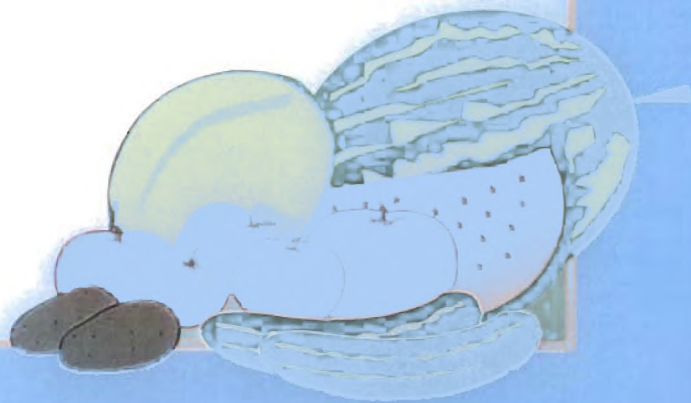


ΓΕΩΠΟΛΙΤΙΚΟ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΚΑΙ ΓΕΦΥΡΩΣΕΩΝ
ΠΑΡΟΝΤΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΠΡΟΔΡΟΜΙΚΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ



Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Σ.Π.Σ. ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΣ:

Δρ. ΑΕΘΥΛΙΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΚΔΟΣΤΕΣ:

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΓΚΡΑΒΑΣ
ΘΕΟΔΩΡΑ ΚΑΡΑΝΤΩΝΗ
ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ ΣΑΡΛΑ

ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙ 2002

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ

ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

Δρ. ΛΕΩΝΙΔΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

**ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΓΚΡΑΒΑΣ
ΘΕΟΔΩΡΑ ΚΑΡΑΝΤΩΝΗ
ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ ΣΑΡΛΑ**

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2002

*Ευχαριστούμε τον κ. Παναγιωτόπουλο
για την εισήγηση του θέματος και
τη συνεχή επίβλεψη και καθοδήγηση
καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης
της παρακάτω εργασίας.*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1 Εισαγωγή	2
1.2 Ιστορική αναδρομή	3
1.3 Σχέση άρδευσης –υδρολίπανσης	3
1.4 Πλεονεκτήματα –μειονεκτήματα υδρολίπανσης	3
1.4.1 Πλεονεκτήματα	4
1.4.2 Μειονεκτήματα	5
1.5 Σχέση δόσης συχνότητας –λίπανσης	6
1.6 Υδρολίπανση και κόστος	6
2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ	8
2.1 Γενικά	8
2.2 Υδρολίπανση με διαφορική πίεση.....	10
2.2.1 Υδρολιπαντήρας	10
2.2.2 Υπολογισμός του χρόνου χορήγησης του λιπάσματος	12
2.3 Υδρολίπανση με άντληση	14
2.3.1 Αντλίες αναρρόφησης	14
2.3.1.1 Αντλίες τύπου Venturi	14
2.3.1.2 Τρόποι εγκατάστασης αντλίας τύπου Venturi ..	16
2.3.2 Μηχανικές αντλίες	19
2.3.3 Αντλίες κατάθλιψης λιπαντικού διαλύματος.....	20
2.3.3.1 Ηλεκτρικές αντλίες	20
2.3.4 Δοσομετρικές αντλίες λίπανσης	22
2.3.4.1 Είδη δοσομετρικών αντλιών λίπανσης	23
2.4 Μερικά μοντέλα σύγχρονων μηχανισμών υδρολίπανσης στην Ελληνική αγορά	27
2.4.1 Ολοκληρωμένη κεφαλή άρδευσης – λίπανσης της NETAFIM για θερμοκήπια.....	28
2.4.2 Σύστημα κεντρικού ελέγχου άρδευσης – λίπανσης AMI της DGT – VOLMATIC (ΔΑΝΙΑ) για θερμοκήπια	28
2.4.3 Δοσομετρική αντλία λίπανσης AMIAD (ΙΣΡΑΗΛ)	29
2.4.4 Δοσομετρική αντλία λίπανσης FERTIC της IITC (ΙΣΠΑΝΙΑΣ)	30
2.4.5 Δοσομετρική αντλία λίπανσης SANIFLOW της SANITEC	32
2.4.6 Δοσομετρική αντλία λίπανσης MSR (ΓΕΡΜΑΝΙΑΣ)	32
2.4.7 Δοσομετρική αντλία λίπανσης DOSATRON της DOSATRON INT.(Γαλλίας)	33
2.4.8 Δοσομετρική αντλία λίπανσης SEKO	34
2.4.9 Συστήματα XILEMA	35
3. ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ	37
3.1 Γενικά	37
3.2 Αζωτούχος υδρολίπανση	37
3.3 Φωσφορική υδρολίπανση	39
3.4 Υδρολίπανση καλίου	41
3.5 Υδρολίπανση ιχνοστοιχείων	42
3.6 Συνδυασμοί λιπασμάτων	43
3.7 Εμφράξεις	46
3.7.1 Ποιότητα του νερού	47

3.7.2 Αντιμετώπιση των εμφράξεων	49
3.8 Επιλογή λιπασμάτων για υδρολίπανση	51
4. ΤΟΜΑΤΑ	53
4.1 Γενικά	53
4.2 Καλλιεργούμενες ποικιλίες	53
4.3 Τομάτα θερμοκηπίου	54
4.3.1 Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία της τομάτας	54
4.3.2 Επίδραση θρεπτικών στοιχείων στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού	55
4.3.2.1 Άζωτο	55
4.3.2.2 Φώσφορος.....	56
4.3.2.3 Κάλιο	56
4.3.2.4 Ασβέστιο, Μαγνήσιο	57
4.3.2.5 Ιχνοστοιχεία	57
4.3.3 Επίδραση άλλων παραγόντων	57
4.3.3.1 Ph υποστρώματος ανάπτυξης	57
4.3.3.2 Υγρασία του εδάφους	58
4.3.3.3 Αλατότητα του εδάφους	58
4.3.3.4 Θερμοκρασία και ηλιακή ακτινοβολία	58
4.3.3.5 Σχετική υγρασία ατμόσφαιρας	59
4.3.3.6 Αλληλεπιδράσεις θρεπτικών στοιχείων	59
4.3.4 Εφαρμογή της υδρολίπανσης	60
4.3.5 Ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης	64
4.3.6 Τροφοπενίες	67
4.4 Βιομηχανική τομάτα	76
4.4.1 Γενικά	76
4.2 Επίδραση των θρεπτικών στοιχείων.....	78
4.4.2.1 Κάλιο – Μαγνήσιο	78
4.4.2.2 Άζωτο	78
4.3.4 Ενδεικτικό πρόγραμμα λίπανσης	79
4.4.4 Φυλλοδιαγνωστική	79
5. ΑΓΓΟΥΡΙ	81
5.1 Γενικά	81
5.2 Απαιτήσεις θρεπτικών στοιχείων της αγγουριάς	82
5.2.1 Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους	82
5.3 Επίδραση των θρεπτικών στοιχείων στα διάφορα στάδια ανάπτυξης της αγγουριάς	84
5.3.1 Θρεπτικά στοιχεία	85
5.3.2 Ιχνοστοιχεία	88
5.3.3 Άλλα ενδεχομένως χρήσιμα ή βλαβερά στοιχεία.....	93
5.4 Επίδραση άλλων παραγόντων	93
5.4.1 Σχέσεις εδάφους νερού	93
5.4.2 Το έδαφος ως μέσο ανάπτυξης	94
5.4.3 Βελτίωση των εδαφών	94
5.4.4 Αντίδραση του εδάφους (Ph)	94
5.4.5 Αλατότητα	95
5.5 Τεχνική της λίπανσης	96
5.5.1 Βασική λίπανση	96
5.5.2 Επιφανειακή λίπανση	97
5.5.2.1 Χορήγηση N και K	97

