

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
(ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ)**



**Πτυχιακή εργασία
του σπουδαστή Κωστάκου Δημήτριου**

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2006

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
(ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ)

Πτυχιακή εργασία
του σπουδαστή **Κωστάκου Δημήτριου**

Επιβλέπων Καθηγητής: **Δημητρακόπουλος Άγγελος**

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1. Ιστορία των αρδεύσεων.....	4
2. Συστήματα αρδεύσεων.....	7
<i>Επιφανειακή άρδευση</i>	<i>9</i>
<i>Τεχνητή βροχή.....</i>	<i>11</i>
<i>Στάγδην άρδευση</i>	<i>13</i>
<i>Γραμμή άρδευσης</i>	<i>14</i>
<i>Γραμμή μετακινούμενης άρδευσης.....</i>	<i>19</i>
3. Λιπάσματα	22
<i>Ορισμοί και διαφορές.....</i>	<i>22</i>
<i>Τύποι και χαρακτηριστικά των ανόργανων λιπάνσεων</i>	<i>23</i>
<i>Χαρακτηριστικά των λιπασμάτων</i>	<i>24</i>
<i>Οι τύποι των λιπασμάτων.....</i>	<i>25</i>
<i>Ο ρόλος της οργανικής ουσίας.....</i>	<i>28</i>
<i>Σχέση ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC)-αφομοίωση θρεπτικών στοιχείων.....</i>	<i>29</i>
4. Υδρολίπανση.....	30
<i>Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα.....</i>	<i>31</i>
<i>Μέθοδοι και μέσα υδρολίπανσης</i>	<i>34</i>
<i>Υδρολίπανση με διαφορεική πίεση.....</i>	<i>34</i>
<i>Υδρολίπανση με άντληση.....</i>	<i>39</i>
<i>Αντλίες αναρρόφησης λιπαντικού.....</i>	<i>39</i>
<i>Αντλίες κατάθλιψης λιπαντικού διαλύματος.....</i>	<i>42</i>
<i>Χρησιμοποιούμενα λιπάσματα στην υδρολίπανση.....</i>	<i>45</i>
<i>Αζωτούχος υδρολίπανση.....</i>	<i>45</i>
<i>Φωσφορούχος υδρολίπανση.....</i>	<i>47</i>
<i>Υδρολίπανση καλίου.....</i>	<i>48</i>
<i>Υδρολίπανση ασβεστίου, μαγνησίου και θείου.....</i>	<i>49</i>
<i>Υδρολίπανση ιχνοστοιχείων.....</i>	<i>49</i>
<i>Συνδυασμοί λιπασμάτων.....</i>	<i>50</i>
<i>Συμπεριφορά λιπαντικών στοιχείων κατά την υδρολίπανση</i>	<i>52</i>
<i>Υδρολίπανση με αζωτούχα λιπάσματα.....</i>	<i>52</i>
<i>Υδρολίπανση με φωσφορούχα λιπάσματα.....</i>	<i>54</i>
<i>Υδρολίπανση με καλιούχα λιπάσματα.....</i>	<i>56</i>
<i>Υδρολίπανση με ιχνοστοιχεία.....</i>	<i>57</i>
<i>Απόδοση συστήματος.....</i>	<i>58</i>
5. Όργανα υδρολίπανσης.....	60
<i>Υδραυλικές αντλίες λιπάνσεως.....</i>	<i>61</i>
<i>Τύποι εμπορικών οργάνων που χρησιμοποιούνται</i> <i>σήμερα στην υδρολίπανση.....</i>	<i>66</i>
6. Συμπεράσματα-αποτελέσματα	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	70

Πρόλογος

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό την περιγραφή του συστήματος της υδρολίπανσης. Μία τεχνική που αρχίζει να εφαρμόζεται όλο και περισσότερο στις μέρες μας εξαιτίας της πληθώρας των αποτελεσμάτων που προσφέρει στη γεωργική παραγωγή, όπως είναι η μείωση του κόστους αγοράς των λιπασμάτων καθώς και η παράλληλη αύξηση της απόδοσης των φυτών λόγω της ομοιόμορφης κατανομής αυτών.

Σήμερα η αγορά προσφέρει μια ευρεία και ολοκληρωμένη γκάμα προϊόντων για την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος, που τους επιτρέπει την ταυτόχρονη διαχείριση περισσότερων καλλιεργειών τα οποία μέσα από μια σωστή διαχείριση, μπορούν να καλύψουν άνετα το αρχικό κόστος εγκατάστασης.



Εισαγωγή

Η άρδευση αποτελεί μια αγρονομική πρακτική η οποία συντελεί σημαντικά στην αύξηση και σταθεροποίηση των αποδόσεων, στον περιορισμό των μη αποδοτικών χρονιών στις δενδρώδεις καλλιέργειες, δίνει τη δυνατότητα επίσπορων καλλιεργειών, συμβάλλει στην εμπορική και ποιοτική αναβάθμιση των προϊόντων, παρέχει τη δυνατότητα στη γεωργική εκμετάλλευση να προβεί στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών όπου κρίνεται σκόπιμο.

Η άρδευση μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς όπως βελτίωση των φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών του εδάφους, υδρολίπανση, μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους και των φυτών και σε τελική ανάλυση να καλύψει τις βασικές ανάγκες σε νερό και να εξασφαλίσει την απρόσκοπτη πορεία της καλλιέργειας με στόχο τη δημιουργία των προϋποθέσεων της σωστής παραγωγής. Η άρδευση συνεπώς παίζει το ρόλο της αγρονομικής πρακτικής που καμιά από τις σύγχρονες αγροτικές εκμεταλλεύσεις δεν μπορεί να παραγνωρίσει και μάλιστα να επιβάλλεται η εφαρμογή της εάν ασφαλώς θέλουμε να διατηρήσουμε την ανταγωνιστικότητα στα στενά πλαίσια της περιοχής, αλλά και του ευρύτερου κοινοτικού χώρου

Μολονότι η άρδευση είναι γνωστή εδώ και 4.000 χρόνια η εκμηχάνιση αυτής της τόσο σημαντικής πρακτικής ξεκίνησε αργά, ιδιαίτερα όταν τη συγκρίνουμε με άλλες καλλιεργητικές τεχνικές. Η εκμηχάνιση της άρδευσης ξεκίνησε τον 20ο αιώνα όταν εμφανίστηκαν στον αγροτικό χώρο οι εκτοξευτήρες, οι οποίοι μπορούν να θεωρηθούν οι πρώτες αρδευτικές μηχανές. Τα τελευταία χρόνια οι αρδευτικές μηχανές υποστηρίχθηκαν από τη νέα γενιά τεχνολογικών προϊόντων τα οποία προήλθαν ακόμη και από το χώρο της έρευνας του διαστήματος όπως π.χ. διάφορα πολυμερή πλαστικά προϊόντα και τα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου και παρακολούθησης με ηλεκτρική ή ηλιακή ενέργεια εναλλακτικά. Σημαντική πρόοδος επιτεύχθηκε στη δεκαετία του 70 και σε ότι αφορά το σχεδιασμό και την παραγωγή αντλητικών συστημάτων.

Της επιλογής του συστήματος άρδευσης και του βαθμού εκμηχάνισης θα πρέπει να προηγείται η προκαταρκτική μελέτη που θα λαμβάνει υπόψη τις παραμέτρους εκείνες όπως είναι: το κλίμα της περιοχής, το έδαφος, η ποιότητα του διαθέσιμου νερού και ο τύπος της αρδευόμενης καλλιέργειας.

Οι κυριότεροι κλιματικοί παράγοντες που θα πρέπει να αξιολογηθούν σε ότι αφορά την επιλογή της μεθόδου άρδευσης και της ορθής διαχείρισης του νερού είναι βασικά:

η θερμοκρασία, οι βροχοπτώσεις η ηλιοφάνεια, η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας, ο άνεμος και η δυναμική εξατμοοδιαπνοή της καλλιέργειας. Για να προσδιορίσουμε το υδατικό δυναμικό του εδάφους είναι απαραίτητο να λάβουμε υπόψη: το ανάγλυφο και την τοπογραφία του, τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά από το οποία εξαρτάται η υδατοϊκανότητα του εδάφους η οποία εξασφαλίζει άλλωστε την εύκολη πρόσληψη των απαιτούμενων υδατικών ποσοτήτων από πλευράς φυτού, το pH, η περιεκτικότητα και ο τύπος των αλάτων και επίσης η ταχύτητα διήθησης του νερού, το προφίλ και το βάθος του εδάφους.

Για την εφαρμογή της υδρολίπανσης χρειάζεται να γνωρίζουμε ορισμένες παραμέτρους και όχι μόνο, αλλά και να κατέχουμε βασικές γνώσεις σε ότι αφορά τη χημεία των λιπασμάτων. Η πιθανότητα μιας ακατάλληλης και κακής διαχείρισης αυτής της τεχνικής θα προκαλέσει σίγουρα ζημιές στις καλλιέργειες.

Οι τεχνικές της εντοπισμένης μικροάρδευσης (άρδευση με σταγόνα και μικροεκτοξευτήρες) μας επιτρέπουν τη χορήγηση του νερού της άρδευσης στο χώρο του ριζικού συστήματος των φυτών (στη ριζόσφαιρα, στον όγκο εδάφους που καταλαμβάνει το ριζικό σύστημα), στη ζώνη όπου συντελούνται και αναπτύσσονται οι μηχανισμοί απορρόφησης, επιτυγχάνοντας σημαντική εξοικονόμηση νερού και διαφύλαξη των υδατικών αποθεμάτων, λόγω του περιορισμού των απωλειών μέσω της εξάτμισης και την εφαρμογή ενός σύγχρονου τρόπου χορήγησης των λιπασμάτων, μέσω της υδρολίπανσης.

Σήμερα η αγροτική αγορά μας παρέχει μια ευρεία και ολοκληρωμένη γκάμα προϊόντων για την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος υδρολίπανσης, ικανού να καλύψει τις απαιτήσεις των μεγάλων, όπως και των μεσαίων, αλλά και των μικρών γεωργικών εκμεταλλεύσεων, χαρακτηριζόμενα από ευελιξία και αξιοπιστία, που τους επιτρέπει την ταυτόχρονη διαχείριση περισσότερων καλλιεργειών και τα οποία μέσα από μια σωστή διαχείριση οδηγούν στην επίτευξη μεγαλύτερων αποδόσεων και ποιοτικών προϊόντων.

1. Η ιστορία των αρδεύσεων

Τα πρώιμα αρχεία χρονολογούν την πρώτη χρήση της άρδευσης από Αιγυπτίους κατά μήκος του ποταμού του Νείλου γύρω στο 5000 π.Χ. Από 2100 π.Χ. εμφανίστηκαν επιμελημένα συστήματα άρδευσης με κανάλια 19km που εξέτρεπαν τα νερά της πλημμύρας του Νείλου στη λίμνη Moeris.

Οι Σουμέριοι στηρίχθηκαν σε μεγάλο ποσοστό στην άρδευση στους τομείς ύδατος στη νότια Μεσοποταμία (τώρα νότιο Ιράκ) από 2400 π.Χ..

Οι Κινέζοι είχαν την άρδευση από 2200 π.Χ..

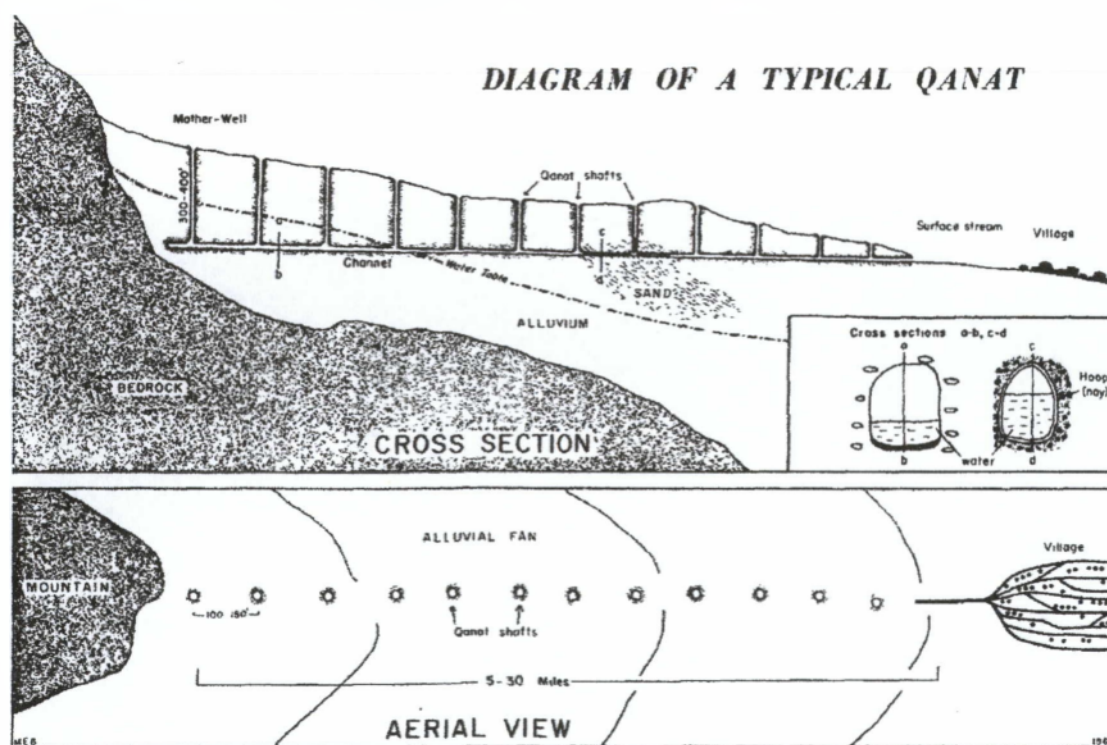
Οι Περουβιανοί έχτισαν επίσης τα περίπλοκα συστήματα πριν από το χρόνο Χριστού, και οι πρώτοι εγγενείς Αμερικανοί είχαν συγχρόνως περισσότερα από 101.000 εκτάρια (250.000 στρέμματα) του ποτισμένου εδάφους στην αλατισμένη κοιλάδα ποταμών της Αριζόνα.

Οι Σουμέριοι της Μεσοποταμίας ανέπτυξαν διάφορες τεχνικές άρδευσης στην προσπάθειά τους να επιλύσουν διάφορα τεχνικά προβλήματα. Όταν το δέλτα, που διαμορφώνεται από τους ποταμούς του Τίγρη και του Ευφράτη, πλημμυρίζει ο βούρκος από το κατώτατο σημείο ποταμών κάλυπτε το έδαφος, αναμιγνυόταν με το χώμα και το καθιστούσε εύφορο. Δυστυχώς το να πλημμυρίσει ήταν όχι μόνο χρήσιμο, ήταν και μια απειλή. Μετά την πλημμύρα το νερό εξατμιζόταν και στο έδαφος έμενε συσσωματωμένο άλας, που καθιστά το έδαφος σχεδόν αδύνατο να επαναχρησιμοποιηθεί. Αυτό ανάγκασε τους Σουμέριους να βρουν άλλες μεθόδους άρδευσης. Άρχισαν να χτίζουν κανάλια για να κατευθύνουν το νερό στις διάφορες περιοχές.

Τρεις χιλιάδες έτη πριν κατά τη διάρκεια της περσικής αυτοκρατορίας, ένα από τα κρίσιμότερα γεγονότα που συνέβαλαν στην ανάπτυξη της άρδευσης συνέβη. Το σύστημα άρδευσης Kareze (επίσης γνωστό ως Qanat) διαμορφώθηκε. Οι μηχανικοί θα έχτιζαν τα κανάλια πετρών γύρω από τα ρεύματα για να κατευθύνουν το νερό στην πόλη. Αργότερα χρησιμοποίησαν τα υδραγωγεία, που είναι ένα σύστημα της υπόγειας διοχέτευσης με σωλήνες, για να φέρουν το νερό στις ακριβέστερες θέσεις στο βόρειο δυτικό Ιράν. Το σύστημα kareze της άρδευσης δημιουργήθηκε περίπου 3.000 έτη πριν στο βορειοδυτικό Ιράν, και διαδόθηκε με την επέκταση της περσικής αυτοκρατορίας. Το kareze, ή qanat, επινοήθηκε για να τρυπήσει τα υπόγεια νερά

μέσω της ροής βαρύτητας. Είναι μια ήπια κεκλιμένη σήραγγα που μεταβιβάζει το ύδωρ από κάτω από το έδαφος στην επιφάνεια.

Οι ειδικοί γνωστοί ως *muqannis* κατασκευάζουν *karez*. Η παραδοσιακή μέθοδος είναι να βυθιστεί καλά το «κεφάλι» (ή η «μητέρα») στο επίπεδο της στάθμης νερού, η οποία είναι γενικά λιγότερο από 50 μέτρα σε βάθος. Το σημείο όπου η ήπια κεκλιμένη σήραγγα θα φθάσει στην επιφάνεια του εδάφους υπολογίζεται έπειτα και η σήραγγα σκάβεται. Στο Ιράν αυτές οι σήραγγες μπορούν να φτάσουν τα 50 χλμ, αλλά είναι γενικά περίπου 0,5- 5 χλμ στο μήκος, ανάλογα με την κλίση του εδάφους. Οι κάθετοι άξονες σκάβονται κατά μήκος του μήκους της σήραγγας για να παρέχουν τον εξαερισμό και για να επιτρέψουν την αφαίρεση του χώματος. Το μέσο *kareze* μπορεί να ποτίσει 10-20 εκτάρια του εδάφους. Το *kareze* εξαρτάται από τη στάθμη νερού και επομένως η ροή του ύδατος ποικίλλει από την εποχή στην εποχή.



Το *kareze* αντιπροσωπεύει ένα τεράστιο κύριο κόστος. Διαρκεί πολλά έτη στην κατασκευή, αλλά οι λειτουργικές δαπάνες είναι ελάχιστες. Το *kareze* χρησιμοποιείται κανονικά από κοινού με άλλα συστήματα της άρδευσης μόνο στις ξηρότερες περιοχές είναι αυτοί η μόνη πηγή ύδατος.

Σε Balochistan, karezes κατασκευάζεται συνήθως σε κοινοτική βάση. Ένα kareze είναι κύριο στις μετοχές, κάθε μερίδιο που αντιπροσωπεύει το χρονικό διάστημα ότι το νερό είναι διαθέσιμο για λόγους άρδευσης. Χαρακτηριστικά παράγουν μέχρι 200 λίτρα το δευτερόλεπτο και εξυπηρετούν ένα μέγιστο 200 οικογενειών εταιρικής συμμετοχής. Οι μετοχές μπορούν στη συνέχεια να νοικιαστούν έξω και είναι συχνά τεμαχισμένες στις πολύ μικρές μονάδες. Η φύση του συστήματος kareze έχει βοηθήσει ακόμη και να δημιουργήσει ορισμένα σχέδια των ιδιαίτερων κοινωνικών σχέσεων και των κοινωνικοοικονομικών όρων στα χωριά που εξυπηρετούν.

Η επιτυχία αυτού του συστήματος βοήθησε αρχικά την περσική αυτοκρατορία για να αυξηθεί αλλά η κατασκευή αυτού του επιμελημένου συστήματος άρχισε τελικά να καταναλώνει πάρα πολύ χρόνο και χρήματα, αναγκάζοντας την αυτοκρατορία για να πέσει.

Εγγενείς Αμερικανοί και οι Ισπανικοί άποικοι ήταν οι πρώτοι που αποπειράθηκαν να «ποτίσουν» τη Βόρεια Αμερική. Από το 1800 μ.Χ. είχαν χτίσει πάνω από εκατόν εξήντα κανάλια κατά μήκος του ανώτερου τμήματος του Rio Grande. Όταν οι Μορμόνοι εγκαταστάθηκαν στο έδαφος που επρόκειτο αργότερα να ονομαστεί Utah, άρχισαν τα κανάλια τους. Αντίθετα από οποιαδήποτε προηγούμενη κοινωνία οι Μορμόνοι προγραμματίσαν τον προσδιορισμό θέσης των καναλιών τους βασισμένων στη θέληση του Θεού. Το 1875 μ.Χ. το κέντρο της ανάπτυξης άρδευσης κινήθηκε από το Utah προς το Κολοράντο και Καλιφόρνια. Από 1890 μ.Χ. Καλιφόρνια είχε 400.000 εκτάρια του ποτισμένου εδάφους, το οποίο ήταν τέσσερις φορές το ποσό στο Utah. Από τότε, η άρδευση σε Καλιφόρνια έχει αυξηθεί σημαντικά.

2. Συστήματα αρδεύσεων

Μεταφορά του νερού στον αγρό και μέθοδοι μεταφοράς του.

Η μεταφορά του αρδευτικού νερού από την πηγή τροφοδοσίας στην αρδεύσιμη επιφάνεια πραγματοποιείται με δίκτυα ανοικτών ή κλειστών αγωγών που ονομάζονται αρδευτικά δίκτυα. Τα δίκτυα αυτά διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

A) Δίκτυα με πίεση.

Στα δίκτυα αυτά το νερό μεταφέρεται και διανέμεται με ένα σύστημα κλειστών αγωγών. Στα δίκτυα της κατηγορίας αυτής περιλαμβάνονται όλα τα δίκτυα τεχνητής βροχής με χαμηλή ή υψηλή πίεση καθώς και τα δίκτυα άρδευσης με σταγόνες.

B) Δίκτυα ελεύθερης ροής ή δίκτυα βαρύτητας.

Στα δίκτυα αυτά το νερό μεταφέρεται και διανέμεται στον αγρό από ένα σύστημα ανοικτών αγωγών που είναι γνωστοί ως διώρυγες, ενώ είναι επωνομαζόμενα ως δίκτυα επιφανειακής άρδευσης ή δίκτυα βαρύτητας.

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι άρδευσης σε αυτήν την κατηγορία.

- Η μέθοδος με αυλάκια, όπου το νερό βρίσκεται μέσα σε αυλάκια τα οποία είναι μεταξύ των γραμμών των καλλιεργειών.
- Η μέθοδος με λωρίδες, όπου το νερό εφαρμόζεται σε λωρίδες εδάφους που κατασκευάζονται μεταξύ παραλλήλων αναχωμάτων σε έδαφος ισοπεδωμένο με κλίση μόνο προς τη διεύθυνση της άρδευσης.
- Η μέθοδος με κατάκλυση, όπου το νερό κατακλύζει ολόκληρη την επιφάνεια και παραμένει σε αυτή μέχρι να απορροφηθεί η ποσότητα νερού που χρειάζεται για άρδευση.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ

Η επιλογή της κατάλληλης κατηγορίας δικτύου εντάσσεται μέσα στη γενική προσπάθεια του ανθρώπου για ορθολογική χρήση του νερού στον τομέα της ύδρευσης, άρδευσης και βιομηχανίας, ώστε να αποφεύγεται η σπατάλη του νερού αλλά ταυτόχρονα να επιτυγχάνονται και τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Για την επιλογή του συστήματος άρδευσης παίρνονται υπόψη οι παρακάτω παράγοντες:

A) Το κλίμα

Από τα κλιματιστικά στοιχεία αυτά που έχουν μεγάλη σημασία στην επιλογή του συστήματος άρδευσης είναι η θερμοκρασία, οι άνεμοι και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας.

Αν η περιοχή είναι ανεμόπληκτη και επικρατούν κατά τους θερινούς μήνες ταχύτητες ανέμου 4-5 m/sec τότε γίνεται προβληματική η εφαρμογή του συστήματος της τεχνητής βροχής και συνεπώς η δημιουργία δικτύου με πίεση. Επίσης όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες αέρος τότε η άρδευση με τεχνητή βροχή γίνεται προβληματική γιατί μεγάλες ποσότητες νερού χάνονται λόγω της έντονης εξάτμισης.

Έτσι στις παραπάνω περιπτώσεις επιβάλλεται η κατασκευή επιφανειακών δικτύων χωρίς φυσικά σε ειδικές περιπτώσεις να αποκλείεται η κατασκευή δικτύου με πίεση όπως στην περίπτωση της άρδευσης με σταγόνες.

B) Το έδαφος

Αν το έδαφος της περιοχής που πρόκειται να κατασκευαστεί δίκτυο άρδευσης είναι ανώμαλο και παρουσιάζει μεγάλες κλίσεις και δε μπορεί να γίνει ισοπέδωση, τότε στην περιοχή αυτή αποκλείεται η επιφανειακή άρδευση συνεπώς και η κατασκευή επιφανειακών δικτύων.

Αν το έδαφος παρουσιάζει διηθητικότητα μικρότερη από 0.75 cm/h και μεγαλύτερη του 7.5cm/h τότε αποκλείεται και πάλι η επιφανειακή άρδευση και συνεπώς η κατασκευή επιφανειακού δικτύου.

Στις παραπάνω περιπτώσεις επιβάλλεται η άρδευση με τεχνητή βροχή ή η άρδευση με σταγόνες και συνεπώς η κατασκευή δικτύου με πίεση.

