να εφαρμόσει τις θρεπτικές ουσίες ακριβώς και ομοιόμορφα μόνο στο βρεγμένο όγκο ρίζας, όπου οι ενεργές ρίζες συγκεντρώνονται. Αυτό αυξάνει εντυπωσιακά την αποδοτικότητα στη λίπανση του λιπάσματος, το οποίο επιτρέπει το ποσό εφαρμοσμένου λιπάσματος. Αυτό όχι μόνο μειώνει τις δαπάνες παραγωγής αλλά και ελαττώνει τον κίνδυνο της ρύπανσης υπόγειων νερών που προκαλείται με τη διήθηση λιπάσματος. Η υδρολίπανση προσαρμόζει το ποσό και τη συγκέντρωση των εφαρμοσμένων θρεπτικών ουσιών προκειμένου να καλυφθεί η παρούσα θρεπτική απαίτηση της φυτείας καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Προκειμένου να γίνει ένας σωστός προγραμματισμός του ανεφοδιασμού θρεπτικών ουσιών στη φυτεία σύμφωνα με το ψυχολογικό στάδιό της, πρέπει να ξέρουμε το βέλτιστο καθημερινό θρεπτικό ποσοστό κατανάλωσης κατά τη διάρκεια του κύκλου ανάπτυξης που οδηγεί στη μέγιστη παραγωγή, αλλά και ποιότητα παραγωγής. Αυτές οι λειτουργίες είναι συγκεκριμένες για κάθε φυτεία και κλίμα.

Αλλά πλεονεκτήματα της υδρολίπανσης είναι:

1. Η αποταμίευση της ενέργειας και της εργασίας (μειωμένο κόστος εργασίας και ενέργειας για την εκτέλεση της λίπανσης).

2. Η ευελιξία την στιγμή της εφαρμογής (οι θρεπτικές ουσίες μπορούν να εφαρμοστούν στο χώμα και στη φυτεία όταν οι εδαφικές συνθήκες θα απαγόρευαν ειδάλλως την είσοδο μέσα στο χωράφι με συμβατικό εξοπλισμό).
3. Κατάλληλη χρήση των σύνθετων και έτοιμου μίγματος θρεπτικών διαλυμάτων που περιέχουν επίσης μικρές συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων που είναι σε άλλη περίπτωση πολύ δύσκολο να εφαρμοσθούν ακριβώς στο χώμα.
4. Ο ανεφοδιασμός των θρεπτικών ουσιών μπορεί να ρυθμιστεί προσεκτικότερα και να ελεγχθεί. Όταν η υδρολίπανση εφαρμόζεται μέσω του συστήματος άρδευσης σταλαγματιάς, το φύλλωμα της φυτείας μπορεί να διατηρηθεί στεγνό, αποφεύγοντας έτσι το κάψιμο των φύλλων και καθυστερώντας την ανάπτυξη παθογενειών των φυτών.

Η άρδευση σταγόνας και η μικροάρδευση έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό, σε σχέση με άλλες μεθόδους άρδευσης. Η υδρολίπανση δεν είναι προαιρετική, αλλά είναι πραγματικά απαραίτητη. Η υδρολίπανση παρέχει το μόνο καλό τρόπο να εφαρμοστούν τα λιπάσματα φυσικά στη ζώνη της ρίζας των φυτειών. Στα υψηλών τιμών αρδευόμενα με σταγόνες φυτά, όπως το μαρούλι, ντομάτες, και τα πιπέρια, το επίπεδο διαχείρισης της υδρολίπανσης, για την επίτευξη υψηλής ποιότητας παραγωγών και φυτειών υπερβαίνει αυτό που βρίσκεται με άλλες μεθόδους άρδευσης και φυτείες.

## **9. μειονεκτήματα υδρολίπανσης**

Η υδρολίπανση είναι μία μέθοδος που παρουσιάζει πολλά θετικά στοιχεία και για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα από τους παραγωγούς για τη λίπανση των καλλιεργειών. Εντούτοις κατά την εφαρμογή της υδρολίπανσης μπορεί να παρατηρηθούν ορισμένα προβλήματα, τόσο στο έδαφος και τις καλλιεργείες, όσο και στο δίκτυο, τα οποία οφείλονται συνήθως στη μη σωστή κατάρτιση του προγράμματος λίπανσης ή στην ατυχή επιλογή των εξαρτημάτων και των λιπασμάτων. Τα πιο συνηθισμένα προβλήματα που παρουσιάζονται είναι τα εξής:

1. Αύξηση της αλατότητας του εδάφους λόγω υπερλίπανσης.
2. Διαφοροποίηση του pH του εδάφους λόγω μη σωστής επιλογής λιπασμάτων.
3. Εμφάνιση φαινομένων ανταγωνιστικότητας μεταξύ των χορηγούμενων στοιχείων, λόγω της εφαρμογής των θρεπτικών στοιχείων σε λανθασμένες αναλογίες.
4. Μείωση των αποδόσεων, λόγω μειωμένης χορήγησης θρεπτικών

στοιχείων.

5. Εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας στα φυτά, λόγω εφαρμογής πυκνών θρεπτικών διαλυμάτων ή χρήσης αρδευτικού νερού με υψηλό δείκτη αλατότητας.
6. Εμφράξεις λόγω επιλογής διασπασμένων λιπασμάτων ή λιπασμάτων που δημιουργούν ιζήματα κατά την ανάμειξή τους.
7. Διάβρωση και καταστροφή εξαρτημάτων του δικτύου, λόγω μη σωστής επιλογής αυτών ή των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων.

#### **10. μόλυνση του νερού από τα λιπάσματα**

Η άρδευση με τον εμπλουτισμό της από λιπάσματα δημιουργεί πολύ συχνά ρύπανση, με τα αυξανόμενα επίπεδα των θρεπτικών ουσιών στα υπόγεια και στα επιφανειακά ύδατα. Για παράδειγμα σε μια πεδιάδα με εντατική καλλιέργεια στο Ισραήλ, η χρήση λιπάσματος αζώτου αυξήθηκε από 42 σε 150 kg.Ha<sup>-1</sup> κατά τη διάρκεια μιας περιόδου πενήντα χρόνων, από το 1936. Μια αύξηση σε συγκεντρώσεις αζώτου από περίπου 40 σε 105 mg.l<sup>-1</sup> σε πηγές νερού παρατηρήθηκε στην ίδια πεδιάδα σε περίοδο 30 χρόνων από το 1953. Υπάρχουν ενδείξεις ότι το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της συγκέντρωσης του αζώτου προέρχεται από την αυξημένη χρήση λιπασμάτων, αν και κάποιες άλλες πηγές συμβάλλουν επίσης (Salinger 1985).

Άλλες μετρήσεις που έγιναν σε πολύ διαφορετικές συνθήκες παρουσιάζουν παρόμοια αποτελέσματα.

Έχει παρατηρηθεί ότι η νέα τεχνολογία και η ζήτηση για μεγαλύτερη αγροτική παραγωγή έχει οδηγήσει σε μια εκθετική αύξηση της χρήσης των λιπασμάτων και των φυτοφαρμάκων. Η μεγάλη χρήση αυτών των χημικών, συγκεκριμένα των αζωτούχων λιπασμάτων, δημιουργεί ένα από τα μεγαλύτερα και σοβαρότερα προβλήματα της ποιότητας του νερού, ειδικά στις βιομηχανικές χώρες. Παρατηρήσεις μεγάλης διάρκειας στην Αγγλία, αναφέρουν ότι τα επίπεδα αζώτου ανεβαίνουν για χρόνια.

Για παράδειγμα η συγκέντρωση αζώτου στον ποταμό Τάμεση αυξήθηκε από 2 mg.l<sup>-1</sup> το έτος 1938 σε 10 mg.l<sup>-1</sup> το 1984 (World Resources, Freshwater 1990).

Ένα παράδειγμα πιθανής μόλυνσης από την εφαρμογή μεγάλων ποσοτήτων αζώτου έχει δοθεί από ένα πείραμα λίπανσης του Avocado (Lavaj and Kolmar), όπως αναφέρει ο J. Hagin ‘ Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers, 1996. σελ. 5’

Τέσσερα στρώματα αζώτου εφαρμόστηκαν σε ένα διάστημα τεσσάρων χρόνων.

Αυξανόμενο το N εφαρμόστηκε από 80 kg $ha^{-1}$  σε 640 kg $ha^{-1}$  αυξάνοντας τη συγκέντρωση το  $NO_3-N$  στο έδαφος, από 4,2 σε 427,2 mg.kg $^{-1}$  σε ένα στρώμα 0-30cm και από 0,5 σε 232,0 mg.kg $^{-1}$  σε ένα στρώμα 60-90 cm.

Τα παραπάνω παραδείγματα αντικατοπτρίζουν το κενό μεταξύ της ανάγκης για αύξηση των παραγωγών, με άρδευση και λίπανση και μεταξύ της ανάγκης για ελαχιστοποίηση της μόλυνσης του νερού από τα θρεπτικά διαλύματα των φυτών, ειδικά από τα νιτρικά.

### **10.α Η υδρολίπανση σε σχέση με τη μόλυνση του νερού**

Το μεγαλύτερο μέρος της άρδευσης στον κόσμο είναι η ανοικτή. Η δραστηριότητα της χρήσης του νερού σε τέτοια συστήματα είναι χαμηλή και το 1/2ως 1/3 του εφαρμοζόμενου νερού μπορεί να χαθεί μεταφέροντας μαζί του υπολογίσιμες ποσότητες θρεπτικών ουσιών. Τα συστήματα άρδευσης με πίεση έχουν μια υψηλότερη δραστηριότητα της χρήσης του νερού, που κυμαίνεται από 70% ως 95% και τόσο οι απώλειες νερού, όσο και οι απώλειες θρεπτικών στοιχείων μπορούν να ελεγχθούν.

Αρνητικό παράγοντα στην χρήση συστημάτων άρδευσης υπό πίεση αποτελεί τόσο το αρχικό κόστος, όσο και το κόστος συντήρησης. Η στάγδην άρδευση είναι κατά πάσα πιθανότητα η πιο αποτελεσματική μέθοδος εφαρμογής νερού. Δημιουργεί ένα περιορισμένο ριζικό σύστημα το οποίο χρειάζεται συχνή εφαρμογή θρεπτικών ουσιών. Αυτό μπορεί να είναι ικανοποιητικό στην περίπτωση εφαρμογής λιπασμάτων με το νερό της άρδευσης (υδρολίπανση).

Όπως έχει ειπωθεί παραπάνω η εφαρμογή των θρεπτικών ουσιών κατά την υδρολίπανση έχει καθοριστεί από τη συγκέντρωση τους στο νερό της άρδευσης, την πρόσληψη των θρεπτικών από το φυτό, το ρυθμό εξατμισοδιαπνοής και αντιδράσεις όπως η ιζηματοποίηση από το μέσο ανάπτυξης.

Έτσι λοιπόν πρέπει να υπάρχει μια λεπτομερής γνώση της πρόσληψης των θρεπτικών από τα φυτά, γιατί είναι αναγκαία προϋπόθεση για μια καλύτερη εφαρμογή των θρεπτικών, τόσο για την ικανοποίηση των αναγκών των φυτών όσο και για την ελαχιστοποίηση των απωλειών στο περιβάλλον.

Η θρέψη των θερμοκηπιακών τομάτων έχει μελετηθεί εντατικά (Gambash και Nitrani, 1989. Hogin και Segelman, 1990. Sonneveld και Wells, 1988. Zaidan, 1989) και λαμβάνεται εδώ σαν παράδειγμα για ισορροπημένες ανάγκες των αυτών σε θρεπτικά με πρόληψη των απωλειών.

Ο έλεγχος της στάγδην άρδευσης απαιτεί συχνή μέτρηση της υγρασίας

του μέσου αύξησης από τασίμετρα, μέσω της απευθείας μέτρησης του νερού ή μέσω υπολογισμού των απωλειών του νερού σύμφωνα με την εξάτμιση του ανοιχτού δοχείου.

Επί πλέον, η συγκέντρωση των θρεπτικών στο αρδευτικό νερό και στο μέσο ανάπτυξης πρέπει να ελέγχεται καταμετρημένα ποσά διαλυμάτων λιπασμάτων πρέπει να εκτοξεύονται στο αρδευτικό νερό μέσω του δοχείου ή των αντλιών των λιπασμάτων

Οι αναλογίες και οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών ουσιών στο νερό της άρδευσης, π.χ. για τις τομάτες του θερμοκηπίου ποικίλει ανάλογα την εποχή, σύμφωνα με τις ανάγκες του φυτού. Η ποικιλία στις αναλογίες των θρεπτικών επιτυγχάνεται με τη χρήση διαφορετικών διαλυμάτων λιπασμάτων, όπως φαίνεται από τον πίνακα 3.15, στο ξεκίνημα της περιόδου ανάπτυξης (Λίπασμα Α) και στην περίοδο κορύφωσης (λίπασμα Β).

**Πίνακας 2.17. Θρεπτικά σε δύο υγρά λιπάσματα, αναλογία βάρους.( Πηγή J. Hagin Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers, 1996 σελ.6)**

Λίπασμα	N	P	K
A	7.3	1.4	2.7
B	5.0	0.9	3.1

Τόσο τα υγρά λιπάσματα όσο και τα ιχνοστοιχεία περιέχουν  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  και έχουν  $\text{pH}=3,5$ . Οι συγκεντρώσεις N ποικίλουν από περίπου 150-250  $\text{g.m}^3$  και παράλληλα με αυτό οι συγκεντρώσεις άλλων θρεπτικών.

Μια ισορροπία θρεπτικών, στην κορύφωση της περιόδου ανάπτυξης (Πίνακας 3.16), υπολογίστηκε για 25000 φυτά τομάτας ανά ha, που αναπτύσσονται σε καλλιέργεια χωρίς χόμα και υδρολιπαίνονται με την εφαρμογή λιπάσματος Β (Πιν. 3.17).

**Πίνακας 2.18. Εφαρμογή και προσρόφηση θρεπτικών ανά βδομάδα, σε καλλιέργεια τομάτων. ( Πηγή J. Hagin Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers, 1996 σελ.6)**

Λίπασμα	Εφαρμογή		Προσρόφηση (Kg ha <sup>-1</sup> )
	mg l <sup>-1</sup>	Kg ha <sup>-1</sup>	
N	250	87	85
P	100	35	19
K	350	122	190
Ca	175	61	43
Mg	40	14	11

**Πίνακας 2.19. Ρυθμοί πρόσληψης των θρεπτικών, συστάσεις εφαρμογής(Kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>). Καλαμπόκι. ( Πηγή J. Hagin Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers, 1996 σελ.7)**

Μέρες μετά την εμφάνιση	N		P		K	
	Προσρόφηση	Εφαρμογή	Προσρόφηση	Εφαρμογή	Προσρόφηση	Εφαρμογή
18 –38	7.0	9.3	0.5	0.24	10.0	5.0
38 – 45	9.0	12.0	1.0	0.48	16.0	8.0
45 – 52	10.0	13.3	1.0	0.48	11.0	5.5
52 – 60	8.0	10.7	0.5	0.24	8.0	4.0
60 –68	3.0	4.0	0.5	0.24	-	-
68 - 85	-	-	1.0	0.48	-	-

Τα νιτρικά διαλύματα ασβεστίου και μαγνησίου, προστέθηκαν ξεχωριστά και όπου ήταν απαραίτητο. Ο ρυθμός άρδευσης είναι 35m<sup>-3</sup> ha<sup>-1</sup> week<sup>-1</sup>.