5.5.2.2. Ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης.....	99
5.6 Φυλλοδιαγνωστική	100
5.7 Τροφοπενίες	101
6. ΚΑΡΠΟΥΖΙ	104
6.1 Γενικά	104
6.2 Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία της καρπουζιάς	105
6.3 Λίπανση καρπουζιού	106
6.3.1 Γενικά.....	106
6.3.2 Λίπανση με άζωτο	106
6.3.3 Προβλάστηση – Αρχικά διαλύματα	108
6.4 Τεχνική της λίπανσης	108
6.4.1 Γενικά	108
6.4.2 Βασική λίπανση	109
6.4.3 Επιφανειακή λίπανση	110
6.5 Φυλλοδιαγνωστική	116
6.6 Τροφοπενίες – Τοξικότητες	117
6.6.1 Τοξικότητα Μαγγανίου	117
6.6.2 Τροφοπενία Μαγνησίου	119
6.6.3 Τροφοπενία ασβεστίου	120
6.6.4 Τροφοπενία καλίου	121
6.6.5 Τροφοπενία σιδήρου	122
6.6.6 Λοιτές μη παρασιτικής φύσεως παθήσεις	123
7. ΠΕΠΟΝΙ	124
7.1 Γενικά	124
7.2 Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία της πεπονιάς	125
7.3 Επίδραση θρεπτικών στοιχείων στην ανάπτυξη του φυτού	126
7.4 Επίδραση θρεπτικών στοιχείων στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού	126
7.4.1 Άνθηση	126
7.4.2 Γονιμοποίηση	126
7.4.3 Παραγωγή	127
7.5 Επίδραση θρεπτικών στοιχείων στην ποιότητα	129
7.6 Επίδραση της λίπανσης κατά τη μεταφύτευση στην ποιότητα και στην πρώιμη παραγωγή των πεπονιών	131
7.6.1 Επίδραση N, P και K στην ανάπτυξη των μεταφυτεύσεων.....	132
7.6.2 Μεταφυτευτικό «σοκ»	133
7.6.3 Κλήμα (vining).....	134
7.6.4 Άνθηση των θηλυκών ανθέων	134
7.6.5 Ιστός του καρπού	134
7.6.6 Συγκομιδή	135
7.6.7 Συμπεράσματα	138
7.7 Παράγοντες που καθορίζουν το σχεδιασμό της λίπανσης	139
7.8 Υπολογισμός της λίπανσης	139
7.8.1 Άζωτο (N)	139
7.8.2 Φώσφορος (P)	140
7.8.3 Κάλιο (K)	141
7.8.4 Μαγνήσιο	141
7.8.5 Τοξικότητα Μαγγανίου (Mn)	141
7.9 Ενδεικτικά προγράμματα υδρολίπανσης πεπονιού	141
7.10 Φυλλοδιαγνωστική	145

8. ΠΑΤΑΤΑ	146
8.1 Γενικά.....	146
8.2 Απαιτήσεις θρεπτικών στοιχείων της πατάτας.....	146
Τροφοπενίες.....	148
Άζωτο	147
Φώσφορος	147
Κάλιο	147
Μαγνήσιο	148
Τροφοπενίες	148
Άζωτο	148
Φώσφορος	148
Κάλιο	148
Μαγνήσιο	148
Βόριο	150
Μαγγάνιο, Ασβέστιο, Ψευδάργυρος	151
Επίλογος.....	153
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	156

Πρόλογος

Τα προϊόντα φυτικής προελεύσεως αποτελούσαν πάντοτε σημαντική τροφή για τον άνθρωπο και έπαιζαν σπουδαίο ρόλο στην υγιεινή διατροφή του. Τα τελευταία χρόνια όμως, έχει παρατηρηθεί μια στροφή του καταναλωτικού κοινού προς αυτά και ιδιαίτερος προς τα κηπευτικά, όπου μαζί με το ελαιόλαδο αποτελούν τη βάση της Μεσογειακής διατροφής.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει και να αναλύσει θέματα τα οποία σχετίζονται με την υδρολίπανση και συγκεκριμένα με την υδρολίπανση των κηπευτικών. Αναφέρεται στους μηχανισμούς και τις μεθόδους υδρολίπανσης, καθώς επίσης και στα χρησιμοποιούμενα λιπάσματα. Επιπροσθέτως, παρουσιάζονται ενδεικτικά προγράμματα κατάρτισης υδρολίπανσης, τα οποία έχουν προκύψει από μελέτες και έρευνες διακεκριμένων επιστημόνων. Τα προγράμματα αυτά αναφέρονται στις χορηγούμενες ποσότητες λιπασμάτων, όπως αυτές προκύπτουν από τις έρευνες για την τομάτα, το αγγούρι, το καρπούζι, το πεπόνι και την πατάτα.

Τέλος, στη χώρα μας γίνονται αρκετές προσπάθειες πάνω στην τεχνική της υδρολίπανσης, διότι σήμερα θεωρείται ως η πλήρης τεχνική, τόσο σε ό,τι αφορά την εφαρμογή, όσο και τη μεγάλη αποτελεσματικότητά της.