Γ) Είδος φυτού και τρόπος καλλιέργειας

Το είδος του φυτού και ο τρόπος καλλιέργειας για το ποιο σύστημα άρδευσης θα εφαρμοστεί και συνεπώς ο καθορισμός κατασκευής του δικτύου άρδευσης. Η επιφανειακή άρδευση επιβάλλεται σε ορισμένες καλλιέργειες που το φύλλωμα τους κατά την άρδευση δεν πρέπει να βρέχεται. Τέτοιου είδους καλλιέργειες είναι το αμπέλι και ορισμένα κηπευτικά (μαρούλι, τομάτα κ.ά.).

Στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας που καλλιεργούνται σε σειρές επιβάλλεται η επιφανειακή άρδευση με αυλάκια. Τα οπωροφόρα δέντρα μπορούν να αρδεύονται με όλα τα συστήματα άρδευσης.

Σε καλλιέργειες θερμοκηπίων μπορούν φυσικά να εφαρμοσθούν επίσης διάφορα συστήματα, τελευταία όμως κερδίζει η άρδευση με σταγόνες.

Δ) Η διαθέσιμη ποσότητα και ποιότητα νερού

Εάν η διαθέσιμη ποσότητα νερού είναι περιορισμένη τότε το σύστημα άρδευσης με τεχνητή βροχή προσαρμόζεται καλύτερα και όταν αυτή είναι ακόμα μικρότερη εφαρμόζεται καλύτερα η άρδευση με σταγόνες.

Όταν το νερό περιέχει άλατα και προκαλεί εγκαύματα στο φύλλωμα των καλλιεργειών, τότε πρέπει να αποφεύγεται το σύστημα της τεχνητής βροχής και να εφαρμόζεται το σύστημα της επιφανειακής και μάλιστα με λεκάνες και λωρίδες.

Ε) Διαθέσιμο εργατοτεχνικό δυναμικό

Η έλλειψη εργατοτεχνικού δυναμικού ευνοεί την εφαρμογή της τεχνητής ή με σταγόνες άρδευσης. Ενώ αντίθετα η ύπαρξη του εργατοτεχνικού δυναμικού ευνοεί την επιφανειακή άρδευση η οποία κατά κανόνα είναι οικονομικότερη. Ανάλογα με το ποιο σύστημα θα επικρατήσει, θα εξαρτηθεί και η κατασκευή του δικτύου ελεύθερης ροής δικτύου με πίεση.

2.1. Επιφανειακή άρδευση

Τις μεθόδους της επιφανειακής άρδευσης τις χωρίζουμε σε δύο μεγάλες κατηγορίες,

α) « μέθοδοι άρδευσης με ροή »: το νερό ενώ ρέει στην επιφάνεια του εδάφους διηθείται μέσα στο έδαφος (άρδευση με αυλάκια και άρδευση με λωρίδες).

β) « μέθοδοι άρδευσης με κατάκλυση »: το νερό παραμένει πάνω στην επιφάνεια του εδάφους ακίνητο και εισχωρεί «διηθείται» σιγά – σιγά μέσα στο έδαφος (άρδευση με λεκάνες).

Για να εφαρμόσουμε μια από τις παραπάνω μεθόδους θα πρέπει :

α) να έχουμε μεγάλη παροχή νερού,

β) το προς άρδευση έδαφος να είναι κατάλληλα προετοιμασμένο και

γ) το έδαφος να μην είναι πολύ υδατοπερατό και να μην έχει απότομες κλίσεις

2.1.1 Μεταφορά και παροχέτευση αρδευτικού νερού

Το νερό μεταφέρεται από την πηγή στο χωράφι για να ποτίσει τα φυτά μέσα από ανοικτούς αγωγούς «διώρυγες», με ελεύθερη ροή. Ο αριθμός των διωρύγων που χρειάζονται για να φτάσει το νερό στα αυλάκια ή στις λεκάνες ή στις λωρίδες άρδευσης ποικίλει και εξαρτάται από την απόσταση του χωραφιού από την πηγή, το μέγεθος του χωραφιού, την ποσότητα του νερού κτλ. Έτσι, οι διώρυγες ανάλογα με τη χρήση τους και τη θέση τους μέσα στο δίκτυο, ονομάζονται:

Προσαγωγός διώρυγα, (σχ. 2.1.1.α) είναι η διώρυγα η οποία μεταφέρει το νερό από την πηγή στην περιοχή που θέλουμε να αρδεύσουμε. Από εκεί και πέρα με ένα σύστημα διωρύγων, οι οποίες παίρνουν την ονομασία τους ανάλογα από πού δέχονται νερό, φτάνει το νερό στον τελικό του προορισμό που είναι τα αυλάκια ή οι λεκάνες ή οι λωρίδες. Έτσι, Πρωτεύουσα



Σχήμα 2.1.1.α Προσαγωγός διώρυγα

διώρυγα είναι αυτή που δέχεται

νερό από την Προσαγωγό, Δευτερεύουσα, αυτή που δέχεται νερό από την Πρωτεύουσα, Τριτεύουσα, αυτή που δέχεται νερό από την Δευτερεύουσα (σχ. 2.1.1.β) κτλ. Η διώρυγα τέλος που θα τροφοδοτεί τα αυλάκια ή τις λεκάνες ή τις λωρίδες, συνήθως είναι η Τριτεύουσα, επειδή η ύπαρξη και Τεταρτεύουσας θα αύξανε κατά πολύ την απώλεια του νερού, θα κατακερμάτιζε πολύ την καλλιεργήσιμη έκταση, θα είχαμε προβλήματα στράγγισης κτλ. Ονομάζεται και «διώρυγα εφαρμογής» και πρέπει να βρίσκεται στο ψηλότερο μέρος του χωραφιού. Οι παραπάνω διώρυγες είναι μόνιμες κατασκευές από τσιμέντο ή από χώμα, ανοικτοί, τραπεζοειδούς ή ορθογωνικής συνήθως διατομής. Τα αυλάκια, οι λεκάνες και οι λωρίδες μπορεί να είναι μόνιμες κατάσκευές ή να κατασκευάζονται κάθε χρόνο.



Σχήμα 1.4.1.β Δευτερεύουσα διώρυγα

2.2. Τεχνητή βροχή

Μολονότι η άρδευση είναι γνωστή εδώ και 4.000 χρόνια (Biswas, 1972) η εκμηχάνιση αυτής της τόσο σημαντικής πρακτικής ξεκίνησε αργά, ιδιαίτερα όταν τη συγκρίνουμε με άλλες καλλιεργητικές τεχνικές. Η εκμηχάνιση της άρδευσης ξεκίνησε τον 20ο αιώνα όταν εμφανίστηκαν στον αγροτικό χώρο οι εκτοξευτήρες, οι οποίοι μπορούν να θεωρηθούν οι πρώτες αρδευτικές μηχανές. Τα τελευταία χρόνια οι αρδευτικές μηχανές υποστηρίχθηκαν από τη νέα γενιά τεχνολογικών προϊόντων τα οποία προήλθαν ακόμη και από το χώρο της έρευνας του διαστήματος όπως π.χ. διάφορα πολυμερή πλαστικά προϊόντα και τα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου και παρακολούθησης με ηλεκτρική ή ηλιακή ενέργεια εναλλακτικά. Σημαντική πρόοδος επιτεύχθηκε στη δεκαετία του 70 και σε ότι αφορά το σχεδιασμό και την παραγωγή αντλητικών συστημάτων.

Η αρδευτική μέθοδος τεχνητής βροχής άρχισε να χρησιμοποιείται στην Ελλάδα από το 1960 μετά την τεχνική εξέλιξη λόγω της βιομηχανικής επανάστασης που σημειώθηκε τη δεκαετία του '50. Σε αυτό συνέβαλε η χρήση των πρώτων υλών και η εύκολη και γρήγορη προσαρμογή τους και στον τομέα της άρδευσης. Η εξέλιξη αυτή συνέτεινε στο ξεπέρασμα πολλών προβλημάτων που είχαν σχέση με την εξοικονόμηση του νερού, τον περιορισμό της ανθρώπινης παρουσίας και την έγκαιρη και άμεση επέμβαση .

Τα καρούλια αποδείχτηκαν χρήσιμα και κατάλληλα για πολλές καλλιέργειες ή και σε ποικίλες περιπτώσεις που αφορούσαν διαφορετικές γεωργικές εκμεταλλεύσεις (Εικ.2.2.α). Βασικά συνίστανται από έναν εκτοξευτήρα μεγάλης ρίψης, που βρίσκεται τοποθετημένος πάνω σε καρότσι με λαστιχένιες ρόδες έτσι ώστε να διευκολύνεται το τύλιγμα και να μειώνεται η δύναμη έλξης του σωλήνα.



Εικόνα 2.2.α καρούλι με τυλιγμένο τον πλαστικό σωλήνα με ένα εκτοξευτήρα

Ο εκτοξευτήρας συνδέεται με τη σειρά του σε έναν πλαστικό σωλήνα πολυαιθυλενίου. Ο σωλήνας αυτός πριν τη χρησιμοποίηση του βρίσκεται τυλιγμένος στο καρούλι (ανέμη) και στη συνέχεια κατά τη λειτουργία της άρδευσης ξετυλίγεται. Η ανέμη συνίσταται από ένα τύμπανο με οριζόντιο άξονα και ένα τελάρο από ατσάλι

και είναι τοποθετημένη πάνω σε καρότσι, το οποίο συνδέεται στο γεωργικό ελκυστήρα. Το τύλιγμα του σωλήνα μπορεί να γίνεται υδραυλικά με τουρμπινα, υδραυλικά με κινητήρα γραμμικής κίνησης, υδροστατικά με ενδοθερμικό αυτόνομο κινητήρα.

Ένα αντλητικό παρέχει την απαιτούμενη ποσότητα νερού με υψηλή πίεση (για ορισμένα μηχανήματα φθάνει και τα 10 bar) και έτσι το νερό περνάει στο σωλήνα υπό πίεση. Η ρύθμιση της ταχύτητας περιτύλιξης του σωλήνα (θα πρέπει να είναι σταθερή σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας) είναι απαραίτητη με στόχο την εξασφάλιση της ομοιόμορφης χορήγησης του νερού στην αρδευόμενη επιφάνεια. Γι' αυτό το λόγο σχεδόν σε όλα τα μεγάλα μοντέλα υπάρχει ένας ρυθμιστής ταχύτητας, που μπορεί να είναι μηχανικός, υδραυλικός ή αυτόματος (ηλεκτρονικός). Οι πλέον διαδεδομένοι ρυθμιστές είναι αυτοί που δρουν πάνω στην μπομπίνα. Ορισμένα μοντέλα διαθέτουν ακόμη και συστήματα που αποκλείουν ή καλύτερα περιορίζουν την πτώση της πίεσης στο εσωτερικό της τουρμπίνας, με αυτόματη διακοπή στο τέλος της διαδρομής (με βαλβίδα αδειάσματος του σωλήνα ή με διακοπή της κίνησης της ανέμης) και σύστημα εκκένωσης του σωλήνα μέσω κομπρεσέρ, επιτυγχάνοντας έτσι τη μείωση της δύναμης έλξεως που απαιτείται για το τύλιγμα ή το άπλωμα του σωλήνα.

Τα καρούλια διαθέτουν ένα μεταλλικό υποστήριγμα που στηρίζει έναν πύρο με κάθετο άξονα που επιτρέπει την περιστροφή του τύμπανου και τον προσανατολισμό του με διαφορετική γωνία σε σχέση με τον οριζόντιο άξονα του μηχανήματος. Μια περιστροφή 180° του τύμπανου επιτρέπει την άρδευση αγροτεμαχίων που βρίσκονται αντικριστά χωρίς να χρειάζεται η μετακίνηση του μηχανήματος. Αυτή η περιστροφή, έτσι όπως το ανασήκωμα του μπροστινού ποδιού, για τη σύνδεση του καρουλιού στο γεωργικό ελκυστήρα, του τιμονιού, η τοποθέτηση του μηχανήματος στην αρχή της φάσης λειτουργίας (ακούμπισμα του μηχανήματος στο έδαφος και ανασήκωμα των τροχών του καροτσιού), το ανασήκωμα του καροτσιού που φέρει τον εκτοξευτήρα μπορεί να γίνει μέσω υδραυλικού ή μηχανικού τρόπου. Τελευταία χρησιμοποιείται και ο ηλεκτρουδραυλικός τύπος. Αυτός ο τελευταίος συνίσταται από ένα ηλεκτρικό κέντρο που τροφοδοτείται από μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία μέσω ενός μεταλλάκτη που παίρνει κίνηση από την τουρμπίνα του εκτοξευτήρα. Αυτό το κέντρο, μέσω αντλίας και υδραυλικών ενεργοποιητών επιτρέπει τον έλεγχο όλων των παραπάνω κινήσεων.

Μοντέλο	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Διάμετρος σωλήνων (mm)	63	63	75	75	90	90	110	110	125	126
Μήκος σωλήνων (m)	160	160	200	200	240	240	290	400	350	306
Σύστημα (mm)	14	18	18	20	22	24	28	30	32	40
Πίεση του κατασκευαστή (bar)	4,4	8,5	5	8,3	6,2	8,3	6,7	9,8	6,3	12,6
Πίεση στον κατασκευαστή (bar)	3	4	5	4	4	4	4	3	4	6
Παροχή (l/λεπτό)	231	426	471	526	609	756	1.032	2.320	1.350	2.460
Μέγιστη ρύψη (m)	37	36	39	37	39	43	49	55	52	68
Εκτίμηση διαρροής (m)	54	72	78	74	78	86	98	116	104	136
Ετήσιο πλάτος διαρροχής (mm)	46	61	66	63	66	73	83	93	88	115
Μήκος εύλεγχου (mm) στην περιοχή της διαρροής, τοποθετημένες επανωροές, τοποθετημένες εύλεγχου										
10 m ώρα	28	30	31	36	45	51,7	60,4	69,1	73,2	102,5
20 m ώρα	14,1	15	16	18	22,5	25,9	30,2	34,6	37,6	51,5
30 m ώρα	9,4	10	10	12	15	17,2	21,7	23	25,1	34,2
40 m ώρα	7,1	7	8	9	11,3	12,9	15,1	17,3	18,8	25,6
50 m ώρα	5,6	-	6	7	9	10,3	12,1	13,8	15	20,5
60 m ώρα	-	-	5	6	-	-	-	-	-	-
Οριζωνιά επιβάρυνση (m) και στοίβα (m)	0,84	2,20	2,06	2,28	1,80	3,04	5,75	4,13	3,47	4,11

Επίσης με 85% της μέγιστης ποσότητας επιρροής

Στον παραπάνω πίνακα υπάρχουν τα βασικά τεχνικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν αυτά τα μηχανήματα. Η δυνατή ποικιλομορφία στη διάμετρο των σωλήνων, στην παροχή του αντλητικού συγκροτήματος και ακόμη και η τομή των στομιών των εκτοξευτήρων καθιστά αυτά τα μηχανήματα εύκολα στην προσαρμογή τους σε μια ευρεία γκάμα περιπτώσεων (μέγεθος εκμετάλλευσης, μήκος και πλάτος των αρδευόμενων αγροτεμαχίων, τύπος καλλιέργειας και επένδυση που επιθυμούμε να πραγματοποιήσουμε).

Τα μικρότερα μοντέλα που χρησιμοποιούνται σε μικρά αγροτεμάχια όπως κηπευτικά, κήπους, πάρκα, γήπεδα, φυτώρια, θερμοκήπια συνήθως διαθέτουν σωλήνες διαμέτρου μεταξύ 25 και 50 mm, μήκους 110-130 m, πίεση λειτουργίας 1,5-5 bar, ακτίνα μέγιστης ρύψης 10-20 m και παροχή 24 έως 100 l/λεπτό. Το βάρος τους (άδειο) φθάνει τα 50-250 kg. Και σε αυτή την γκάμα όπως και στα μεσαία-μεγάλα μεγέθη, υπάρχουν συστήματα αυτοματοποιημένα με μηχανισμούς που επιτρέπουν τη λειτουργία με μεταβλητή πίεση (1,3-10 bar) και συνεκώς και με μεταβλητή παροχή από 30-210 l/λεπτό χρήσιμα για να μεταβάλλουμε την άρδευση και να την καταστήσουμε κατάλληλη στις διάφορες απαιτήσεις. Σε ορισμένα μοντέλα υπάρχει ένας ηλεκτρικός μηχανισμός περιτύλιξης του σωλήνα.

2.3. Στάγδην άρδευση

Η άρδευση με σταγόνες αποτελεί μια σχετική νέα μέθοδο αρδύσεως που χρησιμοποιείται σε περιορισμένη κλίμακα λόγω κυρίως της υψηλής ανά στρέμμα δαπάνης σε σχέση με άλλες μεθόδους αρδύσεως. (εικ. 2.3)

Η άρδευση με σταγόνες είναι η μέθοδος που το αρδευτικό νερό χορηγείται σ' ένα ορισμένο μέρος του εδάφους με αργό ρυθμό και σε μικρές ποσότητες. Με τη μέθοδο αυτή, είναι δυνατό να εφαρμόζονται συχνές αρδεύσεις με μικρές δόσεις νερού, και να

διατηρούν ένα υψηλό επίπεδο εδαφικής υγρασίας γύρω στην υδατοικανότητα του εδάφους.

Τα μέρη του συστήματος τα οποία είναι: η κεφαλή, τα εξαρτήματα συνδεσμολογίας, οι διανεμητές, οι σωληνώσεις και η πηγή πίεσης. Η κεφαλή, που είναι η «ψυχή» του συστήματος στάγδην άρδευσης, περιλαμβάνει διάφορα όργανα π. χ. φίλτρα, μανόμετρα, υδρολιπαντήρα, διακόπτες, όργανα μέτρησης ποσότητας νερού, ρυθμιστές πίεσης, κτλ. τα οποία αναλύθηκαν λεπτομερώς. Οι διανεμητές είναι δύο κατηγοριών: οι σταλάκτες και οι μικροεκτοξευτήρες, ενώ οι σωληνώσεις διακρίνονται σ' αυτές που μεταφέρουν το νερό στο χωράφι και σ' αυτές που το διανέμουν. Η πηγή πίεσης εξασφαλίζει την απαιτούμενη πίεση για την λειτουργία του συστήματος. Τα εξαρτήματα συνδεσμολογίας που είναι πλαστικά ή μεταλλικά χρησιμεύουν για την σύνδεση και διακλάδωση των σωλήνων. Για την αυτόματη λειτουργία του συστήματος στάγδην άρδευσης χρησιμοποιούμε ηλεκτρονικό προγραμματιστή και ηλεκτροβάνες. Περιγράφηκαν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του συστήματος στάγδην άρδευσης και δόθηκαν επιγραμματικά οι αρχές σχεδιασμού του συστήματος. Οι ασκήσεις σχεδιάστηκαν κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ο μαθητής να εφαρμόσει στην πράξη αυτό που περιγράφηκε στη θεωρία. Οι ερωτήσεις σκοπό έχουν να ελέγξουν αν και κατά πόσο έχει κατανοηθεί και αφομοιωθεί η θεωρία.



Εικ. 2.3 Άρδευση με σταγόνα

2.4. Γραμμή άρδευσης

Το σύστημα ανακάλυψε ο Frank I Zyback αμερικανός γεωργός το 1952. Και προηγούμενα υπήρξε αυτή η ιδέα ωστόσο το σύστημα ήταν οικονομικά ασύμφορο. Το 1954 ο Zyback παραχώρησε τα δικαιώματα της ευρεσιτεχνίας σε μια βιομηχανία της Νεμπράσκα (ΗΠΑ) που ξεκίνησε τη μαζική κατασκευή λαμβάνοντας υπόψη τις βασικές αρχές του συστήματος και βελτιώνοντας το σκελετό.

Τα πρώτα συστήματα, είχαν ύψος μέχρι 2 μέτρα, στην αρχή η υποδοχή έγινε με επιφύλαξη, φαίνεται λόγω του ότι υπήρξαν πολλές αβαρίες και συνεπώς μέχρι το

1960 η διάδοση του υπήρξε πολύ αργή, προφανώς γιατί δεν είχε ωριμάσει ακόμη η ιδέα της εκμηχάνισης της άρδευσης λόγω του ότι δεν υπήρχαν κάποιες βασικές προϋποθέσεις όπως π.χ. η απαιτούμενη ενέργεια, η κατάλληλη συστηματοποίηση του εδάφους και η αποβολή ενός κάποιου σκεπτικισμού από πλευράς παραγωγών.

Το 1975 μετά από μια σειρά ερευνών προέκυψε ότι σε όλο τον κόσμο ποτίζονταν με το σύστημα αυτό περίπου 2.000.000 εκτάρια. Σήμερα μάλιστα αναφέρονται πάνω από 5.000.000 εκτάρια. Στην Ελλάδα εξ' όσων γνωρίζουμε υπάρχουν ελάχιστα από αυτά τα συστήματα.

Η περιστρεφόμενη γραμμή άρδευσης είναι αναμφίβολα το πιο πολύπλοκο και τεχνικά το πιο λειτουργικό και συνίσταται από μια γραμμή άρδευσης που περιστρέφεται γύρω από έναν κεντρικό πυργίσκο όπου φθάνει το νερό υπό πίεση.



Η πτέρυγα
άρδευσης ενός
center pivot.

Εικόνα 2.4.α Ηπτέρυγα άρδευσης ενός center pivot

(Εικ. 2.4.α)

Ο κεντρικός πυργίσκος έχει σταθερό ύψος 2,7-3,0 m παρά το ότι υπάρχει η δυνατότητα, κατόπιν παραγγελίας, για πυργίσκους ύψους κάτω από 1,5-2,0 m που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποώδεις καλλιέργειες και ύψους πάνω από 3,7-4,0 m που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε δενδρώδεις καλλιέργειες.

Στον κεντρικό πυργίσκο με περιστρεφόμενο άξονα συνδέεται η γραμμή άρδευσης η οποία υποστηρίζεται από βραχίονες μήκους μεταξύ 32 και 61 m, από δικτυωτά πλέγματα. Κάθε τμήμα στην άκρη του συνδέεται με έναν πυργίσκο που διαθέτει ένα ζεύγος ελαστικών τροχών διαφορετικών διαστάσεων ανάλογα με τη φύση του εδάφους πάνω στο οποίο κινούνται. Συνήθως χρησιμοποιούνται ρόδες 11,2-24 (κατόπιν παραγγελίας 14,9-24 και 16,9-24) και ένα πέλμα που έχει πλάτος 0,65 και $1,75 \text{ m}^2$ για μια θεωρητική πίεση επί του εδάφους μεταξύ 0,8 και 2 bar.

Το αρδευτικό σύστημα συνίσταται από καταιονιστήρες με τομέα άρδευσης $160-180^\circ$ ή με μεγάλους εκτοξευτήρες (κανόνια) που λειτουργούν με μια μέση πίεση (3,5 bar) ή χαμηλή (0,8 bar). Προβλέπεται επίσης ένας μεγάλος εκτοξευτήρας (κανόνι) στην άκρη της γραμμής άρδευσης που αυξάνει την ακτίνα του ρινοί.

Η γραμμή άρδευσης μετακινείται γύρω από τον άξονα του ρίνου και μπορεί να καλύψει κυκλικές επιφάνειες, ακτίνας που εξαρτάται από το μήκος της πτέρυγας διανομής συν την ακτίνα του ακραίου εκτοξευτήρα.

Η κίνηση του συστήματος σε παλαιότερα μοντέλα ήταν υδραυλική και μπορούσε να λειτουργήσει μόνο σε εδάφη με μέγιστη κλίση μέχρι 18%, στα σημερινά μοντέλα είναι ηλεκτρική και μπορεί να κινήσει το σύστημα και σε εδάφη με κλίσεις έως και 30%.

Κάθε αρθρωτό τμήμα της γραμμής άρδευσης μετακινείται με τη βοήθεια μικρού ηλεκτροκινητήρα (ισχύος 0,75-1,5 KW και 30-56 στροφών) που είναι τοποθετημένο σε κάθε φορέα τροχών στους οποίους μεταδίδει την κίνηση με εκκεντροφόρο άξονα και κατάλληλους μειωτήρες. Το απαιτούμενο εναλλασσόμενο ρεύμα για τη λειτουργία του συστήματος είναι 380 V (50 Hz) και η τροφοδοσία μπορεί να γίνει μέσω κρατικού δικτύου ή από γεννήτρια. Η σύνδεση γίνεται στον πίνακα ελέγχου και διαχείρισης του συστήματος που συνήθως είναι εφοδιασμένος με βολτόμετρο, αμπερόμετρο, γενικό μαγνητοθερμικό διακόπτη του ρεύματος, χρονομετρητή ρύθμισης της ταχύτητας περιστροφής του συστήματος και επιπλέον διάφορους διακόπτες λειτουργίας των ασφαλειών και των προβλεπόμενων αυτοματισμών. Ο πίνακας διαχείρισης βρίσκεται όταν κεντρικό πυργίσκο και προστατεύεται από ένα στεγανό κουτί. Η ηλεκτρική μετάδοση κίνησης από τον πίνακα σε κάθε κινητήρα ξεχωριστά γίνεται μέσω ενός ειδικού συνδετικού περιστροφικού δακτυλίου, εξωτερικά του πλαστικού σωλήνα και τελείως χωριστά από το σωλήνα παροχής νερού, που επιτρέπει τη διατήρηση των ηλεκτρικών λειτουργιών.