Τα στοιχεία στον πίνακα 2, δείχνουν ότι η διαχείριση σύμφωνα με τις συστάσεις δεν αφήνουν μεγάλα ποσά υπολειμμάτων N, K και Mg για διήθηση. Ποσότητες P είναι υψηλότερες από τις υπολογισμένες για πρόσληψη. Μπορεί να υποτεθεί ότι αυτό γίνεται λόγω της πιθανής ιζηματοποίησης του



εφαρμοζόμενου P στο ριζικό σύστημα. Όπως αναφέρεται από τους Bar-Yosef κ.ά. 1980: Huett και Dettmann το 1988 και τους Τσικάλακας και Μάνιο το 1985, οι συστάσεις υδρολίπανσης ακολουθούν παρόμοιο κανόνα της ποσότητας άσχετα με το μέσο ανάπτυξης.

Όλα τα παραπάνω παραδείγματα αντικατοπτρίζουν ότι τόσο για την ικανοποίηση των αναγκών του φυτού για θρεπτικά συστατικά όσο και για την ελαχιστοποίηση της μόλυνσης του επιφανειακού και του υπόγειου νερού, η λεπτομερής γνώση, είναι απαραίτητη. Επεκτείνοντας ένα καλά ελεγχόμενο σύστημα άρδευσης απαιτείται και αυτό μπορεί να επιτευχθεί από την υδρολίπανση όταν εφαρμόζεται σε άρδευση υπό πίεση και ειδικά στην στάγδην άρδευση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

### ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ

#### Α. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ

Τα λιπαντικά στοιχεία που εφαρμόζονται σε υγρή ή στερεή μορφή σαν λιπάσματα μέσα στο νερό της άρδευσης έχουν θετικές ή αρνητικές επιδράσεις τόσο όσο αφορά την αξιοποίησή τους από τα φυτά όσο και στην λειτουργία του δικτύου. Ο **πίνακας 3.1** απεικονίζει τα χαρακτηριστικά των γνωστότερων λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται στην υδρολίπανση.

**Πίνακας 3.1**

**Χαρακτηριστικά των γνωστότερων λιπασμάτων**

Όνομασία λιπάσματος	Περιεκτικότητα (%) σε θρεπτικά στοιχεία(*)							Διαλυτότητα (Kg/100 lt νερό)		Φυσιολογική αντίδραση
	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K K <sub>2</sub> O	M MgO	Ca CaO	S SO <sub>4</sub>	0°C	20°C	
Νιτρική αμμωνία	16,75	16,75						118	192	ελαφρά όξινη
Θεική αμμωνία		21					24 73	71	75	πολύ όξινη
Νιτρική άσβεστος	15,5					18,5 26		102	122	αλκαλική
Νιτρικό κάλι	13			38 46				13	32	αλκαλική
Νιτρικό μαγνήσιο	10,9				9,5 15,7				279	ουδέτερη
MAP (φωσφορικό) μονοαμμώνιο		12	26,2 60					23	37	όξινη
DAP (φωσφορικό) διαμμώνιο		20,5	23 53					43	66	όξινη
Φωσφορικό κάλι			22 51	28 34				14	23	όξινη
Θεικό μαγνήσιο 16%					9,8 16		12 36	60	71	ουδέτερη
Θεικό κάλι				41 50			17 51	7	11	ουδέτερη
Ουρία	45 (N ουρικό)							67	105	όξινη

(\*) Ο τρόπος μετατροπής των οξειδίων των στοιχείων σε καθαρά στοιχεία είναι ο εξής:

$$P_2O_5 = P:0,44, \quad K_2O = K:0,83, \quad MgO = Mg:0,60, \quad CaO = Ca:0,71, \quad SO_4 = S:0,33.$$

Για την υδρολίπανση απαραίτητε είναι τρεις ιδιότητες για να θεωρηθεί καλή η πηγή του λιπάσματος:

1. **Το περιεχόμενο** σε αναγκαία θρεπτικά στοιχεία πρέπει να είναι σε τέτοια μορφή που να διατίθεται κατευθείαν στα φυτά ή να μεταλλάσσεται εύκολα (π.χ. η ουρία μετατρέπεται σε  $\text{NH}_4$  και  $\text{NO}_3\text{-N}$  που είναι διαθέσιμες μορφές σε καλές εδαφικές συνθήκες).
2. **Η κατανομή** πρέπει να είναι ομοιόμορφη για όλα τα αρδευτικά συστήματα (σύστημα καταιονισμού, αυλακιών ή κατάκλισης) και στα συστήματα στάγδην άρδευσης να διανέμεται ομοιόμορφα στα ακροφύσια.
3. **Οι χημικές αναλογίες** πρέπει να είναι τέτοιες που τα φυτά να μη μένουν μικρά ή να καίγονται και τα στόμια να είναι ανοικτά. Καθώς και οι εκπομποί και τα αυλάκια να είναι ίσια.

Έχοντας λοιπόν όλους αυτούς του περιορισμούς βλέπουμε ότι πάρα πολλές θρεπτικές ουσίες μπορούν ακόμα να χρησιμοποιηθούν. Για να διασφαλιστούν οι δύο τελευταίες ιδιότητες τα υλικά πρέπει να είναι σε εναιώρημα ή σε διάλυμα. Όσον αφορά τη στάγδην άρδευσης, το διάλυμα πρέπει απαραίτητα να είναι καθαρό υγρό.

**Πίνακας 3.2. Περιεχόμενες θρεπτικές ουσίες κοινών λιπασμάτων, κατάλληλων για υδρολίπανση, στην στερεά και στην κορεσμένη υγρή μορφή τους.**

Θρεπτικό στοιχείο	Μείγμα	Περιεχόμενη θρεπτική ουσία σε στερεό λίπασμα (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O)	Περιεχόμενη θρεπτική ουσία σε υγρό λίπασμα (25IC, 75IF)
Άζωτο			
	1.Ουρία	46-0-0	21-0-0
	2.Νιτρική αμμωνία	33-0-0	21-0-0
	3.Θειική αμμωνία	21-0-0	10-0-0
Φώσφορος			
	1.Φωσφορικό οξύ	-	0-61-0
	2.Φωσφορική αμμωνία	12-61-0	4-18-0
	3.Διφωσφορική αμμωνία	18-46-0	7-25-0
Κάλιο			
	1.Χλωρίδιο του καλίου	0-0-62	0-0-15
	2.Νιτρικό κάλιο	13-0-46	4-0-12
	3.Θειικό κάλιο	0-0-50	0-0-6
	4.Φωσφορικό κάλιο	0-52-34	0-10-7

Στην υδρολίπανση **το άζωτο** είναι αυτό που χρησιμοποιείται περισσότερο, γιατί καλύπτει τις μεγάλες θρεπτικές ανάγκες των φυτών λόγω της μεγάλης του κινητικότητας στο έδαφος, όπου μετά τον χημικό και βιολογικό του μετασχηματισμό σε  $\text{NO}_3\text{N}$  και επειδή υπάρχει σε πολλά διαλυτά λιπάσματα για την υδρολίπανση. Συνήθως χρησιμοποιούνται διαλύματα ουρίας και UAN αλλά και κάθε μορφή ξηρού λιπάσματος, διαλύτη επίσης χρησιμοποιείται. Στα συστήματα καταιονισμού δεν πρέπει να χρησιμοποιείται άνυδρη αμμωνία ή άλλο αζωτούχο λίπασμα που περιέχει ελεύθερη αμμωνία.

Στα συστήματα σταγόνας χρησιμοποιούνται **φωσφορικό οξύ** και διαλύματα φωσφορικού άλατος αμμωνίου. Τα τελευταία καθιζάνουν εάν εγχυθούν σε νερό με υψηλές συγκεντρώσεις Ca ή Mg. Όσον αφορά την υδρολίπανση με  $\text{K}^+$  η ολοκλήρωσή της γίνεται συνήθως με το χλωρίδιο του Καλίου, επειδή έχει καλή διαλυτότητα σχετικά χαμηλό κόστος ανά  $\text{kg}$ . Το κάψιμο στα φύλλα δεν αποτελεί πρόβλημα, επειδή στα συστήματα άρδευσης οι διαλύσεις είναι μεγάλες.

Στην υδρολίπανση χρησιμοποιούνται σχετικά καθαροί βαθμοί **χλωριδίου του Καλίου** (Λευκό 62%  $\text{K}_2\text{O}$  ισοδύναμο).

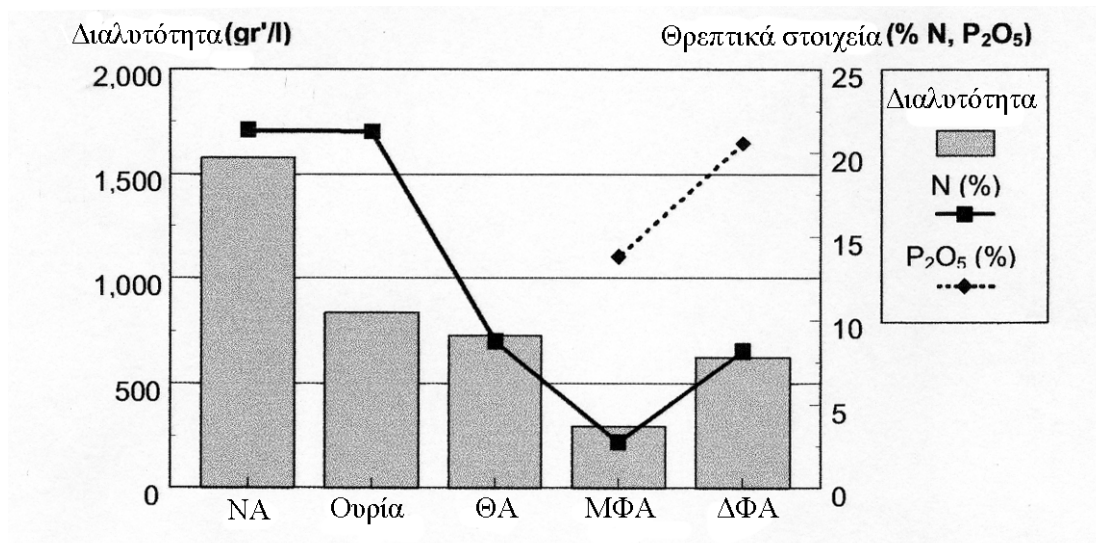
Ως πηγή K και N έχει χρησιμοποιηθεί **το νιτρικό άλας του K** και ως πηγή K και S έχει χρησιμοποιηθεί το χλωριούχο θειικό άλας. Αυτές οι πηγές K είναι πιο λίγο διαλυτές και πιο ακριβές από το χλωρίδιο του K.

Όταν απαιτείται, το θείο μπορεί να το δώσουμε ως θειώδες άλας του αμμωνίου ή ρευστό θείο. Εύκολα αναμιγνύεται με το UAN καθώς και άλλους διαλυτούς βαθμούς λιπάσματος. Το θειικό άλας μαγνησίου (άλατα Epson) συχνά χρησιμοποιείται για να πάρουμε Mg και S.

Τα ιχνοστοιχεία Fe, Zn, Cu, Mg είναι δυνατό να αντιδρούν με τα άλατα μέσα στο αρδευτικό νερό και να προκαλούν καθίζηση και φράξιμο. Παρόλα αυτά πολλά από τα ιχνοστοιχεία εφαρμόζονται για υδρολίπανση όπως είναι οι χηλικές ενώσεις EDTA Σιδήρου ή Zn. Αυτές είναι αρκετά υδροδιαλυτές και προκαλούν μικρό σε έκταση φράξιμο καθώς και μικρή καθίζηση.

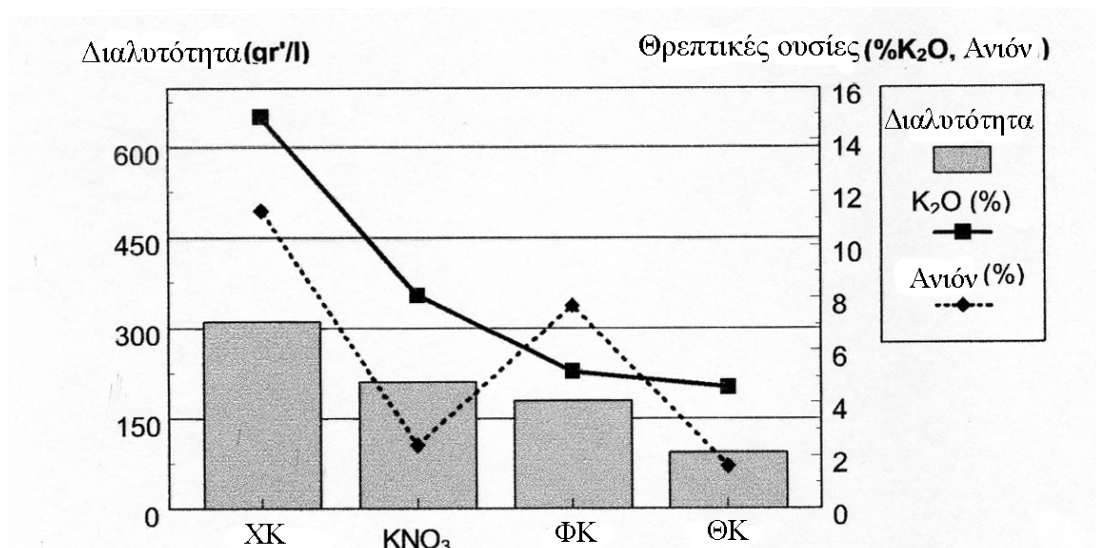
## **B. ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΡΙΚΑ ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

**Τα σχήματα 3.1 και 3.2** παρουσιάζουν την διαλυτότητα και τα επί τοις εκατό ποσοστά των θρεπτικών ουσιών των φυτών σε κορεσμένα διαλύματα των λιπασμάτων N, P και K, σε μια δεδομένη θερμοκρασία (στοιχείο χρήσιμο για τους αγρότες που επιθυμούν να φτιάξουν τα δικά τους διαλύματα στο χωράφι, σε δεξαμενές 100-1000 lt και να υπολογίσουν το ποσό του διαλύματος που πρέπει να εφαρμοστεί).