1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγή

Η εφαρμογή των λιπαντικών στοιχείων μέσω του δικτύου άρδευσης με διάχυση τους μέσα στο νερό ονομάζεται υδρολίπανση (fertigation). Γενικότερα υπάρχει ο όρος chemigation που είναι ευρύτερος και αφορά τη διοχέτευση - εκτός των λιπασμάτων - και άλλων χημικών σκευασμάτων (ζιζανιοκτόνων, εντομοκτόνων, μυκητοκτόνων). Αυτή είναι μια πρακτική που εφαρμόζεται λιγότερο.

Η υδρολίπανση είναι μια μέθοδος χορήγησης λιπασμάτων η οποία συνεχώς εξαπλώνεται και εξελίσσεται. Στην πορεία αυτή καθοριστικό ρόλο διαδραματίζουν οι βελτιώσεις στον απαιτούμενο για την εφαρμογή της μεθόδου μηχανολογικό εξοπλισμό. Η εξάπλωση της υδρολίπανσης ακολούθησε τις εξελίξεις στις μεθόδους άρδευσης και κυρίως των δικτύων εντοπισμένης άρδευσης. Παρακολούθησε επίσης την εξέλιξη των θερμοκηπίων, καθώς και τη διάδοση της καλλιέργειας στην υδροπονία.

Τα χρησιμοποιούμενα λιπάσματα εντάσσονται σε προγράμματα ολοκληρωμένης θρέψης και προδιαλύονται σ' ένα δοχείο, σε πυκνό διάλυμα (θρεπτικό), κατά τη παρασκευή του οποίου, δεν πρέπει να υπερβαίνουμε τα όρια διαλυτότητας των διαλυμένων λιπασμάτων, στη συγκεκριμένη θερμοκρασία νερού άρδευσης. Από το δοχείο το θρεπτικό διάλυμα διοχετεύεται στο δίκτυο άρδευσης, με αποτέλεσμα να αραιώνεται. Η αραιώση είναι τέτοια, ώστε το τελικό θρεπτικό διάλυμα που φτάνει στα φυτά να περιέχει τα θρεπτικά στοιχεία στη συνιστώμενη συγκέντρωση και μεταξύ τους αναλογία, ανάλογα με το είδος τους και το στάδιο ανάπτυξης τους. Ανάλογα με τις ανάγκες του φυτού, την πυκνότητα φύτευσης, τις ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που απομακρύνονται όταν παίρνουμε την προσδοκώμενη παραγωγή και την επάρκεια του εδάφους σε θρεπτικά συστατικά βρίσκουμε τις ανάγκες προς χορήγηση λιπαντικών μονάδων ανά στρέμμα. Μπορούμε να καταρτίσουμε έτσι ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα υδρολίπανσης, το οποίο θα μπορέσει να προσφέρει πλήρη θρέψη στο φυτό.

Το θρεπτικό διάλυμα πρέπει να διοχετεύεται όταν το δίκτυο έχει γεμίσει με νερό και σε όλα τα σημεία του η πίεση έχει αποκτήσει την τιμή της πίεσης λειτουργίας ώστε να ξεκινήσει η χορήγηση του ταυτόχρονα σε όλα τα φυτά. Μετά το τέλος της υδρολίπανσης πρέπει να συνεχίζεται η διοχέτευση καθαρού νερού, ώστε να ξεπλυθεί το δίκτυο.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Η μέθοδος αυτή είναι σχετικά παλιά και χρονολογείται από το 1965 στις γεωργικά αναπτυγμένες χώρες. Όχι μόνο χρησιμοποιείται απ' όλους τους γεωργούς σε όλες τις καλλιέργειες (θερμοκηπιακές και υπαίθριες), αλλά έχουν προχωρήσει και στο επόμενο στάδιο, που είναι οι υδροπονικές καλλιέργειες, με αποδόσεις που φαντάζουν εξωπραγματικές για τα ελληνικά δεδομένα.

Στη χώρα μας γίνονται αρκετές προσπάθειες πάνω στην τεχνική της υδρολίπανσης, γιατί σήμερα θεωρείται ως η πιο πλήρης τεχνική, τόσο σε ό,τι αφορά την εφαρμογή όσο και τη μεγάλη αποτελεσματικότητά της.

1.3 Σχέση άρδευσης - υδρολίπανσης

Στη σύγχρονη γεωργία άρδευση και λίπανση τείνουν από δύο διαφορετικοί όροι να συγχωνευτούν σε έναν, με το όνομα υδρολίπανση.

Στην περίπτωση που η λίπανση δεν εφαρμόζεται μέσω του δικτύου άρδευσης, τα φυτά παίρνουν τα θρεπτικά τους στοιχεία από το έδαφος. Τα λιπάσματα που χορηγούνται σε στερεά μορφή στο έδαφος θα πρέπει να διαλυθούν πρώτα στο νερό άρδευσης που υπάρχει κοντά στις ρίζες και κατόπιν διαχέονται και φτάνουν στα φύλλα, όπου με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης μετατρέπονται σε δομικά στοιχεία του φυτού.

Πολλές φορές όμως τα λιπάσματα, για διάφορους λόγους (χαμηλή θερμοκρασία, χαμηλή υγρασία, ανταγωνισμός μεταξύ των στοιχείων, συσσωμάτωσης, απόπλυσης), δεν καταφέρνουν να απορροφηθούν από τα φυτά και το μόνο που καταφέρνουν να κάνουν είναι να αυξήσουν την αγωγιμότητα του περιβάλλοντος χώρου της ρίζας.

Η αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων ελέγχεται με την τεχνική της υδρολίπανσης.

1.4 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα υδρολίπανσης

Οι τοπικές αρδεύσεις και ειδικότερα η άρδευση με σταγόνες προσφέρουν τη δυνατότητα για μια ακριβή και σωστή από πλευράς τρόπου και χρόνου λίπανση των φυτών.

Το ριζικό σύστημα των φυτών που αρδεύονται με συστήματα τοπικής άρδευσης είναι μερικές φορές πυκνότερο στους χώρους που διαβρέχονται και είναι ευνόητο ότι από τους χώρους αυτούς απορροφούνται μαζί με το νερό περισσότερα λιπαντικά στοιχεία.

Επομένως μια αφθονότερη τροφοδότηση με λιπαντικά στοιχεία στους χώρους αυτούς της εντονότερης ριζικής δραστηριότητας επιβάλλεται, όχι μόνο γιατί θα είναι αποτελεσματικότερη αλλά γιατί είναι αναγκαία, ώστε να αποφευχθούν τυχόν τροφопενίες από τη συνεχή εξάντληση των ιχνοστοιχείων.