Η κατεύθυνση της πορείας, η ταχύτητα περιστροφής του συστήματος και ο γενικός διακόπτης ελέγχονται από τον κεντρικό πύργο. Ορισμένα μοντέλα διαθέτουν και διακόπτη αυτόματης διακοπής του συστήματος στην περίπτωση πτώσης της πίεσης για να αποφευχθεί έτσι βλάβη της αντλίας ή η υποχρέωση επιστροφής στην ίδια επιφάνεια που δεν ποτίστηκε κανονικά, λόγω πτώσης της πίεσης και για την επανασύνδεση των συνδέσμων που πολλές φορές λύονται για τη διευκόλυνση της εργασίας πάνω σε ακανόνιστες επιφάνειες.

Το ηλεκτρικό σύστημα μολονότι χρειάζεται σε σχέση με το υδραυλικό όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας που σχετίζονται με τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος, καθιστά δυνατή τη χρήση του ρίνου σε εδάφη ακανόνιστα και παρέχει επίσης τη δυνατότητα ρύθμισης με περισσότερη ευκολία, της ταχύτητας κίνησης της πτέρυγας διαβροχής, με στόχο τη διανομή διαφορετικών ποσοτήτων νερού, ανάλογα με τις

απαιτήσεις του περιβάλλοντος και της καλλιέργειας. Η μεγάλη ταχύτητα περιστροφής χρειάζεται για τη χορήγηση μικρών ποσοτήτων νερού, ενώ με μικρότερες ταχύτητες περιστροφής χορηγούνται μεγαλύτερες ποσότητες. Η ένταση της βροχής μπορεί να κυμαίνεται από 7-70 mm για κάθε πέρασμα και η μέγιστη ταχύτητα περιστροφής του τελευταίου πυργίσκου μπορεί να φθάσει στα 2ηπ/λεπτό (120 m/ώρα).

Η διάδοση του συστήματος της περιστρεφόμενης γραμμής άρδευσης που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια οφείλεται στα πολλά πλεονεκτήματα όπως:

- ο πλήρης αυτοματισμός λειτουργίας,
- η χαμηλή πίεση λειτουργίας των καταιονιστήρων,
- η μέτρια ένταση βροχής,
- η χορήγηση σχεδόν με βαρύτητα (χωρίς μεγάλη πίεση), του καταιονιζόμενου νερού στο έδαφος δεν καταστρέφει τη δομή του εδάφους ειδικά όταν πρόκειται για αργιλώδες έδαφος και δεν σχηματίζει "κρούστα" που θα παρεμπόδιζε το φυτόμα και την ανάπτυξη των φυτών,
- η δυνατότητα άρδευσης και με άνεμο, δεδομένου ότι υπάρχουν επικαλύψεις και συμπληρώματα των ρίψεων που γειτνιάζουν. Στις περιπτώσεις φυτών μικρού ύψους ή μικρής ηλικίας, οι καταιονιστήρες "κατεβαίνουν" με ειδικές προεκτάσεις (σωλήνες), σε μικρή απόσταση από το έδαφος, όπου η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται σημαντικά,
- το κόστος αγοράς, μολονότι υψηλό στο σύνολο του είναι το πιο χαμηλό αν η αναφορά γίνει στο εκτάριο που ποτίζει (μονάδα άρδευσης),
- η εφαρμογή του συστήματος σε ακανόνιστες επιφάνειες και επικλινείς (μέγιστη κλίση 30%),
- η απουσία οποιασδήποτε σταθερής εγκατάστασης στα αρδευόμενα αγροτεμάχια επιτρέπει την ελεύθερη εφαρμογή των άλλων καλλιεργητικών φροντίδων,
- η καλή ασφάλεια του συστήματος.
- Υπάρχει η δυνατότητα άρδευσης από μια μόνο θέση και χωρίς καμιά ανθρώπινη παρέμβαση μεγάλων εκτάσεων που ξεκινάνε από 50 και φθάνουν μέχρι 100 εκτάρια (Agri/Meoh 1988).

Αντίθετα, οι περιορισμοί του συστήματος είναι οι ακόλουθοι:

- η χρήση του απαιτεί μεγάλες εκτάσεις όπου μπορεί να λειτουργήσει το σύστημα και το κόστος προμήθειας ανά μονάδα επιφάνειας να είναι ανεκτό,
- ποτίζοντας κυκλικά το σύστημα δεν προσαρμόζεται πάντα καλά στη μορφολογία του αγρού αφήνοντας τμήματα απότιστα ή μισοποτισμένα. Υπάρχουν λύσεις σε ότι αφορά αυτό το πρόβλημα: π.χ. το σύστημα με τη βοήθεια ειδικού βραχίονα που προστίθεται στην άκρη της περιστρεφόμενης γραμμής άρδευσης και λειτουργεί υπό γωνία ελεγχόμενο ηλεκτρονικά, σε τρόπο ώστε να καλύπτει τα τμήματα του αγρού έξω από την κανονική κυκλική περιοχή που αρδεύει το σύστημα. Το ίδιο μπορεί να γίνει με τη χρήση στην άκρη της γραμμής ενός "κανονιού", αλλά με μικρότερη επιτυχία. Μετά συστήματα αυτά είναι δυνατός ο περιορισμός των τμημάτων του αγροτεμαχίου που δεν θα αρδευνούν από το σύστημα, στο ελάχιστο.
- χρειάζεται μεγάλες ποσότητες νερού που πολλές φορές δεν υπάρχουν,
- είναι ένα πολύπλοκο σύστημα και χρειάζεται ειδική συντήρηση,
- η εφαρμογή του επηρεάζεται από την παρουσία κατασκευών, σπιτιών, δρόμων, ηλεκτρικών στύλων και δένδρων.

Σε ότι αφορά τις εργασίες που χρειάζονται για την εγκατάσταση του συστήματος, σημειώνουμε ότι θα πρέπει να φέρουμε το νερό με υπόγειους σωλήνες, υπό πίεση από την πηγή στο κέντρο του αγροτεμαχίου όπου θα εγκατασταθεί ο πύργος ελέγχου και διαχείρισης γύρω από τον οποίο περιστρέφεται όλο το σύστημα.

Οι εκτοξευτήρες έχουν διάμετρο στομίου κλιμακωτή από την περιφέρεια προς το κέντρο της πτέρυγας, έτσι ώστε να παρέχουν ομοιομορφία στη διαβροχή σε όλη την επιφάνεια, μειώνοντας την παροχή νερού όσο ερχόμαστε προς το κέντρο όπου η ταχύτητα διαδρομής είναι μικρότερη.

Η διάμετρος των στομιών καθορίζεται από το εργοστάσιο κατασκευής από πρόγραμμα υπολογιστή, με βάση τα στοιχεία που αφορούν την παροχή της πηγής του νερού, την επιφάνεια που θα ποτίσουμε, τον αριθμό των πυργίσκων, το μανομετρικό του νερού κ.λπ.

Είναι σαφές ότι αυτός ο τύπος εγκατάστασης με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά δεν μετακινείται σε άλλο αγροτεμάχιο παρά μόνο στην περίπτωση όπου τα

χαρακτηριστικά συμπίπτουν, πράγμα που μπορεί να συμβεί μόνο μέσα στην ίδια γεωργική εκμετάλλευση.

Για τη μετακίνηση του center pivot που συνήθως είναι τοποθετημένο σε σταθερή βάση (για τη διευκόλυνση της μετακίνησης υπάρχουν ειδικά μοντέλα κατάλληλα και για μέσων διαστάσεων αγροτεμάχια όπου ο πυργίσκος διαχείρισης είναι πάνω σε ρόδες), ξυλώνουμε τη βάση και σύρουμε τον πυργίσκοι με το τρακτέρ όπου συγχρόνως σύρονται και οι άλλοι πυργίσκοι, στους οποίους έχουμε στρέψει τους τροχούς κατά 90° .

2.5. Γραμμή μετακινούμενης άρδευσης

Το σύστημα linear μπορεί να θεωρηθεί η εξέλιξη του συστήματος της περιστρεφόμενης γραμμής άρδευσης. Τα εξαρτήματα του συστήματος, όπως τα αρθρωτά τμήματα, το ηλεκτρικό σύστημα, οι ρόδες, οι κινητήρες και οι μειωτήρες είναι τα ίδια με εκείνα που χρησιμοποιούνται στο σύστημα της περιστρεφόμενης γραμμής άρδευσης. (Εικ 2.5.α)

Μετακινούμενη Γραμμή Άρδευσης (Linear)



Εικόνα 2.5.α Μετακινούμενη γραμμή άρδευσης



Εικόνα 2.5.β Μετακινούμενη γραμμή



Εικόνα 2.5.γ Λεπτομέρεια

Η διαφορά είναι ότι η κίνηση της γραμμής άρδευσης είναι παράλληλη προς τον άξονα της αντί για γωνιακή που είναι στο center pivot και στον τρόπο τροφοδοσίας της με νερό.

Το σύστημα linear χρησιμοποιείται σε ορθογώνια αγροτεμάχια μεγάλων διαστάσεων (από 200-800 m πλάτος και 1.000-2.000 m μήκος), όπου δεν υπάρχουν εμπόδια τοπογραφικού ή άλλου τύπου όπως δρόμοι, κτίρια, ηλεκτρικές γραμμές, δένδρα με μεγάλους κορμούς κ.λπ.

Το βασικό εξάρτημα είναι ο πυργίσκος μετακίνησης του συστήματος ο οποίος αντικαθιστά το κέντρο του pivot. (Εικ 2.5.ε) Αυτός αποτελείται από ένα μεταλλικό κουβούκλιο όπου βρίσκονται ο κινητήρας, η αντλία τροφοδοσίας με νερό άρδευσης, ένα σύστημα αναρρόφησης, η γεννήτρια ρεύματος που τροφοδοτεί τους κινητήρες πορείας του συστήματος, ο πίνακας διαχείρισης και το σύστημα οδήγησης και ευθυγράμμισης των αρθρωτών τμημάτων κατά την κίνηση.

Το σύστημα αυτό με ειδικές διατάξεις εξασφαλίζει την ευθύγραμμη μετακίνηση όλων των αρθρωτών τμημάτων παράλληλα προς τον άξονα της γραμμής άρδευσης και κάθετα προς το αρδευτικό κανάλι από όπου λαμβάνεται το νερό άρδευσης με ειδικό σωλήνα του πυργίσκου μετακίνησης.

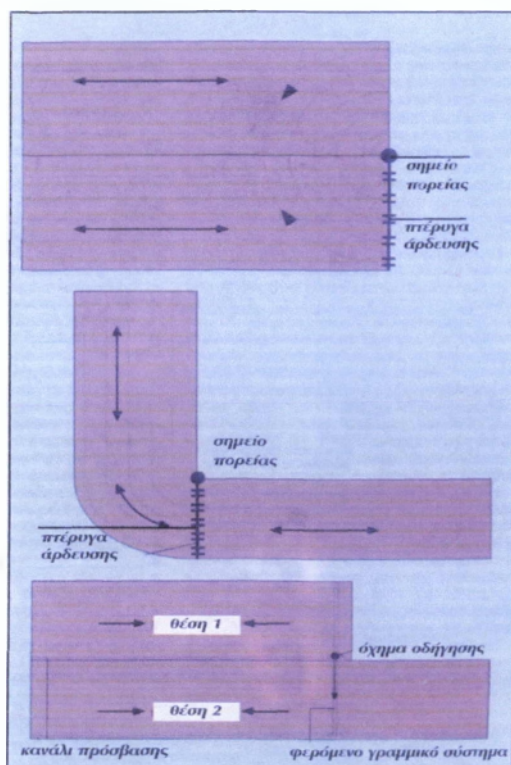
Οι ειδικές διατάξεις δρουν πάνω σε ένα ατσάλινο σύρμα που είναι τεντωμένο κατά μήκος του καναλιού και υποστηρίζεται από πάνελ 0,50 x 0,60 m ή είναι τοποθετημένο πάνω σε ροδέλες που ακολουθούν ένα διάδρομο οδήγησης που είναι και αυτός τοποθετημένος κατά μήκος του καναλιού.

Μια άλλη παράμετρος που διαφοροποιεί το σύστημα αυτό από τα συστήματα center pivot είναι η ομοιόμορφη διάμετρος όλων των καταιονιστήρων, ενώ στο center pivot τα στόμια είναι κλιμακωτής διαμέτρου.

Τα μετακινούμενα συστήματα linear παρουσιάζουν σαν ιδιαίτερο χαρακτηριστικό την ομοιομορφία χορήγησης του νερού και την τέλεια δοσομέτρηση μέσω της ταχύτητας πορείας. Αυτή μπορεί να φθάσει και τα 100-150 m/ώρα με μέγιστη τιμή γύρω στα 300 m/ώρα.

Με δεδομένη την υψηλή ομοιομορφία χορήγησης με αυτό το σύστημα μπορούν να πραγματοποιηθούν (μέσα από μια σειρά επιπρόσθετων εφαρμογών όπως μεταφερόμενα (κινητά) βυτία, δοσομετρικές αντλίες κ.λπ.), καλλιεργητικές φροντίδες όπως: υδρολίπανση και χορήγηση φυτοφαρμάκων.

Οι δυνατότητες χρησιμοποίησης του συστήματος επηρεάζονται κυρίως από το γεωμετρικό σχήμα και από το ανάγλυφο του αγροτεμαχίου. Η σχέση μήκους το οποίο αντιστοιχεί στο διάδρομο μετακίνησης και πλάτους που αντιστοιχεί στη γραμμή άρδευσης καθορίζουν την οικονομικότητα του συστήματος (Εικ 2.5.δ). Το κατάλληλο μήκος και πλάτος είναι αυτό που θα οδηγήσει στην επιλογή του συστήματος γιατί αποτελούν τις καλύτερες προϋποθέσεις για την εφαρμογή του συστήματος με τις μικρότερες δυνατές δαπάνες.



Εικόνα 2.5.δ Διάφοροι τύποι αρδευτικών γραμμών



Εικόνα 2.5.ε Πυργίσκος μετακίνησης



Εικόνα 2.5.ζ Αεριομέτρια κατά την διάρκεια ποτίσματος με μετακινούμενη γραμμή άρδευσης

Εικόνα 2.5.στ Μετακινούμενη γραμμή άρδευσης με παροχή νερού από αρδευτικό κανάλι



3. Λιπάσματα

3.1. Ορισμοί και διαφορές

Ένας σημαντικός διαχωρισμός θα πρέπει να γίνεται μεταξύ των οργανικών λιπασμάτων και των βελτιωτικών

- **Λίπασμα:** όταν λέμε εννοείται οποιαδήποτε ουσία, φυσική ή συνθετική, ανόργανη ή οργανική, κατάλληλη να παρέχει στις καλλιέργειες το χημικό ή τα χημικά στοιχεία της γονιμότητας, που αυτές χρειάζονται, για την εξέλιξη του βιολογικού και παραγωγικού τους κύκλου, σύμφωνα με τη μορφή και τη διαλυτότητα που ορίζει ο νόμος
- **Οργανικά λιπάσματα:** είναι όλες οι ουσίες που κρίνονται κατάλληλες να προσφέρουν στις καλλιέργειες τα χημικά στοιχεία της γονιμότητας (περιέχουν οργανικό άνθρακα βιολογικής προέλευσης σε ποσότητες όχι μικρότερες από το 7,5%)
- **Εδαφοβελτιωτικά ή εδαφοβελτιωτικές ουσίες:** είναι όλες οι ουσίες, που μπορούν να μεταβάλουν και να βελτιώσουν τα φυσικά, βιολογικά, χημικά, και μηχανικά χαρακτηριστικά του εδάφους.

Αυτά χωρίζονται σε:

- **Οργανικά βελτιωτικά:** κοπριές τύρφεις, αστικά απόβλητα, κομπόστες και λοιπά συναφή προϊόντα.
- **Ανόργανα βελτιωτικά:** ασβεστόλιθος, θείο, θειικός σίδηρος, περλίτης και λοιπά συναφή προϊόντα.

Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι υπάρχει μια πολυμορφία προϊόντων και παράγονται συνεχώς καινούργια στην αγορά, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η καταγραφή και ο διαχωρισμός τους. Ένα άλλο πρόβλημα, που δεν είναι εύκολο να λυθεί, γύρω από τα βελτιωτικά, αφορά την κατηγορία η οποία αναφέρεται ως "βελτιωτικά και διορθωτικά διάφορα". Αυτή η κατηγορία συγκεντρώνει λιπαντικά προϊόντα με τους πιο ξεχωριστούς τύπους, οι οποίοι ξεκινάνε από τα υδρολύμενα πρωτεϊνικά και φθάνουν μέχρι τις ρέζινες. Το λάθος των ορισμών του "λιπάσματος" και του "βελτιωτικού και διορθωτικού" δημιουργεί κάποια προβλήματα στην ταξινόμηση των νέων προϊόντων. Γι' αυτό το λόγο δημιουργήθηκε μια νέα κατηγορία, που ορίζεται ως "ποικίλη τεχνολογία" και η οποία βρίσκεται μεταξύ των λιπασμάτων και των βελτιωτικών. Είναι λιπάσματα με ειδικές ιδιότητες και χαμηλό τίτλο, που ωστόσο αυξάνουν τη γονιμότητα του εδάφους. Στα οργανικά λιπάσματα

απαιτείται ένας ελάχιστος τίτλος σε θρεπτικά στοιχεία, ενώ για τα βελτιωτικά απαιτείται ένας ελάχιστος τίτλος σε χουμοποιημένη οργανική ουσία και προβλέπεται επίσης ένας μέγιστος τίτλος σε άζωτο.

Έτσι τα οργανικά λιπάσματα ταξινομούνται ως ακολούθως:

Οργανικά αζωτούχα λιπάσματα. Ο τίτλος σε οργανικό άζωτο ζωικής ή φυτικής προέλευσης είναι

συγκεκριμένα πάνω από 3% για κάθε τύπο λιπάσματος, με τυχαία ύπαρξη καλίου. Οι τύποι που ανήκουν σε αυτή την ομάδα είναι: φτερά, κέρατα, τρίχες, χაίτες, δέρματα, χρυσαλλίδες, ξηρό αίμα, κρεατάλευρα, αποξηραμένα φυτικά υποπροϊόντα, μαλλί, μίγματα οργανικών αζωτούχων λιπασμάτων, ζωικό υδρολυμένο επιθήλιο, αποξηραμένη κοπριά ζωικής ή φυτικής προέλευσης. Ανάμεσα στα υγρά βρίσκουμε: ρευστά φυτικά υποπροϊόντα, ρευστό κρεατάλευρο σε αιώρημα, ρευστό αίμα, ρευστό υδρολυμένο ζωικό επιθήλιο.

Οργανικά λιπάσματα NP. Ο τίτλος σε $N+P_2O_5$ ζωικής ή φυτικής προέλευσης πάνω από 5%, συγκεκριμένος για κάθε τύπο λιπάσματος. Οι τύποι που ανήκουν σ' αυτή την ομάδα είναι: γουάνο, ιχθυάλευρα, οστεάλευρα, αποζελατοποιημένα οστεάλευρα, λίπασμα οστών, αποξηραμένη κουτσουλιά, μίγμα οργανικών λιπασμάτων NP, υδρολυμένη αποξηραμένη χοιρινή κοπριά, οργανικό λίπασμα ζωικής ή φυτικής προέλευσης, υπολείμματα σφαγείων

3.2. Τύποι και χαρακτηριστικά των ανόργανων λιπασμάτων

Για την ορθή χρήση ενός λιπάσματος, είναι σημαντικό να λαμβάνουμε υπόψη τις σχετικές παραμέτρους: με τον τύπο της καλλιέργειας, με τον τύπο του εδάφους και με το περιβάλλον της περιοχής στο οποίο λειτουργούμε και αναφερόμαστε. Ο εξορθολογισμός των τεχνικών της λίπανσης παίζει σημαντικό ρόλο αφού, μέσα από την αρμονική εξέλιξη των βλαστοπαραγωγικών δομών των φυτών, ευνοείται η ποιοτική παραγωγή και η σωστή και οικονομική διαχείριση των άλλων καλλιεργητικών πρακτικών. Η επίτευξη της άριστης θρεπτικής κατάστασης στα φυτά, αποτελεί συνδυασμό της φυσικής, χημικής και βιολογικής γονιμότητας του εδάφους, αλλά και του τρόπου με τον οποίο, διαχρονικά, διατηρούνται ισορροπημένοι οι διάφοροι παράγοντες της ολοκληρωμένης λίπανσης. Για μια ορθολογική λίπανση, αυτές οι απόψεις γενικού χαρακτήρα έρχονται να ενισχύσουν τις γνώσεις, οι οποίες ήδη έχουν αποκτηθεί, γύρω από τη φυσιολογία της θρέψης των καλλιεργειών. Όντως είναι γνωστό, ότι οι μη ορθολογικές χορηγήσεις των μακρομέσο και ιχνοστοιχείων, προκαλούν μεταβολικές διαταραχές οι οποίες εκδηλώνονται με τα τυπικά

συμπτώματα έλλειψης ή και περίσσειας. Αυτό το πρόβλημα την τελευταία δεκαετία έγινε εντονότερο, λόγω της πλήρους (ή σχεδόν) αντικατάστασης, της παραδοσιακής πρακτικής της οργανικής λίπανσης με την ανόργανη λίπανση, η οποία χαρακτηρίζεται από μια πιο απλή και εύκολη χορήγηση και από ένα κόστος ασφαλώς πιο περιορισμένο. Με την μείωση των χορηγούμενων ποσοτήτων οργανικής ουσίας ποιότητας, περιορίστηκαν τα θετικά αποτελέσματα, που αφορούν τη βιολογική γονιμότητα του εδάφους. Τούτο μπορεί να προκαλέσει ζημιές π.χ στους μικροοργανισμούς διαταράσσοντας τις παραμέτρους που ρυθμίζουν τη λειτουργία τους, όπως είναι το pH, η υγρασία, η θερμοκρασία και η οσμωτική πίεση. Η χρησιμοποίηση όξινων ή αλκαλικών λιπασμάτων, μπορεί να επηρεάσει το pH ή την οσμωτική πίεση του εδάφους. Είναι προφανές ότι το λάθος θα πρέπει να είναι τεραστίων διαστάσεων, γιατί για να μεταβάλεις, είτε το pH του εδάφους, είτε τις συνθήκες που ρυθμίζουν την οσμωτική πίεση ενός μικροοργανισμού και συνεπώς και την αλατότητα του εδαφικού διαλύματος, θα πρέπει η λίπανση να είναι 1000 φορές μεγαλύτερη από το κανονικό. Ωστόσο, μεταβολές του pH μπορούν ασφαλώς να προκαλέσουν stress και να μεταβάλουν τις σχέσεις ανάμεσα στις φυσιολογικές ομάδες ή μέσα στις διάφορες κοινωνίες. Π.χ. ένα όξινο έδαφος εμποδίζει την ανάπτυξη των νιτροποιητικών βακτηρίων, μειώνοντας έτσι τα ποσοστά του αμμωνιακού αζώτου, το οποίο οξειδώνεται σε νιτρικό και προκαλεί τη μείωση, συνολικά, της δράσης ανοργανοποίησης που οφείλεται στα βακτήρια, ευνοώντας κατ' αυτόν τον τρόπο την ανάπτυξη της μυκητολογικής χλωρίδας.

3.2.1 Τα χαρακτηριστικά των λιπασμάτων

Μέσα απ' αυτές τις απόψεις προκύπτει ότι υπάρχουν συγκεκριμένες ιδιότητες των λιπασμάτων, οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη χορήγηση τους. Ανάμεσα σ' αυτές θυμίζουμε την αντίδραση του pH και την αλατότητα. Η χημική αντίδραση (pH) των λιπασμάτων στο παρελθόν εθεωρείτο πολύ σημαντική αφού, όπως είναι γνωστό, πολύ συχνά παραμένουν υπολείμματα οξέων που έχουν χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή τους, τα οποία άλλωστε προσδίδουν στα λιπάσματα τη συγκεκριμένη οξύτητα. Αυτή η άποψη προσλαμβάνει ιδιαίτερη σημασία τη στιγμή κατά την οποία το λίπασμα μεταβάλλεται εντός του εδάφους, κάτω από την επίδραση των μικροοργανισμών, παράγοντας όξινες ή αλκαλικές ενώσεις (φυσιολογική οξύτητα ή αλκαλικότητα). Ωστόσο δε θα πρέπει να ξεχνάμε, ότι οι εφαρμοζόμενες ποσότητες στο έδαφος είναι πάντα πολύ περιορισμένες, της τάξεως κάπου 100 kg/ha και συνεπώς, είναι ελάχιστες έως αμελητέες οι πιθανότητες να επηρεάσουν το pH του

εδάφους, το οποίο αποτελεί ένα σύστημα αρκετά σταθερό και ισορροπημένο. Κατά την επιλογή των λιπασμάτων κρίνεται συνεπώς σκόπιμο, να λαμβάνονται υπόψη άλλες παράμετροι, όπως η τιμή αγοράς, η διαλυτότητα, η αποτελεσματικότητα κ.λπ.. Η χρήση των ανόργανων λιπασμάτων, όντας αντί αλάτα, αυξάνει την αλατότητα του νερού και του εδάφους που, εάν είναι υπερβολική, μπορεί να αποβεί μοιραία για τις ρίζες των φυτών. Η αλατότητα υπολογίζεται μέσω του δείκτη αλατότητας, ο οποίος δεν είναι άλλος από την ποσοστιαία σχέση ανάμεσα στην αύξηση της οσμωτικής πίεσης, που παράγει ένα λίπασμα και εκείνης που παράγεται από ίση ποσότητα νιτρικού νατρίου. Φαίνεται να είναι περισσότερο σημαντικό, ωστόσο, να υπολογίσουμε το δείκτη ανά μονάδα λιπάσματος. Όντως, ορισμένα λιπάσματα με υψηλό τίτλο παρουσιάζουν μεγάλες αλατότητες, αλλά λαμβάνοντας υπόψη ότι χρησιμοποιούνται σε μικρές ποσότητες, καθίστανται λιγότερο επικίνδυνα για τις καλλιέργειες. Συνήθως τα λιπάσματα που παρουσιάζουν περισσότερα προβλήματα αλατότητας είναι εκείνα με βάση το άζωτο και το κάλιο.