**Εικ. 3.1** Διαλυτότητα στον κορεσμό των φωσφορικών και αζωτούχων λιπασμάτων στους 10°C (50°F).

(NA = Νιτρική αμμωνία, ΘΑ = Θεϊκή αμμωνία, ΜΦΑ = Μονοφωσφορική αμμωνία, ΔΦΑ = Διφωσφορική αμμωνία)



**Εικ. 3.2** Διαλυτότητα στον κορεσμό των καλιούχων λιπασμάτων στους 10°C (50°F).

( XK = Χλωρίδιο του καλίου, ΦΚ = Φωσφορικό κάλιο, ΘΚ = Θεϊκό κάλιο)

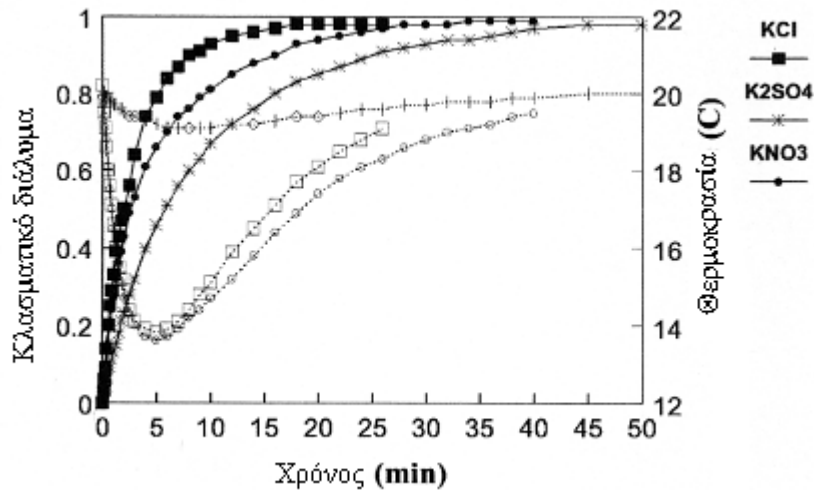
Όταν χρησιμοποιούμε διαλύματα υψηλής περιεκτικότητας σε θρεπτική ουσία έχουμε οικονομία στην αποθηκευτική ικανότητα και απλοποίηση του εξοπλισμού άντλησης ή εγχύσεων.

Όταν αναμιγνύονται δύο ή τρία λιπάσματα μειώνεται η διαλυτότητά

τους. Με την χρησιμοποίηση τριγωνικών διαγραμμάτων μπορεί να καθορισθεί η μέγιστη συγκέντρωση και να υπολογισθεί οποιαδήποτε αναλογία για μια δεδομένη θερμοκρασία (Wolf et al 1985).

Μια κοινή πρακτική των αγροτών είναι η μίξη ουσίας ή νιτρικού Αμμωνίου και Ανθρακικού Κ και Φωσφορικού οξέως που τους επιτρέπει να αλλάξουν την αναλογία των θρεπτικών ουσιών ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και τις ανάγκες των φυτειών.

Σύγκριση μεταξύ της διαλυτότητας και του ποσοστού διάλυσης διαφορετικών λιπασμάτων Κ κατέδειξαν τα πλεονεκτήματα του KCl έναντι του KNO<sub>3</sub> και του K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Elom et al 1995). Εκτός μιας υψηλότερης συγκέντρωσης K<sub>2</sub>O στο κορεσμένο διάλυμα ήταν επίσης σημαντικά μειωμένος ο χρόνος διάλυσης 90% του προστιθέμενου άλατος.



Σε ισορροπία	KCl	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KNO <sub>3</sub>
% K <sub>2</sub> O	12,9	4,3	9,0
t 90	8,0	25,2	15,6
% αλάτι	20,4	8,0	19,2

**Εικ.3.3** Διάλυση λιπασμάτων Κ (80% κορεσμός, 20°C, 100 rpm)

Στην ίδια μελέτη καταδείχτηκε ότι το ποσοστό είναι ένας σημαντικός παράγοντας του ρυθμού διάλυσης (εκφρασμένο σε κύκλους ανά λεπτό - rpm).

Η ποιότητα του Ανθρακικού Καλίου που χρησιμοποιείται για υγρή εφαρμογή μελετήθηκε από τους Rug & Kahle (1990).

Υπό συζήτηση είναι η ποσότητα εδαφοβελτιωτικού που προστίθεται και το μέγεθος των σωματιδίων.

Η συγκέντρωση των εδαφοβελτιωτικών δεν πρέπει να υπερβεί τα 150 PPM (στην ξηρά μορφή) και το μέγεθος των μορίων πρέπει να κυμαίνεται από 0,15-0,6mm. Απαραίτητο να γίνουν και τα δύο, για να επιτευχθεί γρήγορη και υψηλή διάλυση.

### Γ. ΕΤΟΙΜΑ ΥΓΡΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Στα καθαρά υγρά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την υδρολίπανση περιλαμβάνονται η ουρία το **Νιτρικό Αμμώνιο**, το **θεικό άλας Αμμωνίου** είτε χωριστά είτε σε συνδυασμό ως πηγή N Ορθοφωσφορικός ως πηγή P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και KCl K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ως πηγές K<sub>2</sub>O. Η διαλυτότητα κάθε θρεπτικής ουσίας μειώνεται από την μείξη δύο ή τριών θρεπτικών ουσιών.

**Πίνακας 3.3. Δυνατότητες ανάμιξης λιπασμάτων**

Λιπάσματα	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	NaNO <sub>3</sub>	KNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>
Θεική αμμωνία [(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ]	X	OXI	NAI	NAI	NAI	NAI
Νιτρικό ασβέστιο [Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	OXI	X	NAI	NAI	OXI	NAI
Νιτρικό νάτριο (NaNO <sub>3</sub> )	NAI	NAI	X	NAI	NAI	NAI
Νιτρικό κάλιο(KNO <sub>3</sub> )	NAI	NAI	NAI	X	NAI	NAI
Θεικό κάλιο (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	NAI	OXI	NAI	NAI	X	NAI
Θεικό μαγνήσιο (MgSO <sub>4</sub> )	NAI	OXI	NAI	NAI	NAI	X
Φωσφορική αμμωνία (NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	NAI	OXI	NAI	NAI	NAI	OXI

Για να γίνει επιλογή του κατάλληλου λιπάσματος πρέπει να ξέρουμε τις συνθήκες εδάφους και απαιτήσεις και κόστος των φυτών.

Αναλυτική παρουσίαση συμπεριφοράς των κυριότερων λιπαντικών στοιχείων κατά την υδρολίπανση.

## Δ. ΑΖΩΤΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Το Άζωτο (N) είναι ένα από τα κυριότερα στοιχεία θρέψης των φυτών και λόγω του ότι οι διάφορες μορφές του εξατμίζονται ή δεσμεύονται εύκολα από τα ανόργανα συστατικά του εδάφους, είναι σε πολλά εδάφη σε περιορισμένη ποσότητα.

Κυριότερα αζωτούχα λιπάσματα είναι η άνυδρη Αμμωνία, η ουρία η θειική ουρία, η αμμωνιονιτρική ουρία, η θειική αμμωνία, η υγρή αμμωνία η φωσφορική Αμμωνία και το νιτρικό ασβέστιο.

Όταν μέσα στο νερό της άρδευσης βάλουμε άνυδρη ή υγρή αμμωνία προκαλείται αύξηση του pH και προκαλεί κατακρήμνιση που είναι αδιάλυτα. Αν συνυπάρχουν στο νερό τη άρδευσης διτανθρακικά το φαινόμενο είναι πολύ σοβαρό.

Η Νιτρική Αμμωνία  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  μειώνει σημαντικά το pH και αυξάνει το αδιάλυτο Αλουμίνιο στο έδαφος (Edwards et al 1983). Όταν μέσω συστήματος υποεπιφανειακής άρδευσης εφαρμόστηκε άνυδρη αμμωνία κοντά στους σταλακτήρες βρέθηκες στο έδαφος μειωμένο pH (M. Achell 1981).

Τα νιτρικά άλατα, Νιτρικό K, Νιτρικό Ca προκαλούν μικρή μεταβολή στο pH του εδαφικού νερού επειδή είναι σχετικά διαλυτά.

### Πίνακας 3.4. Επιλογή διαφόρων τύπων υγρών λιπασμάτων (Πηγή:Υπουργείο γεωργίας Ισραήλ, 1989)

Λιπάσματα	Μορφή	Θερμοκρασία καθίζησης αλάτων (C°)	pH (1:1000)
$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KCl}$	19-5-0	6	0,0
	7-7-7	15	3,1
	4-0-12	5	4,5
Ουρία + $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KCl}$	0-10-10	5	0,3
	8-8-8	13	0,6
	8-0-12	12	7,6
$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KNO}_3$	7-0-7	14	3,5
	6-6-6	3	3,5
	3-0-9	12	3,5

Αν υπάρχουν στο νερό Ca και Mg και εισάγουμε φωσφορική αμμωνία στο δίκτυο, ο φώσφορος με τα ως άνω άλατα σχηματίζει ιζήματα με αποτέλεσμα πιθανών σοβαρών αποφράξεων.



Γενικά άλλα αζωτούχα άλατα δεν μεταβάλουν το pH και δεν κάνουν σοβαρά φραξίματα.

Στα συστήματα σταγόνων η ουρία λόγω του υψηλού βαθμού διαλυτότητας και επειδή δεν κάνει αντίδραση με το νερό για σχηματισμό ιόντων (όταν δεν υπάρχει το ένζυμο ουρεάση), αποτελεί μια πολύ κατάλληλη μορφή αζώτου. Η ουρεάση βρίσκεται σε νερά με μεγάλη περιεκτικότητα αλγών ή άλλων μικροοργανισμών, όπου η ουρία υδρολύεται σε αμμωνιακά ιόντα.

Για την επιλογή ενός αζωτούχου λιπάσματος, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού και οι συνθήκες εδάφους γιατί οι αντιδράσεις των Αζωτούχων λιπασμάτων εξαρτώνται από τα ως άνω.

Όταν το Άζωτο εφαρμόζεται υπό αμμωνιακή μορφή σε υδρολίπανση σε χαμηλές δόσεις προσροφάται από τα κολλοειδή του εδάφους και κινείται ελάχιστα από το σημείο εφαρμογής του. Όταν εφαρμόζεται σε υψηλές δόσεις υπερκαλύπτει την εναλλακτική ικανότητα των κολλοειδών και έτσι κινείται προς μεγαλύτερα βάθη και αποστάσεις.

Τα αμμωνιακά ιόντα μέσα στα όρια της σχεδόν κορεσμένης ζώνης που είναι ακριβώς κάτω από τους σταλακτήρες δεν μπορούν να νιτροποιηθούν. Στην ακόρεστη όμως ζώνη που περιβάλλει την κορεσμένη λίγο πιο μακριά από το σταλακτήρα, νιτροποιούνται. Έτσι η Αμμωνία δρα ως ένα λιπαντικό στοιχείο που απελευθερώνεται σταδιακά. Το μεγαλύτερο μέρος των Αμμωνιακών ιόντων νιτροποιείται στο έδαφος βιολογικά σε 2-3 εβδομάδες σε θερμοκρασία 25-30°C.

Όταν το pH του εδάφους ή του νερού της άρδευσης είναι μεγαλύτερο του 7 και τα αμμωνιακά λιπάσματα εφαρμόζονται στην επιφάνεια του εδάφους μπορεί να συντελέσει απώλειες λόγω εξάτμισης. Και η απώλεια εξαρτάται από το μέγεθος επιφάνειας εφαρμογής.

Άρα πρέπει να εφαρμόζουμε τα αμμωνιακά λιπάσματα κάτω από το σταλακτήρα σε διάμετρο όχι μεγαλύτερη από 20-30cm για περιορισμό της εξάτμισης αλλά και δυνατότητας εκτεταμένης προσρόφησης των αμμωνιακών ιόντων στα επιφανειακά στρώματα.

Η ουρία επειδή είναι σχετικά ευδιάλυτη και δεν προσροφάται από τα κολλοειδή του εδάφους κινείται βαθύτερα στο έδαφος κινείται βαθύτερα στο έδαφος από τα αμμωνιακά λιπάσματα. Έτσι έχει μικρότερες πιθανότητες εξάτμισης και μεγαλύτερη ευελιξία στη κατανομή της μέσω του νερού της άρδευσης στα επιθυμητά σημεία. Ακόμη λόγω της υψηλής της διαλυτότητας επιτρέπει την εύκολη χρήση της υπό υγρή ή στερεά μορφή μέσω του συστήματος υδρολίπανσης.

Ο Goldbery et al το 1971 απέδειξε ότι τα νιτρικά αζωτούχα κινούνται μαζί με το νερό και φτάνουν όπου φτάνει αυτό. Γι' αυτό προσοχή στην

ποσότητα του νερού γιατί κινδυνεύουν τα Νιτρικά λιπάσματα να βρεθούν βαθύτερα από το ριζόστρωμα της καλλιέργειας.

Κάθε μη νιτρική μορφή Ν που εφαρμόζεται στο έδαφος μετατρέπεται τελικά σε νιτρική και έτσι μπορεί και κινείται εύκολα με το νερό της άρδευσης. Γι' αυτό στη πράξη τα αζωτούχα λιπάσματα εφαρμόζονται σε πολλές μικρές δόσεις, ανάλογα με τις ανάγκες των φυτών. Αρκετοί γεωργοί εφαρμόζουν αυτή την τακτική ιδίως στα θερμοκήπια και σε αρκετές δενδρώδεις καλλιέργειες. Γι' αυτό πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η εύκολη κίνηση των νιτρικών για τον τρόπο άρδευσης και τις συνθήκες καλλιέργειας για να έχουμε μικρές απώλειες και μεγάλη αποτελεσματικότητα.

## **Ε. ΦΩΣΦΟΡΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ**

Τα πυκνά η αραιά υπερφωσφορικά λιπάσματα λόγω της περιορισμένης τους διαλυτότητας, δημιουργούν ιζήματα φωσφορικού ασβεστίου με αποτέλεσμα εμφράξεις στα φίλτρα και τους σταλακτήρες. Έτσι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην υδρολίπανση.

Η διαλυτότητα του πυκνού υπερφωσφορικού 0-45-0 είναι μικρή επειδή το κύριο συστατικό του, φωσφορικό μονοασβέστιο, μετατρέπεται με το νερό σε φωσφορικό διασβέστιο που είναι αδιάλυτο στο νερό.

Γι' αυτό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην υδρολίπανση, μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί με διασπορά κάτω από τους σταλακτήρες.

Τα διάφορα είδη φωσφορικής αμμωνίας όπως η θειοφωσφορική αμμωνία (16-20-0) το φωσφορικό μοναμμώνιο (11-48-0) και το φωσφορικό διαμμώνιο (16-46-0) είναι πολύ υδροδιαλυτά και καταλληλότερα για υδρολίπανση.

Όταν χρησιμοποιούμε φωσφορικά λιπάσματα για υδρολίπανση πρέπει να παίρνουμε σοβαρά υπόψη την ποιότητα του νερού. Αν υπάρχει στο νερό αρκετό Ca αντιδρά με το φώσφορο της φωσφορικής αμμωνίας και καθιζάνει ως φωσφορικό διασβέστιο στις σωληνώσεις προκαλώντας αποφράξεις. Αυτό μπορεί να συμβεί και με κάθε άλλη μορφή διαλυτού φωσφορικού λιπάσματος.

Ο διαλυτός φωσφόρος έχει μικρή κινητικότητα στο έδαφος και μετατρέπεται σε αδιάλυτο φωσφορικό Ca μόλις έλθει σε επαφή με το Ca του εδάφους και έτσι εφαρμοζόμενος με το νερό μέσω συστημάτων τοπικής άρδευσης δεσμεύεται στην επιφάνεια του εδάφους και δεν μπορεί να απορροφηθεί από τα φυτά.

Σε πειράματα του Rolston et al 1974 εφαρμόστηκε φωσφορική γλυκερίνη στο δίκτυο άρδευσης, η οποία κινήθηκε 12-13cm σε αργιλοπηλώδες έδαφος.