Η εφαρμογή των λιπαντικών στοιχείων μέσω του δικτύου άρδευσης θεωρείται σήμερα η τεχνική λίπανσης που συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα, τόσο σε ό,τι αφορά την εφαρμογή όσο και την αποτελεσματικότητά της.

Υστερα από χρόνια ερευνών και εφαρμογών η υδρολίπανση στην πράξη δίνει λύσεις που σχετίζονται με την αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών, τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων και τη μείωση του κόστους παραγωγής. Η μέθοδος χαρακτηρίζεται κυρίως από την ακρίβεια στις δόσεις των λιπασμάτων και στο χρόνο εφαρμογής τους, γι' αυτό και απαιτείται η εγκατάσταση ειδικού εξοπλισμού που συνδέεται με το αρδευτικό δίκτυο. Επίσης, μεγάλη σημασία για την αποτελεσματικότητά της έχει η επιλογή των κατάλληλων λιπασμάτων, αλλά και η κατάρτιση, από ειδικευμένα άτομα, των προγραμμάτων λίπανσης, ανάλογα με τις απαιτήσεις της καλλιέργειας σε θρεπτικά στοιχεία για τις επιδιωκόμενες αποδόσεις, καθώς και τα αποτελέσματα αναλύσεων εδάφους, νερού, φυτικών ιστών και πειραμάτων στον αγρό.

1.4.1 Πλεονεκτήματα

Συγκεκριμένα τα πλεονεκτήματα που μπορούν να επιτευχθούν με την υδρολίπανση είναι τα παρακάτω:

1. Αυξημένη αποτελεσματικότητα της λίπανσης λόγω της εφαρμογής των λιπαντικών στοιχείων κατευθείαν και μόνο στις θέσεις που φθάνει το νερό και αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα.
Η αξιοποίηση λοιπόν των λιπαντικών στοιχείων που φθάνει σε ποσοστό 80-90% π.χ. στο άζωτο αποτελεί το βασικότερο πλεονέκτημα της μεθόδου. Η αξιοποίηση αυτή αποδίδεται στο γεγονός ότι με την υδρολίπανση επιτυγχάνεται μια σταθερότητα ή έστω μια μικρή διακύμανση στα βασικά στοιχεία -N, P, K- στο έδαφος. Αυτό οφείλεται όχι μόνο στη συχνή επανάληψη των λιπάνσεων -κάτι εύκολο μέσω του αρδευτικού νερού - αλλά και στη σταθερότητα της αραίωσης και βέβαια στην εντοπισμένη χορήγηση του λιπάσματος στο ενεργό ριζόστρωμα του φυτού.
2. Δυνατότητα για υψηλή ομοιομορφία της διατομής των λιπασμάτων. Η ομοιομορφία αυτή φθάνει σε ποσοστό 90%-95% εφόσον βέβαια έχει γίνει σωστή μελέτη του αρδευτικού δικτύου. Δηλαδή σε μια γραμμική καλλιέργεια μεταξύ πρώτου και τελευταίου σταλάκτη μπορεί θεωρητικά να υπάρξει ένα 10%, το πολύ, ποσοστό ανομοιομορφίας.
3. Δυνατότητα εφαρμογής των λιπασμάτων στους κατάλληλους χρόνους ανάλογα με την καλλιέργεια και το στάδιο του βλαστικού κύκλου, ανεξάρτητα από την καταλληλότητα του εδάφους να δεχτεί μηχανήματα διανομής λιπασμάτων.
4. Η ανεξαρτοποίηση, που αφορά είτε τα εργατικά χέρια είτε τη χρήση μηχανημάτων αποτελεί ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα. Παράλληλα σε περιπτώσεις δύσκολες (απότομα ή κεκλιμένα εδάφη), όπου η λίπανση με κλασικές μεθόδους είναι κουραστική, η υδρολίπανση εφαρμόζεται εύκολα.
5. Μειωμένο κόστος εργασίας και ενέργειας για την εκτέλεση της λίπανσης.
6. Το σημαντικά υψηλό οικονομικό αποτέλεσμα το οποίο και αποδίδεται αφενός στην καλύτερη εφαρμογή και αφετέρου στο πολύ χαμηλό λειτουργικό κόστος.

1.4.2 Μειονεκτήματα

Η μέθοδος της υδρολίπανσης εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα τα οποία δεν σχετίζονται μόνο με την υδρολίπανση αλλά επεκτείνονται και σε γενικότερα θέματα θρέψης των καλλιεργειών. Πολλά λοιπόν είναι τα κενά που υπάρχουν στην εφαρμογή της μεθόδου και ανάλογα διαχωρίζονται σε:

A. Μειονεκτήματα που σχετίζονται με την εφαρμογή της υδρολίπανσης

Αυτά είναι:

1. Πιθανές εμφράξεις των διανεμητών από ιζήματα που μπορούν να σχηματιστούν αν δεν υπάρχει σωστός έλεγχος pH και των αλληλεπιδράσεων των λιπαντικών στοιχείων μεταξύ τους ή με τα στοιχεία που περιέχονται στο νερό. Εμφράξεις από άλγη ή βακτήρια που ευνοούνται από την παρουσία των λιπαντικών στοιχείων στο δίκτυο είναι επίσης πιθανές.
2. Η ποιότητα του νερού άρδευσης είναι ένα σημαντικός παράγοντας που μπορεί να επιβαρύνει το δίκτυο. Νερά πλούσια σε άλατα δημιουργούν ιζήματα διαφόρων ενώσεων, κυρίως ασβεστίου, μαγνησίου, σιδήρου και αργιλίου, τα οποία παρουσιάζονται είτε κατά μήκος της διαδρομής της ροής του νερού είτε στους σταλάκτες και τους μικροεκτοξευτήρες. Τα προβλήματα τέτοιων ιζημάτων μπορούν να επιδεινωθούν στη συνέχεια, εάν χρησιμοποιήσουμε λάθος λιπάσματα, όπως για παράδειγμα αμμωνία.
3. Πιθανή μόλυνση του νερού της πηγής τροφοδοσίας του δικτύου με λιπάσματα αν δεν τοποθετηθούν σε σωστά σημεία βαλβίδες αντεπιστροφής.
4. Πιθανή διάβρωση διαφόρων μεταλλικών τμημάτων του δικτύου όπως για παράδειγμα αντλίες και φίλτρα από ορισμένα είδη λιπασμάτων.

B. Μειονεκτήματα που αφορούν γενικότερα θέματα θρέψης των φυτών και που είναι επιπτώσεις από την κακή χρήση της τεχνικής.