3.2.2 Οι τύποι των λιπασμάτων

Στη χώρα μας τα λιπάσματα διέπονται από τους νόμους του κράτους και από εκείνους της Ε.Ε.. Αποκαλούνται απλά ανόργανα λιπάσματα τα φυσικά ή συνθετικά προϊόντα, που περιέχουν αποδεδειγμένα, ένα μόνο από τα τρία κύρια χημικά στοιχεία (άζωτο, φώσφορο, κάλιο).

Αποκαλούνται σύνθετα ή μικτά ανόργανα λιπάσματα τα φυσικά ή συνθετικά προϊόντα, που περιέχουν αποδεδειγμένα, με κατάλληλο χημικό ή μηχανικό συνδυασμό, δύο ή περισσότερα κύρια χημικά στοιχεία.

Αποκαλούνται λιπάσματα με ιχνοστοιχεία τα φυσικά ή συνθετικά προϊόντα, που περιέχουν αποδεδειγμένα, ένα ή περισσότερα ιχνοστοιχεία: βόριο, κοβάλτιο, χαλκό, σίδηρο, μαγγάνιο, μολυβδαίνιο και ψευδάργυρο.

Αζωτούχα απλά

Η ελληνική νομοθεσία προβλέπει ένα μεγάλο αριθμό ανόργανων αζωτούχων απλών λιπασμάτων, από τα οποία τα 6 είναι ρευστά και κατανέμονται σε νιτρικά, αμμωνιακά ονικά και κινναμμινικά. Αυτά πρέπει να είναι διαλυτά και να περιέχουν αποδεδειγμένα, άζωτο σε μια ή περισσότερες μορφές. Ορισμένα από τα προβλεπόμενα στη νομοθεσία προϊόντα δεν υπάρχουν στην ελληνική αγορά, αλλά αναφέρονται για λόγους εναρμόνισης με την κοινοτική νομοθεσία, ενώ άλλα δεν προβλέπονται από την κοινοτική νομοθεσία αλλά υπάρχουν μόνο ως ελληνικά λιπάσματα. Τα νιτρικά λιπάσματα είναι εκείνα που επηρεάζονται λιγότερο από τον

μικροβιακό μεταβολισμό, αφού το νιτρικό ιόν απορροφάται εύκολα και άμεσα από τα φυτά. Τα νιτρικά ιόντα όντως απωθούνται από τις ηλεκτροαρνητικές επιφάνειες του εδάφους και παρουσιάζουν μια συγκεκριμένη συμπεριφορά της "μη ειδικής απορρόφησης", παραμένοντας στο διάλυμα και απορροφούμενα στη συνέχεια εύκολα από τα φυτά. Εξ' αυτού του γεγονότος υπόκεινται ωστόσο σε απώλειες λόγω έκπλυσης. Ανάμεσα στα πιο γνωστά νιτρικά λιπάσματα απαντώνται: το νιτρικό ασβέσπιο, το νιτρικό νάτριο, το νίτρο της Χιλής, το νιτρικό μαγνήσιο και το διάλυμα του νιτρικού ασβεστίου. Τα αμμωνιακά λιπάσματα χαρακτηρίζονται από μια πιο αργή δράση απ' ό,τι τα προηγούμενα, επειδή το αμμωνιακό ιόν απορροφάται από τα φυτά σε πιο μικρές ποσότητες συγκριτικά με το νιτρικό ιόν. Εντός του εδάφους υφίστανται τη διαδικασία της νιτροποίησης σε θερμοκρασίες όχι και τόσο χαμηλές. Το αμμωνιακό ιόν συγκρατείται επίσης από τα κolloειδή του εδάφους, λόγω του ότι τα λιπάσματα στα οποία περιέχεται υπόκεινται λιγότερο σε εκπλύσεις. Τα πιο γνωστά αμμωνιακά λιπάσματα είναι το θειικό αμμώνιο, η άνυδρη αμμωνία και το χλωριούχο αμμώνιο. Τα νιτροαμμωνιακά λιπάσματα περιλαμβάνουν τις βασικές ιδιότητες των δύο προηγούμενων ομάδων. Ανάμεσα σ' αυτά βρίσκουμε το νιτρικό αμμώνιο, το αζωτούχο διάλυμα του νιτρικού αμμωνίου και της ουρίας και τέλος το νιτροθειικό αμμώνιο. Η ασβεστοκυαναμίδη είναι ένα λίπασμα με αλκαλική αντίδραση, το οποίο περιέχει ασβέστιο με μια ελαφρά απολυμαντική δράση, έναντι των ζιζανίων και των παθογόνων οργανισμών. Τέλος έχουμε την ουρία, η οποία αποτελεί το λίπασμα που χρησιμοποιείται ευρέως στην παγκόσμια αγορά, αφού θεωρείται το καλύτερο στερεό αζωτούχο λίπασμα. Διαθέτοντας ένα υψηλό τίτλο αζώτου και μια χαμηλή τιμή.

Απλά φωσφορικά

Στα φωσφορικά λιπάσματα ιδιαίτερη σημασία προσλαμβάνει η διαλυτότητα του φωσφόρου. Πράγματι η διαθεσιμότητα για τα φυτά επηρεάζεται από τη διαλυτότητα των φωσφορικών ενώσεων, που υπάρχουν στο εδαφικό διάλυμα, η οποία μπορεί να συμβεί μόνο όταν το pH είναι όξινο. Ανάμεσα στα λιπάσματα με υψηλή διαλυτότητα σημειώνουμε το απλό υπερφωσφορικό και το τριπλό υπερφωσφορικό και τα τελευταίας τεχνολογίας DAP και NAP τα οποία χρησιμοποιούνται πάρα πολύ τα τελευταία χρόνια, το συμπυκνωμένο υπερφωσφορικό και υπερφωσφορικό από οστά, αντίθετα, είναι ελάχιστα γνωστά. Ανάμεσα στα λιπάσματα με μέτρια διαλυτότητα είναι το διυδρικό-διττανθρακικό φωσφορικό ίζημα, το θερμικό φωσφορικό και το αλουμινοασβεστούχο φωσφορικό. Οι σκωρίες Thomas και το μαλακό φυσικό φωσφορικό, παρουσιάζουν αντίθετα χαμηλή διαλυτότητα. Το φωσφορικό οξύ είναι το

μοναδικό ρευστό φωσφορούχο λίπασμα το οποίο δεν καταγράφεται στους κοινοτικούς κανονισμούς.

Απλά καλιούχα

Τα καλιούχα λιπάσματα περιλαμβάνουν βασικά το θειικό κάλιο και το χλωριούχο κάλιο. Αυτό το τελευταίο μπορεί να προκαλέσει ζημιές στις ευαίσθητες στο χλώριο καλλιέργειες, όπως είναι ο καπνός, τα οπωροφόρα, το αμπέλι και πολλά κηπευτικά, αλλά εάν η εφαρμογή του γίνει πολύ πιο μπροστά ξεπλένονται τα χλώρια και δεν προκαλούν ζημιές στην καλλιέργεια.

Σύνθετα καλιούχα

Αυτός ο τύπος λιπασμάτων περιέχει τα διπλά NP/NK/PK και τα τριπλά NPK, σύνθετα και μικτά. Τα λιπάσματα που περιέχουν χλώριο (χλωριούχο νάτριο και χλωριούχο κάλιο), θα πρέπει να αναγράφουν στην ετικέτα την ένδειξη "χαμηλής περιεκτικότητας σε χλώριο", στην περίπτωση που ο τίτλος τους είναι κάτω από το 2% αυτού του στοιχείου. Η απουσία αυτής της ένδειξης ασφαλώς, οδηγεί στην σκέψη ενός ποσοστού μεγαλύτερης περιεκτικότητας. Σε ό,τι αφορά τα πλεονεκτήματα της χρήσης αυτού του τύπου των λιπασμάτων, μπορούμε μόνο να αναφέρουμε, ότι είναι ευκολοχρηστα. Πράγματι η περιορισμένη ελαστικότητα των διαθέσιμων συσκευασιών καθιστά δύσκολη την ορθολογική λίπανση, αφού κάθε τύπος του εδάφους, μετά από κάθε διάγνωση μέσω εδαφικής ανάλυσης, απαιτεί μια συγκεκριμένη ποσότητα χορήγησης των διαφόρων στοιχείων. Ανάμεσα στα σύνθετα λιπάσματα υπάρχουν ορισμένα ευρείας κατανάλωσης, όπως το φωσφορικό διαμμώνιο (NP 18-46) το λεγόμενο DAP, διαλυόμενο εύκολα στο νερό, το φωσφορικό μονοαμμώνιο (MAP) και το νιτρικό κάλιο, που χρησιμοποιείται κυρίως σε καλλιέργειες υψηλών αποδόσεων και στις οποίες εφαρμόζεται η υδρολίπανση.

Λιπάσματα με δευτερεύοντα στοιχεία

Αυτά τα λιπάσματα περιέχουν αποδεδειγμένα ποσότητες ασβεστίου, μαγνησίου ή θείου. Ανάμεσα σ' αυτά βρίσκουμε το θείο, το θειικό μαγνήσιο και το θειικό ασβέστιο, κοινώς λεγόμενος "γύψος", ο οποίος χρησιμοποιείται, έξω από το να προσφέρει θείο και ασβέστιο, αλλά και για τη διόρθωση των αλκαλικών εδαφών. Ανάμεσα στα υγρά λιπάσματα βρίσκουμε το διάλυμα του χλωριούχου μαγνησίου και το διάλυμα του χλωριούχου ασβεστίου.

Λιπάσματα με ιχνοστοιχεία

Η συνεχής αυξανόμενη χρήση των ανόργανων λιπασμάτων και η όλο και περιοριζόμενη χρήση των οργανικών λιπασμάτων και βελτιωτικών, οδήγησε στην εκδήλωση συχνών τροφοπενιών. Αυτό προκάλεσε την εξάπλωση των ειδικών προϊόντων, τα οποία περιέχουν ιχνοστοιχεία υπό μορφή ανόργανων αλάτων, συνήθως θειικών και οργανικών ενώσεων (χηλικά ή σεκεστρέν). Μπορούμε να βρούμε, είτε μίγματα ιχνοστοιχείων, είτε λιπάσματα που να περιέχουν ένα μόνο στοιχείο. Τα στοιχεία πρέπει να είναι σε ίσες ποσότητες ή πάνω από το ελάχιστο, που καθορίζει ο νόμος και θα πρέπει παράλληλα να δηλώνεται ο μεταξύ των εγκεκριμένων χηλικών παράγοντας, που χρησιμοποιείται.

Οργανικά λιπάσματα

Η έννοια του οργανικού λιπάσματος σε ευρωπαϊκό επίπεδο ποικίλλει πολύ από χώρα σε χώρα, λόγω έλλειψης μιας κοινοτικής νομοθεσίας, που να ρυθμίζει την παραγωγή και την διάθεση του στην αγορά. Ο ορισμός σύμφωνα με την Efma (European fertilizers manufacturers association) του οργανικού λιπάσματος είναι ο ακόλουθος: "Προϊόν ζωικής ή φυτικής διαδικασίας ή από κάποια τυποποίηση". Δεν καθορίζεται ωστόσο ένα ελάχιστο όριο σε ό,τι αφορά τον τίτλο των λιπαντικών στοιχείων. Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε, μπορεί να υπάρξει κάποια επικάλυψη, μεταξύ του βελτιωτικού και του οργανικού λιπάσματος.

3.2.3 Ο ρόλος της οργανικής ουσίας

Η οργανική ουσία προσλαμβάνει ένα ρόλο εξαιρετικά σημαντικό στη διαμόρφωση του σφαιρικού ορισμού της γονιμότητας του εδάφους. Είναι γνωστό πράγματι ότι αυτή εκφράζει τη δράση της πάνω:

- στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, κυρίως χάρη στην επίδραση που εξασκεί πάνω στη δομή του εδάφους, που και αυτή με τη σειρά της επηρεάζει πολλές φυσικές μηχανικές ιδιότητες του εδάφους
- στις αλληλοεπιδράσεις που τα σωματίδια του εδάφους προκαλούν στα συνθετικά οργανικά προϊόντα, μεταβάλλοντας τη δράση και τη διάρκεια τους
- στις θρεπτικές ιδιότητες του εδάφους, είτε γιατί αποτελεί μια εφεδρεία θρεπτικών στοιχείων και ενέργειας για τους μικροοργανισμούς του εδάφους και θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά, είτε γιατί μέσα από τους μηχανισμούς ανταλλαγής, αφομοίωσης, αποσύνθεσης και χηλικοποίησης, διαμορφώνει τη διαθεσιμότητα των ίδιων των θρεπτικών στοιχείων.

Τα τελευταία χρόνια παρακολουθούμε μια γενικευμένη και βαθμιαία μείωση του ποσοστού της οργανικής ουσίας των καλλιεργούμενων εδαφών της χώρας μας. Τα αίτια αυτού του φαινομένου είναι πολλαπλά και συχνά αλληλοσυνδεδεμένα. Ορισμένα οφείλονται στη μείωση της χορήγησης της οργανικής ουσίας (διαχωρισμός της κτηνοτροφικής παραγωγής από εκείνης της φυτικής, ελλιπής επαναχρησιμοποίηση των φυτικών υπολειμμάτων, απλοποίηση των αμειψισπορών, σχεδόν αποκλειστική χρήση των ανόργανων λιπασμάτων κ.λπ.), άλλα αντίθετα, συνδέονται με την αύξηση της ταχύτητας της ανοργανοποίησης (εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών όλο και συχνότερα και πιο βαθιά, μεγαλύτερη εξάπλωση των αρδευτικών επεμβάσεων κ.λπ.). Ο μέσος όρος του ποσοστού οργανικής ουσίας, που περιέχουν τα ελληνικά εδάφη είναι γύρω στο 1,5%. Αποδείχθηκε ότι στις περιοχές της Μεσογείου, χωρίς τις δέουσες αποκαταστάσεις και τις κατάλληλες καλλιεργητικές επεμβάσεις, χάνεται κατά μέσο όρο ετησίως το 1,5% του συνολικού οργανικού άνθρακα που υπάρχει στο έδαφος. Μπορούμε συνεπώς εύκολα να αντιληφθούμε τη σημασία της χορήγησης της οργανικής ουσίας, σε σταθερή μορφή, στο έδαφος στις κατάλληλες ποσότητες για να αποφύγουμε την υποβάθμιση του.

3.3. Σχέση ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) -αφομοίωση θρεπτικών στοιχείων

Ιδιαίτερη σημασία, για τη σωστή θρέψη των φυτών έχει η τιμή της αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος με το οποίο τροφοδοτούμε τα φυτά και η ικανότητα αυτών των φυτών να αφομοιώσουν τα θρεπτικά στοιχεία που παρέχονται μέσω του διαλύματος.

Η σχέση αγωγιμότητα-αφομοίωση, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το είδος των φυτών, οι ποικιλίες, η ηλικία τους, η ηλιοφάνεια, κ.λπ.

Η επίδραση αυτής της σχέσης παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποσότητα και την ποιότητα της απόδοσης της καλλιέργειας (π.χ. Σε ένα μικτό σύστημα υδροπονίας - αεरोπονίας είχαμε τη δυνατότητα να υπολογίσουμε με ακρίβεια την απορρόφηση σε θρεπτικά στοιχεία διαφόρων ειδών φυτών σε διαφορετικές συνθήκες θρέψης.

Γενικά, μπορούμε να πούμε, ότι έχουμε τη δυνατότητα να παρατηρήσουμε τα εξής:

α) Τη θερινή περίοδο τα φυτά "απορροφούν" τα θρεπτικά στοιχεία σε όρια αγωγιμότητας της τάξεως 2,25-2,50 mS/cm.

β) Τη χειμερινή περίοδο τα φυτά "απορροφούν" τα θρεπτικά στοιχεία σε όρια αγωγιμότητας της τάξεως των 2,50-2,75 mS/cm.)

Η τιμή της αγωγιμότητας ενός διαλύματος καθορίζεται από την ποσότητα και το είδος των διαλυμένων ουσιών στο νερό. Άρα, θα μπορούσαμε να παρασκευάσουμε διαλύματα με την ίδια συγκέντρωση σε θρεπτικά στοιχεία, αλλά με διαφορετική αγωγιμότητα. Με την ύπαρξη τέτοιων διαλυμάτων μπορούμε να εξηγήσουμε το γεγονός ότι με ίδιες συνταγές θρέψης ως προς τα θρεπτικά στοιχεία, παρατηρούμε διαφορετικά αποτελέσματα στην ποιότητα και την ποσότητα των καλλιεργειών.

Κατιόντα (θετικό φορτίο)					Ανιόντα (αρνητικά φορτία)				
	Νερό		Λιπασμα			Νερό		Λιπασμα	
X. T.	ppm	meq/l	ppm	meq/l	X. T.	ppm	meq/l	ppm	meq/l
K ⁺	2,20	0,06	250,00	6,39	Cl ⁻	42,35	1,20	0,00	0,00
Na ⁺	22,00	0,96	0,00	0,00	HCO ₃ ⁻	275,65	4,52	0,00	0,00
Ca ⁺²	87,80	4,39	44,00	2,20	F ⁻	0,25	0,01	0,00	0,00
Mg ⁺²	17,40	1,45	15,30	1,26	SO ₄ ⁻²	43,17	1,14	0,00	0,00
NH ₄ ⁺	0,00	0,00	12,06	0,67	PO ₄ ⁻³	0,16	0,003	0,00	0,00
Fe ⁺²	0,95	0,04	0,07	0,0025	NO ₃ ⁻	15,60	0,25	178,96	12,78
Mn ⁺²	0,17	0,06	0,645	0,023	H ₂ PO ₄ ⁻	0,00	0,00	212,74	2,19
Cu ⁺²	0,00	0,00	0,395	0,013			7,12		14,97
Zn ⁺²	0,37	0,01	0,372	0,011					
B ⁺³	0,54	0,15	0,308	0,086					
Mo ⁺⁶	0,00	0,00	0,600	0,100					
H ⁺	0,00	0,00	4,22	4,22					
		7,12		14,97					

Πίνακας 3.3 Συγκριτικός των στοιχείων από την ανάλυση του νερού και την ανάλυση της συνταγής θρέψης

4. Υδρολίπανση

Η υδρολίπανση, η διοχέτευση δηλαδή των θρεπτικών στοιχείων (λιπασμάτων) μέσω των δικτύων άρδευσης στην περιοχή του ενεργού ριζικού συστήματος των φυτών, είναι μια μέθοδος λίπανσης που συνεχώς εξαπλώνεται και εξελίσσεται. Η εξάπλωσή της ακολουθεί την εξέλιξη και την εξάπλωση των δικτύων εντοπισμένης άρδευσης. Με την εντοπισμένη άρδευση υγραίνεται ένα μικρό ποσοστό εδάφους, στο οποίο αναπτύσσεται πλούσιο ριζικό σύστημα. Διοχετεύοντας λοιπόν τα λιπάσματα κατευθείαν σ αυτούς τους χώρους της μεγάλης συγκέντρωσης ριζών, τα φυτά μπορούν να τα αξιοποιήσουν σε υψηλό ποσοστό αντλώντας τα κυριολεκτικά από το εδαφικό νερό ή απλώς με την επαφή μαζί τους και έτσι να γίνεται δυνατή η καλλιέργεια ακόμη και σε πολύ φτωχά εδάφη. Κατά την υδρολίπανση, επειδή η

παρεχόμενη αρδευτική δόση είναι ελεγχόμενη, μπορεί να προκαθορίζεται ακριβώς ο χρόνος εφαρμογής του λιπάσματος, η ποσότητά του, η θέση και το βάθος ακόμη που θα χορηγηθεί το λίπασμα. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η πολύ μεγάλη αξιοποίηση των λιπαντικών στοιχείων (80-90%), η ομοιομορφία κατανομής του λιπάσματος (90-95%), η σημαντική μείωση της ποσότητας των χορηγούμενων λιπασμάτων, η εξασφάλιση της επιθυμητής συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στο εδαφοδιάλυμα, η ανεξαρτητοποίηση από τα εργατικά χέρια ή τη χρήση μηχανημάτων και βέβαια η μείωση του κόστους παραγωγής. Σημειώνεται ότι κατά την εφαρμογή της υδρολίπανσης μπορεί να παρατηρηθούν ορισμένα προβλήματα τόσο στο έδαφος και στις καλλιέργειες όσο και στο δίκτυο, τα οποία οφείλονται συνήθως στη μη σωστή κατάρτιση του προγράμματος λίπανσης ή στην ατυχή επιλογή των εξαρτημάτων και των λιπασμάτων.

4.1. Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα

Τα πιο συνηθισμένα προβλήματα που παρουσιάζονται είναι τα εξής:

- Αύξηση της αλατότητας του εδάφους, λόγω υπερλιπάνσεων.
- Διαφοροποίηση της τιμής του pH του εδάφους, λόγω μη σωστής επιλογής λιπασμάτων.
- Εμφάνιση φαινομένων ανταγωνιστικότητας μεταξύ των χορηγούμενων στοιχείων, λόγω της εφαρμογής των θρεπτικών στοιχείων σε μη σωστές αναλογίες.
- Μείωση των αποδόσεων, λόγω μειωμένης χορήγησης θρεπτικών στοιχείων.
- Εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας στα φυτά, λόγω χορήγησης πυκνών θρεπτικών διαλυμάτων ή χρήσης αρδευτικού νερού με υψηλό δείκτη αλατότητας.
- Εμφράξεις, λόγω επιλογής δυσδιάλυτων λιπασμάτων ή λιπασμάτων που δημιουργούν ιζήματα κατά την ανάμειξή τους.
- Διάβρωση και καταστροφή εξαρτημάτων του δικτύου, λόγω μη σωστής επιλογής αυτών ή των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων.

Συνεπώς, για μια επιτυχημένη υδρολίπανση είναι απαραίτητο να τηρούνται τα εξής:

- Το αρδευτικό δίκτυο πρέπει να καλύπτει τις υδατικές ανάγκες της καλλιέργειας.
- Η κατάρτιση των προγραμμάτων υδρολίπανσης πρέπει να γίνεται με βάση τα αποτελέσματα των αναλύσεων του εδάφους, του αρδευτικού νερού και των φυτικών ιστών, καθώς και των απαιτήσεων της καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχεία για τις επιδιωκόμενες αποδόσεις.
- Τα χρησιμοποιούμενα λιπάσματα να είναι υγρά ή υδατοδιαλυτά, να μη δημιουργούν ιζήματα, τα οποία φράσσουν τα στόμια εκροής του αρδευτικού συστήματος και να μη διαβρώνουν ή διαλύουν ορισμένα εξαρτήματα του αρδευτικού συστήματος.

Είναι γνωστό ότι το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται σύμφωνα με τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά κάθε φυτού, την ένταση και τον προγραμματισμό της άρδευσης, τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους και το βαθμό της ανθρώπινης επέμβασης στην καλλιέργεια του. Η άρδευση με μικρές παροχές έχει σαν αποτέλεσμα, επειδή ασκείται τοπικά, να υγραίνει ένα μικρό ποσοστό εδάφους, όπου αναπτύσσεται πλούσιο ριζικό σύστημα.

Πλεονεκτήματα της υδρολίπανσης

Διοχετεύοντας τα λιπάσματα κατευθείαν σ' αυτούς τους χώρους της μεγάλης συγκέντρωσης ριζών, τα φυτά μπορούν να τα εκμεταλλευτούν σε υψηλό ποσοστό, αντλώντας τα κυριολεκτικά από το εδαφικό νερό ή απλώς με την επαφή μαζί τους και έτσι να γίνεται δυνατή η καλλιέργεια ακόμη και σε πολύ φτωχά εδάφη. Επειδή η παρεχόμενη αρδευτική δόση είναι ελεγχόμενη, καθορίζεται ακριβώς η ποσότητα, η θέση και το βάθος που θα χορηγηθεί το λίπασμα ή το φάρμακο. Αποτέλεσμα των δύο αυτών βασικών αιτιών είναι τα παρακάτω πλεονεκτήματα της υδρολίπανσης:

1) Μεγάλη αξιοποίηση των λιπασμάτων

Επειδή τα φυτά προσαρμόζονται ιδανικά σ' αυτόν τον τρόπο χορήγησης, η ποσότητα των λιπασμάτων είναι σημαντικά μειωμένη. Εκείνο που παίζει σημαντικό ρόλο είναι η σταθερότητα των λιπαντικών στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα που προκύπτει από τη δεδομένη πάντα αραίωση των χημικών στο αρδευτικό νερό, τη

σταθερή θέση και βάθος χορήγησης, καθώς και τη σταθερή διάρκεια και εύρος των αρδεύσεων (σιχνότητα). Ιδιαίτερα σε αυτόματα αρδευτικά συστήματα, εκτός της σημαντικής οικονομίας, αποφεύγονται οι ανεπιθύμητες συγκεντρώσεις στο έδαφος (ρύπανση - μόλυνση) και τα φυτά είναι υγιέστερα και αποδοτικότερα. Σημαντική είναι η δυνατότητα ανάμειξης περισσότερων λιπασμάτων στην ίδια εφαρμογή.