Ένα λίπασμα ανόργανου φωσφόρου στο ίδιο έδαφος κινήθηκε λιγότερο από 2cm κάτω του εδάφους. Η φωσφορική γλυκερίνη έδωσε αρκετό φώσφορο σε φυτό ντομάτας σε βάθος κάτω από 5cm, δίνοντας αρκετή ξηρά ουσία από ότι ο ανόργανος φωσφόρος. Από τα ως άνω συμπεραίνεται ότι τα οργανο-φωσφορικά αποτελούν καλή λύση στην υδρολίπανση μέσω συστημάτων τοπικής άρδευσης.

Τελευταία υπάρχουν στο εμπόριο μείγματα N, P και K που είναι ευδιάλυτα με μικρό κίνδυνο απόφραξης. Αυτό οφείλεται στην μείωση του pH του διαλύματος σε μεγάλο βαθμό έτσι η κατακρήμνιση στερεών είναι περιορισμένη.

Ο Grobbelar 1974 πειραματίστηκε με τέτοια σκευάσματα και απέδειξε ότι δεν προκλήθηκαν φραξίματα σε συστήματα στάγδην με μια ποσότητα ίση προς τις ανάγκες 11 ετών. Επίσης εφαρμοζόμενα μέσω στάγδην συστήματος (Σκεύασμα 13,7-4,5-22,8) σε αναλογία 220kg/στρ αύξησε το ποσόν το περιεχόμενο P και K στο έδαφος κατά 24% και 41% αντίστοιχα σε βάθος 0-30cm και κατά 45% και 73% σε βάθος από 30-60cm.

## **ΣΤ. ΚΑΛΙΟΥΧΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ**

Το Κάλιο στην υδρολίπανση δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα και το οξείδιο του K είναι αρκετά ευδιάλυτο και δεν προκαλεί εμφράξεις στους σταλακτήρες. Όταν όμως ανακατεύονται διάφοροι τύποι λιπασμάτων μπορεί να προκληθεί μειωμένη διαλυτότητα, π.χ. νιτρικό ασβέστιο με θεικό κάλιο προκαλούν αδιάλυτο θεικό ασβέστιο.

Το K υπάρχει σε μεγάλα ποσά στο έδαφος, όμως το 90% δεν μπορεί να διατεθεί στα φυτά, 8% διατίθεται με αργό ρυθμό και μόνο 2% είναι εύκολα διαθέσιμο.

Το διαθέσιμο K υπάρχει κυρίως στα επιφανειακά στρώματα και μειώνεται όσο αυξάνεται το βάθος. Επειδή το διαθέσιμο K είναι οργανική ύλη κατά τις φυσικές διεργασίες ανάπτυξης του εδάφους εκπλύνεται από τα οργανικά υπολείμματα. Γι' αυτό όταν αφαιρούνται τα επιφανειακά στρώματα το έδαφος γίνεται φτωχότερο σε K.

Ένας άλλος παράγοντας διαθεσιμότητας K είναι η υγρασία του εδάφους. Όταν τα εδάφη ποτίζονται στάγδην το K περιορίζεται στα υγρά τμήματα απ' όπου του παίρνουν τα φυτά. Όταν υπάρχει έλλειψη και σε αρδευόμενες καλλιέργειες είναι απαραίτητο να προστίθεται K, γιατί όταν αυξάνουμε το υγρανόμενο εδαφικό όγκο με αύξηση της άρδευσης αυτή προχωρά στα βαθύτερα στρώματα όπου το K είναι περιορισμένο.

Δεν είναι σπάνιο να εμφανίζεται έλλειψη K στα στάγδην συστήματος μετά από κάποιο διάστημα εφαρμογής. Γι' αυτό πρέπει να παρακολουθούνται τα επίπεδα K με αναλύσεις φύλλων, ιδιαίτερα οι πολυετείς φυτείες με μεγάλη

απόσταση φύτευσης όπου οι σταλακτήρες ανά μονάδα επιφανείας είναι λίγοι και έτσι το διαθέσιμο Κ στους υγρούς τόπους λίγο.

Στα νέα πολυετή φυτά και στις ετήσιες καλλιέργειες προσθέτουμε Κ πριν τη φύτευση για να έχουμε αρκετό καιρό τροφοδοσία.

Η συνήθης τροφοδοσία με Κ γίνεται καλά με στάγδην άρδευση, όπως και η διόρθωση τροφοπενίας Καλίου, γιατί είναι δυνατόν να δίνουμε μικρές και συχνές δόσεις, που διατηρούν υψηλά επίπεδα διαθεσιμότητας και αποτρέπουν υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων.

## **Z. ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΜΕ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Τα διάφορα ιχνοστοιχεία που βρίσκονται σε σκευάσματα θειικά ή χηλικά βοηθούν στη διόρθωση τροφοπενίας των φυτών κατά την χρήση τους παίρνουμε υπ' όψη τη σύνθεση και τη διαλυτότητα. Απ' αυτά ο χηλικός σίδηρος και Zn έχουν υψηλή υδροδιαλυτότητα. Το κόστος τους είναι υψηλό και αποτελεσματικότητά τους σε δενδρώδεις φυτείες μέσω δικτύου άρδευσης δεν έχει ακόμη διερευνηθεί επαρκώς.

Τα ιχνοστοιχεία Fe, Zn, Cu, Mg μπορούν να αντιδράσουν με άλατα του νερού της άρδευσης και να δημιουργήσουν ιζήματα φράζοντας τους σωλήνες.

Τα χηλικά και θειικά σκευάσματα ιχνοστοιχείων είναι αρκετά διαλυτά και μπορούν να προδιαλυθούν και να προστεθούν στο λιπαντήρα. Έτσι η εφαρμογή τους στο δίκτυο μπορεί να γίνει μεστά θερμή και ελεγχόμενη ανάλογα. Προβλήματα έχει παρατηρηθεί όταν προσετέθη θειικός Zn. Οι μέχρι τώρα έρευνες για την αποτελεσματικότητα και εφαρμογή ιχνοστοιχείων μέσω συστήματος άρδευσης στάγδην είναι φτωχά. Εξάλλου οι ανάγκες των φυτών γι' αυτά είναι μικρές, επειδή όμως απορροφούνται σε μεγάλο βαθμό από το έδαφος η διαθεσιμότητά του στα φυτά είναι μικρή.

Ο χηλικός Zn εφαρμοζόμενος σε σύστημα στάγδην άρδευσης επιτυγχάνει την ανάπτυξη των δένδρων PECAN με πιο μικρό κόστος από τις διαφυλλικές εφαρμογές. Επίσης η έλλειψη Zn στα Avocados διορθώνεται καλά με στάγδην άρδευση θειικού Zn σε δόσεις 0,15kg/δένδρο με μικρότερο των διαφυλλικών λιπάνσεων. Τα σκευάσματα αυτά διανέμονται και κινούνται στο έδαφος σε αρκετά υψηλές δόσεις, οι μικρές δόσεις λόγω της μεγάλης προσρόφησης από το έδαφος δεν έχουν καλά αποτελέσματα.

## **H. ΕΠΙΛΟΓΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ**

Σύμφωνα με τα ως άνω η επιλογή των κατάλληλων σκευασμάτων για υδρολίπανση πρέπει να γίνεται με συνεκτίμηση πολλών και διάφορων παραγόντων. Πρώτος παράγοντας είναι οι ανάγκες της καλλιέργειας για λίπανση. Γι' αυτό κάθε καλλιέργεια πρέπει να χρησιμοποιεί τα πρόσφατα πειράματα.

Δεύτερος παράγοντας είναι η καταλληλότητα των διάφορων σκευασμάτων. Η καταλληλότητα έχει δύο παραμέτρους:

- α) Πιθανότητα φραξιμάτων από αντιδράσεις με στοιχεία του νερού.
- β) Κινητικότητα λιπασμάτων που εξαρτάται και από το ρυθμό εφαρμογής και το ρυθμό εφαρμογής του νερού και το είδος του εδάφους.

**Πίνακας 3.5. Καταλληλότητα διαφόρων λιπασμάτων για υδρολίπανση σε σύστημα άρδευσης με σταγόνες**

Τύπος λιπάσματος	Καταλληλότητα	Περιορισμοί χρήσης ή κίνδυνοι
Νιτρική αμμωνία	K	Μειώνει το pH του εδάφους
Θεική αμμωνία	K;	Όχι με νερά που περιέχουν ασβέστιο (Ca) πάνω από 700 ppm.
Ουρία	K	Όχι σε νερά με άλγες
Νιτρικό κάλιο (κρύστ.)	K	
Νιτρικό κάλιο (υγρό)	K	
Χλωριούχο κάλιο (κρύστ.)	K;	Απαιτεί φίλτρο στο λιπαντήρα
Χλωριούχο κάλιο (υγρό)	K	
Σύνθετα (N-P-K) (π.χ. 11-15-15)	K;	Μόνο διαλυμένο πάνω από 1: 1000 και θερμοκρασία νερού δικτύου < 50°C
Σύνθετα (N-P-K)	K	
Φωσφορική αμμωνία	K;	Μόνο διαλυμένη πάνω από 1: 5000, πιθανά ιζήματα με Ca, Mg του νερού
Sequestrene Fe	K	
Sequestrene Zn	K	
Αμμωνία υγρή	A	Αυξάνει το pH του εδάφους
Νιτρικό ασβέστιο	A	
Χλωριούχο κάλιο (σκόνη)	A	
Θεικό κάλιο	A	
Υπερφωσφορικό	A	Προκαλεί ιζήματα με Ca, Mg του νερού
Νιτρικός ψευδάργυρος	A	Κίνδυνος ιζημάτων με άλατα νερού
Θεικός ψευδάργυρος	A	>>
Θεικός σίδηρος	A	>>

(K = κατάλληλο, K; = κατάλληλο με προϋποθέσεις, A = ακατάλληλο)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

### ΛΙΠΑΝΣΗ - ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

#### A. ΓΕΝΙΚΑ

Για να επιτευχθεί μια σωστή και σταθερή ανάπτυξη των καλλιεργούμενων φυτών, που να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες καλλιεργητικές απαιτήσεις, των υψηλών αποδόσεων και των πολλαπλών ετήσιων παραγωγών, είναι αναγκαία η επέμβαση του ανθρώπου με τεχνητά μέσα, λιπάσματα, τόσο στο έδαφος όσο και πάνω στα ίδια τα καλλιεργούμενα φυτά.

Η λίπανση που απαιτείται να εφαρμοστεί, διαφέρει ανάλογα με το είδος του φυτού. Η διαφοροποίηση αυτή δεν προέρχεται από τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζονται τα λιπάσματα στα φυτά, αλλά από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά (είδος εδάφους, διηθητικότητα, κ.α.) καθώς και από τις ανάγκες που παρουσιάζει κάθε είδος φυτού για την πρόσληψη των θρεπτικών ουσιών σε συγκεκριμένες αναλογίες.

Ενδεικτικά θα παρουσιαστεί παρακάτω η λίπανση της φυτείας της τομάτας, τόσο στον αγρό, όσο και κάτω από θερμοκηπιακές συνθήκες (υδρολίπανση), για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε καλύτερα τη συνολική διαδικασία και τη σημαντικότητα της λίπανσης στη σύγχρονη γεωργία.

#### B. ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ

Η τομάτα ανήκει στην οικογένεια των **Solanaceae** και το επιστημονικό της όνομα είναι “**Solanun Lycopersicum**” ή **Lycopersicum Esculentum**”<sup>7</sup>.

Η λίπανση του φυτού της τομάτας εξαρτάται, όπως για κάθε φυτό, από τη γονιμότητα του εδάφους, από την εποχή εφαρμογής, το σύστημα της καλλιέργειας και την ποικιλία. Είναι γενικότερα φυτό που απαιτεί πλούσιες λιπάνσεις και ιδιαίτερα σε κάλιο, αφού χαρακτηρίζεται ως καλιόφιλο φυτό, ενώ αποτελεί και ανανεωτική καλλιέργεια, αφού ανοίγει τον κύκλο της αμειψισποράς.

---

<sup>7</sup> Προέρχεται από την Λατινική Αμερική και η εισαγωγή της στην Ευρώπη έγινε στα μέσα του 16<sup>ου</sup> αιώνα, ενώ στην Ελλάδα εισήχθη το 1818.

## 1. απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών από το έδαφος

Ο Tisdale κ.α. (1985) και το Δ.Ι.Κ. αναφέρουν ότι για την παραγωγή 7400 Kg/στρ. καρπών και στελεχών απορροφώνται τα εξής θρεπτικά.

**Πίνακας 4.1**

(πηγή: Tisdale και διεθνές ινστιτούτο καλίου)

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	S
7400 καρπός (kg/στρ)	11,3	2,6	24,4	0,9	2,4
500 στελέχη (kg/στρ)	9,0	2,8	13,6	2,3	2,3

Σε άλλη πηγή αναφέρεται (αγων. 1985) ότι για κάθε τόνο ανά στρ. απορροφώνται από την καλλιέργεια

**Πίνακας 4.2**

	N	P	K
6,72 καρποί	11,193	1,119	20,150
βλαστοί	8,957	1,230	11,180
Σύνολο (kg/στρ)	20,150	2,349	31,330

Επίσης, ο Γραφιαδέλης (1972) αναφέρει ότι για την παραγωγή 2τόν./στρ. χρειάζονται

**Πίνακας 4.3**

(πηγή Γραφιαδέλης, 1972)

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	S
16 (Kg/στρ.)	12 (Kg/στρ.)	36 (Kg/στρ.)	17 (Kg/στρ.)	4,49 (Kg/στρ.)

## 2. αναλογία και ρυθμός προσρόφησης των θρεπτικών από την καλλιέργεια

Τα νεαρά φυτώρια που παράγονται στο σπορείο δε συνιστάται για διάφορους λόγους να λιπαίνονται κανονικά. Η δε εμφύτευση στον αγρό φυτών που έχουν υποστεί θρεπτικό stress έχει ως συνέπεια καθυστέρηση και ανομοιομορφία. Όπως αναφέρει ο Τσαπικούνης Οι Meiton & Dufau (1991), σε αντίθεση με την ισχύουσα άποψη ότι τα νεαρά φυτά πρέπει να λιπαίνονται με σύνθεση πλούσια σε P και φτωχή σε N και K (τόσο κατά την παραμονή στο σπορείο όσο και μετά την μεταφύτευση), έδειξαν ότι η ανάπτυξη των νεαρών φυτωρίων επηρεάζεται κυρίως από το άζωτο και δευτερευόντως από το P, ενώ το K έχει μικρή έως καθόλου επίδραση. Συγκεκριμένα τα νεαρά φυτώρια θα πρέπει να έχουν στη διάθεσή τους για ομαλή ανάπτυξη 225 ppm P και 25ppm K.

Ο Κομνάκος (1996) αναζητώντας τις αναλογίες N, P και K που θα απέδιδαν την άριστη ανάπτυξη των νεαρών σποριόφυτων, βρήκε ότι τα καλύτερα αποτελέσματα έδινε η σχέση 3:1:1 ακολουθούμενη από τη σχέση 3:2:3. Τα στοιχεία ενσωματώνονταν από πριν στο στρώμα ανάπτυξης των σποριόφυτων.