Αυτά είναι:

1. Παρουσιάζονται φαινόμενα ανταγωνιστικότητας μεταξύ των χορηγούμενων θρεπτικών στοιχείων σε περιπτώσεις ανισόρροπης λίπανσης δηλαδή άζωτο, φώσφορος, κάλιο (N-P-K) και ιχνοστοιχείων σε ανεξέλεγκτες ποσότητες και αναλογίες που δεν ανταποκρίνονται στις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας. Έτσι μπορεί να χορηγούμε ένα στοιχείο σε επαρκή ποσότητα και το φυτό να μην μπορεί να το προσλάβει και να δείχνει στοιχεία έλλειψης. Χορήγηση, για παράδειγμα μεγαλύτερης δόσης μαγνησίου, μπορεί να δημιουργήσει ανταγωνιστικότητα με το κάλιο.
2. Μείωση των αποδόσεων λόγω μειωμένης χορήγησης θρεπτικών στοιχείων ή ακόμα αύξηση της αλατότητας και εμφάνιση της φυτοτοξικότητας λόγω χορήγησης υπερβολικά πυκνών θρεπτικών διαλυμάτων.
3. Εμφανίζεται τοξικότητα μαγγανίου στα φυτά, σε ελαφρά, αμμώδη εδάφη, με τυχόν αδιαπέραστο στρώμα, σε όξινα και με μεγάλη περιεκτικότητα σε μαγγάνιο, όταν χορηγούνται θρεπτικά διαλύματα σε μεγάλη συγκέντρωση.
4. Προβλήματα τοξικότητας, σε περιπτώσεις χρήσης αρδευτικού νερού με υψηλό δείκτη αλατότητας, φαινόμενο συχνό σε παραλιακές ζώνες καλλιέργειας.

5. Υποβαθμίζεται η ποιότητα του συγκομιζόμενου καρπού, εξαιτίας του γεγονότος ότι υπάρχει έλλειψη κάποιου ή κάποιων στοιχείων και μείωση της αντοχής και διάρκεια ζωής της καλλιέργειας, λόγω υψηλής αλατότητας.

1.5 Σχέση δόσης συχνότητας λίπανσης

Η υδρολίπανση δίνει τη δυνατότητα να γίνονται συχνές λιπάνσεις με μικρές δόσεις, καλύπτει δηλαδή ακόμα και ημερήσιες ανάγκες των φυτών. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι σε κάθε άρδευση πρέπει να γίνεται εφαρμογή λίπανσης, διότι αυτό εξαρτάται από τις ακριβείς ανάγκες των φυτών. Συνεπώς, η σχέση δόσης και συχνότητας σχετίζεται με τις πραγματικές απαιτήσεις των φυτών και είναι διαφορετική για το καθένα. Ανάλογα λοιπόν, με τις θρεπτικές τους ανάγκες καθορίζεται αν τα θρεπτικά στοιχεία δοθούν σε μια μεγάλη δόση ή σε συχνές μικρές δόσεις.

Τα θρεπτικά στοιχεία κινούνται μαζί με το νερό και φτάνουν στα σημεία που φτάνει και αυτό. Έτσι αν δοθούν σε συχνές και μικρές δόσεις θα κινηθούν με ευκολία, θα αποφευχθούν τυχόν απώλειες και θα επιτευχθεί υψηλός βαθμός αποτελεσματικότητας. Αυτά βέβαια σε συνδυασμό με το σύστημα άρδευσης και τις συνθήκες της καλλιέργειας. Τα συστήματα άρδευσης με σταγόνες είναι αυτά που επιτρέπουν συχνές, μικρές δόσεις, οι οποίες ενώ διατηρούν υψηλά επίπεδα διαθεσιμότητας, αποτρέπουν υψηλές και επιβλαβείς συγκεντρώσεις αλάτων.

Αν όμως τα θρεπτικά στοιχεία δοθούν σε μία δόση, τότε κινδυνεύουν να εκπλυθούν βαθύτερα από το ριζώστρομα της καλλιέργειας. Η χρήση μίας μεγάλης δόσης συνίσταται μόνο στην περίπτωση των ιχνοστοιχείων, που προσροφούνται βαθύτερα. Επιτυγχάνεται έτσι καλύτερη κίνηση και διανομή τους στο έδαφος.

1.6 Υδρολίπανση και κόστος

Θεωρητικά αλλά και στην πράξη η υδρολίπανση επηρεάζει το κόστος παραγωγής. Η επίδραση είναι και άμεση και έμμεση. Άμεση είναι γιατί η επιλογή των λιπασμάτων δεν βασίζεται μόνο στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους αλλά και στο κόστος τους. Το αρχικό κόστος μίας εγκατάστασης παίζει σημαντικό ρόλο στην οικονομικότητα της μεθόδου. Έμμεση, εφόσον μας ενδιαφέρει η υψηλότερη ποσοτικά και ανώτερη ποιοτικά παραγωγή που μπορεί να επιτευχθεί. Ανάλογα όμως με την ποιότητα του προϊόντος διαφοροποιείται και η τιμή του. Το ίδιο βέβαια ισχύει και ως προς την ποσότητα καθώς με τη χρήση της μεθόδου έχει παρατηρηθεί διπλασιασμός και τριπλασιασμός της παραγωγής.

Ως γνωστό το οικονομικό αποτέλεσμα στο τέλος μίας καλλιέργειας είναι η τιμή πώλησης του προϊόντος μείων τα έξοδα παραγωγής του. Η υδρολίπανση λοιπόν, ως παράγοντας του κόστους, αν ήταν ακριβότερη από έναν άλλο τρόπο λίπανσης, αλλά απέφερε τριπλασιασμό για παράδειγμα της παραγωγής, θα μπορούσε τελικά να είναι οικονομικότερη εφόσον ο παραγωγός είχε καλύτερο οικονομικό αποτέλεσμα. Εδώ όμως ούτε αυτό συμβαίνει. Η υδρολίπανση δηλαδή είναι και άμεσα, λειτουργικά δηλαδή, φτηνότερη αλλά και έμμεσα, καθώς μειώνει το κόστος με τη μεγιστοποίηση της παραγωγής και την ποιοτική της βελτίωση. Αποδεικτικό στοιχείο της

οικονομικότητας της μεθόδου αποτελεί άλλωστε το γεγονός ότι σε προηγμένες χώρες δε νοείται να ακολουθείται άλλη μέθοδος λίπανσης εκτός από την υδρολίπανση.