Ενώ σε άλλες μεθόδους είναι απαραίτητο να γίνει η λίπανση πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας και στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, με την υδρολίπανση δίνονται τα θρεπτικά στοιχεία κατευθείαν στο ριζικό σύστημα σε οποιοδήποτε στάδιο ανάπτυξης και σύμφωνα πάντα με τις απαιτήσεις του φυτού.

Εδώ θα μπορούσε κανείς να αντιτάξει τη χρήση επιφανειακών λιπασμάτων με αργή αποδέσμευση των λιπαντικών τους στοιχείων. Εκτός όμως του ότι έχουν μεγάλο κόστος ανά λιπαντική μονάδα, δημιουργούν κηλίδες όπου μπορούν να αναπτυχθούν υψηλές θερμοκρασίες, ιδιαίτερα όταν βρέχει, ενώ αν ακολουθήσει άρδευση είναι πιθανή η έκπλυση των θρεπτικών στοιχείων και ανεπιθύμητες συγκεντρώσεις.

Άλλωστε δεν είναι πάντα δυνατή η εφαρμογή τους λόγω καιρικών συνθηκών είτε λόγω της κατάστασης του εδάφους που δεν επιτρέπει την κίνηση μηχανήματος.

2) Βαθμός απόδοσης

Ο βαθμός απόδοσης στα δίκτυα μικρών παροχών σχεδιάζεται στο 90%, ενώ η ομοιομορφία κατανομής του νερού στο 95%. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα ίδια ποσοστά εφόσον τα διάφορα χημικά χορηγούνται μέσω τέτοιων δικτύων.

3) Ανεξαρτητοποίηση

Επειδή η διανομή γίνεται με το αρδευτικό νερό, δε χρειάζεται τρακτέρ, διανομέας λιπάσματος ή άλλα γεωργικά μηχανήματα, που μπορούν να απασχολούνται παράλληλα σε άλλες εργασίες. Καλύπτεται επίσης η περίπτωση όπου τα συνήθη μηχανήματα δεν μπορούν να εργαστούν λόγω της μορφής του εδάφους (απότομες κλίσεις) ή της κατάστασης του λόγω κακών καιρικών συνθηκών. Έτσι, αποφεύγεται η αγορά ειδικών μηχανημάτων και προκύπτει σημαντική οικονομία σε εργατικά χέρια, καύσιμα και δαπάνες εξοπλισμού της μονάδας, ενώ αποφεύγονται η διάδοση παθογόνων από τη μια περιοχή στην άλλη.

4) Μεγιστοποίηση αποτελέσματος

Το κόστος της άρδευσης ουσιαστικά δεν αυξάνεται από την υδρολίπανση, ενώ η αυξημένη παραγωγικότητα, η μεγάλη ανάπτυξη των φυτών, η επίκαιρη και αποτελεσματική χρήση λιπασμάτων, η μείωση του εξοπλισμού και του λειτουργικού κόστους οδηγούν σε μείωση του κόστους παραγωγής και αύξηση του κέρδους.

4.2. Μέθοδοι και μέσα υδρολίπανσης

Τα λιπαντικά στοιχεία μπορούν να εισαχθούν μέσα στο νερό του δικτύου άρδευσης με διάφορες μεθόδους και μέσα.

Οι παράγοντες που σε κάθε περίπτωση πρέπει να ληφθούν υπόψη για μια σωστή επιλογή της μεθόδου και των μέσων της υδρολίπανσης είναι:

1. Η έκταση, το είδος και η ευαισθησία στη λίπανση της φυτείας.
2. Τα είδη των λιπασμάτων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν, ο χρόνος και ο ρυθμός εφαρμογής τους, καθώς και οι διαβρωτικές τους ιδιότητες.
3. Οι συνθήκες του δικτύου άρδευσης και ειδικότερα η διαθεσιμότητα του σε πίεση, η ύπαρξη ηλεκτρικού ρεύματος κ.ά.

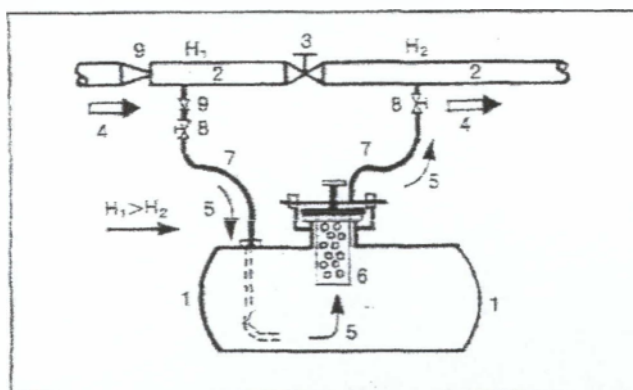
Μια μεγάλη ποικιλία από μέσα, αντλίες, βαλβίδες, χρονοδιακόπτες, προγραμματιστές, ντεπόζιτα, συσκευές Venturi κ.λπ. είναι σήμερα διαθέσιμα για την εκτέλεση της υδρολίπανσης. Οποσδήποτε πολλά απ' αυτά έχουν σχεδιαστεί σε τρόπο ώστε να εξυπηρετούν την έγχυση στο δίκτυο και άλλων χημικών σκευασμάτων που προορίζονται για καθαρισμό δικτύου, φυτοπροστασία, ζιζανιοκτονία κ.λπ.

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

4.2.1. Υδρολίπανση με διαφορική πίεση

Στη μέθοδο αυτή τα λιπάσματα (στερεά ή υγρά) τοποθετούνται μέσα σε δοχεία, που κλείνουν υδατοστεγώς και ονομάζονται υδρολιπαντήρες. Τα δοχεία αυτά με δύο πλαστικούς ή ελαστικούς σωλήνες (Φ16-Φ20) μήκους 1-1,5 m συνδέονται παράλληλα (by pass) με την κύρια σωλήνωση της κεφαλής του δικτύου (Εκ. 4.2.1.α).

Με μια βάνα που τοποθετείται μεταξύ των σημείων σύνδεσης των πλαστικών σωλήνων σφραγίζεται η ροή στην κύρια σωλήνωση και δημιουργείται μια διαφορά πίεσης μεταξύ των σημείων αυτών. Έτσι ένα μέρος της παροχής της κεντρικής σωλήνωσης εξαναγκάζεται



Σχηματική παράσταση υδρολίπανσης με διαφορική πίεση. 1. σάκος υδρολιπαντήρα, 2. κύρια σωλήνωση κεφαλής, 3. βάνα ή μηχανή πίεσης, 4. κύρια ροή δικτύου, 5. ροή διαμέσου υδρολιπαντήρα, 6. φίλτρο ούτως, 7. πλαστικοί ή ελαστικοί σωλήνες, 8. βάνες, 9. βαλβίδες αντεπιστροφής

Εκτίνα 4.2.1.α

να περάσει μέσα από το λιπαντήρα και να επιστρέψει σ' αυτήν φέροντας διαλυμένη μια ποσότητα λιπάσματος, η οποία ανακατεύεται σ' ολόκληρη την παροχή και διανέμεται ομοιόμορφα στο δίκτυο.

Η ποσότητα του λιπάσματος που κάθε στιγμή μεταφέρεται από το λιπαντήρα στο δίκτυο είναι ευνόητο ότι είναι ανάλογη προς τη συγκέντρωση του διαλύματος του λιπάσματος εκείνη τη στιγμή στο λιπαντήρα. Η συγκέντρωση όμως αυτή, όπως είναι φυσικό, μειώνεται προοδευτικά όσο προχωρεί η άρδευση, αφού ενώ η απόλυτη ποσότητα του λιπάσματος συνεχώς μειώνεται, ο όγκος του διαλύματος, που είναι ίσος προς τον όγκο του λιπαντήρα, παραμένει σταθερός.

Το ποσοστό του διαλυμένου λιπάσματος που υπάρχει κάθε στιγμή στο λιπαντήρα (ή εκείνο που έχει εξαντληθεί και έχει μεταφερθεί στο δίκτυο) δίνεται (Roiston et al, 1986) από την εξίσωση:

$$n = \exp(-\kappa t) = \exp(-q/V)t$$

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

χ = ο λόγος της παροχής q (Lt/h) που περνά μέσα από το λιπαντήρα σε σχέση προς τη χωρητικότητα V (Lt) του λιπαντήρα.

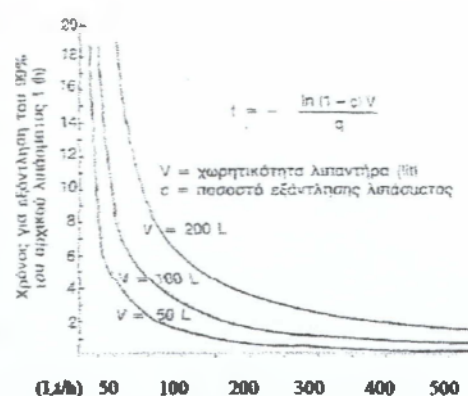
t = ο χρόνος (h) από την έναρξη της λίπανσης μέχρι να επιτευχθεί ο λόγος n

Η εξίσωση αυτή μπορεί να πάρει τελικά τη μορφή:

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

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

Με βάση την εξίσωση αυτή κατασκευάστηκαν οι καμπύλες της ευκ. 4.2.1.β, από τις οποίες μπορεί να υπολογιστεί ο χρόνος που απαιτείται για μια εξάντληση 99% του αρχικού λιπάσματος από το λιπαντήρα για διάφορες τιμές του q για τις συνήθεις χωρητικότητες λιπαντήρων των 50 Lt, 100 Lt και 200 Lt.



Εικόνα 4.2.1.β Γραφική παράσταση χρόνου εξάντλησης του 99% του αρχικού λιπάσματος

Από την παραπάνω εξίσωση για $c = 0,99$ βρίσκουμε $tq = 4,6$ V, πράγμα που σημαίνει, ότι για να επιτευχθεί μια εξάντληση του λιπάσματος ίση προς 99% θα πρέπει να περάσει από το λιπαντήρα ένας όγκος νερού ίσος προς 4.6 φορές τον όγκο του λιπαντήρα. Έτσι, χονδρικά, ανάλογα με την παροχή q που κάθε φορά έχουμε, μπορούμε να υπολογίσουμε το χρόνο t ώστε το γινόμενο tq να δίνει 4,5 φορές τον όγκο του λιπαντήρα V.

Εάν π.χ. έχουμε ένα λιπαντήρα με χωρητικότητα V ίση προς 180 Lt και η παροχή μέσα απ' αυτόν q είναι 300 Lt/h τότε ο χρόνος που απαιτείται για μια εξάντληση 99% του λιπάσματος θα είναι:

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

Εννοείται ότι όλα τα προηγούμενα αναφέρονται σε υγρά λιπάσματα τα οποία από την αρχή είναι πλήρως διαλυμένα στο νερό του λιπαντήρα. Προκειμένου για στερεά λιπάσματα, ο χρόνος που απαιτείται είναι ίδιος με τα υγρά μόνο εάν η ποσότητα τους 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.

Εάν π.χ. έχουμε ένα λίπασμα στερεό με διαλυτότητα 0,7 kg/lι, τότε η ποσότητα του που διαλύεται αμέσως σ' ένα λιπαντήρα 200 Lt θα είναι $200 \cdot 0,7 = 140$ kg. Για ποσότητες στερεών λιπασμάτων μεγαλύτερες απ' όσο επιτρέπει η διαλυτότητα τους (εικ.4.2.1.γ.) και ο όγκος του λιπαντήρα ώστε να διαλυθούν αμέσως, θα πρέπει να υπολογίζουμε ότι απαιτείται ένας επιπλέον χρόνος t' ο οποίος θα είναι:

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

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

Επομένως, ο ολικός χρόνος $t_{\text{ολ}}$ που απαιτείται για την εξάντληση ενός στερεού λιπάσματος μέσα από ένα λιπαντήρα θα είναι

Διαλυτότητα και σύνθεση διαφόρων λιπαντικών οκταεσμάτων (Hawkes et al., 1980).

Λιπαντικό οκταεσμάτω	Διαλυ- τότητα (kg/lι)	Μέση σύνθεση (%)			
		N	P	K	Λοιπά
(α) Μονοσποστεργία					
1. Νιτρική αμμωνία	1.18	32.5	—	—	—
2. Θειική αμμωνία	0.71	21	—	—	—
3. Νιτρική οξείστος	1.02	15.5	—	—	21 Ca
4. Οξοοξική αμμωνία	0.43	21	—	—	—
5. Οξοοξική καλίου	0.35	—	—	52	—
6. Νιτρική καλίου	0.13	14	—	35	—
7. Υπεροξοοξική αμμωνία	—	—	—	—	—
8. Υπεροξοοξική καλίου	—	—	—	—	—
9. Ουρία	0.78	46	—	—	—
(β) Πολυσποστεργία					
1. Θειικός χαλκός	0.22	—	—	—	25 Cu
2. Θειικός σίδηρος	0.29	—	—	—	26 Fe
3. Θειικός μαγγάνιο	1.05	—	—	—	25 Mn
4. Βορικό νάτριο	0.25	—	—	—	3 B
5. Νιτρικό βενζικό κίτριο	0.56	—	—	—	40 Mo
6. Θειικός μαγγάνιο	0.75	—	—	—	22 Cu
7. Fe-EDTA	0.09	—	—	—	5 Fe
8. Fe-DTPA	0.22	—	—	—	10 Fe

Εικ. 4.2.1.γ

$$t_{\text{ολ}} = t + t' = \frac{W/\delta - V}{q} + \frac{W/\delta - V}{q}$$

Η εξίσωση αυτή ισχύει σύμφωνα με τα προηγούμενα μόνο όταν $W - 5V > 0$ ή όταν $W > 5V$. Διαφορετικά το $i' = 0$ και $i_0 = i$.

Στην πράξη η παροχή q εξαρτάται από τη διαφορά πίεσης μεταξύ των σημείων P_1 και P_2 (εικ. 4.2.1.α.), καθώς και από το μήκος και τη διάμετρο των ελαστικών σωλήνων που συνδέουν το λιπαντήρα και την κύρια σωλήνωση. Από τα διαγράμματα απωλειών πίεσης των σωλήνων μπορεί να υπολογιστεί η παροχή που αντιστοιχεί σε ορισμένες διαφορές πίεσης.

Είναι προφανές ότι από τη διαφορά πίεση που δείχνει το σχετικό μανόμετρο στην κεφαλή του δικτύου, για τον υπολογισμό της

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

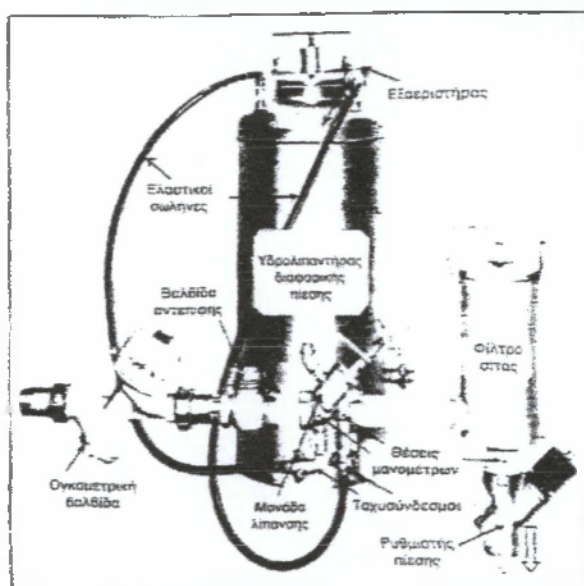
Διαμέτρος σωλήνων σύνδεσης	Διαφορά πίεσης (atm)				
	0,5	1	1,5	2	2,5
φ 12 ($Q_{max} = 2,4$ mm)	200	280	360	430	480
φ 16 ($Q_{max} = 12$ mm)	510	750	920	1.100	1.300

Εικ. 4.2.1.δ

παροχής διαμέσου των σωλήνων του λιπαντήρα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη ένα μέρος μόνο (περίπου 50%), γιατί το υπόλοιπο αναλώνεται σε απώλειες σε άλλα τμήματα της σύνδεσης (βάνες, φίλτρα κ.λπ.). Εάν για παράδειγμα το μανόμετρο δείχνει διαφορά πίεσης 0,4 atm, για τον υπολογισμό της παροχής από την εικόνα 4.2.1.δ. θα λάβουμε υπόψη διαφορά πίεσης μόνο 2 m.

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

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 στο δίκτυο. Ο υδρολιπαντήρας είναι ένα δοχείο κλειστό (εικ. 4.2.1.ε.) που δέχεται το νερό του δικτύου υπό πίεση και γι' αυτό πρέπει να είναι ανθεκτικός σε σχετικά υψηλές



Υδρολιπαντήρας διαφοράς πίεσης συνδεδεμένος σε τυπική πλωτή λή δικτύου.

Εικ. 4.2.1.ε

πίεσεις. Πρέπει επίσης να είναι βαμμένος εσωτερικά με βαφή ανθεκτική στη διάβρωση ή να είναι ανοξειδωτός, καθώς είναι απαραίτητο να φέρει βάνα καθαρισμού στο χαμηλότερο σημείο ώστε να καθαρίζεται εύκολα, εξαεριστήρα και εφόσον προορίζεται για χρήση στερεών λιπασμάτων να φέρει φίλτρο σήτας 160/180 mesh στο σημείο εξόδου του διαλύματος. Κατά τη σύνδεση του πρέπει να προβλέπεται βαλβίδα αντεπιστροφής στο σημείο τροφοδοσίας του, ώστε να αποφεύγεται η μόλυνση της πηγής του νερού με λιπάσματα.

Υδρολιπαντήρες με διαφορετική πίεση κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη από 50 έως 250 Lt από ελληνικές βιοτεχνίες σε πολύ καλές ποιότητες.

Στην περίπτωση της διαφορετικής πίεσης το υψηλό κόστος του δοχείου απαιτεί την εκλογή ενός οικονομικού μεγέθους, το οποίο θα πρέπει να έχει χωρητικότητα τέτοια, ώστε να καλύπτει τις ανάγκες για μια τουλάχιστον εφαρμογή. Η χωρητικότητα αυτή $V (lt)$ δίνεται από τη σχέση:

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

Μια τροποποίηση του λιπαντήρα διαφορετικής πίεσης είναι η τοποθέτηση στο εσωτερικό του μιας διπλωμένης μεγάλης πλαστικής ή ελαστικής σακούλας μέσα στην οποία τοποθετείται το υγρό λίπασμα.

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

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

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

4.2.2. Υδρολίπανση με άντληση

Η πραγματοποίηση της υδρολίπανσης με άντληση μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους: με αναρρόφηση ή με κατάθλιψη του λιπαντικού διαλύματος.

4.2.2.1. Αντλίες αναρρόφησης λιπαντικού διαλύματος

Στην περίπτωση της αναρρόφησης το λιπαντικό διάλυμα από ανοιχτά δοχεία, όπου βρίσκεται στην ατμοσφαιρική πίεση, εισάγεται σε κάποιο σημείο του δικτύου στο οποίο με διάφορους τρόπους δημιουργείται πίεση χαμηλότερη από εκείνη του διαλύματος δηλαδή την ατμοσφαιρική.

Η χαμηλότερη αυτή πίεση στο δίκτυο επιτυγχάνεται είτε με αντλίες τύπου Venturi είτε με κοινές μηχανικές αντλίες.

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. 4.2.2.1α)

τέτοια ώστε η πίεση

εισόδου P_1 να μειωθεί

σε μια πίεση P_2 η οποία

να είναι μικρότερη από

την ατμοσφαιρική P_0 .

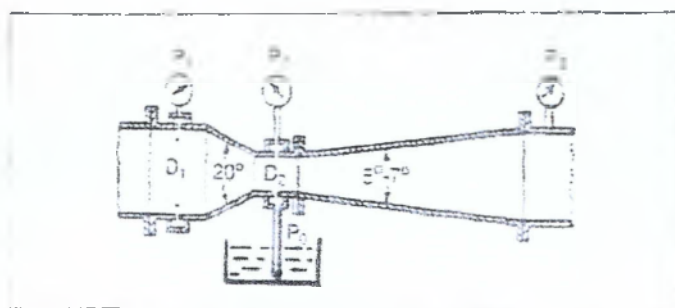
Τότε λόγω της

διαφοράς πίεσης $P_0 - P_2$

το λιπαντικό διάλυμα εισάγεται αναρροφούμενο στο δίκτυο.

Ο ρυθμός εισαγωγής του διαλύματος αυξάνεται βασικά με την αύξηση της διαφοράς πίεσης $P_0 - P_2$ ή με τη μείωση της P_2 , αφού η ατμοσφαιρική πίεση P_0 παραμένει σταθερή. Η πίεση όμως P_2 εξαρτάται από την πίεση P_1 την παροχή Q και τα μεγέθη των διαμέτρων D_1 και D_2 και δίνεται από τη σχέση:

$$P_2 = P_1 - \frac{Q^2}{CK} \left(\frac{D_1^5 - D_2^5}{D_1 \cdot D_2} \right)$$



Σχηματική παρουσίαση αντλίας τύπου Venturi

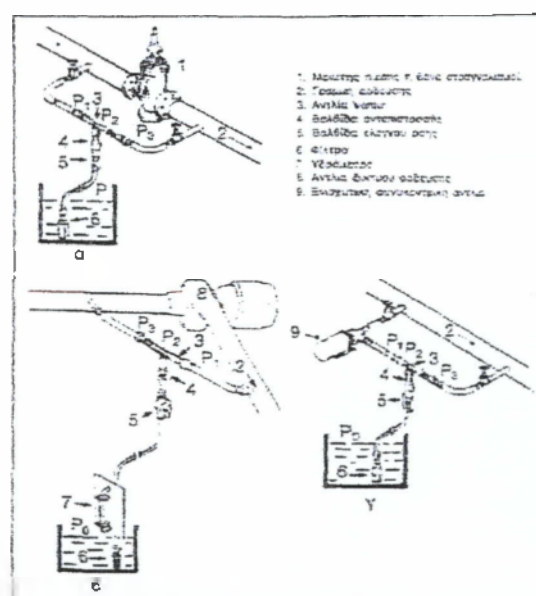
Εικ.4.2.2.1α

Όπου: D_1 - D_2 οι διάμετροι του αγωγού (cm) στο ανάντη τμήμα και στη στενότητα αντίστοιχα, P_1 , P_2 οι πιέσεις στο ανάντη τμήμα και στη στενότητα 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 $Re > 2 \cdot 10^6$ είναι ίσος προς 0.98.

Από τη σχέση αυτή φαίνεται ότι για μια μικρή P_2 απαιτείται να υπάρξει μια μεγάλη κατά το δυνατό παροχή Q μέσα από τον αγωγό. Στην πράξη αύξηση της παροχής Q επιτυγχάνεται με αύξηση της διαφοράς πίεσης $P_1 - P_2$, που γίνεται είτε με τη βοήθεια μειωτήρα πίεσης (ή βάνας) με σύνδεση by pass (εικ. 4.2.2.1.β.α), είτε με την εκμετάλλευση της διαφοράς πίεσης αναρρόφησης-κατάθλιψης (εικ. 4.2.2.1.β.β), είτε τέλος με αύξηση της πίεσης εισόδου με τη βοήθεια ενισχυτικής αντλίας (εικ. 4.2.2.1.β.γ).

Οπωσδήποτε καθένας από τους τρόπους αυτούς παρουσιάζει διάφορα μειονεκτήματα έτσι η περίπτωση α παρουσιάζει σημαντική πτώση πίεσης (ανάλωση ενέργειας) στον κύριο αγωγό, η περίπτωση β πιθανότητες διάβρωσης της αντλίας του δικτύου και η γ επιπλέον δαπάνες για προμήθεια και λειτουργία της ενισχυτικής αντλίας.

Η διαφορά πίεσης $P_1 - P_2$ που απαιτείται για την επίτευξη αναρρόφησης εξαρτάται φυσικά και



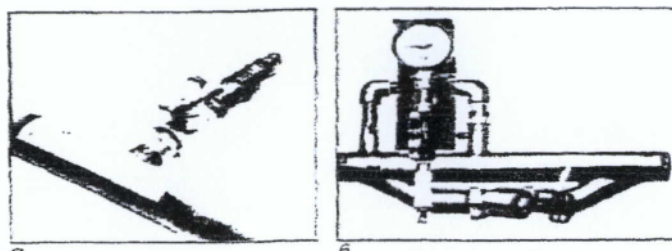
Τρόποι εγκατάστασης αντλίας τύπου Venturi: α) πτώση πίεσης με όσον στενότητας, β) εγκατάσταση διαφοράς πίεσης αναρρόφησης - κατάθλιψης, γ) αύξηση πίεσης εισόδου με ενισχυτική αντλία.