## 3. λιπαντικά στοιχεία & εφαρμογή λίπανσης

### 3.α Αζωτο

Τα εδάφη που είναι ελαφριάς μηχανικής σύστασης καθώς και εκείνα που είναι φτωχά σε οργανική ουσία χρειάζονται έντονη αζωτούχο λίπανση, καθώς τα πρώτα υφίστανται έντονη έκπλυση ενώ τα δεύτερα είναι φτωχά σε νιτρικό άζωτο. Η ποσότητα και η μορφή του αζώτου παίζουν καθοριστικό ρόλο. το αμμωνιακό άζωτο ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) μειώνει την απορρόφηση επομένως και τη συγκέντρωση Ca και Mg και αυτό έχει σοβαρές επιπτώσεις στην απόδοση. Η έλλειψη Ca είναι γνωστή σαν «σήψη κορυφής» ή «Blossom end rot» ενώ η παραγωγή ιόντων υδρογόνου κατά τη νιτροποίηση των αμμωνιακών ιόντων συμβάλει στην αύξηση της οξύτητας του εδάφους που έχει ως συνέπεια τη μη φυσιολογική ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Σε αυτή την περίπτωση συνιστάται η αυξημένη χορήγηση νιτρικού αζώτου.

Το  $\text{NH}_4\text{-N}$  έχει παρατηρηθεί ότι μειώνει τη συγκέντρωση P στα φύλλα. Ενώ σε χαμηλό επίπεδο Mg και με χορήγηση  $\text{NO}_3\text{N}$  δεν υπήρχαν περιοριστικά προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών, με τη χορήγηση  $\text{NH}_4\text{-N}$  προκλήθηκε δραστηκή μείωση του Mg. Το  $\text{NH}_4\text{-N}$  θα πρέπει να χορηγείται μόνο σε  $\text{pH}>7$  ή ελλείψει  $\text{NO}_3\text{N}$ , οπότε και θα πρέπει να συνοδεύεται από υλικό ασβέστωσης.

Η αζωτούχος λίπανση ευνοεί την αντοχή των φυτών στη Βοτρύτιδα



(*Botrytis cinerea*) και τη φυτοφθορά (*Phytophthora infestans*) και αυξάνει τη συνολική παραγωγή και το μέσο βάρος των καρπών. Επίσης έχει βρεθεί ότι σχετίζεται θετικά με την ποσοστιαία έκπτωση των λουλουδιών.

Ο Κουκουλάκης (1994) αναφέρει ότι κατά τη χορήγηση 100 ppm N άνθισαν μόνο το 19% των φυτών που δέχθηκαν 250 ppm N. Σύμφωνα με τον Fisher (1971), η συνολική ποσότητα του αζώτου που χορηγείται πριν την εμφάνιση της πρώτης ταξιανθίας είναι αποφασιστικής σημασίας για τον καθορισμό των μέγιστων αποδόσεων.

Η υπερβολική χορήγηση αζώτου μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα όπως: ανώμαλοι, μηλακοί ή αποχρωματισμένοι καρποί, οψίμιση, μη καλές οργανοληπτικές ιδιότητες, ανταγωνισμοί θρεπτικών στοιχείων, κούφιοι καρποί και συνολική (αντιοικονομική) επιβάρυνση του λειτουργικού κόστους. Σύμφωνα με τον Adams et al. (1978), όταν το N έφτασε το 4,5% επί της ξ.ο. των φύλλων, το ποσοστό των καρπών που ωρίμασαν ανομοιόμορφα ήταν 16,5%. Ακόμη η χορήγηση  $\text{NH}_4\text{N}$  κατά την καρποφορία προκαλεί και επιδεινώνει το φαινόμενο της "σήψης της κορυφής" λόγω της προκαλούμενης έλλειψης ασβεστίου.

Ο Κουκουλάκης (1994) αναφέρει ότι η συνολική προστιθέμενη ποσότητα αζώτου σε εδάφη με οργανική ουσία 2-3% και ελαφράς μηχανικής σύστασης είναι 40-60 kg/στρέμμα. Όταν η οργανική ουσία του εδάφους είναι >6% και η μηχανική σύσταση μέτρια η συνιστάμενη χορήγηση είναι 25-30kg/στρέμμα. Όταν απαιτείται επίτευξη 13-14 τόνων/στρέμμα και η συγκέντρωση υδατοδιαλυτών νιτρικών του εδάφους είναι 5mg/100gr τότε χορηγούμε 20-25kg N/στρ., ενώ όταν είναι 2-3mg  $\text{NO}_3/100\text{gr}$  εδάφους, τότε χορηγούμε 40-45 kg N/στρ.

Οι Κουκουλάκης και Μπλαδενόπουλος απέδειξαν ότι σε υπό κάλυψη τομάτα, η προσθήκη N μέχρι 40kg/στρ. αυξάνει την απόδοση κατά 11-14%. Η μέγιστη απόδοση επιτυγχάνεται όταν το  $\text{NO}_3\text{-N}$  στο έδαφος είναι 24ppm ή 0,60% της ξηρής ουσίας στο έλασμα. Οι ημερήσιες απώλειες υπολογίστηκαν έως 0,4 kg/στρ.

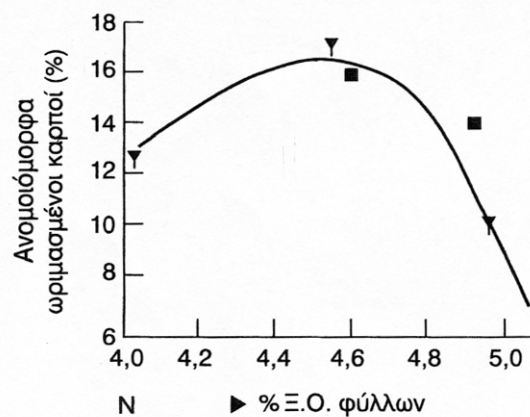
Οι Van Eysinga & Smilde (1981) υποστηρίζουν ότι σε περίπτωση τροφοπενίας πρέπει να χορηγηθεί 200-550 ppm, ενώ η διαφυλλική χορήγηση ουρίας 2,5 ppm είναι λιγότερο αποτελεσματική. Η τοξικότητα αντιμετωπίζεται με άφθονο νερό.

Για να επιτύχουμε μεγάλη απόδοση καρπών, τόσο σε θερμοκηπιακές όσο και σε υπαίθριες καλλιέργειες πρέπει να χορηγήσουμε μεσαίες δόσεις αζώτου. Όταν αυξάνουμε την ποσότητα του αζώτου έχουμε αύξηση της παραγωγής η οποία όμως συνήθως οφείλεται στην αύξηση του αριθμού των συγκομιζόμενων προϊόντων και όχι στην αύξηση του βάρους των καρπών (Παναγιωτόπουλος, 1995).

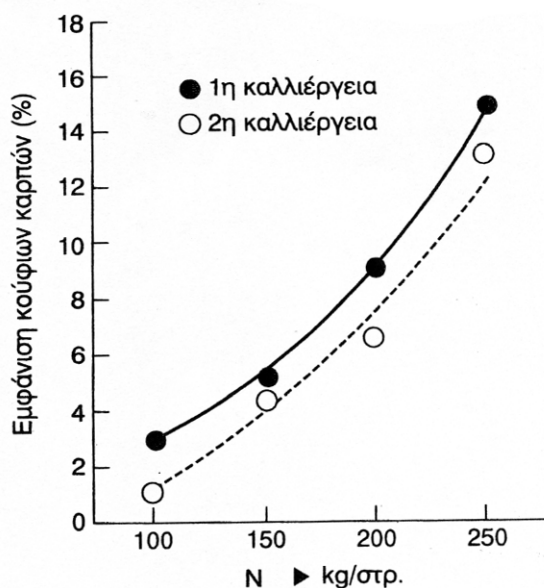
Η ισόρροπη ανάπτυξη βλάστησης και καρποφορίας επιτυγχάνεται με

τη χορήγηση N και K<sub>2</sub>O σε αναλογία 1:1,5 από την καρπόδεση της 1ης μέχρι και της 5ης ταξιανθίας. Εάν όμως τα φυτά παρουσιάσουν υπερβολική βλάστηση σε βάρος της καρποφορίας αλλάζουμε προσωρινά την αναλογία N/K<sub>2</sub>O σε 1:3,5. Με την καρπόδεση της 5ης ταξιανθίας έως και 20-30 ημέρες πριν το τέλος της καλλιέργειας (που είναι και η κρισιμότερη περίοδος) συνιστάται η χορήγηση N και K σε σχέση 1:1. Τον τελευταίο μήνα χορηγούμε μόνο νερό (Παναγ. 1995).

Σύμφωνα με τον Μαρκάκη (1994), μέχρι την έκπτυξη της 7ης ταξιανθίας η σχέση N:K είναι 1:2,5 - 3, μετά την έκπτυξη της 7ης ταξιανθίας η σχέση διατηρείται στο 1:2 και Δαν η καλλιέργεια πλησιάζει προς το τέλος γίνεται 1:1.



**Εικ.4.1** Σχέση περιεκτικότητας των φύλλων τομάτας στο άζωτο και του ποσοστού των καρπών που ωρίμασαν ανομοιόμορφα (Πηγή από Adams κ.ά. 1978 και Κουκουλάκη 1994)



Εικ.4.2. Επίδραση του αζώτου στο ποσοστό εμφάνισης κούφιων καρπών (Πηγή από Adams κ.ά. 1973 και Κουκουλάκη 1994)

### 3.β Φώσφορος

Η μεγάλη (άνω των 170 ppm) συγκέντρωση φωσφόρου σε θερμοκήπια είναι, σύμφωνα με τον Κουκουλάκη (1994), επιζήμια λόγω κυρίως του ανταγωνισμού με άλλα θρεπτικά στοιχεία (Zn, Ca, Fe) με συνέπειες στην ποιότητα αλλά και αντιοικονομικά λόγω της μη ισορροπής θρέψης που επιφέρει μείωση της ποσότητας.

Σύμφωνα με τον Olsen η οριακή τιμή για την επίτευξη μέγιστης απόδοσης είναι τα 20-25ppm. Διατείνεται επίσης ότι στο θερμοκήπιο θα πρέπει να υπάρχει πάντα παρακαταθήκη φωσφόρου για τη δημιουργία της οποίας θα πρέπει να γίνεται φωσφορική λίπανση, εντατική κατά την έναρξη λειτουργίας του (35-40kg/στρ) και συντηρητικότερη στη συνέχεια, κατόπιν πάντα αναλύσεων του εδάφους. Ως γενικό κανόνα προτείνει:

$$\text{Παραγωγή } 15 \frac{\text{τον}}{\text{στρ}} \Rightarrow 10 - 12 \text{kg} \frac{P_2O_5}{\text{στρ}}$$

Πριν από τον Κουκουλάκη, ο Σιμώνης (1986) επικέντρωσε την έρευνά του στη δέσμευση φωσφόρου στη Βορ. Ελλάδα. Τα ευρήματα του ήταν ότι για την αύξηση του διαθέσιμου κατά Olsen φωσφόρου κατά 1 ppm μέχρι βάθους 20 cm με Φ.Ε.Β. 1,3 gr/cm<sup>3</sup> απαιτείται η προσθήκη 16 Kg/στρ. του 0 - 20 - 0. Έτσι για να αυξήσουμε το διαθέσιμο στο έδαφος φώσφορο από 10 σε 20 ppm θα πρέπει να προσθέσουμε (20 - 10) χ 16 = 160 Kg/στρ. 0 - 20 - 0.

Τέλος, σε περίπτωση τροφοπενίας, χορηγούμε 30-50ppm P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ως φωσφορικό οξύ, φωσφορικό μονοαμμώνιο ή μονοκάλιο, εφόσον βεβαίως η τροφοπενία δεν είναι αποτέλεσμα των χαμηλών θερμοκρασιών

### 3.γ Κάλιο

Η τομάτα είναι καλιόφιλο φυτό, πράγμα που σημαίνει υψηλές απαιτήσεις σε κάλιο. Σύμφωνα με τον Κουκουλάκη (1994), 180 200 ppm εναλλακτικού καλίου εξασφαλίζουν υψηλές αποδόσεις, όμως καρποί επιθυμητού χρώματος, σχήματος και μεγέθους προϋποθέτουν 200 - 500 ppm εναλλακτικού καλίου στο έδαφος. Παράλληλα με την αύξηση του καλίου στα φύλλα μειώνεται σημαντικά το ποσοστό των καρπών που ωριμάζει ανομοιόμορφα (Adams et al. 1978).

Ο Σιμώνης (1981) αναφέρει ότι η δέσμευση του καλίου μπορεί να φθάσει το 80-90%, ενώ για την αύξηση του διαθέσιμου καλίου κατά 1 mg K<sub>2</sub>O/100 gr εδάφους πρέπει να προστεθούν 1,7 mg K<sub>2</sub>O/100 gr εδάφους ή 3,4 Kg K<sub>2</sub>O ανά στρέμμα ή 7 Kg θεικού καλίου ανά στρέμμα.

Ο Perrenoud (1977) (από Κουκουλάκη 1994) αναφέρει ότι το κάλιο συσχετίζεται θετικά με τη φυτοϋγεία όσον αφορά το *Fusarium oxysporum*, το *cladosporium fulvum*, το *Diplodia lycopersici*, το *Verticillium albo-atrum* και την *alternaria solani*.

Σε φυτά με έντονα συμπτώματα το K ήταν 0,54%, ενώ σε κανονικά φυτά ήταν 2,91%. Σε περίπτωση τροφοπενίας χορηγούμε 500 ppm με το νερό της άρδευσης, ενώ 20 gr K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/lit βρέθηκε λιγότερο αποτελεσματικό όταν χορηγήθηκε διαφυλλικά.

Σε πηλώδες έδαφος με 30% ιλλίτη και 0,4 me K/100 gr εδάφους εναλλακτικό κάλιο, τα φυτά δεν αντέδρασαν στην προσθήκη καλιούχου λίπασματος (Παναγιωτόπουλος 1992).

### 3.δ Ασβέστιο

Η αντιμετώπιση της έλλειψης Ca, σύμφωνα με τον Κουκουλάκη (1994), είτε αυτή οφείλεται στο χαμηλό επίπεδο Ca είτε στην περιοριστική δράση του αμμωνιακού αζώτου, εφόσον αυτόχορηγείται, στηρίζεται στην ασβέστωση ή στον ψεκασμό με διάλυμα 0,2% χλωριούχου ασβεστίου.

Σε pH 6,3 και ισχυρή φωσφοροκαλιούχο λίπανση είχαμε την "ξηρή κορυφή", ενώ σύμφωνα με τους Μπούρμπο και Σκουντριδάκη (1990), όταν η συγκέντρωση Ca στα φύλλα είναι < 3% και στους καρπούς < 0,15 - 0,20%, τότε αναμένεται η εμφάνιση του φαινομένου.

Η εμφάνιση της ξηρής κορυφής γίνεται πιο έντονη όταν η αλατότητα

του εδάφους είναι υψηλή και η σχετική υγρασία χαμηλή, γεγονός που οδηγεί σε αυξημένη διαπνοή των φυτών (Παναγιωτόπουλος 1995).

### **3.ε Μαγνήσιο**

Σε φυτά με έντονη έλλειψη το Mg ήταν 0,14% και το N = 3,10%, ενώ σε κανονικά φυτά οι αντίστοιχες τιμές ήταν 0,63% και 4,67%. Διαφυλλική χορήγηση MgSO<sub>4</sub> 20 - 100 gr/lit είναι περισσότερο αποτελεσματική σε κατάσταση τροφопενίας, όμως θα πρέπει να επαναληφθεί αρκετές φορές.