2

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗΣ

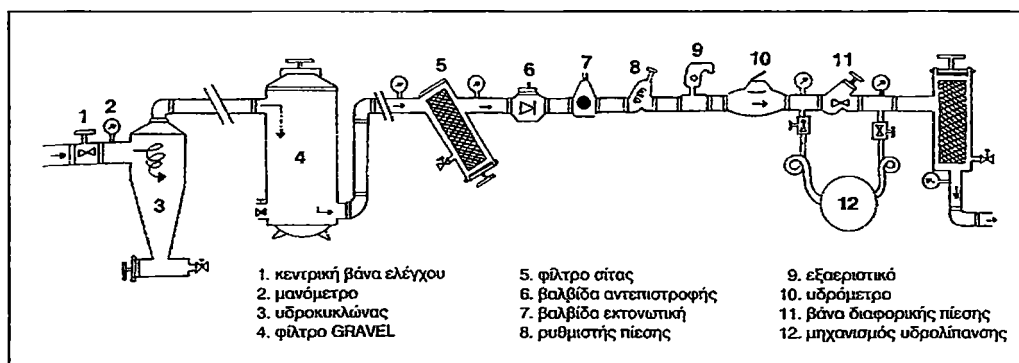
2.1 Γενικά

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 και η ύπαρξη ηλεκτρικού ρεύματος.

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

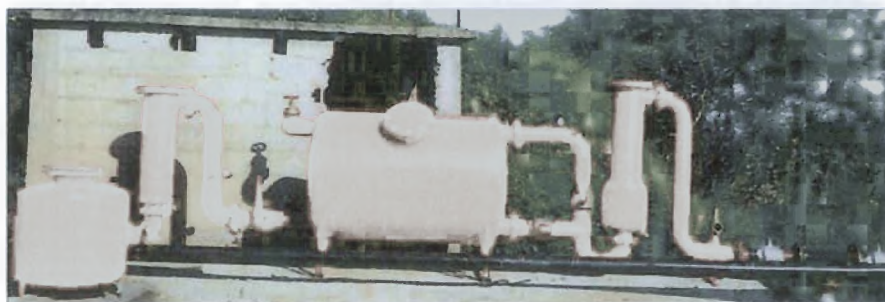
Βασικά οι μέθοδοι υδρολίπανσης ή γενικότερα οι μέθοδοι έγχυσης χημικών σκευασμάτων στο νερό των δικτύων τοπικής άρδευσης μπορούν να καταταχθούν από υδραυλικής πλευράς σε μεθόδους διαφορικής πίεσης και μεθόδους άντλησης. Ο βασικός μηχανισμός υδρολίπανσης της πρώτης μεθόδου είναι ο υδρολιπαντήρας ενώ στην μέθοδο άντλησης είναι οι αντλίες τύπου Venturi και οι δοσομετρικές αντλίες.



Εικ. 2.1 Διάταξη κεφαλής δικτύου με μηχανισμό υδρολίπανσης.

Οι μηχανισμοί διοχέτευσης των λιπασμάτων στο δίκτυο άρδευσης τοποθετούνται στην κεφαλή του δικτύου αποτελώντας μέρος του εξοπλισμού της. Συγκεκριμένα τοποθετούνται μετά την κεντρική βάνα ελέγχου και τον υδροκυκλώνα ή το διαχωριστή (separator), στην περίπτωση άντλησης νερού με άμμο (συνήθως από γεώτρηση) ή το φίλτρο χαλικιού (Gravel) ή δίσκων στην περίπτωση άντλησης νερού από ανοιχτή υδατοσυλλογή –ποτάμι, δεξαμενή– με άλγη (πρασινάδες). Επίσης, τοποθετούνται μετά την βαλβίδα αντεπιστροφής, την εκτονωτική βαλβίδα (αντιπληγματική), το ρυθμιστή πίεσης, το εξαεριστικό και το υδρόμετρο (απλό ή με ηλεκτρική έξοδο). Προηγούνται όμως του φίλτρου σήτας ώστε να συγκρατηθούν αδιάλυτα συστατικά. Εάν όμως, υπάρχει περίπτωση να διοχετευθούν στο δίκτυο, χημικά που θα διαβρώσουν το στοιχείο του φίλτρου (τη σήτα δηλαδή) συνίσταται η πρόβλεψη και δεύτερης εξόδου διοχέτευσης στον κεντρικό αγωγό του δικτύου, που θα χρησιμοποιείται μόνο στην ανωτέρω περίπτωση.

Ανάλογα του φορτίου ρύπων του νερού, φίλτρο σήτας χρειάζεται και πριν το μηχανισμό υδρολίπανσης για προστασία του. Απαραίτητη κρίνεται η τοποθέτηση της βαλβίδας αντεπιστροφής στον κεντρικό αγωγό πριν την σύνδεση του μηχανισμού υδρολίπανσης για να αποτραπεί οποιοδήποτε ενδεχόμενο ρύπανσης της πηγής άντλησης του νερού με λιπάσματα ή άλλα τυχόν χρησιμοποιούμενα χημικά. Επειδή μάλιστα υπάρχει πάντα πιθανότητα βλάβης της, δε συνιστάται εφαρμογή υδρολίπανσης αν η πηγή νερού είναι δίκτυο ύδρευσης. Επίσης, αφού οι περισσότεροι μηχανισμοί συνδέονται παράλληλα (by pass) με τον κεντρικό αγωγό του δικτύου άρδευσης, για σιγουριά καλό είναι να τοποθετήσουμε βαλβίδα αντεπιστροφής και στον σωλήνα εισόδου του νερού στο μηχανισμό υδρολίπανσης.



Εικ. 2.2 Μηχανισμός διοχέτευσης των λιπασμάτων στο δίκτυο άρδευσης τοποθετείται στην κεφαλή του δικτύου.

Τα μέσα που εμποδίζουν το νερό της πηγής τροφοδοσίας να μολυνθεί από τα λιπάσματα ή άλλα χρησιμοποιούμενα χημικά είναι:

- Η εκτονωτική βαλβίδα που θα εκτονώσει την πίεση, αποτρέποντας υδραυλικό πλήγμα, για παράδειγμα στην περίπτωση που μια βάνα ή ηλεκτροβάνα δεν ανοίξει, ενώ την ίδια στιγμή η αντλία θα «π्रेसάρει».
- Ο ρυθμιστής πίεσης, που ρυθμιζόμενος στην ανώτερη πίεση λειτουργίας του μηχανισμού υδρολίπανσης, τον προστατεύει από βλάβη σε περίπτωση μεγαλύτερης πίεσης.
- Το εξαεριστικό που εξαερώνει, αποτρέποντας είσοδο αέρα στο σωλήνα τροφοδοσίας με νερό του μηχανισμού υδρολίπανσης, που μπορεί να δημιουργήσει ανωμαλία στη λειτουργία του ή στο υδρόμετρο, που συνεπάγεται λάθος μέτρηση. Επίσης, αποφεύγονται φαινόμενα σπηλαιώσης και φθορά του δικτύου.