Εικόνα 4.2.2.1.β

από την όλη κατασκευή και το μέγεθος της αντλίας. Οπωσδήποτε είναι αρκετά υπολογίσιμη και κυμαίνεται ανάλογα με την κατασκευή και το ρυθμό της αναρρόφησης από 10-50% της πίεσης εισόδου.

Σε συνήθεις αντλίες τύπου Venturi απλής φάσης, στις οποίες ολόκληρη η παροχή του δικτύου περνά από την αντλία, για την έναρξη της αναρρόφησης απαιτείται διαφορά πίεσης περίπου 30% της πίεσης εισόδου. Αντίθετα σε αντλίες τύπου Venturi διπλής φάσης, στις οποίες ένα μέρος μόνο της παροχής του δικτύου περνά με σύνδεση by pass μέσα από την αντλία, για την έναρξη της αναρρόφησης απαιτείται διαφορά πίεσης περίπου 10% της πίεσης εισόδου (εικ. 4.2.2.1.γ. και 4.2.2.1.δ.). Για το

λόγο αυτό η σύνδεση by pass συνιστάται στους περισσότερους τύπους αντλιών Venturi. Η ικανότητα αναρρόφησης για αντλίες τύπου Venturi συνήθως κυμαίνεται ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος.



Αντλίες τύπου Venturi της Netafim: α) αντλης φάσης, β) διατήρησης.

Εικόνα 4.2.2.1.γ

Εικόνα 4.2.2.1.δ

Το κυριότερο μειονέκτημα των αντλιών τύπου Venturi είναι η απαιτούμενη σχετικά υψηλή απώλεια πίεσης για την έναρξη της λειτουργίας τους. Το μειονέκτημα όμως αυτό δε φαίνεται να είναι και τόσο σοβαρό ιδίως σε περιπτώσεις κτημάτων που για διάφορους λόγους υπάρχει διαθέσιμη πίεση μεγαλύτερη από εκείνη που πραγματικά χρειάζεται. Τέτοιες περιπτώσεις είναι συνηθισμένες σε κτήματα που τροφοδοτούνται από μεγάλα συλλογικά δίκτυα με κλειστούς αγωγούς.

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

Κύριο πλεονέκτημα των αντλιών Venturi είναι ότι το δοχείο που χρησιμοποιείται 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 αρκετό μεγάλο ώστε να χωρά ολόκληρη την ποσότητα λιπάσματος που απαιτείται για όλες τις στάσεις ποτίσματος που μπορεί να έχει ένα κτήμα.

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

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

Ο σωληνίσκος που συνδέει το δοχείο με το σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας πρέπει να φέρει ρυθμιστική βάνα, ώστε να κανονίζεται κάθε φορά ο ρυθμός αναρρόφησης ανάλογα με τις ανάγκες και τις συνθήκες του δικτύου. Το κατέβασμα

της στάθμης του λιπαντικού διαλύματος μέσα στο δοχείο αποτελεί ένα καλό ενδεικτικό μέσο για τη ρύθμιση της ταχύτητας έγχυσης.

Στο σωληνίσκο σύνδεσης με το δοχείο λίπανσης αλλά και στο σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας πρέπει απαραίτητα να τοποθετούνται βαλβίδες αντεπιστροφής, ώστε 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.

4.2.2.2. Αντλίες κατάθλιψης λιπαντικού διαλύματος

Στην περίπτωση της κατάθλιψης το λιπαντικό διάλυμα, που βρίσκεται σε ανοιχτά δοχεία υπό την ατμοσφαιρική πίεση, εισάγεται με κατάθλιψη σε κάποιο σημείο του δικτύου όπου η πίεση είναι υψηλότερη από την ατμοσφαιρική. Το σημείο αυτό μπορεί να είναι στον κύριο αγωγό της κεφαλής του δικτύου και μάλιστα μετά από τα φίλτρα χαλικίων 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 του λιπαντικού διαλύματος μπορεί να είναι, ανάλογα με την ενέργεια που χρησιμοποιεί ο κινητήρας τους, ηλεκτρικές ή υδραυλικές.

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 ανθεκτικότητα του στα είδη των λιπασμάτων που πρόκειται να χρησιμοποιούνται με συχνό ρυθμό.

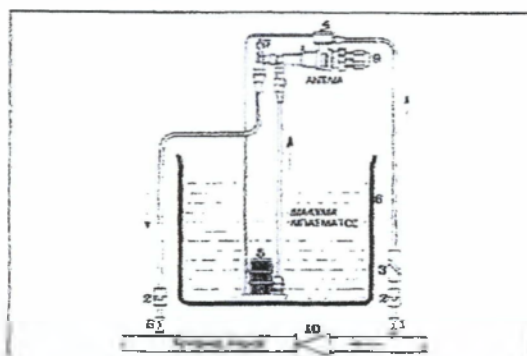
2. Υδραυλικές αντλίες. Στις αντλίες του τύπου αυτού πηγή ενέργειας είναι η υδραυλική. Η πίεση του νερού χρησιμοποιείται κατά διάφορους τρόπους για την κίνηση κάποιου υδραυλικού κινητήρα, ο οποίος στη συνέχεια ενεργοποιεί μια αντλία η οποία αναρροφά το λιπαντικό διάλυμα μέσα από κάποιο ανοιχτό δοχείο 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 διαλύσια από την ποσότητα του αναρροφούμενου λιπαντικού διαλύματος αναλώνεται για την κίνηση του υδραυλικού κινητήρα (επκ. 4.2.2.2.α.). Το νερό αυτό δεν είναι εύκολο να επιστραφεί στην πηγή ή να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα κατ'άλλο τρόπο και από-τελεί, ιδίως για περιοχές με περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού, ένα στοιχείο που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

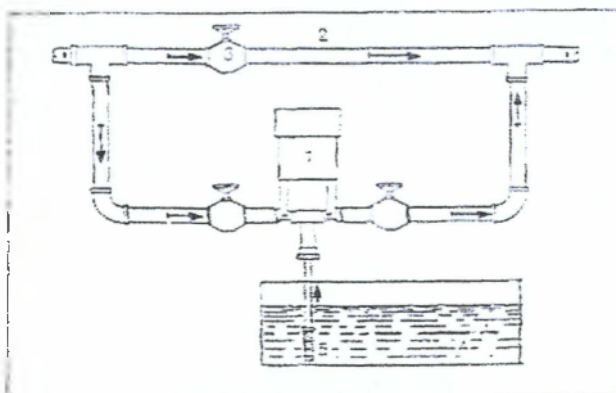
Στην περίπτωση της διαφορικής πίεσης δεν αναλώνεται νερό αλλά δημιουργείται μια διαφορά πίεσης στην κύρια γραμμή του δικτύου, η οποία επιτρέπει να κινηθεί μια ποσότητα νερού μέσω μιας παράλληλης (by pass) σύνδεσης, που τελικά αυτή κινεί το έμβολο του

υδραυλικού κινητήρα (επκ. 4.2.2.2.β).



Σχηματική παράσταση συνδεσμολογίας υδραυλικής αντλίας κατανάλωσης νερού: 1. θάνα τροφοδοσίας υδραυλικού κινητήρα 2. θάκος 3. 4. αυτοματός διακόπτης 5. κινητήρας αντλίας 6. θάκος λιπαν- σης 7. βαλβίδα πλάσματος 8. θάνα έγχυσης λιπανματος 9. σφραγισμός 10. βαλβίδα αντεπιστροφής

Εικόνα 4.2.2.α



Σχηματική παράσταση συνδεσμολογίας υδραυλικής αντλίας με διαφορά πίεσης: 1. αντλία 2. κύρια γραμμή δικτύου 3. θάνα για δημιουργία διαφοράς πίεσης 4. λιπαντικό θάκος 5. φίλτρο

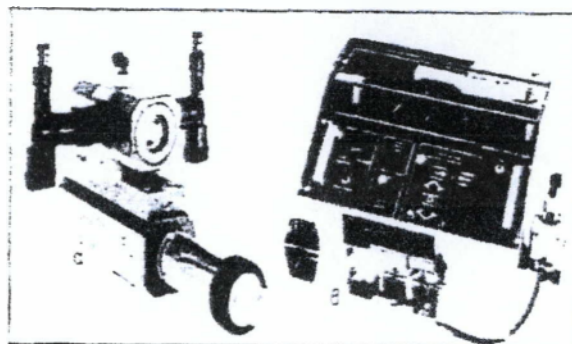
Εικόνα 4.2.2.β

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.

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 (επκ. 4.2.2.2.γ.), εξασφαλίζουν σταθερή αναλογική έγχυση του λιπαντικού διαλύματος στο νερό του δακτύου.

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



Μηχανισμοί που συνδέονται με μηχανικές ή υδραυλικές αντλίες για την επίτευξη αναλογικής λίπανσης. α) υδραυλικός, β) ηλεκτρικός.

Εκτίνα 4.2.2.2.γ

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 περιπτώσεις ανθοκηπευτικών καλλιεργειών ή στις περιπτώσεις διαφυλλικών ψεκασμών για λίπανση, φυτοπροστασία σε υδρονεφώσεις κ.λπ. 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
- Οι ηλεκτρονικές αναλογικές αντλίες επιτυγχάνουν την αναλογική χορήγηση μέσω μιας γεννήτριας παλμών, 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

4.3. Χρησιμοποιούμενα λιπάσματα στην υδρολίπανση

Η υδρολίπανση μας επιτρέπει την τροφοδότηση των στοιχείων στην καλλιέργεια στο στάδιο ανάπτυξης που θα είναι πιθανά πιο αφομοιώσιμα. Συνήθως ξεκινάει στα πρώτα στάδια ανάπτυξης με τη χορήγηση μειωμένων δόσεων θρεπτικών στοιχείων. Αυτές οι δόσεις αυξάνουν βαθμιαία με το προχώρημα της ανάπτυξης της καλλιέργειας. Η υδρολίπανση διακόπτεται ή μειώνεται αισθητά όταν πλησιάζει η συλλογή.

Τα λιπάσματα που χορηγούνται μέσω της υδρολίπανσης θα πρέπει να είναι κατάλληλα για αυτή τη τεχνική εφαρμογής. Η αγορά συστήνει αρκετά σκευάσματα από αυτά: υγρά έτοιμα προς χρήση, που να μην παρουσιάζουν προβλήματα διαλυτότητας, και στερεά (σκόνη) υδατοδιαλυτά, εύκολα στη μεταφορά και στην αποθήκευση σε σχέση με τα υγρά λιπάσματα, αλλά και χαρακτηριζόμενα από μικρότερο κόστος και μεγαλύτερο τίτλο.

Κατά την επιλογή του λιπάσματος λαμβάνονται υπόψη ορισμένες παράμετροι που αφορούν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και οι οποίες δημιουργούν τις προϋποθέσεις αποφυγής λαθών, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα του συστήματος και τα παραγωγικά αποτελέσματα της καλλιέργειας. Η βασικότερη από αυτές τις παραμέτρους είναι η διαλυτότητα, η οποία αντιπροσωπεύεται από το μέγιστο ποσοστό λιπάσματος, που μπορεί να διαλυθεί σε ένα συγκεκριμένο όγκο νερού. Στις συσκευασίες αναφέρεται σε g/Li νερού, ή σε ποσοστό. Οι ενδείξεις αυτές θα πρέπει να συμπληρώνονται με σχετικές πληροφορίες που αφορούν τη θερμοκρασία (ή διάφορες θερμοκρασίες) του νερού. Η προσπάθεια να διαλυθούν πάρα πολλά λιπάσματα συγχρόνως ή σε μεγάλες ποσότητες στην αποθηκευτική δεξαμενή, είναι πολύ πιθανό να δημιουργήσει ιζήματα επικίνδυνα και εμφράξεις στους σταλάκτες.

4.3.1. Αζωτούχος υδρολίπανση

Είναι η πιο δοκιμασμένη στην πράξη μορφή υδρολίπανσης με τα πιο εντυπωσιακά αποτελέσματα γιατί η ανταπόκριση των φυτών είναι ταχύτερη.

Έρευνες στο Πανεπιστήμιο της Φλόριδας έδειξαν ότι τα αποτελέσματα της αζωτούχου λίπανσης είναι καλύτερα, όταν γίνεται με κάθε άρδευση και όχι, όπως πιστεύουμε ως τώρα, κάθε 2 ή 3 αρδεύσεις. Σ' αυτό δεν τίθεται οικονομικός περιορισμός, γιατί το κόστος της υδρολίπανσης δεν προσανξάνει το κόστος της άρδευσης.

Προκειμένου να επιλέξει κανείς την πηγή του αζώτου πρέπει:

- Να ενημερωθεί ως προς την καταλληλότητα της και να αποκλείσει τα μη συνιστώμενα σκευάσματα.

- Να δοκιμάσει τον επιλεγμένο τύπο λιπάσματος σε ένα μικρό τμήμα ώστε να διαπιστωθεί η καταλληλότητα του στην πράξη.

- Ουρία και UAN-32 (ουρικό νιτρικό αμμώνιο)

Υγρό, το πιο συνηθισμένο αζωτούχο λίπασμα στην άρδευση με σταγόνες με 46% και 32% άζωτο αντίστοιχα, είναι ασφαλές στη χρήση, ενώ προκαλεί μικρή αλλαγή του pH. Η περιεχόμενη αμμωνία μειώνει την τοξικότητα του χλωρίου.

- Νιτρική αμμωνία

Στερεό, σχετικά ασφαλές στη χρήση, έχει συχνά επικάλυψη για την αποφυγή συσσωματωμάτων, άρα απαιτεί προδιάλυση, περιέχει 34% άζωτο και επειδή αφήνει κατάλοιπα θέλει οπωσδήποτε φιλτράρισμα.

- Ασβεστούχος νιτρική αμμωνία Στερεό, σύνθετες στην Ευρώπη, δε συνιστάται στα δίκτυα μικρής παροχής λόγω της αργίλου και της άσβεστου που περιέχει.

- Θεική αμμωνία

Στερεό, περιέχει 21% άζωτο και 24% θείο, διαλυτό αλλά πολλές φορές κατακρημνίζει ίζημα, χρήσιμο σε επεμβάσεις επί του pH.

- Πολυθεική αμμωνία

Υγρό, χρησιμοποιείται κυρίως ως πηγή θείου, δε συνιστάται στα δίκτυα σταγόνων.

- Άνυδρο αμμώνιο

Συμπιεσμένο σε υγρή μορφή, εξαερώνεται στην κανονική (ατμοσφαιρική πίεση). Δε συνιστάται γιατί αυξάνοντας την τιμή του pH μπορεί να οδηγήσει σε κατακρημνίσεις ιζημάτων ασβεστίου, μαγνησίου και φωσφόρου, συγκεκριμένα σε νερά με υψηλό ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου. Έχει φθοροποιό δράση σε ορισμένα εξαρτήματα των δικτύων άρδευσης.

- Υγρή αμμωνία

Υγρό που προέρχεται από τη διάλυση άνυδρου αμμωνίου σε νερό. Διατίθεται στην αγορά σαν υγρό αζωτούχο λίπασμα, με περιεκτικότητα 20% σε άζωτο. Ως προς την καταλληλότητα, έχει αυτήν του άνυδρου αμμωνίου.

- Νιτρικό ασβέστιο

Στερεό, περιέχει 15,5% άζωτο, προέρχεται από τη νιτρική αμμωνία, είναι διαλυτό, θέλει προσοχή στην ιζηματοποίηση, διαφοροποιεί το pH.

- Διάλυμα νιτρικού ασβεστίου Υγρό, γνωστό σαν CAN-17, περιέχει

17% άζωτο, χρησιμοποιείται στα δίκτυα σταγόνων σαν πηγή αζώτου και ασβεστίου, διαφοροποιεί το pH.

- Νιτρικό κάλι

Στερεό, χρησιμοποιείται σαν πηγή ταυτόχρονα αζώτου (13%) και καλίου, Κατάλληλο για τα δίκτυα μικρών παροχών

- Νιτρικό νάτριο

Στερεό, περιέχει 16% άζωτο, είναι διαλυτό, συνιστάται με επιφύλαξη λόγω I της τοξικότητας του νατρίου στα φυτά.

- Φωσφορική αμμωνία

Στερεό, με ελάχιστη διαλυτότητα, δε συνιστάται.

4.3.2. Φωσφορική υδρολίπανση

Ο εδαφικός φώσφορος δεν είναι ευκίνητος ώστε να προσλαμβάνεται εύκολο από τα φυτά γι' αυτό είναι επιθυμητή η διοχέτευση φωσφόρου στα συστήματα μικρών παροχών, επειδή ο σιολάκτης βρίσκεται πολύ κοντά στο ριζικό σύστημα.

Εντούτοις υπάρχουν πολλά αρνητικά στη χρήση, λόγω των εμφράξεων που προκαλούν τα στερεά φωσφορικά λιπάσματα. Η έρευνα έχει αποδείξει ότι συμβαίνουν χημικές αντιδράσεις μεταξύ των φωσφορικών αλάτων και του αρδευτικού νερού, επομένως πρέπει να είναι γνωστή η σύνθεση του λιπάσματος και η ποιότητα του νερού.

Γενικά η διοχέτευση στερεών φωσφορικών λιπασμάτων δε συνιστάται. Η έγχυση πολυφωσφορικών αμμωνιακών αλάτων σε νερά με υψηλό ποσοστό ασβεστίου και μαγνησίου καταλήγει σχεδόν πάντα στο σχηματισμό ιζημάτων φωσφορικού ασβεστίου και φωσφορικού μαγνησίου που είναι δυσδιάλυτα. Το ίδιο μπορεί να συμβεί αν εγχυθεί φωσφορικό οξύ.

Ο σχηματισμός των πιο πάνω ενώσεων μπορεί να μειωθεί σημαντικά αν το αρδευτικό νερό γίνει αρκετά όξινο, με την αύξηση της ποσότητας του φωσφορικού οξέος ή την προσθήκη θεικού οξέος, ώστε το pH να έλθει στο 6. Είναι απαραίτητο επομένως στον εξοπλισμό ένα πεχάμετρο για την παρακολούθηση της οξύτητας του νερού. Φυσικά αυτό θα γίνεται από πεπειραμένο άτομο, γιατί κάθε λάθος θα καταλήξει σε σοβαρές ζημιές του αρδευτικού συστήματος και των φυτών.

Εάν το νερό έχει πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο και ανθρακικό μαγνήσιο, το φωσφορικό οξύ θα πρέπει να διοχετεύεται πάντα σε συνδυασμό με θεικό. Αυτό σημαίνει ότι τα δύο οξέα θα εγχέονται από δύο διαφορετικά στόμια

έγχυσης. Επειδή εδώ χρειάζονται κάποιες γνώσεις χημείας, θα πρέπει να κληθούν ειδικευμένα άτομα που θα δώσουν ασφαλείς κατευθυνθείς.

Συνιστώνται μόνο τα υγρά φωσφορικά λιπάσματα που έχουν σαν βάση το φωσφορικό οξύ, ενώ τα στερεά αποκλείονται γιατί έχουν σαν βάση το πεντοξείδιο του φωσφόρου που είναι αδιάλυτο.

- Λευκό φωσφορικό οξύ

Στην πραγματικότητα είναι περισσότερο διαυγές παρά λευκό. Είναι ο καθαρότερος τύπος φωσφορικού οξέος.

- Πράσινο φωσφορικό οξύ

Ποικίλλουν οι ποσότητες ξένων ουσιών που περιέχει, γι' αυτό ελέγχεται η καθαρότητα του πριν χρησιμοποιηθεί, ώστε να αποφευχθούν οι εμφράξεις.

- Συνδυασμός φωσφορικού και θεικού οξέος

Μια από τις πιο διαδεδομένες πηγές φωσφόρου.

4.3.3. Υδρολίπανση καλίου

Επειδή και το κάλι στο έδαφος είναι δυσκίνητο, τα φυτά ανταποκρίνονται άμεσα στην καλιούχο υδρολίπανση. Το μόνο πρόβλημα που μπορεί να προκύψει με τα καλιούχα λιπάσματα είναι εάν δεν αναμειχθούν σωστά τα υπόλοιπα. Για να μην προκύψουν λοιπόν καθιζήσεις πρέπει να διοχετεύονται ανεξάρτητα.

Οι κυριότερες πηγές καλίου είναι οι εξής:

- Χλωριούχο κάλι

Είναι η πιο δημοφιλής μορφή παρά το ότι κάποιες καλλιέργειες είναι ευαίσθητες στο χλώριο και μπορεί να υπάρξουν προβλήματα τοξικότητας. Προτιμότερο λοιπόν να δίνονται οι υπόλοιποι τύποι.

- Θεικό κάλι
- Νιτρικό κάλι
- Φωσφορικό κάλι
- Σύμπλοκο θεικό κάλιο - μαγνήσιο.

Όλες οι μορφές είναι διαλυτές χωρίς κανένα πρόβλημα εμφράξεων πλην του φωσφορικού καλίου.

4.3.4. Υδρολίπανση ασβεστίου, μαγνησίου και θείου

Οι συνήθεις πηγές ασβεστίου, μαγνησίου και θείου, καθώς και η καταλληλότητα τους να χρησιμοποιηθούν σε δίκτυα μικρών παροχών, δίνονται παρακάτω:

- Νιτρικά άλατα του ασβεστίου Έχουν υψηλή διαλυτότητα όταν χορηγούνται μεμονωμένα, δε δημιουργούν εμφράξεις.

- Νιτρικά άλατα του μαγνησίου

Ίδια χαρακτηριστικά με του ασβεστίου.

- Άλατα θειικού ασβεστίου (γύψος) και θειικού μαγνησίου (άλατα Epson)

Έχουν περιορισμένη διαλυτότητα.

- Άλατα χλωριούχου ασβεστίου και χλωριούχου μαγνησίου

Έχουν υψηλή διαλυτότητα, χωρίς προβλήματα εμφράξεων, όμως τα ιόντα χλωρίου σε ευαίσθητες καλλιέργειες δημιουργούν τοξικότητα.

- Χημικές ενώσεις ασβεστίου και μαγνησίου

Οι περισσότερες είναι ευδιάλυτες, αλλά για μεγαλύτερη ασφάλεια να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή.

4.3.5. Υδρολίπανση ιχνοστοιχείων

Η διοχέτευση σ' ένα αρδευτικό σύστημα μπορεί να γίνει με μεγάλη επιτυχία. Προβλήματα παρουσιάζονται μόνο όταν οι καλλιεργητές ετοιμάζουν μείγματα από πολλά ιχνοστοιχεία στις δεξαμενές αποθήκευσης, όπου παρουσιάζονται τότε ιζήματα. Σημαντικό είναι το ότι τα ιχνοστοιχεία που προορίζονται για μια καλλιέργεια ευνοούν τη θρέψη οποιουδήποτε οργανισμού ζει στο σύστημα σταγόνων οπότε μπορεί να συμβούν εμφράξεις από άλγη ή βακτήρια. Είναι απαραίτητο να γίνεται πριν την παρασκευή ενός συνδυασμού ιχνοστοιχείων στη δεξαμενή, δοκιμή σε διαφανές δοχείο.

Οι κυριότερες πηγές ιχνοστοιχείων είναι οι εξής:

- Χημικές ενώσεις σιδήρου, ψευδαργύρου, μαγγανίου και χαλκού

Οι χημικές ενώσεις είναι οργανικές, όπου ένα μεταλλικό ιόν συνδέεται πολύ ισχυρά, ώστε να είναι δύσκολη η δημιουργία ιζημάτων σε συνηθισμένο περιβάλλον. Υπάρχουν σε φυσική κατάσταση ή προκύπτουν συνθετικά στα εργαστήρια. Η επιλογή γίνεται με βάση το περιβάλλον στο οποίο υπάρχει το συγκεκριμένο ιχνοστοιχείο στο έδαφος. Οι περισσότερες χημικές ενώσεις είναι ευδιάλυτες και δε δημιουργούν εμφράξεις.

Συνδυασμοί ιχνοστοιχείων και μακροστοιχείων ίσως να δημιουργήσουν προβλήματα, γι' αυτό καλύτερα να συζητηθεί το θέμα με κάποιον έμπειρο στη χρήση τους, καθόσον υπάρχει ποικιλία τεράστια τέτοιων συνδυασμών.

- Θεικά άλατα σιδήρου, ψευδαργύρου, μαγγανίου και χαλκού

Διαφέρουν ως προς τη διαλυτότητα ανάλογα με τη μέθοδο παρασκευής τους.

- Χλωριούχα άλατα σιδήρου, ψευδαργύρου, μαγγανίου και χαλκού.

Διαφέρουν μεταξύ τους στη διαλυτότητα που εξαρτάται με τίνος μετάλλου κατιόν ενώθηκε το ανιόν του χλωρίου. Πάντως είναι αρκετά ευδιάλυτα ώστε να επιτρέπεται η χρήση τους στην υδρολίπανση.