Σύμφωνα, με τον Παναγιωτόπουλο (1995), εφόσον τα φυτά εμφανίζουν συμπτώματα έλλειψης θα πρέπει να γίνουν μερικοί εβδομαδιαίοι ψεκασμοί με 2% θεικό μαγνήσιο (Epsom salt) και προσκολλητικό, ενώ παράλληλα χορηγούνται με την υδρολίπανση 30 ppm MgO. Επίσης η σχέση K/Mg στο έδαφος θα πρέπει να διορθωθεί σε 2:1 και το ποσοστό κορεσμού της I.A.K. με Mg να είναι 10%.

### **3.στ Σίδηρος**

Για τη διόρθωση τροφопενίας χορηγούμε 5 - 10 gr Fe EDDHA ή 15-20 gr Fe DTPA ανά m<sup>2</sup> ή χορηγούμε διαφυλλικά 0,2 gr Fe DTPA ανά λίτρο.

### **3.ζ Μαγγάνιο**

Σε ασβεστούχα εδάφη οι χημικές ενώσεις από το έδαφος δεν είναι αποτελεσματικές. Διαφυλλική εφαρμογή MnSO<sub>4</sub> 1 - 2% ή χημικού 0,1-1 % δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Παράλληλα θα πρέπει να ληφθούν μακροπρόθεσμα μέτρα με στόχο την επαναφορά του pH σε κανονικές τιμές. Οι van Eysinga and Smilde (1981) αναφέρουν ότι διαφυλλικές εφαρμογές με 1 - 10 gr/lit MnSO<sub>4</sub> δίνουν καλύτερα αποτελέσματα.

Έλλειψη θα εμφανιστεί (συμπτώματα) όταν Mn < 10 ppm (Μπούρμπος και Σκουντριδάκης 1990).

### **3.η Ψευδάργυρος**

Διαφυλλική χορήγηση ZnSO<sub>4</sub> 7 H<sub>2</sub>O με 0,2 - 1,0%+0,25%Ca(OH)<sub>2</sub>, όπως και οι χημικές μορφές, δίνουν γρήγορα αποτελέσματα σε περίπτωση τροφопενίας.

Ανάλογα με την τιμή του pH και τη σύσταση του εδάφους χορηγούμε 0,3 - 1,5 Kg Zn<sub>5</sub>SO<sub>4</sub>/στρ. (Μπούρμπος και Σκουντριδάκης 1990).

Όταν η συγκέντρωση στα φύλλα φθάσει στα 450 ppm, τότε έχουμε μείωση της παραγωγής κατά 20%.

### 3.θ. Μολυβδαίνιο

Είναι δυνατή η παρουσία του σε μεγάλες ποσότητες χωρίς να προκαλέσει τοξικότητα. Για τη διόρθωσή του σε κατάσταση τροφοπενίας χορηγούμε 5 Kg μολυβδαινικό αμμώνιο ή νιτρικό ανά στρέμμα ή 0,5 gr/lit διαφυλλικά.

Φυτά με συμπτώματα έλλειψης, βρέθηκε να έχουν  $Mo = 0,02 - 0,2ppm$  επί της ξηρής ουσίας (Μπούρμπος και Σκουντριδάκης 1990).

### 3.ι Βόριο

Παρατεταμένη χρήση νερού με  $B > 100 ppm$  προκαλεί μείωση της ανάπτυξης, ενώ θα οδηγήσει πιθανόν σε τοξικότητα. Νερά με  $B > 12 meq/lit$  θεωρούνται ακατάλληλα. Σε pot trial με 10 ppm ακολούθησε νέκρωση των παλαιότερων φύλλων καθώς η συγκέντρωση του στοιχείου αυξάνει στα παλαιά φύλλα και οι νεκρώσεις ξεκινούν από εκεί. Σύμφωνα με τους Μπούρμπο και Σκουντριδάκη (1990), όταν  $B < 30 ppm$  τότε θα σημειωθεί έλλειψη.

Τα όρια επάρκειας του στοιχείου είναι:

τροφοπενία	επάρκεια	
< 25 ppm	30 - 60 ppm	(επί της ξηρής ουσίας)

## 4. Φυλλοδιαγνωστική

### 4.α Δειγματοληψία φύλλων

**Ελάσματα φύλλων.** Το 3ο ή 4ο φύλλο από την κορυφή κατά την έναρξη της άνθισης. Επιλέγεται ως μόνιμο τεμάχιο δειγματοληψίας, αντιπροσωπευτικό της καλλιέργειας, και λαμβάνεται ένα φύλλο από κάθε φυτό από το 5 - 10% του συνόλου των φυτών (δείγμα = 50 φύλλα). Μίσχοι. Μίσχοι από το 4ο φύλλο από την κορυφή κατά την έναρξη της άνθισης (Charman 1964, από Σιμώνη 1995).

Τομάτα Θερμοκηπίου Κατά την άνθιση και καρποφορία.

1. Νεαρά φυτά Σύνθετο φύλλο κάτω από τον 2ο ή κάτω από τον 3ο σταυρό (σύνολο 20 - 25) .
2. Μεγαλύτερα φυτά Σύνθετο φύλλο κάτω από τον 4ο ή 5ο ή 6ο σταυρό

σε σύνολο 20 - 25 φύλλα

Τομάτα υπαίθρου. Όπως και στη Θερμοκηπίου (Jones and Case 1990, Κουκουλάκης 1995, Παπανικολάου και Χάρδας 1995).

#### 4.β Οι τιμές των θρεπτικών στοιχείων

Κατά τον Bergmann (1986), τα όρια επάρκειας είναι:

**Πίνακας 4.4.**

N	4,0-5,5
P	0,4-0,65
K	3,0-6,0
Ca	3,0-4,0
Mg	0,35-0,80
B	40-80
Mo	0,3-1,0
Mn	40-100
Zn	30-80
Cu	6-12

**N, P, K, Ca, Mg %.**Ιχνοστοιχεία σε ppm.

Κατά τον Μπονάτσο (1990, προσ. επικ.) είναι:

N	4,0-5,0
P	0,45-0,65
K	2,5-6,5
Ca	2,5-7,2
Mg	0,6-0,9
B	45-50
Mn	100-150
Zn	40-50
Cu	150-190

**Πίνακας 4.N, P, K, Ca, Mg %.** Ιχνοστοιχεία σε ppm.

## 5. Σύσταση υδρολίπανσης για καλλιέργεια τομάτας στο χωράφι

Για να καθοριστεί η ποσότητα του λιπάσματος που θα τροφοδοτήσει το σύστημα άρδευσης, πρέπει να αποφασιστεί αρχικά η ποσότητα N και K που θα χρειαστεί η φυτεία για ολόκληρη την περίοδο. Αυτό πρέπει να ρυθμιστεί σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εδαφολογικής δοκιμής. Το δεύτερο βήμα είναι να αποφασιστεί πόσες εβδομάδες η συγκομιδή είναι πιθανό να αυξηθεί. Μια εαρινή φυτεία ντοματών είναι πιθανώς στο έδαφος περίπου **14 εβδομάδες**. Η εβδομαδιαία σίτιση, έπειτα, είναι 120/14 ή περίπου 8,5 λίβρες την εβδομάδα. Αυτό το ποσό ρυθμίζεται με δύο άλλους παράγοντες. Κατ' αρχάς, εάν χρησιμοποιείται ένα προφυτευτικό λίπασμα, το σύνολο πρέπει να μειωθεί από αυτό το ποσό. Παραδείγματος χάριν, εάν 20 τοις εκατό του N και του K είναι εφαρμοσμένα πριν τη φύτευση (24 λίβρες καθένα), τότε μόνο 96 λίβρες θα εφαρμοστούν μέσω της υδρολίπανσης ( $80\% \times 120 = 96$ ) (πηγή: πανεπιστήμιο του Μισισιπή)..

Τώρα, δεδομένου ότι το προφυτευτικό λίπασμα θα ικανοποιήσει τις ανάγκες για τις πρώτες 2 εβδομάδες του κύκλου 14 εβδομάδων, η υδρολίπανση καθυστερείται για 2 εβδομάδες. Με 12 εβδομάδες που απομένουν για την υδρολίπανση, η εβδομαδιαία εφαρμογή είναι 8 λίβρες ( $96/12 = 8$ ).

Ο δεύτερος παράγοντας που επηρεάζει την εβδομαδιαία εφαρμογή είναι το στάδιο της αύξησης της φυτείας. Όπως αναφέρεται, απαιτείται μικρότερη ποσότητα εφαρμογής νωρίτερα, ενώ απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα εφαρμογής κατά την αύξηση των καρπών. Σύμφωνα με το παράδειγμα, για το πρώτο ζεύγος των εβδομάδων, 6 ή 7 λίβρες ανά στρέμμα πρέπει να είναι αρκετές. Καθώς η ανάπτυξη του καρπού αυξάνει, είναι καλό να εφαρμόζονται 8 έως 10 λίβρες ανά στρέμμα.

Τα προτεινόμενα προγράμματα για ένα στρέμμα των μεταμοσχευμένων ντοματών στο Μισισιπή παρουσιάζονται στους πίνακες 4.6 και 4.7. Ο **πίνακας 4.6** υπακούει στην υπόθεση ότι όλα τα λιπάσματα N και K παρέχονται μέσω του συστήματος υδρολίπανσης. Εάν η εδαφολογική δοκιμή δείχνει ότι απαιτείται λιγότερο από το καθένα, πρέπει να ρυθμιστούν οι τιμές του πίνακα ανάλογα.

Ο **πίνακας 4.7** παρουσιάζει αριθμούς για ένα χωράφι τοματών στο οποίο 20 τοις εκατό του συνιστώμενου λιπάσματος έχουν εφαρμοστεί προφυτευτικά.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Εάν η πραγματική καλλιεργητική περίοδος είναι μεγαλύτερη ή πιο σύντομη από αυτή που παρουσιάζεται στους πίνακες, οι τιμές πρέπει να ρυθμιστούν.



**Πίνακας 4.6. Προτεινόμενο πρόγραμμα υδρολίπανσης για μεταφυτευμένες ντομάτες, που χρησιμοποιεί όλα τα λιπάσματα μέσω της υδρολίπανσης (πρόγραμμα 14-εβδομάδων) (πηγή: University of Mississippi)**

Συνολικό lb/a		Στάδιο αύξησης	Αριθ. των εβδομάδων	Ποσοστό εγχύσεων (lb/a/week)	Σύνολο που εγχέεται στο στάδιο (lb)
N	K <sub>2</sub> O	φυτικός	2	6	12
		άνθιση	3	8	24
120	120	σύνολο φρούτων	7	10	70
		σύνολο φρούτων που τελειώνουν	1	8	8
		ωρίμανση	1	6	6
Σύνολα			14		120

**Πίνακας 4.7. Προτεινόμενο πρόγραμμα υδρολίπανσης για μεταφυτευμένες ντομάτες, όπου χρησιμοποιείται 20% N και K πριν τη φύτευση. (Πρόγραμμα 12 εβδομάδων). (πηγή: University of Mississippi)**

Συνολικό lb/a		Στάδιο αύξησης	Αριθ. των εβδομάδων	Ποσοστό εγχύσεων (lb/a/week)	Σύνολο που εγχέεται στο στάδιο (lb)
N	K <sub>2</sub> O	φυτικός	2	0	0
		άνθιση	3	7	21
96	96	σύνολο φρούτων	7	9	63
		σύνολο φρούτων που τελειώνουν	1	7	7
		ωρίμανση	1	5	5
Σύνολα			12		96

## **6. λίπανση θερμοκηπιακών καλλιεργειών τομάτας**

Τα στοιχεία που έχουμε για τη λίπανση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών τομάτας, προέρχονται από πειράματα και μεθόδους που αναπτύσσονται σε διάφορες χώρες, αφού οι διαδικασίες διαφέρουν λόγω του είδους της καλλιέργειας (καλλιέργειες σε χώμα, καλλιέργειες με υπόστρωμα περλίτη, υδροπονικές καλλιέργειες κ.ά.), αλλά και λόγω της ιδιοσυγκρασίας και των στόχων, τόσο των γεωπόνων στην περίπτωση των πειραματικών καλλιεργειών, όσο και των παραγωγών στην περίπτωση των εμπορικών παραγωγών.

### **6.α Λίπανση της καλλιέργειας στην Ελλάδα**

Οι καλλιέργειες θερμοκηπιακών τοματών στην Ελλάδα, γίνονται κατά κύριο λόγο στην Κρήτη, όπου καταλαμβάνουν μία συνολική έκταση 6.000 στρ. η οποία περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο καλλιέργειες σε χώμα. Τα εδάφη έχουν κατά κύριο λόγο αργιλώδη σύσταση<sup>9</sup> υψηλή σε περιεκτικότητα οξέων, αφού έχουν pH της τάξης του 7-8 και EC (Electrical Conductivity) της τάξης του 1.0 - 1.5..

Οι τομάτες λαμβάνουν μια βασική λίπανση ως εξής:

Υπερφωσφορικό 20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>      100-150 kg/στρ.

Θειικό κάλιο                                      50 kg/στρ.

Epsom salt    MgSO<sub>4</sub> • 7H<sub>2</sub>O    50-100 kg/στρ.

Η μέθοδος άρδευσης που ακολουθείται κατά κύριο λόγο είναι η στάγδην άρδευση και έτσι δίνεται η δυνατότητα στον παραγωγό να εφαρμόσει υδρολίπανση, για την λίπανση της φυτείας κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Η χωρητικότητα φύτευσης, είναι 1500-1700 φυτά/στρέμμα. Το νερό που εφαρμόζεται σε κάθε άρδευση και σε κάθε φυτό είναι 2-3 lt το οποίο καλύπτει 3-5m<sup>3</sup>/στρ./άρδευση.

Ο σχεδιασμός της άρδευσης είναι ως εξής:

Σεπτέμβριος - Οκτώβριος      3    αρδ./εβδομάδα

Νοέμβριος - Φεβρουάριος      1-2 αρδ./εβδομάδα

Μάρτιος - Μάιος                      3    αρδ./εβδομάδα

Το συνολικό ποσό νερού που εφαρμόζεται είναι περίπου 500-600 m<sup>3</sup>/στρ./περίοδο.

Οι προτεινόμενες συγκεντρώσεις των θρεπτικών στο αρδευτικό νερό

---

<sup>9</sup> Τα εδάφη είναι ορισμένα σαν *Rendzina* και *Terra rossa*

φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

**Πίνακας 4.7** (Πηγή “J. Hagin, trends in fertilizers & fertilization σελ.38.The S. Neaman institute press)

Στοιχεία	ppm
N	120
K	150-180
P	40-50
Mg	10-15
Ca	Το αρδευτικό νερό περιέχει υποθετικά αρκετό Ca

Τα παραπάνω θρεπτικά στοιχεία αποθηκεύονται με τη μορφή νιτρικού καλίου, νιτρικού αμμωνίου, θεικού μαγνησίου και φωσφορικού οξέος. Το Μονοφωσφορικό Κάλιο που άρχισε να χρησιμοποιείται, τα τελευταία 15 χρόνια, θεωρείται επίσης μια καλή πηγή P και K<sup>10</sup>. Στην περίπτωση που η τιμή του θα ήταν 0,6€/kg το Μονοφωσφορικό Κάλιο θα μπορούσε να αντικαταστήσει τελείως το φωσφορικό οξύ και εν μέρει το νιτρικό κάλιο.