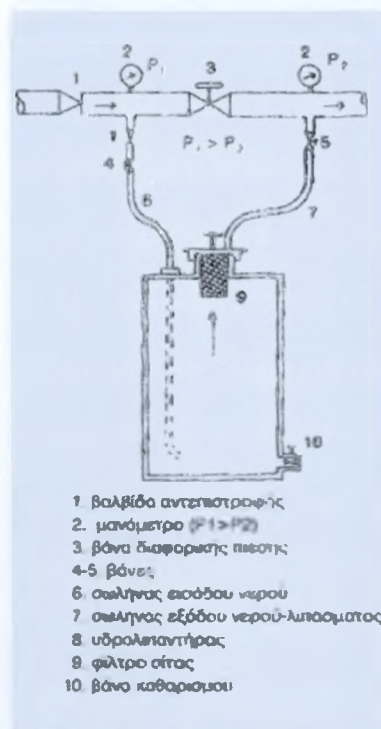
- Το υδρόμετρο που μας δίνει τη δυνατότητα ανά πάσα στιγμή να γνωρίζουμε τη διερχόμενη από τον κεντρικό αγωγό παροχή νερού.

Ευνόητο είναι ότι η διοχέτευση των λιπασμάτων πρέπει να γίνεται επί του κυρίου ή κεντρικού αγωγού πριν αυτός διακλαδιστεί σε δευτερεύοντες, εάν θέλουμε τα λιπάσματα να διανεμονται σε όλη την καλλιέργεια.

2.2 Υδρολίπανση με διαφορεική πίεση

2.2.1 Υδρολιπαντήρας

Ο υδρολιπαντήρας είναι ένα δοχείο ανθεκτικό στην πίεση και στην διάβρωση που κλείνει υδατοστεγώς και στο οποίο τοποθετούμε το θρεπτικό διάλυμα. Δύο πλαστικοί σωλήνες μήκους 1 –1,5 m τον συνδέουν παράλληλα (by pass) με τον κεντρικό αγωγό και μεταξύ των δύο σημείων σύνδεσης των πλαστικών σωλήνων στον κεντρικό αγωγό τοποθετείται μια βάννα. Στραγγαλίζοντας τη βάννα, δημιουργείται μια διαφορά πίεσης μεταξύ των δύο σημείων σύνδεσης εξαναγκάζοντας έτσι μέρος της παροχής του δικτύου να εισέλθει μέσω του πρώτου σωλήνα (είσοδος) στον υδρολιπαντήρα και συμπαρασύροντας μέρος του θρεπτικού διαλύματος να επιστρέψει στον κεντρικό αγωγό από το δεύτερο σωλήνα (έξοδος). (Εικ. 2.3).

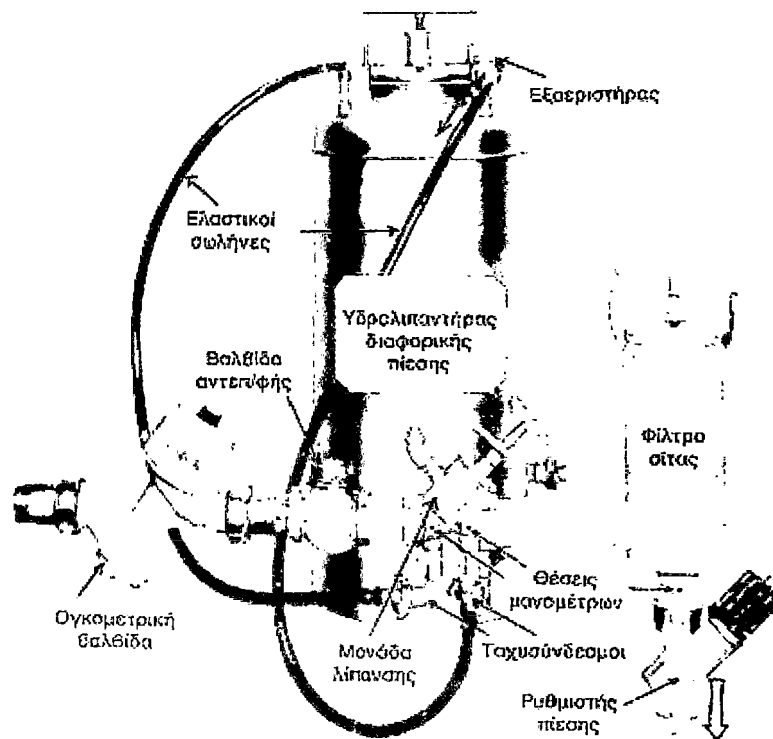


Εικ. 2.3 Συνδεσμολογία λιπαντήρα.

Ο υδρολιπαντήρας επίσης πρέπει να είναι βαμμένος εσωτερικά με βαφή ανθεκτική στη διάβρωση ή να είναι ανοξειδωτος. Απαραίτητο είναι να φέρει βάννα καθαρισμού στο δυνατό 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 την σύνδεσή του πρέπει να προβλέπεται βαλβίδα αντεπιστροφής στο σημείο τροφοδοσίας του, ώστε να αποφεύγεται η μόλυνση της πηγής του νερού με λιπάσματα. Η πίεση στα σημεία σύνδεσης των δύο πλαστικών σωλήνων μετράται με την τοποθέτηση σε αυτά δύο μανομέτρων κατά προτίμηση γλυκερίνης οπότε γνωρίζουμε και την προκαλούμενη απώλεια πίεσης.

Υδρολιπαντήρες κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη από 50 έως 250 λίτρα από ελληνικές βιοτεχνίες σε πολύ καλές ποιότητες.



Εικ. 2.4 Υδρολιπαντήρας διαφορικής πίεσης συνδεδεμένος σε τυπική κεφαλή δικτύου.

Στην περίπτωση της διαφορικής 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 μας για μια τουλάχιστον εφαρμογή. Η χωρητικότητα αυτή V δίνεται από την σχέση:

$$V = W * A / E * N$$

Όπου: W είναι όλη η ποσότητα λιπάσματος που θα χορηγηθεί κατά την αρδευτική περίοδο σε Kg/στρ. ή l, A είναι η έκταση που αρδεύεται σε στρέμματα, E είναι το ειδικό βάρος του λιπάσματος, λαμβάνουμε ίσο προς 1 για τα υγρά, σε Kg/l και τέλος N είναι ο αριθμός των αρδεύσεων κατά τις οποίες θα γίνει υδρολίπανση.