Επειδή εφαρμόζονται σε πολύ μικρές δόσεις, δε δημιουργούν προβλήματα τοξικότητας χλωρίου στις καλλιέργειες. Το να χρησιμοποιεί κανείς ανόργανα άλατα μετά την εφαρμογή χημικών ενώσεων, δίνει καλύτερο αποτέλεσμα, αρκεί να γίνει από κάποιο ειδικό στη γονιμότητα του εδάφους και στη θρέψη των φυτών, ένεκα της πολύπλοκης φυσιολογίας των φυτών που αρδεύονται με σταγόνες.

- Βόριο

Η πιο κοινή πηγή βορίου είναι η ανόργανη ένωση που λέγεται τετραβοριούχο νάτριο. Είναι σχετικά διαλυτή στο νερό. Παρά το ότι χορηγείται σε μικρές ποσότητες, η μεγάλη τοξικότητα του βορίου επιβάλλει προσοχή στη χρήση του.

- Μολυβδαίνιο

Το μολυβδαινιούχο νάτριο και αμμώνιο είναι οι πιο συνηθισμένες μορφές του. Και οι δύο είναι ανόργανες ενώσεις, διαλυτές και δεν προκαλούν εμφράξεις.

4.3.6. Συνδυασμοί λιπασμάτων

Η ανάγκη για σταθερούς ρυθμούς λίπανσης υπαγορεύεται από:

- τις ανάγκες της καλλιέργειας κατά τη φάση της ανάπτυξης και
- την ικανότητα του εδάφους (σαν μέσου ανάπτυξης) να τις ικανοποιήσει.

Σπάνια ένα μόνο θρεπτικό στοιχείο θα χρειαστεί να δοθεί μέσω ενός δικτύου σταγόνων. Συνήθως η ιδανική ανάπτυξη της καλλιέργειας, ώστε να δώσει το μεγαλύτερο κέρδος απαιτεί την προσθήκη περισσότερων στοιχείων και μάλιστα τα πιο πολλά από αυτά θα πρέπει να δοθούν την ίδια χρονική περίοδο.

Ένα μείγμα από διάφορα λιπάσματα που ικανοποιεί έναν αριθμό αναγκών ονομάζεται «συνδυασμός λιπασμάτων».

- Συνδυασμοί λιπασμάτων και εμφράξεις

Προηγούμενα αναπτύχθηκαν διάφορες πηγές θρεπτικών στοιχείων. Άλλες περιγράφηκαν σαν τύποι λιπασμάτων που προκαλούν προβλήματα, ενώ άλλες δίνουν μεγάλο ποσοστό ασφαλείας όταν χρησιμοποιούνται μεμονωμένα.

Τα πιθανά προβλήματα αυξάνονται όταν γίνεται ανάμειξη των λιπασμάτων γιατί μεταξύ τους δεν υπάρχει πάντα συμβατότητα. Πρόβλεψη δεν μπορεί να γίνει, λόγω της μεγάλης ποικιλίας της αγοράς λιπασμάτων.

Άλλωστε, οι συνδυασμοί αποτελούν ιδιαίτερη επιστήμη και πολύ συχνά καλλιεργητές που προσπάθησαν να αυτοσχεδιάσουν, έλαθαν ζημιές στο αρδευτικό και στην καλλιέργεια τους.

Σήμερα στις ΗΠΑ υπάρχουν προϊόντα συνήθως υγρά που συνδυάζουν πολλαπλή χρησιμότητα, δηλαδή παρέχουν το βασικά θρεπτικά στοιχεία, περιέχουν βελτιωτικά του εδάφους, καταστρέφουν τις οργανικές εναποθέσεις (άλγη, βακτήρια) και διαλύουν τα ιζήματα, ενώ παράλληλα είναι συμβατά με τα περισσότερα υγρά λιπάσματα και εντομοκτόνα-μυκητοκτόνα.

Δοκιμή του συνδυασμού

Ο παραγωγός είτε φτιάξει το συνδυασμό από δικά του λιπάσματα, είτε τον αγοράσει έτοιμο από το εμπόριο, πρέπει πάντα να ελέγχει τη συμβατότητα με:

- το νερό της πηγής του αρδευτικού συστήματος,
- οτιδήποτε άλλο διοχετεύει συγχρόνως, π.χ. εντομοκτόνα - μυκητοκτόνα.

Ένας σχετικά απλός έλεγχος της συμβατότητας είναι η δοκιμή σε διαφανές δοχείο όπου:

α) Πρώτα ελέγχονται οι συνδυασμοί με 100% ανάμειξη των στοιχείων τους και κατόπιν στην αναλογία με νερό (αραίωση) που θα ακολουθήσει η υδρολίπανση.

β) Παραμένουν οι συνδυασμοί αυτό τουλάχιστον 12 ώρες ή ακόμη περισσότερο αν προβλέπεται μακρά περίοδος αποθήκευσης.

γ) Προσεκτικά παρατηρείται ο πυθμένας για πιθανή ύπαρξη ιζήματος, οπότε ο συνδυασμός πρέπει να απόφεινεται.

Ο χρόνος της υδρολίπανσης

Το ακόλουθο παράδειγμα δείχνει πως υπολογίζεται η χρονική διάρκεια μιας υδρολίπανσης:

Ας υποθέσουμε ότι σε ένα θερμοκηπίου 1 στρέμματος έχουν τοποθετηθεί 1.800 σταλακτήρες παροχής 4 Lt/h. Η χωρητικότητα του δοχείου λιπάσματος είναι 6 Lt και αυτή η ποσότητα θα πρέπει να αναμειχθεί με 4.000 Lt νερού. Η διάρκεια εφαρμογής είναι: $4.000 \text{ Lt} - (1.800 * 4 \text{ Lt/h}) * 60 = 33,33 \text{ min}$. Για να ολοκληρωθεί η λίπανση σε

33 λεπτά πρέπει να δημιουργηθεί η κατάλληλη διαφορά πίεσης με τη βάνα στραγγαλισμού και υπολογίζεται εμπειρικά (ύστερα από ορισμένες υδρολίπανσεις).

4.4. Συμπεριφορά λιπαντικών στοιχείων κατά την υδρολίπανση

Η εφαρμογή των λιπαντικών στοιχείων, με μορφή υγρών ή στερεών λιπασμάτων, μέσω του νερού της άρδευσης, παρουσιάζει οπωσδήποτε διάφορες ιδιομορφίες, με θετικές ή αρνητικές επιδράσεις, τόσο στη λειτουργία του δικτύου, όσο και στο βαθμό αξιοποίησης των λιπαντικών στοιχείων από μέρους των φυτών.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται διάφορες απόψεις και σχόλια όσον αφορά τη συμπεριφορά των κυριότερων λιπαντικών στοιχείων κατά την υδρολίπανση.

4.4.1. Υδρολίπανση με αζωτούχα λιπάσματα

Το άζωτο (N) που αποτελεί ένα από τα κυριότερα στοιχεία της θρέψης των φυτών υπάρχει συχνά σε περιορισμένες ποσότητες στο έδαφος λόγω του ότι οι διάφορες μορφές του εκπλύνονται ή εξατμίζονται ή δεσμεύονται εύκολα από τα ανόργανα συστατικά του εδάφους.

Κυριότερα είδη αζωτούχων λιπασμάτων είναι η άνυδρη αμμωνία, η ουρία, η θειική ουρία, η αμμωνιοτρική ουρία, η θειική αμμωνία, η υγρή αμμωνία, η φωσφορική αμμωνία, η νιτρική αμμωνία και το νιτρικό ασβέστιο.

Η εισαγωγή άνυδρης ή υγρής αμμωνίας μέσα στο νερό της άρδευσης προκαλεί μια αύξηση του pH, η οποία οδηγεί στην κατακρήμνιση ασβεστίου, μαγνησίου και φωσφόρου ή στο σχηματισμό μαγνησιο-αμμωνιο-φωσφορικών συμπλοκών τα οποία είναι αδιάλυτα. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να είναι αρκετά σοβαρό αν υπάρχει παρουσία δισανθρακικών στο νερό της άρδευσης (Rolston et al., 1979). Αντίθετα η νιτρική αμμωνία (NH_4NO_3) προκαλεί μια σημαντική μείωση στο εδαφικό pH και μια αξιόλογη αύξηση στο διαλυτό αλουμίνιο του εδάφους (Edwards et al., 1982). Μια μείωση στο εδαφικό pH κοντά σε σταλακτήρες βρέθηκε επίσης όταν άνυδρη αμμωνία εφαρμόστηκε μέσω ενός συστήματος υποεπιφανειακής άρδευσης (Mitchell, 1981).

Τα νιτρικά άλατα, όπως νιτρικό κάλιο ή νιτρικό ασβέστιο, είναι σχετικά διαλυτά στο νερό και προκαλούν μια μικρή μόνο μεταβολή στο pH του εδαφικού νερού.

Η φωσφορική αμμωνία εισαγόμενη στο δίκτυο είναι πολύ πιθανό να προκαλέσει σοβαρά φραξίματα, γιατί αν υπάρχουν στο νερό ασβέστιο και μαγνήσιο, ο φώσφορος σχηματίζει μαζί τους ιζήματα. Άλλα αζωτούχα άλατα γενικά παίζουν ασήμαντο ρόλο όσον αφορά τα φραξίματα ή τη μεταβολή του pH.

Η ουρία αποτελεί μια μορφή αζώτου πολύ κατάλληλη για χρήση στα συστήματα με σταγόνες γιατί έχει υψηλό βαθμό διαλυτότητας και δεν αντιδρά με το νερό για να

σχηματίζει ιόντα, όταν δεν υπάρχει το ένζυμο ουρεάση. Το ένζυμο αυτό οπωσδήποτε βρίσκεται συχνά σε νερά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες αλγών ή άλλων μικροοργανισμών και γι' αυτό στα νερά αυτά η ουρία υδρολύεται σε αμμωνιακά ιόντα.

Οι αντιδράσεις των αζωτούχων λιπασμάτων διαφέρουν όχι μόνο ανάλογα με την ποιότητα του νερού άρδευσης, αλλά και ανάλογα με το έδαφος. Γι' αυτό κατά την επιλογή ενός αζωτούχου λιπάσματος θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τόσο τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού όσο και οι συνθήκες του εδάφους.

Το άζωτο υπό αμμωνιακή μορφή όταν εφαρμόζεται με υδρολίπανση σε χαμηλές δόσεις προσροφάται στα κολλοειδή του εδάφους και έτσι κινείται ελάχιστα από το σημείο εφαρμογής του. Όταν όμως

εφαρμόζεται με υψηλές δόσεις μπορεί να υπερκαλύψει την εναλλακτική ικανότητα των κολλοειδών του εδάφους και να κινηθεί έτσι σε μεγαλύτερα βάθη και αποστάσεις.

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

Η εφαρμογή αμμωνιακών λιπασμάτων στην επιφάνεια του εδάφους, μπορεί να συντελέσει σε κάποιες απώλειες λόγω εξάτμισης στην ατμόσφαιρα, ιδιαίτερα όταν το pH του εδάφους ή του νερού της άρδευσης είναι μεγαλύτερο από 7. Οι απώλειες αυτές είναι τόσο μεγαλύτερες όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια εφαρμογής. Επομένως η εφαρμογή αμμωνιακών λιπασμάτων σ' ένα χώρο κάτω από το σταλακτήρα με διάμετρο όχι μεγαλύτερη από 20-30 cm περιορίζει τις απώλειες εξάτμισης, αλλά και τις δυνατότητες για εκτεταμένη προσρόφηση των αμμωνιακών ιόντων στα επιφανειακά στρώματα.

Η ουρία που είναι σχετικά ευδιάλυτη και δεν προσροφάται ισχυρά από τα κολλοειδή του εδάφους, μπορεί να κινηθεί βαθύτερα στο έδαφος απ' ό,τι τα αμμωνιακά λιπάσματα. Έτσι παρουσιάζει μικρότερες πιθανότητες για εξάτμιση και επιτρέπει μια μεγαλύτερη ευελιξία για την κατανομή της σε επιθυμητά σημεία διαμέσου του νερού της άρδευσης. Η υψηλή διαλυτότητα της ουρίας προσφέρει ένα

ακόμη πλεονέκτημα γιατί επιτρέπει την εύκολη χρήση της, υπό υγρή ή στερεά μορφή, μέσω του συστήματος υδρολίπανσης.

Τα νιτρικά αζωτούχα (Goldberg et al., 1971) κινούνται μαζί με το νερό και φτάνουν μέχρι τα σημεία που φτάνει και αυτό. Όταν επομένως εφαρμόζονται υπερβολικές ποσότητες νερού τα νιτρικά λιπάσματα κινδυνεύουν να εκπλυθούν βαθύτερα από το ριζόστρωμα της καλλιέργειας.

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

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

4.4.2. Υδρολίπανση με φωσφορούχα λιπάσματα

Το πυκνό υπερφωσφορικό (0-45-0) είναι (Keller et al., 1974) μέτρια μόνο υδατοδιαλυτό και, κατά συνέπεια, ως τέτοιο πρέπει να θεωρείται κατά την υδρολίπανση. Η διαλυτότητα του λιπάσματος αυτού είναι περιορισμένη λόγω του ότι το φωσφορικό μονασβέστιο, που είναι το κύριο συστατικό του, μετατρέπεται με το νερό σε φωσφορικό διασβέστιο το οποίο είναι πολύ αδιάλυτο στο νερό. Η ιδιότητα του αυτή, ενώ δεν επηρεάζει την καταλληλότητα του για την ικανοποίηση των αναγκών των φυτών, το κάνει ακατάλληλο για υδρολίπανση αφού τα ιζήματα φωσφορικού ασβεστίου αποτελούν σοβαρή αιτία Φραξιμάτων στα φίλτρα και στους σταλακτήρες. Εάν η χρήση υπερφωσφορικού λιπάσματος είναι επιβεβλημένη, είναι (Branson et al., 1974) προτιμότερο η εφαρμογή να γίνει με διασπορά κάτω από τους σταλακτήρες παρά με υδρολίπανση μέσω του συστήματος άρδευσης.

Τα διάφορα είδη φωσφορικής αμμωνίας, που χρησιμοποιούνται για φωσφορικές και νιτρικές λιπάνσεις, όπως η θειοφωσφορική αμμωνία (16-20-0), το φωσφορικό μοναμμώνιο (11-48-0) και το Φωσφορικό διαμμώνιο (16-46-0), είναι πολύ υδατοδιαλυτά και κατά συνέπεια καταλληλότερα για υδρολιπάνσεις.

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

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

Ένα σκεύασμα οργανικού φωσφόρου, η φωσφορική γλυκερίνη, όταν εφαρμόστηκε σε σχετικά πειράματα (Rolston et al., 1974) διαμέσου του νερού του δικτύου της άρδευσης, έδειξε ότι κινήθηκε 12-13 cm σ' ένα αργιλοπηλώδες έδαφος. Στο ίδιο έδαφος σκεύασμα ανόργανου φωσφόρου κινήθηκε λιγότερο από 2 cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Αρκετή ποσότητα από το φώσφορο που κινήθηκε σε βάθος κάτω από 5 cm, ως φωσφορική γλυκερίνη, αξιοποιήθηκε από φυτά τομάτας και έδωσε αξιοσημείωτη αύξηση της ξηράς ουσίας απ' ό,τι έδωσε η εφαρμογή ανόργανου φωσφόρου. Η χρήση σκευασμάτων οργανικού φωσφόρου με υδρολίπανση, μέσω συστημάτων τοπικής άρδευσης, φαίνεται ότι μπορεί να αποτελέσει μια καλή εναλλακτική λύση στα προβλήματα που παρουσιάζει η χρήση των ελαφρώς διαλυτών σκευασμάτων ανόργανου φωσφόρου.

Εξάλλου τελευταία διατίθενται στο εμπόριο διάφορα σκευάσματα, μείγματα N, P και K που θεωρούνται πολύ ευδιάλυτα και περιορίζουν τους κινδύνους φραξίματος. Η ικανότητα τους να περιορίζουν τους κινδύνους φραξίματος βασίζεται στη μείωση του pH του διαλύματος εφαρμογής σε τέτοιο βαθμό, ώστε η κατακρήμνιση στερεών να είναι περιορισμένη. Σχετικά πειράματα (Grobbelaar et al., 1974) με τέτοια σκευάσματα, έδειξαν ότι δεν προκλήθηκαν φραξίματα, όταν εφαρμόστηκε μέσω συστήματος στάγδην μια ποσότητα σκευασμάτων ίση προς τις ολικές ανάγκες 11 ετών. Επίσης, εφαρμογή μέσω συστήματος στάγδην ενός τέτοιου σκευάσματος (13,7-4,5-22,8) σε αναλογία 220 kg/στρ., αύξησε την ποσότητα του περιεχομένου στο έδαφος P και K κατά 24% και 41% αντίστοιχα, σε βάθος 0-30 cm και κατά 54% και 73% αντίστοιχα, σε βάθος 30-60 cm.

4.4.3. Υδρολίπανση με καλιούχα λιπάσματα

Η εφαρμογή του καλίου με υδρολίπανση δε φαίνεται να παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα. Όσον αφορά την πρόκληση φραξμάτων στους σταλακτήρες το οξείδιο του καλίου είναι αρκετά ευδιάλυτο και δε φαίνεται να δημιουργεί κινδύνους.

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

Αν και πολλά εδάφη περιέχουν γενικά μεγάλα ποσά K πρέπει να υπολογίζεται ότι ένα μεγάλο μέρος του K αυτού, περίπου 90%, δεν είναι διαθέσιμο στα φυτά, ένα μέρος περίπου 8% διατίθεται με πολύ αργό ρυθμό και μόνο ένα μέρος περίπου 2% είναι εύκολα διαθέσιμο. Το διαθέσιμο K βρίσκεται κυρίως στα επιφανειακά στρώματα και μειώνεται όσο αυξάνεται το βάθος. Αυτό οφείλεται στο ότι το K είναι μέρος της οργανικής ύλης και στο ότι εκπλύνεται από τα οργανικά υπολείμματα κατά τις φυσικές διεργασίες ανάπτυξης του εδάφους. Όπου το έδαφος κατεργάζεται ή ισοπεδώνεται οι επιφάνειες που μένουν μετά την αφαίρεση των επιφανειακών στρωμάτων είναι συνήθως φτωχότερες σε K από εκείνες που δημιουργούνται με μεταφορά των επιφανειακών στρωμάτων.

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

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

επιφάνειας και κατά συνέπεια οι υγροί χώροι με διαθεσιμότητα K, είναι αναλογικά λίγοι.

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

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

4.4.4. Υδρολίπανση με ιχνοστοιχεία

Τα χηλικά και θειικά σκευάσματα των διάφορων ιχνοστοιχείων χρησιμοποιούνται γενικά για διόρθωση των τροφοπενιών των φυτών. Η σύνθεση και η διαλυτότητα των σκευασμάτων αυτών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη χρήση τους. Ο χηλικός σίδηρος και ψευδάργυρος έχουν υψηλή υδατοδιαλυτότητα και δε δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα. Οπωσδήποτε όμως το κόστος τους είναι αρκετά υψηλό και η αποτελεσματικότητά τους για διόρθωση τροφοπενιών, ιδίως σε δενδρώδεις φυτείες με εφαρμογή τους μέσω του δικτύου άρδευσης, δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς.

Ιχνοστοιχεία όπως ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός και το μαγγάνιο μπορούν να αντιδράσουν με διάφορα άλατα που περιέχονται στο νερό της άρδευσης και να συντελέσουν στην κατακρήμνιση ιζημάτων τα οποία μπορούν να προκαλέσουν φραξίματα.

Αρκετά ιχνοστοιχεία μπορούν να εφαρμοστούν υπό μορφή χηλικών σκευασμάτων που είναι αρκετά διαλυτά και επομένως παρουσιάζουν μικρούς κινδύνους για φραξίματα. Προβλήματα έχουν παρατηρηθεί σε περιπτώσεις προσθήκης θειικού ψευδαργύρου. Τόσο τα χηλικά όσο και τα θειικά σκευάσματα των ιχνοστοιχείων μπορούν να προδιαλυθούν και να προστεθούν μετά στο λιπαντήρα υπό υγρή μορφή, οπότε η εφαρμογή τους στο δίκτυο μπορεί να γίνει με σταθερή και ελεγχόμενη αναλογία.

Τα διαθέσιμα ερευνητικά στοιχεία όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των ιχνοστοιχείων, όταν εφαρμόζονται διαμέσου του συστήματος άρδευσης με σταγόνες, είναι αρκετά φτωχά. Γενικά οι φυσιολογικές ανάγκες των φυτών για τα στοιχεία αυτά είναι πολύ μικρές, επειδή όμως προσροφούνται σε μεγάλο βαθμό από το έδαφος η διαθεσιμότητά τους στα φυτά είναι περιορισμένη.

Εφαρμογή χηλικού ψευδαργύρου διαμέσου συστήματος άρδευσης με σταγόνες διαπιστώθηκε ότι επιταχύνει την ανάπτυξη δέντρων *pesca*, με μικρότερο κόστος απ' ό τι οι διαφυλλικές εφαρμογές (Lindsey et al., 1974).

Η έλλειψη ψευδαργύρου σε *avocados* μπορεί να διορθωθεί αποτελεσματικά με έγχυση στο σύστημα άρδευσης με σταγόνες θεικού ψευδαργύρου σε δόσεις 0.15 kg/δέντρο και με κόστος μικρότερο απ' ό τι εκείνο των διαφυλλικών λιπών-σεων (Francis, 1977).

Επειδή τα σκευάσματα ιχνοστοιχείων προσροφούνται ισχυρά στο έδαφος, η συνεχής ή συχνή εφαρμογή τους με μικρές δόσεις σε κάθε άρδευση δεν έχει αξιόλογα πλεονεκτήματα. Στην πράξη επιτυγχάνεται καλύτερη κίνηση και διανομή τους στο έδαφος όταν εφαρμόζονται με μια αλλά αρκετά υψηλή δόση.

Επιλογή λιπασμάτων για υδρολίπανση

Η επιλογή των κατάλληλων λιπαντικών σκευασμάτων για υδρολίπανση θα πρέπει, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, να βασίζεται στη συνεκτίμηση πολλών και ποικίλων παραγόντων.

Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε λιπαντικά στοιχεία είναι ο πρώτος καθοριστικός παράγοντας τουλάχιστον για την επιλογή του είδους των λιπασμάτων. Για τις ανάγκες αυτές θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα πρόσφατα πειραματικά δεδομένα για την υπόψη καλλιέργεια.

Η καταλληλότητα των διάφορων σκευασμάτων είναι ο δεύτερος καθοριστικός παράγοντας της επιλογής. Η καταλληλότητα αυτή θα πρέπει να εξετάζεται από δύο πλευρές: Η μια είναι οι πιθανότητες για φραξίματα από τις αντιδράσεις με τα περιεχόμενα στο νερό στοιχεία και η άλλη, η κινητικότητα του λιπάσματος στο έδαφος που εξαρτάται όχι μόνο απ' αυτό το ίδιο, αλλά και από το ρυθμό εφαρμογής καθώς και το ρυθμό εφαρμογής του νερού και το είδος του εδάφους.

4.5. Απόδοση συστήματος

Η υδρολίπανση συνδέεται στενά με την άρδευση. Ο όγκος νερού που χορηγείται στην άρδευση θα πρέπει να υπολογίζεται κατάλληλα για να αποφεύγονται υπερβολικές χορηγήσεις με αποτέλεσμα την έκλυση των θρεπτικών στοιχείων του λιπάσματος. Ο ορθός προγραμματισμός της άρδευσης μπορεί να γίνει με τη χρήση των τενσιομέτρων στα 15-20cm βάθους κοντά στο ριζικό σύστημα του φυτού, επιδιώκοντας έτσι το υδατικό δυναμικό του εδάφους να διατηρείται στο σημείο της υδατοϊκανότητας του αγρού (10-25cbar). Η άρδευση μπορεί να προγραμματιστεί με

βάση την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ETc) η οποία υπολογίζεται από την εξατμισμό ενός εξατμισόμετρου τάξης A. Η ETc υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$ETc = Eo * Kp * Kc$$

όπου:

Eo αντιπροσωπεύει την εξατμισμό μιας εξατμισομετρικής λεκάνης,

Kp είναι ένας διορθωτικός συντελεστής, ο οποίος επλέγεται με βάση την ταχύτητα του ανέμου, τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας και τη θέση της εξατμισομετρικής λεκάνης και

Kc αντιπροσωπεύει το συντελεστή της καλλιέργειας (Doorendos και Pruit 1984).

Η άρδευση θα πραγματοποιηθεί από τη στιγμή που η εξατμισοδιαπνοή μαζί με το καθαρό της χρήσιμης βροχής θα έχει εξαντλήσει το εύκολα διαθέσιμο για τα φυτά νερό του εδάφους (RFU). Ο όγκος του νερού της άρδευσης που είναι ίσος με το RFU θα πρέπει να αυξάνεται για να εξασφαλίζεται η αποτελεσματικότητα του αρδευτικού συστήματος.