Δυστυχώς στην Ελλάδα, πολλές φορές οι παραγωγοί εφαρμόζουν μεγαλύτερες ποσότητες λιπασμάτων από τις προτεινόμενες από τους γεωπόνους. Αυτό συμβαίνει περισσότερο στην περίπτωση του K, το οποίο βοηθάει στην ταχύτερη ανάπτυξη του καρπού και στο μεγαλύτερο μέγεθος καρπού. Αυτό όμως είναι όχι μόνο άσκοπο αλλά και επικίνδυνο, αφού ο φυτό δεν μπορεί να απορροφήσει όλες τις εφαρμοζόμενες ποσότητες, μέρος των οποίων μέσω της βαθιάς διήθησης, περνάνε στα υπόγεια νερά και τα μολύνουν.

Η προτεινόμενη EC στο εδαφολογικό διάλυμα είναι 3-4 mmhos, αλλά μπορεί να ανέρθει και στα 5-7 mmhos. Στην περίπτωση όμως αυτή πρέπει να γίνει διήθηση χωρίς λιπάσματα.

#### **6.β Λίπανση της καλλιέργειας στην Ολλανδία**

Στην Ολλανδία οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες καταλαμβάνουν περίπου μια έκταση 90.000 στρ. Το 50% από αυτά καλλιεργείται με λαχανικά ενώ το άλλο 50% με λουλούδια. Υπάρχουν περίπου 12.000 στρ. φυτειών τομάτας στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Οι περισσότερες μεγαλώνουν σε διαλύματα

<sup>10</sup> Το μειονέκτημα που παρουσιάζει το Μονοφωσφορικό Κάλιο είναι η υψηλή τιμή του.

περλίτη ενώ άλλες (πολύ μικρός αριθμός) σε πολυφενόλιο. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι για κάθε φυτό χρησιμοποιούνται περίπου 5.6 lt περλίτη.

Η θρέψη στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες είναι βασισμένη στο διάλυμα του Hoagland με μερικές αλλαγές που αναπτύχθηκαν σαν αποτέλεσμα της έρευνας και της εμπειρικής γνώσης.

Το ποσοστό K/Ca είναι πολύ σημαντικό για την ποιότητα του καρπού. Όπως αναφέρει ο Hagin J. που μελέτησε την έρευνα του W. Voogt (1988) μια καλή αναλογία K:Ca είναι περίπου 3:1. Παρόλα αυτά στις συστάσεις που έγιναν αργότερα η αναλογία είναι πολύ χαμηλότερη. Ο λόγος είναι ότι τα φυτά μπορούν να αφομοιώσουν K από το εδαφικό διάλυμα του Ca.

Η ρύθμιση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των θρεπτικών διαλυμάτων είναι μια σημαντική παράμετρος, για την βελτιστοποίηση της πρόσληψης των θρεπτικών ουσιών από τα φυτά. Κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα ρυθμίζεται μια υψηλή EC του διαλύματος θρεπτικών ουσιών. Αυτή η πίεση του άλατος είναι απαραίτητη για να αντιπαρέλθει εν μέρει την χαμηλή ένταση φωτός και να προκαλέσει άνθιση νωρίτερα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) του διαλύματος των θρεπτικών, είναι ρυθμισμένη στα 2,5 - 3,5 mmhos κατά τη διάρκεια του μεγαλύτερου μέρους της περιόδου ανάπτυξης, ενώ το pH μπορεί να κυμαίνεται από 4.8 - 6.2

Η σύσταση που γίνεται όσον αφορά την EC του θρεπτικού διαλύματος που χρησιμοποιείται για τις τομάτες που αναπτύσσονται σε περλίτη στηρίζεται στην έρευνα των C. Sonneveld και G.W.H. Walles (1988). Σύμφωνα με αυτήν όπως παραθέτει ο J. Hagin (Trends in Fertilizers and Fertilization 1990. σελ. 34), το ανώτερο όριο της τιμής της EC, στο περιβάλλον της ρίζας, στο οποίο δεν έχει παρατηρηθεί μείωση της παραγωγής, βρέθηκε 2.5ds/m. Μεγαλύτερες τιμές της EC μπορεί να προκαλέσουν μείωση της παραγωγής κατά ένα ποσοστό 5-7%. Επίσης σε συνθήκες πολύ υψηλής υγρασίας μια μείωση της τάξης του 10% βρέθηκε για κάθε ds/m. Επιπλέον κάτω από συνθήκες φτωχού φωτισμού, υψηλές τιμές της EC δεν επιδράσανε δυσμενώς στην παραγωγή. Αυτή η ανακάλυψη οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το φαινόμενο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στην παραγωγή, δεν σχετίζεται μόνο με τη διάρκεια μιας περιόδου, κατά τη διάρκεια της οποίας μία συγκεκριμένη τιμή της EC διατηρείται, αλλά επίσης σχετίζεται με το επίπεδο παραγωγής αυτής της περιόδου.

Έτσι λοιπόν μπορούμε να πούμε ότι η ποιότητα των καρπών αυξάνεται όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα διατηρείται σε υψηλά επίπεδα. Στην περίπτωση αυτή η περιεκτικότητα K στα φύλλα αυξάνεται και οι περιεκτικότητες Ca και Mg μειώνονται. Η παραγωγή τομάτας που συγκομίζεται σε μία καλλιεργητική περίοδο 11 μηνών είναι 45tn/στρ. χωρίς τεχνητό φωτισμό και 60tn/στρ. με τεχνητό φωτισμό.

Η κατανάλωση νερού ανά περίοδο είναι 650-700m<sup>3</sup>/στρ. Μόνο το 20%

περίπου του εφαρμοζόμενου νερού χάνεται από την στράγγιση. Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες που εφαρμόζονται στην Ολλανδία προτιμάται να χρησιμοποιούνται συστήματα ανακύκλωσης του νερού και των θρεπτικών που εφαρμόζονται μέσω αυτού. Σε αυτήν την περίπτωση το διάλυμα των θρεπτικών ουσιών ελέγχεται κάθε δύο εβδομάδες και τα στοιχεία που διαπιστώνεται ότι βρίσκονται σε έλλειψη προστίθονται στο διάλυμα για να το οδηγήσουν απαιτούμενο επίπεδο. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο απλά άλατα λιπασμάτων προτιμούνται από έτοιμα σύνθετα διαλύματα.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται επίσης μια τάση για τη χρήση, υψηλά διαλυτών, υψηλά συγκεντρωμένων θρεπτικών και σχετικά οικονομικών μειγμάτων, όπως  $\text{KOH}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Για παράδειγμα λιγότερο από 150g.  $\text{KNO}_3$  μπορούν να διαλυθούν σε 1lt νερό, ενώ 0,5-1.0kg  $\text{KOH}$  μπορούν να διαλυθούν σε 1 lt νερό.

Η ουρία δεν προτείνεται στα θρεπτικά διαλύματα κάτω από συνθήκες όπου θα μπορούσε να απορροφηθεί απ' ευθείας από τα φυτά. Έχει τοξικά αποτελέσματα εκτός αν υδρολυθεί και μετά οξειδωθεί έξω από το φυτό. Μια συγκέντρωση της τάξης του 10-20% N όπως  $\text{NH}_4$  επιτρέπεται. Υψηλότερες τιμές τείνουν να μειώσουν πάρα πολύ το pH της ριζόσφαιρας.

Το μονοφωσφορικό κάλιο χρησιμοποιείται και όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι πολύ καλό λίπασμα. Παρόλα αυτά μπορεί να αντικατασταθεί από  $\text{KOH}$  και  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Ένα υπολογιστικό πρόγραμμα είναι διαθέσιμο για τον υπολογισμό ποσοτήτων μιγμάτων που απαιτούνται, σύμφωνα με τις συστάσεις και με αναλυτικά αποτελέσματα (C. Sonneveld, T. Breimer και L. Spaans 1988).

Τα διαλύματα αυτά που προαναφέρθηκαν και τα οποία, εφαρμόζονται στα φυτά πρέπει να παρουσιάζουν μία σταθερότητα. Με άλλα λόγια Δε συνιστάται να αλλαχτεί η συγκέντρωση και η σύνθεση τους ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Π.χ. Δεν επιτρέπεται η εφαρμογή κατά την διάρκεια της ημέρας πλήρους θρεπτικού διαλύματος και κατά τη διάρκεια της νύχτας μόνο αρδευτικό νερό. Ο κύριος λόγος είναι ότι η διαθεσιμότητα του K είναι πολύ εξαρτημένη από τη μορφή του εφοδιασμού. Για αυτό το λόγο, είναι απαραίτητο για να διατηρήσει ένα σταθερό επίπεδο τροφοδοσίας K στις ρίζες. Ασταθείς αλλαγές στην ποσότητα του K, όπως αυτές που μπορεί να επιδράσουν από μία προσπάθεια να επηρεάσουν την αγωγιμότητα του διαλύματος ξεπλένοντας με καθαρό νερό, οδηγούν στην μείωση του K και στην φτωχή ποιότητα των φρούτων.

Μέχρι τώρα δεν υπάρχουν περιβαλλοντικοί περιορισμοί στις συγκεντρώσεις θρεπτικών. Το παρόν επίπεδο έχει καταγραφεί και μέσα σε πέντε χρόνια θα πρέπει να έχει μειωθεί στο μισό αυτού και στα επόμενα πέντε χρόνια θα πρέπει να έχει μηδενιστεί.

Οι αναλογίες ανάμεσα στην απορρόφηση των θρεπτικών και στους βέλτιστους ρυθμούς εφαρμογής υπολογίστηκαν και ταξινομήθηκαν σε kg θρεπτικού ανά στρέμμα και καλλιεργητική περίοδο.

**Πίνακας 4.9**(Πηγή “J. Hagin, trends in fertilizers & fertilization σελ.39.The S. Neaman institute press)

Στοιχεία	Απορρόφηση(Kg)	Εφαρμογή (Kg)
N	60-100	200
P	15-18	35
K	120	160
Mg	10	-

Λιπάσματα που χρησιμοποιούνται:

- S → Εφαρμόζεται κυρίως με τη μορφή  $K_2SO_4$   
P → Εφαρμόζεται κυρίως με τη μορφή  $KH_2PO_4$   
K → Εφαρμόζεται στα δύο παραπάνω μίγματα και στο  $KNO_3$

Όπως αναφέρει ο J. Hagin ο C. Sonneveld (1989) έφτιαξε μια λίστα των δύο τυπικών κύριων στοιχείων των κανονικών διαλυμάτων όπως φαίνεται παρακάτω.

**Πίνακας 4.10** (Πηγή “J. Hagin, trends in fertilizers & fertilization σελ.39.The S. Neaman institute press)

Κανονικό διάλυμα για βρόχινο νερό	
Λίπασμα	Kg/m <sup>3</sup>
Μονοφωσφορικό κάλιο	17.0
Νιτρικό ασβέστιο	70.2
Νιτρικό Αμμώνιο	2.8
Νιτρικό κάλιο	43.0
Θευκό μαγνήσιο	24.6

**Πίνακας 4.11**(Πηγή “J. Hagin, trends in fertilizers & fertilization σελ.39.The S. Neaman institute press)

Κανονικό διάλυμα για νερό που περιέχει 3mmol HCO <sub>3</sub> , 1mmol Ca και 0,5 mmol Mg /lt.	
Λίπασμα	Kg/m <sup>3</sup>
Φωσφορικό οξύ 75%	19,6
Νιτρικό οξύ 65%	14,5
Νιτρικό ασβέστιο (περιεχ. στο νερό)	48,6
Νιτρικό αμμώνιο	8,4
Νιτρικό κάλιο	30,3
Θειικό κάλιο	34,9
Θειικό μαγνήσιο	12,3

#### 6.γ Λίπανση της καλλιέργειας στη Μεγάλη Βρετανία<sup>11</sup>

Τα θερμοκήπια εκτείνονται σε μεγάλες περιοχές και δεν είναι συγκεντρωμένα όπως στην Ολλανδία. Γι' αυτό το λόγο προς το παρόν δεν υπάρχουν περιβαλλοντικές υποδείξεις σε δράσεις των θρεπτικών στοιχείων.

Ο μέσος όρος παραγωγών είναι 40/t/στρ./χρόνο και στοχεύουν τα 50t. Υπάρχει μία ετήσια αύξηση της παραγωγής του 3-4% λόγω των βελτιωμένων καλλιεργειών και καλή ρύθμιση του συστήματος.

Η περιοχή κάτω θερμαινόμενων θερμοκηπακών καλλιεργειών τομάτων είναι περίπου 2000 λόγω της ανεπτυγμένης περιόδου των 11 μηνών. Οι τομάτες φυτρώνουν κυρίως με απομονωμένα μέσα, 10 l/φυτό.

Η EC του θρεπτικού διαλύματος διατηρείται την περισσότερη ώρα μεταξύ 2,5 και 3,0ds/m, αλλά κατά τη διάρκεια της περιόδου χαμηλής έντασης φωτός ανεβαίνει στο 4,0ds/m και στο 3,5 περίπου στην περίοδο της ωρίμανσης του φρούτου. Η πίεση συγκεντρώνει οξύ και ζάχαρη στα φρούτα. Ένα ψηλό επίπεδο Κ αυξάνει κυρίως την παραγωγή οξέος γεγονός που είναι σημαντικό για να αποκτήσει ο καρπός εντονότερο άρωμα. Γι' αυτό η πίεση που προκαλείται από την αλατότητα θα πρέπει να επιβάλλεται σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις Κ. Παρόλα αυτά, σε μια πρόσφατη μελέτη του P. Adams (« Some responses of tomatoes grown in NFT to sodium chloride, proc. 7<sup>th</sup> intern. Congress on soilless culture, 59-71, 1989) όπως αναφέρει ο J. Hagin, από την αύξηση της αλατότητας που προκαλείται από το χλωριούχο νάτριο σε μια συγκέντρωση της τάξης των 22mM και EC στα 4-5ds/m αυξήθηκε η παραγωγή και βελτιώθηκε η ποιότητα των φρούτων από την αύξηση της

<sup>11</sup> Peter Adams, *Ινστιτούτο Φυτοκομικής Έρευνας, Worthing Road.*

περιεχόμενης ξηράς ουσίας, της περιεκτικότητας σε ζάχαρη και της οξύτητας του φρούτου. Η αντίδραση αυτή απεδόθει στην αλατότητα και όχι σε μία συγκεκριμένη επίδραση του νατρίου.

Η EC των θρεπτικών διαλυμάτων μπορεί να επηρεαστεί με την αλλαγή της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων, όπως αναφέρεται στον παρακάτω πίνακα που παραθέτει ο J. Hagin και ο οποίος στοιχειοθετήθηκε από τον D.L. Smith ( Rockwool in horticulture, grower books, London, σελ.108, 1987).