Μια άλλη παράμετρος που θα πρέπει να λάβουμε υπόψη είναι η ομοιομορφία της άρδευσης που εάν είναι κάτω από 75-80% προκαλεί μια ανομοιογενή κατανομή του λιπάσματος στο χωράφι με πιθανή εμφάνιση φαινομένων περίσσειας ή έλλειψης θρεπτικών στοιχείων. Η ομοιομορφία της άρδευσης εξαρτάται από τη μέθοδο άρδευσης και από τα χαρακτηριστικά του εδάφους (δομή, ανάγλυφο του εδάφους)..

Η αρδευτική μέθοδος με υψηλή ομοιομορφία χορήγησης του νερού είναι η μικροάρδευση. Ορισμένες έρευνες απέδειξαν ότι εφαρμόζοντας τη μικροάρδευση μπορούμε, χάρη στην υψηλή αποτελεσματικότητα του συστήματος, να μειώσουμε κατά 25% τις υδατικές ποσότητες που υπολογίζονται με βάση την ETc χωρίς να προκαλέσουμε μειώσεις στην απόδοση της καλλιέργειας (Locascio και Smajstrla, 1989). Σε μερικές καλλιέργειες, όπως είναι η βιομηχανική τομάτα η μείωση των ποσοτήτων νερού, στη διάρκεια της ωρίμασης των καρπών προξενεί και μια περαιτέρω βελτίωση στα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Colla *et al.*, 1999).

5. Όργανα υδρολίπανσης

Όσο οι τεχνικές της άρδευσης εξελίσσονται τόσο εξελίσσεται παράλληλα και η τεχνική της υδρολίπανσης και γενικότερα της εφαρμογής χημικών ουσιών (λιπάσματα, φυτοφάρμακα, ρυθμιστές ανάπτυξης κ.λπ.) μέσω του δικτύου άρδευσης.

Ειδικότερα με την υδρολίπανση επιτυγχάνεται καλύτερη αξιοποίηση των λιπασμάτων με απ' ευθείας χορήγηση των θρεπτικών στοιχείων στην περιοχή της εντονότερης ριζικής δραστηριότητας ή στο φύλλωμα των φυτών. Επιπλέον, όταν η υδρολίπανση γίνεται σωστά εξασφαλίζει καλύτερη ομοιομορφία διανομής του λιπάσματος. Έτσι, η υδρολίπανση θεωρείται σήμερα μέθοδος αποτελεσματική και ιδιαίτερα οικονομική από άποψη κόστους ενέργειας και εργασίας.

Η εφαρμογή χημικών παρασκευασμάτων με την άρδευση, όμως, πρέπει να γίνεται σε συγκεκριμένες και ελεγχόμενες ποσότητες, συγκεντρώσεις και ρυθμούς.

Επίσης, πρέπει να εξετάζεται τυχόν δυσμενής αλληλεπίδραση των παρασκευασμάτων, που μπορεί να μειώνει τη δραστηριότητα τους ή να προκαλεί σχηματισμό ιζημάτων. Για την αποφυγή σχηματισμού ιζημάτων θα πρέπει επίσης να γνωρίζουμε και να μην υπερβαίνουμε τα όρια διαλυτότητας των σκευασμάτων που χρησιμοποιούμε.

Στην πράξη, παρασκευάζεται ένα πυκνό διάλυμα (**μητρικό**), το οποίο διοχετεύεται από το δοχείο στο οποίο βρίσκεται στον κεντρικό αγωγό του δικτύου άρδευσης, όπου και διαμορφώνεται το τελικό διάλυμα που καταλήγει στα φυτά. Η διοχέτευση του μητρικού διαλύματος μπορεί να γίνει είτε με τη χρήση υδρολιπαντήρα είτε με έγχυση στον κεντρικό αγωγό του δικτύου από μια αντλία λιπάνσεως.

Ο υδρολιπαντήρας είναι ένα κλειστό, ανθεκτικό στην πίεση και διάβρωση δοχείο, όπου τοποθετείται το μητρικό διάλυμα. Συνδέεται με τον κεντρικό αγωγό με δύο σωλήνες (σύνδεση bypass).

Λόγω του στραγγαλισμού της ροής του νερού, που επιφέρει μια βάνα (διαφορικής πίεσεως) η οποία τοποθετείται επί του κεντρικού αγωγού και μεταξύ των δύο σωλήνων, μέρος του νερού του δικτύου οδηγείται στον υδρολιπαντήρα από τον πρώτο σωλήνα (είσοδος). Εκεί ανακατεύεται με το διάλυμα και στη συνέχεια διοχετεύεται με συνεχή ροή προς το δίκτυο από το δεύτερο σωλήνα (έξοδος).

Η μέθοδος, αν και απλή, παρουσιάζει πολλά μειονεκτήματα. Κατ' αρχήν η συγκέντρωση του λιπάσματος στο τελικό θρεπτικό διάλυμα που φτάνει στα φυτά δεν παραμένει χρονικά σταθερή, γιατί το λίπασμα αραιώνεται σταδιακά στο λιπαντήρα. Η πυκνότητα του λιπάσματος πέφτει πολύ απότομα στην αρχή και πιο αργά προς το

τέλος της λίπανσης. Έτσι, αν η άρδευση γίνεται π.χ με ράμπα ή κανόνι, τότε δεν δέχονται όλα τα φυτά την ίδια ποσότητα λιπάσματος.

Επίσης, δεν υπάρχει άμεσος τρόπος ελέγχου της ποσότητας λιπάσματος που μένει στο λιπαντήρα παρά μόνο με διακοπή της λίπανσης και άνοιγμα του λιπαντήρα. Τέλος, αφού η μέθοδος βασίζεται στη διαφορά πύεσεως, μεταξύ εισόδου και εξόδου της βάνας, απαιτείται υψηλότερο διαθέσιμο μανομετρικό στην κεφαλή του δικτύου και δημιουργείται σοβαρή απώλεια ενέργειας για το στραγγαλισμό της ροής

Απαραίτητα μέτρα προστασίας και ασφάλειας κατά την υδρολίπανση

1. Εγκατάσταση κατάλληλων φίλτρων για αποφυγή εμφραγμάτων του δικτύου από αδιάλυτα σωματίδια του λιπάσματος, τυχόν ίζημα κ.λπ.
2. Εγκατάσταση κατάλληλων βαλβίδων αντεπιστροφής που να αποκλείουν τη ρύπανση της πηγής νερού με λίπασμα. Δεν επιτρέπεται εγκατάσταση συστήματος υδρολίπανσης σε δίκτυα νερού που χρησιμοποιούνται και για ύδρευση.
3. Διοχέτευση καθαρού νερού (χωρίς λίπασμα) στο τέλος της άρδευσης για τον καθαρισμό του δικτύου.

5.1. Υδραυλικές αντλίες λιπάνσεως

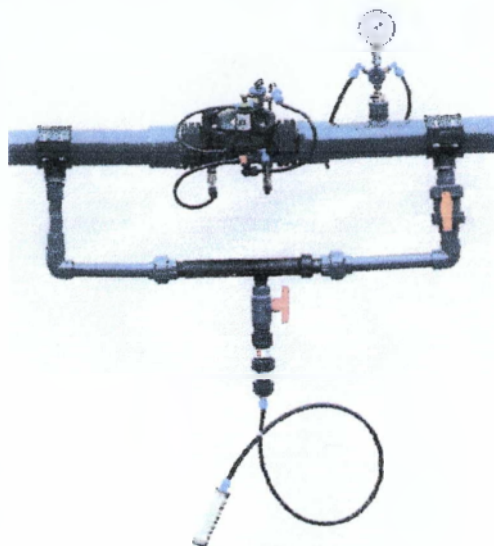
Η χρήση των αντλιών λιπάνσεως μας δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε ανοιχτό δοχείο και να επιτύχουμε τελικό θρεπτικό διάλυμα με σταθερή χρονικά συγκέντρωση λιπάσματος. Συνήθως, χρησιμοποιούνται αντλίες τύπου Venturi ή αντλίες με υδραυλικό μοτέρ (διαφραγματικές, εμβολοφόρες) που δεν απαιτούν ενέργεια ή καύσιμο.

Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και μηχανικές αντλίες, όπως οι κοινές φυγοκεντρικές αντλίες που λειτουργούν με κινητήρες ηλεκτρικούς ή εσωτερικής καύσης. Στην επιλογή τέτοιας αντλίας θα πρέπει να εξετάζεται το είδος μετάλλου από το οποίο είναι κατασκευασμένα τα μέρη της που έρχονται σε επαφή με τα λιπάσματα και η ανθεκτικότητα του σε αυτά. Σοβαρό μειονέκτημα των αντλιών αυτών πάντως αποτελεί και η κατανάλωση ρεύματος ή καυσίμου (πετρελαίου, βενζίνης).

Αντλίες τύπου Venturi

Οι αντλίες τύπου Venturi αποτελούν απλές κατασκευές που προκαλούν μια σημαντική πτώση της πίεσης σε μια απότομη στένωση ενός αγωγού. (εικ 5.1.α)

Το μητρικό διάλυμα αναρροφάται εφ' όσον η πίεση στο σημείο της στένωσης, το οποίο επαικοινωνεί με ένα αγωγό αναρρόφησης, είναι μικρότερη από την ατμοσφαιρική. Η αναρρόφηση γίνεται από απλό, ανοικτό δοχείο που εύκολα ελέγχεται και επανατροφοδοτείται. Οι αντλίες αυτές συνδέονται με bypass σύνδεση με τον κεντρικό αγωγό του δικτύου και ο ρυθμός έγχυσης του μητρικού διαλύματος εξαρτάται από την προκαλούμενη, από τη βάνα στραγγαλισμού, απώλεια πίεσης. Οι κατασκευαστές τους δίνουν τη διοχετευόμενη ποσότητα διαλύματος (σε L/h), σε πίνακες, σαν συνάρτηση της πίεσης εισόδου και της απώλειας πίεσης. Η απαιτούμενη απώλεια πίεσης μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 10-50%.



Σύστημα υδρολίπανσης με σωλήνα Venturi.

Εικόνα 5.1.α

Οι αντλίες τύπου Venturi είναι σχετικά φθηνές και απλές στη χρήση τους και γι' αυτό έχουν τύχει ευρείας εφαρμογής στη χώρα μας.

Σοβαρό μειονέκτημα τους είναι η σημαντική απώλεια πίεσης που προκαλούν κατά τη λειτουργία τους. Βέβαια στην Ελλάδα σε πολλά αρδευτικά δίκτυα υπάρχουν τοποθετημένα αντλητικά υψηλότερης της απαιτούμενης υποδύναμης και έτσι συνήθως δε δημιουργείται πρόβλημα από την απώλεια πίεσης. Οποσδήποτε όμως με την απώλεια πίεσης αυξάνει η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ή καυσίμου και το κόστος της άρδευσης.

Διαφραγματικές αντλίες

Είναι ακριβείς στη λειτουργία και ανθεκτικές. Μπορούν να τοποθετηθούν στον κεντρικό αγωγό ή να συνδεθούν bypass (με χρήση βάνας στραγγαλισμού). Και οι αντλίες αυτές λειτουργούν με απώλεια πίεσης που κυμαίνεται από 5-30%.

Η λειτουργία τους βασίζεται στο κενό που δημιουργείται σε ένα θάλαμο από την ανοδική κίνηση ενός εμβόλου, στο οποίο είναι προσαρμοσμένο ένα διάφραγμα. Έτσι αναρροφάται το μητρικό διάλυμα, το οποίο εγχύεται στο νερό του δικτύου με την πίεση του οποίου κινείται παλινδρομικά το έμβολο.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα που παρουσιάζουν είναι η δυνατότητα να έχουμε αναλογικότητα στην έγχυση. Μπορούν, δηλαδή, να εξασφαλίζουν σταθερή αναλογία νερού - λιπάσματος ανεξάρτητα από τυχόν διακυμάνσεις πίεσης και παροχής, αναλογία την οποία εμείς φυσικά επιλέγουμε.

Αυξομειώνεται, δηλαδή, ο συντελεστής αραιώσης (1/10, 1/100 κ.λπ.) ώστε η συγκέντρωση του χημικού παρασκευάσματος στο τελικό διάλυμα να είναι η προκαθορισμένη. Υπάρχουν αντλίες



Σύστημα υδρολίπανσης με υδραυλική αντλία (τύπου Amiad).

Εικόνα 5.1.β

αυτού του τύπου που εξασφαλίζουν αυτόματα την αναλογικότητα και άλλες που απαιτούν δική μας παρέμβαση όταν αλλάζει η παροχή

Για τη διοχέτευση λιπάσματος στο νερό της άρδευσης και την εφαρμογή υδρολίπανσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα μέσα που το καθένα έχει τα δικά του πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η επιλογή θα πρέπει να γίνεται με βάση το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα και τις ιδιαίτερες συνθήκες άρδευσης.

Τρεις τύποι υδραυλικών αντλιών λίπανσης (Venturi, διαφραγματικές, πιστονιού), που δε χρειάζονται ηλεκτρικό ρεύμα ή καύσιμο, παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται η αρχή λειτουργίας καθώς και τα βασικά πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα των αντλιών αυτών σε σύγκριση με την κλασική μέθοδο του υδρολιπαντήρα του δικτύου.

Σταθερή αναλογία απαιτείται σε περιπτώσεις που θέλουμε μεγάλη ακρίβεια και οικονομία στην κατανομή των χημικών παρασκευασμάτων, όπως στη λίπανση φυτωρίων ή θερμοκηπίων, στη διαφυλλική λίπανση, στη φυτόπροστασία μέσω υδρονέφωσης σε θερμοκήπια, στη διοχέτευση οξέων ή αλκαλίων για διόρθωση του pH θρεπτικών υποστρωμάτων κ.ά.

Στις αντλίες κάθε εταιρείας έχουμε διαφορετικά μοντέλα, μικρότερα ή μεγαλύτερα, που έχουν τη δυνατότητα να εγχύουν διαφορετικές μέγιστες ποσότητες μητρικού διαλύματος σε διαφορετικές μέγιστες πιέσεις λειτουργίας. Η επιλογή

μοντέλου γίνεται με βάση την παροχή του δικτύου, αν η αντλία πρόκειται να τοποθετηθεί επί του κεντρικού αγωγού. Εάν η σύνδεση γίνει bypass χρειάζεται να γνωρίζουμε τι μέρος της παροχής του δικτύου διέρχεται από την αντλία για να επιτύχουμε αναλογικότητα.

Αντλίες τύπου πιστονιού

Πρόκειται για υδραυλικές αντλίες που δε δημιουργούν απώλεια πίεσης με τη λειτουργία τους και που μπορούν να μετατραπούν σε αναλογικές εφόσον χρειάζεται. Οι αντλίες αυτές αναρροφούν το μηχανικό διάλυμα από οποιοδήποτε ανοικτό δοχείο και το εγχύουν στο δίκτυο άρδευσης, χάρις στο υδραυλικό μοτέρ παλινδρομικού πιστονιού που διαθέτουν.

Κατά την παλινδρόμηση του πιστονιού αποχετεύουν μια ποσότητα νερού από τον κεντρικό αγωγό, το οποίο δεν περιέχει χημικά και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση κάποιων φυτών κοντά στην αντλία ή να επιστραφεί σε ορισμένες περιπτώσεις στην πηγή αντλήσεως του νερού ή να απομακρυνθεί με κατάλληλο σωλήνα.



Σύστημα υδρολίπανσης με λιπασματο-διανομέα (πνευματικό με βαλβίδα).

Εικόνα 5.1.γ

Οι αντλίες αυτές χαρακτηρίζονται από ευκολία στην εγκατάσταση, ανθεκτικότητα και δυνατότητα ρυθμιζόμενης λειτουργίας ώστε να εξασφαλίζεται υψηλή ακρίβεια.

Ο εξοπλισμός υδρολίπανσης περιλαμβάνει ολόκληρο το αρδευτικό δίκτυο της καλλιέργειας και το μηχανισμό διοχέτευσης των λιπασμάτων στο δίκτυο άρδευσης (μηχανισμός υδρολίπανσης) που τοποθετείται στην κεφαλή του δικτύου αποτελώντας μέρος του εξοπλισμού του. (Εικ. 5.1.δ)



Εικόνα 5.1.δ Διάταξη δικτύου άρδευσης με σύστημα υδρολίπανσης

Το δίκτυο άρδευσης είναι πολύ σημαντικό στην όλη διαδικασία. Το καλύτερο σύστημα είναι αυτό με σταγόνες ή με μακροεκτοξευτήρες, γιατί εξασφαλίζει τη χορήγηση ίσης ποσότητας νερού και λιπασμάτων σε κάθε φυτό. Για να μπορέσει να ανταπεξέλθει σε όλες τις καταστάσεις, το όλο σύστημα θα πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής εξαρτήματα.

- Κεντρική βάννα, για τον έλεγχο του νερού.
- Υδροκυκλώνα, για να συγκρατεί την άμμο του νερού της γεώτρησης.
- Φίλτρο χαλικιού (Gravel) ή δίσκων, για την αποφυγή προβλημάτων από άλγη (πρασινάδες), σε περίπτωση που αντλείται νερό από ποτάμι ή ανοιχτό υδατοσυλλέκτη.
- Φίλτρο σίτας, για να συγκρατεί τα τυχόν αδιάλυτα συστατικά.
- Βαλβίδα αντεπιστροφής, για να παρεμποδιστεί η επιστροφή των λιπασμάτων στην πηγή και η μόλυνσή της.
- Βαλβίδα εκτόνωσης, για την αποτροπή ζημιών στο δίκτυο.
- Ρυθμιστής πίεσης, για την εξασφάλιση ίδιας πίεσης σε όλα τα σημεία του συστήματος (μακρινά και κοντινά).
- Εξαεριστικό, για να απομακρύνει τον αέρα που τυχόν θα βρίσκεται μέσα στο δίκτυο.
- Υδρόμετρο, για να διαπιστώνεται ανά πάσα στιγμή η διερχόμενη από τον κεντρικό αγωγό παροχή νερού άρδευσης.

Στην εικόνα 5.1.δ φαίνεται ο τρόπος διάταξης των εξαρτημάτων.

Οι μηχανισμοί υδρολίπανσης με σειρά αυξανόμενης ακρίβειας χορήγησης είναι: Οι υδρολιπαντήρες, οι εγχυτές τύπου Venturi και οι δοσομετρικές αντλίες (ηλεκτροκίνητες ή υδραυλικές).

**5.2.Τύποι εμπορικών οργάνων που
χρησιμοποιούνται σήμερα στην υδρολίπανση**



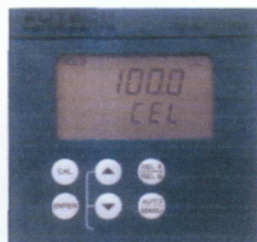
Αγωγιμόμετρο TDScan 4WP



**Αγωγιμόμετρο ροής
CONF1**



Αγωγιμόμετρο Con 5



**Ρυθμιστής αγωγιμότητας
CON 1000**



Αγωγιμόμετρο Con 5



Πεχάμετρο PH5



Πεχάμετρο pHScan2 WP



**Ρυθμιστής PH
PH 1000**



Πεχάμετρο ροής PHFM1

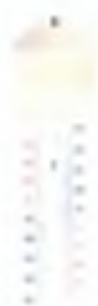


Πεχόμετρο PH5



MH 10K10

ΖΥΓΟΙ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ



Θερμόμετρο min-max 3100



Θερμόμετρο non contact



**Υγρασιομετρο -θερμόμετρο
με σημείο συμπύκνωσης**



Θερμόμετρο - υγρασιόμετρο

Μέτρηση υγρασίας υποστρώματος

Μία απλή συσκευή για την εκτίμηση της σχετικής υγρασίας του υποστρώματος και τον καθορισμό της συχνότητας ποτίσματος. Η μέτρηση δεν επηρεάζεται από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος. Ο σένσoras τοποθετείτε οριζόντια μέσα στο υπόστρωμα και είναι κατάλληλος για όλα τα υποστρώματα. Διαθέτουμε συσκευή με τον ίδιο σένσoras που καταγράφει την υγρασία και μέσω προγράμματος H/Y έχουμε την μεταβολή της υγρασίας του υποστρώματος για μεγάλες περιόδους.

Serial connection to PC



6. Συμπέρασμα – Αποτελέσματα

Για την εφαρμογή της υδρολίπανσης χρειάζεται να γνωρίζουμε ορισμένες παραμέτρους και όχι μόνο, αλλά και να κατέχουμε βασικές γνώσεις σε ότι αφορά τη χημεία των λιπασμάτων. Η πιθανότητα μιας ακατάλληλης και κακής διαχείρισης αυτής της τεχνικής θα προκαλέσει σίγουρα ζημιές στις καλλιέργειες.

Οι τεχνικές της εντοπισμένης μικροάρδευσης (άρδευση με σταγόνα και μικροεκτοξευτήρες) μας επιτρέπουν τη χορήγηση του νερού της άρδευσης στο χώρο του ριζικού συστήματος των φυτών (στη ριζόσφαιρα, στον όγκο εδάφους που καταλαμβάνει το ριζικό σύστημα), στη ζώνη όπου συντελούνται και αναπτύσσονται οι μηχανισμοί απορρόφησης, επαυγχάνοντας σημαντική εξοικονόμηση νερού και διαφύλαξη των υδατικών αποθεμάτων, λόγω του περιορισμού των απωλειών μέσω της εξάτμισης και την εφαρμογή ενός σύγχρονου τρόπου χορήγησης των λιπασμάτων, μέσω της υδρολίπανσης.

Σήμερα η αγορά προσφέρει μια ευρεία και ολοκληρωμένη γκάμα προϊόντων για την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος, ικανού να καλύψει τις απαιτήσεις των μεγάλων, όπως και των μεσαίων, αλλά και των μικρών γεωργικών εκμεταλλεύσεων, χαρακτηριζόμενα από ευελιξία και αξιοπιστία, που τους επιτρέπει την ταυτόχρονη διαχείριση περισσότερων καλλιεργειών και τα οποία μέσα από μια σωστή διαχείριση οδηγούν στην επίτευξη μεγαλύτερων αποδόσεων και ποιοτικών προϊόντων, τα οποία μπορούν να καλύψουν άνετα το αρχικό κόστος εγκατάστασης.

Η υδρολίπανση είναι μια τεχνική, που όχι μόνο απαιτεί μια συνεχή αλλά και αξιώνει μια περισσότερο προσεκτική και σε βάθος έρευνα. Πράγματι, παρά τη μεγάλη και γρήγορη εξάπλωση της, η οποία καλύπτει σχεδόν όλες τις καλλιέργειες στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν εκμεταλλεύονται πλήρως οι δυνατότητες της και μάλιστα εάν δεν εφαρμοστεί σύμφωνα με τους κανόνες που τη διέπουν μπορεί να προκαλέσει ακόμη και ζημιές στα φυτά. Οι σύγχρονες γνώσεις και αντιλήψεις βασίζονται σε καλλιέργειες όπου η εφαρμογή της πέρασε μέσα από πολύπλοκα και "παράξενα" συστήματα καλλιέργειας (π.χ. υδροπονικές καλλιέργειες) και στη συνέχεια μεταφέρθηκε και προσαρμόστηκε σε πολλά άλλα είδη φυτών, που καλλιεργούνται με διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία - Περιοδικά

Balochistan Conservation Strategy. 2000. IUCN.

Γεωργία και Ανάπτυξη. Ιουλ-Αυγ 1996. Άρδευση-Υδρολίπανση. Μεγάλα κινητά μηχανήματα τεχνητής βροχής, σσ. 7-11.

Γεωργία και Ανάπτυξη. Ιουλ-Αυγ 1996. Άρδευση-Υδρολίπανση. Περιστρεφόμενη γραμμή άρδευσης, σσ. 13-19.

Γεωργία – Κτηνοτροφία. Δεκέμβριος 1995. Ορθολογική Λίπανση. Υδρολίπανση και αντλίες λιπάνσεως, σσ. 77-79.

Γεωργική Τεχνολογία. Ιανουάριος 1994. Λίπανση-Θρέψη. Εφαρμογή λιπασμάτων με υδρολίπανση, σσ. 95-100.

Λίπανση-Υδρολίπανση. Ετήσια έκδοση. Λιπάσματα, σσ. 12-18.

Λίπανση-Υδρολίπανση. Ετήσια έκδοση. Βασικές κατευθύνσεις και συστήματα για την υδρολίπανση στα κηπευτικά, σσ. 20-22.

Λίπανση-Υδρολίπανση. Ετήσια. Η υδρολίπανση των κηπευτικών, σσ. 35-41.

Παγώνη Αντωνία. Ιούνιος 2004. Εργασία σεμιναρίου. Περιγραφή δικτύων άρδευσης, σσ. 2-4.

Υδροπονικές Καλλιέργειες. Ετήσια έκδοση. Βασικές έννοιες και υπολογισμοί στα θρεπτικά διαλύματα των υδροπονικών καλλιεργειών, σσ. 86-1021.

Υδροπονικές Καλλιέργειες. Ετήσια έκδοση. Τι όργανα χρειάζονται για μια σωστή υδροπονία, σσ. 124-126.

Διευθύνσεις διαδικτύου

<http://drake.marin.k12.ca.us>

<http://www.bergen.org>

<http://www.britannica.com>

<http://www.flonnet.com>

<http://www.hydrogrow.org>

<http://www.teilar.gr>