**Πίνακας 4.12. Επηρεασμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των θρεπτικών διαλυμάτων, σε αναλογία με την αλλαγή της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων (Πηγή “J. Hagin, trends in fertilizers & fertilization σελ.39.The S. Neaman institute press)**

Θρεπτικό	EC ds/m			
	ppm	2,0	3,0	4,0
NO <sub>3</sub> . N	180	310	435	560
P	40	40	40	40
K	300	500	700	900
Ca	200	330	470	600
Mg	40	65	95	120

Τα θρεπτικά διαλύματα απεικονίζονται στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών και συχνά ανακυκλώνονται. Για το λόγο αυτό τα μίγματα των διαλυμάτων δεν χρησιμοποιούνται και αντί για αυτά χρησιμοποιούνται διαλύματα αλάτων, ανάλογα με την ανάγκη που παρουσιάζεται. Η χρήση των διαλυμάτων υψηλών συγκεντρώσεων, KOH, HNO<sub>3</sub> κλπ. Προς το παρόν δεν θα εξεταστεί. Η χρήση των μιγμάτων αυτών είναι επικίνδυνη ως προς το θέμα της ασφάλειας. Αν και αφού οι Ολλανδοί αναπτύζουν ασφαλείς διαδικασίες χρήσης για αυτά τα υλικά, θα μπορούν να ληφθούν υπόψιν από την Αγγλία.

Το KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> είναι η κύρια πηγή P. Προτιμάται από το φωσφορικό οξύ, λόγω της ευκολίας στη χρήση και λόγω της ανάλυσης των παραλλαγών του οξέος. Η συγκέντρωση του P στην αρχή τα περιόδου ανάπτυξης πρέπει να είναι 40ppm, για την καλή ανάπτυξη της ρίζας. Αργότερα μια συγκέντρωση 30ppm είναι επαρκής. Πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι το υψηλό επίπεδο φωσφόρου μπορεί να έχει αρνητικά αποτελέσματα στην ποιότητα του καρπού. Επιπρόσθετες πηγές καλίου είναι οι ενώσεις KNO<sub>3</sub> και K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Η χρήση του KNO<sub>3</sub> είναι κατά κάποιο τρόπο περιορισμένη, λόγω της ανάγκης για προσθήκη Ca μέσω της ένωσης CaNO<sub>3</sub> και των απαιτούμενων αναλογιών



K:N, οι οποίες είναι στην αρχή της περιόδου ανάπτυξης 1,2 : 1 και κατά την καρπόδεση γίνονται 2,5 :1, όπως αναφέρει ο J. Hagin (“trends in fertilizers & fertilization” σελ.40.The S. Neaman institute press), μέσα από τις μελέτες των P. Adams και D.M. Massey (1984).Είναι πολύ ενδιαφέρον να σημειωθεί, ότι υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία, ότι οι τομάτες που αναπτύσσονται κάτω από υψηλή ένταση φωτός, παρουσιάζουν μια αυξημένη ανάγκη προσρόφησης καλίου, σε σχέση με τα άλλα κύρια θρεπτικά στοιχεία

Το Mg εφαρμόζεται σαν θειικό άλας, κυρίως λόγω του ότι η τιμή του αζώτου είναι αρκετά υψηλότερη από αυτή του θείου. Η συγκέντρωση του Mg στο θρεπτικό διάλυμα ρυθμίζεται στα 40-50ppm, αλλά μια συγκέντρωση 70-80 ppm θα ήταν προτιμότερη για την πρόληψη της έλλειψης Mg, σε υψηλές αναλογίες εφοδιασμού με K και Ca. π.χ. Αναλογία K:Mg της τάξης του 350:70. Το S εφαρμόζεται κυρίως υπό μορφή  $K_2 SO_4$ . Μια συγκέντρωση της τάξης των 70-120 ppm S μπορεί να ρυθμιστεί.

Το S εφαρμόζεται κυρίως υπό μορφή  $K_2 SO_4$ . Μια συγκέντρωση της τάξης των 70-120 ppm S μπορεί να ρυθμιστεί.

Το  $NH_4-N$  πρέπει να βρίσκεται κάτω από το 10% του συνολικού N. Υψηλότερες συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσουν έλλειψη Ca και έτσι να προκληθεί σάπισμα των ανθών.

Η ουρία έχει τοξικές επιδράσεις κυρίως όταν υπάρχουν χαμηλοί ρυθμοί ανάπτυξης. Σε υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης το φυτό μπορεί να έχει μια σχετική αντοχή σε υψηλές συγκεντρώσεις ουρίας.

Το Fe εφαρμόζεται σε μια μορφή .Οι ρίζες εκκρίνουν  $HCO_3$  και οι σημειακές συγκεντρώσεις μπορεί να είναι αρκετά υψηλές για την ιζηματοποίηση των αλάτων Fe. Το Fe-Citrate μπορεί να είναι αρκετά σταθερό, αλλά αυξάνει τον πληθυσμό των μικροβίων του μέσου ανάπτυξης (χώμα, περλίτης, κ.τ.λ.) και για αυτό το λόγο δεν συνιστάται. Η συγκέντρωση πρέπει να είναι 12-15ppm Fe, μέχρι να αρχίσει η συγκομιδή και πρέπει να μειωθεί στα 5ppm Fe, αργότερα.

#### **6.γ Λίπανση της καλλιέργειας στις ΗΠΑ (Αλαμπάμα)**

Μονοφωσφορικό κάλιο: Πολύ καλό λίπασμα για καλλιέργειες σε θερμοκήπιο. Μπορεί να αντικαταστήσει το  $KNO_3$ , εξαιτίας της περιεκτικότητας αζώτου του τελευταίου. Περιβαλλοντολογικοί παράγοντες μπορεί να περιορίσουν σημαντικά τη χρήση των νιτρικών λιπασμάτων. Αποτυχημένη εφαρμογή των λιπασμάτων μπορεί να συμβεί λόγω, πάλι των περιβαλλοντολογικών παραγόντων και τότε το φωσφορικό κάλιο μπορεί να είναι η καλύτερη πηγή τόσο για το P όσο και για το K. Είναι καλό λίπασμα και για τα όσπρια, επειδή δεν περιέχει άζωτο. Αυτό το μίγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην άρδευση με σταγόνες σε περίπτωση που το αρδευτικό

νερό περιέχει χαμηλές συγκεντρώσεις του Ca και Mg. Το προϊόν πρέπει να είναι προσιτό σε κατασκευαστές υγρών, που χρειάζονται υψηλά διαλυτές πηγές K.

Οι βαθμίδες των υγρών όπως 13-13-13, 11-22-11, 7-14-14, 5-15-15 και άλλες έχουν επιτευχθεί ικανοποιητικά. Φαίνεται πως το φωσφορικό κάλιο δεν παράγεται στις Η.Π.Α. και η χρήση του προς το παρόν είναι πολύ μικρή.

Τα λιπάσματα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στις Η.Π.Α. είναι περίπου 8-9% από τη συνολική αγορά λιπάσματος. Κάθε αγορά αναπτύσσεται και είναι σημαντική λόγω της εξασθένησης της αγοράς των αγροτικών λιπασμάτων. Το εισόδημα σε κάθε μονάδα των καλλιεργειών που δεν αναπτύσσονται σε αγρούς είναι σχετικά πιο υψηλό απ' αυτό των καλλιεργειών που αναπτύσσονται σε χωράφια. Τα Λιπάσματα ελεγχόμενης έκλυσης είναι τα κύρια είδη λιπασμάτων ιδιαίτερων χαρακτηριστικών.. Περίπου το 25% των λιπασμάτων που δεν χρησιμοποιούνται στους αγρούς είναι ελεγχόμενης έκλυσης.

Τα ελεγχόμενης έκλυσης λιπάσματα περιέχουν κυρίως N ως ουρία και μερικά K. Το μέγιστο πρόβλημα είναι η χαμηλή προβλεψιμότητα της απελευθέρωσης αυτών των λιπασμάτων. Πολλές προσεγγίσεις για τον έλεγχο της απελευθέρωσης των θρεπτικών έχουν δοκιμαστεί και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται λεπτό πολυμερές κάλυμμα 3% κατά βάρος των λιπασμάτων και πάνω. Η πυκνότητα του στρώματος καθορίζει το βαθμό της απελευθέρωσης. Άλλα γνωστά στρώματα είναι τα θειικά στρώματα ουρίας και τα στρώματα ουρίας ρετσίνης.

Το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί και με τα λιπάσματα τύπου ζελέ που έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται. Διάφορα ζελέ χρησιμοποιούνται, όπως το Guar-bean, πολυακρυλλικά ζελέ και άλλα. Τα ζελέ καθυστερούν την εξάπλωση των θρεπτικών από τα μόρια των λιπασμάτων.

Η ουρία δεσμεύει δυνατά οξέα, όπως το φωσφορικό, το θειικό και νιτρικό σε αναλογία mol περίπου 1:1 για να σχηματίζουν στερεά, συγκεντρωμένα μίγματα. Η νιτρική ουρία (οξύ) είναι εκρηκτικό μίγμα και ο χειρισμός της χρειάζεται περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη.

Το  $KNO_3$  χρησιμοποιείται στην ανάμιξη των εργοστασιακών λιπασμάτων με πρόσθετες πηγές N και P.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή αναλύθηκαν και συσχετίστηκαν όλες οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την καλύτερη ανάπτυξη του φυτού.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι οι παράγοντες αυτοί είναι πολυποίκιλοι και ότι πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψιν, όχι μόνο ο καθένας ξεχωριστά, αλλά και ο ένας σε συνάρτηση με τον άλλο.

Η άρδευση του φυτού συνειδητοποιούμε ότι παίζει καθοριστικό ρόλο για την ανάπτυξή του, γιατί το νερό είναι πηγή ζωής για όλους τους έμβιους οργανισμούς και πρέπει να παρέχεται σε αυτούς προκειμένου να μπορέσουν, όχι μόνο να διατηρηθούν στη ζωή, αλλά και να συνεχίζουν την ανάπτυξή τους.

Όμως εδώ μπαίνουν περιοριστικοί παράγοντες, αφού δεν είναι ούτε χρήσιμο, ούτε οικονομικό, αλλά ούτε και υγιές για τα φυτά να αρδεύονται συνεχώς, αλλά πρέπει η άρδυσή τους να υπόκειται στους κανόνες και τους τύπους που έχουν δημιουργηθεί βάσει πειραμάτων που έχουν πραγματοποιηθεί σε ένα βάθος χρόνου.

Ακόμα επειδή τα καλλιεργούμενα εδάφη, λόγω της υπερντατικής εκμετάλλευσης των τελευταίων δεκαετιών, λόγω των αυξανόμενων αναγκών των πληθυσμών της γης σε τρόφιμα, χάνουν τις θρεπτικές τους ουσίες και πρέπει οι άνθρωποι να αναπληρώσουν τις ουσίες αυτές με τεχνητό τρόπο, χρησιμοποιώντας τη δύναμη της χημείας και τα παραγόμενα απ' αυτήν λιπάσματα.

Οι ουσίες που περιέχουν τα λιπάσματα βρίσκονται σε τέτοια μορφή ώστε να ευπρόσληπτες από το φυτό και να το βοηθάνε σε όλους τους τομείς της υγειούς ανάπτυξής του.

Όμως και σε αυτή τη περίπτωση πρέπει να υπάρχει σύνεση στη χρήση και οι παραγωγοί να υπακούουν στις συμβουλές των γεωπόνων και να εφαρμόζουν

ακριβώς τις ποσότητες λιπασμάτων που είναι αναγκαίες για κάθε φυτό. Επειδή η λίπανση με ποσότητες μεγαλύτερες των αναγκαίων όχι μόνο δεν ευεργετεί το φυτό αλλά αντίθετα, μπορεί να οδηγήσει στην καταστροφή της φυτείας.

Αφού αναλύσαμε αυτούς τους παράγοντες ανάπτυξης του φυτού, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός τους, δηλαδή ο συνδυασμός άρδευσης και λίπανσης ή υδρολίπανση μπορεί να επιφέρει αποτελέσματα πολύ καλύτερα απ' ό τι η ξεχωριστή εφαρμογή τους, τόσο στην αύξηση της παραγωγής όσο και στην οικονομία και στην άρση ενός μεγάλου βάρους από την πλάτη του παραγωγού.

Όταν τα πλεονεκτήματα αυτά της υδρολίπανσης έχουν επιτευχθεί και τα μειονεκτήματα έχουν ελαχιστοποιηθεί, η υδρολίπανση μπορεί να γίνει μία πολύ αποτελεσματική μέθοδος λίπανσης. Παρ'όλο που δεν μπορεί να αποτελέσει το τέλος των αναζητήσεων, η υδρολίπανση είναι ένα πολύ καλό βασικό πρόγραμμα της λίπανσης του εδάφους.

Η κατανόηση των διαφόρων παραγόντων όπως οι τύποι εδαφών, η ποιότητα του νερού και των απαραίτητων θρεπτικών υλικών, η προνόηση για ασφάλεια και η ανάπτυξη των φυτικών συστημάτων, είναι πολύ σημαντική για να γίνει η υδρολίπανση χρήσιμη και οικονομική.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Τσαπικούνης Φάνης « Θρέψη – Λίπανση των φυτών μέρος Δ΄. Λαχανικά, βιομηχανικά φυτά, φυτά μεγάλης καλλιέργειας, 1997 σελ.72-81 ». Εκδόσεις Α. Σταμούλης
- Ουζούνης Θ. Δημήτριος « Η θεωρητική και πρακτική μέθοδος άρδευσης με σταγόνες, 1985 σελ.17-27». Εκδόσεις Δ.Σ. Γαρταγάνη.
- Μιχελάκης Γ. Νίκος « Συστήματα αυτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες, 1988 σελ.62-84». Εκδοτική Αγροτεχνική Α.Ε.
- Καρακατσούλης Γ. Παναγιώτης « Άρδεύσεις – στραγγίσεις, 1984 σελ.35-100». Ίδρυμα Ευγενίδου.
- Τζιβανόπουλος Α. Κυριάκος « Γεωργικά μηχανήματα αγρών, 1996 σελ. 54-62». Ίδρυμα Ευγενίδου.
- Molevaar Aldert υπό μετάφραση Νικολάου Π. « Άρδευση διά της τεχνητής βροχής, 1960 σελ. 70-72. Οργανισμός τροφών & γεωργίας των ηνωμένων εθνών.
- Hagin J. , Sneh M., Lowengart A. “Fertigation:Fertilization through irrigation, 2002 σελ. 43-45”. International Potash Institute. Switzerland.
- Hagin J., Lowengart A. “Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers, 1996 σελ. 5-7”. Fertilizer research magazine τεύχος 43,Kluwer Academic Publishers.
- Hagin J. and Segelman G. “ Trends in fertilizers & fertilization, 1990, σελ. 31-43”.The S.Neaman Institute Press

- **Sonneveld C.,Glasshouse crops research station, The Netherlands « Fertigation in greenhouse industry,1994 σελ.1-10 ».**
- **Τσίσινας Κων. Κυριάκος « Λιπασματολογία, σελ.1-23 ».**

<http://www./>

- **Dr. Bill Segars « Efficient fertilizer use – Fertigation ».**
- **H. Magen «Fertigation : An overview of some practical aspects ».**
- **F.J. Adamsen, D.J. Hunsaker, A.J. Clemmens «Developing guidelines for fertigation in surface irrigated systems».**
- **R.H. Follett «Fertigation for field grown tomatoes ».**