Η ποσότητα του λιπάσματος που κάθε στιγμή μεταφέρεται από τον υδρολιπαντήρα στο δίκτυο, είναι ανάλογη προς την συγκέντρωση του διαλύματος του λιπάσματος, την ίδια στιγμή στον λιπαντήρα. Η συγκέντρωση όμως αυτή συνεχώς μειώνεται κατά τη διάρκεια της υδρολίπανσης και μάλιστα όχι αναλογικά. Η πυκνότητα του θρεπτικού διαλύματος πέφτει πολύ γρήγορα στην αρχή και πιο αργά προς το τέλος της υδρολίπανσης. Πράγματι, η ποσότητα του λιπάσματος που περιέχεται στον υδρολιπαντήρα συνεχώς μειώνεται. Την ίδια στιγμή ο όγκος του διαλύματος, που ισούται με αυτόν του υδρολιπαντήρα και στον οποίο εισέρχεται συνεχώς νερό,

παραμένει σταθερός. Συνεπώς κατά την διάρκεια της υδρολίπανσης, φθάνει στα φυτά όλο και αραιότερο τελικό διάλυμα. Το πρόβλημα αυτό είναι πιο σοβαρό σε κρίσιμες εφαρμογές υδρολίπανσης στα θερμοκήπια. Εάν μάλιστα η άρδευση γίνεται με τα λεγόμενα αυτοπροωθούμενα συστήματα (καρούλια με ράμπα ή κανόνι) τότε δεν δέχονται όλα τα φυτά την ίδια ποσότητα λιπάσματος (ανομοιόμορφη λίπανση), αφού μετακινούμενο κατά τη διάρκεια της άρδευσης, το κανόνι ή η ράμπα χορηγεί όλο και αραιότερο διάλυμα.

Το παραπάνω μειονέκτημα προσπάθησαν οι κατασκευαστές να άρουν με την τοποθέτηση ειδικής ελαστικής σακούλας – μανδύα μέσα στον λιπαντήρα που περιείχε το θρεπτικό διάλυμα. Το νερό του δικτύου διοχετευόταν μεταξύ των τοιχωμάτων του λιπαντήρα και του μανδύα εξωθώντας το θρεπτικό διάλυμα έξω από τον μανδύα. Η λύση αυτή δεν επέφερε τα αναμενόμενα αποτελέσματα και σήμερα δεν εφαρμόζεται. Ένα από τα προβλήματα είναι ότι η μέθοδος απαιτεί στραγγαλισμό της ροής του νερού, που διέρχεται από τον κεντρικό αγωγό με την βάνα διαφορικής πίεσης με αποτέλεσμα να απαιτείται μεγαλύτερο μανομετρικό από το αντλητικό και απώλεια πίεσης, δηλαδή απώλεια ενέργειας. Επίσης, δυσχερής είναι ο έλεγχος της εξάντλησης του λιπάσματος στον υδρολιπαντήρα κατά την διάρκεια της υδρολίπανσης, γιατί η οπτική παρατήρηση απαιτεί διακοπή της λίπανσης.

2.2.2 Υπολογισμός του χρόνου χορήγησης του λιπάσματος

Ο χρόνος χορήγησης του λιπάσματος είναι υπολογίσιμος και είναι ανάλογος της χωρητικότητας του λιπαντήρα και αντιστρόφως ανάλογος της παροχής νερού που περνά μέσα από αυτόν. Όσο μεγαλύτερο στραγγαλισμό προκαλούμε με τη βάνα διαφορικής πίεσης, τόσο μεγαλύτερη διαφορά πίεσης δημιουργείται μεταξύ των σημείων σύνδεσης των πλαστικών σωλήνων και τόσο μεγαλύτερη παροχή νερού διέρχεται μέσω του λιπαντήρα, με αποτέλεσμα σε μικρότερο χρονικό διάστημα να εξαντλείται το λίπασμα. Για εξάντληση κατά 99% του αρχικού λιπάσματος από το λιπαντήρα, ο απαιτούμενος χρόνος t δίνεται από την σχέση:

$$t = 4,6 V/q$$

Όπου: V είναι ο όγκος λιπαντήρα σε l και q είναι η παροχή νερού που διέρχεται από τον λιπαντήρα σε l/h .

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

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

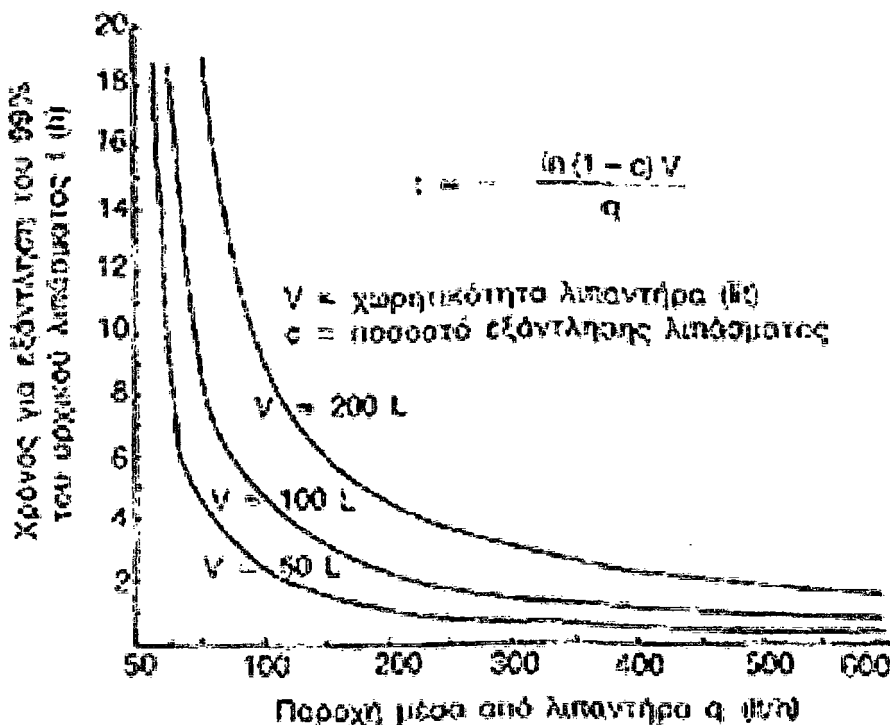
Όπου: n είναι ο λόγος του λιπάσματος που παραμένει στον λιπαντήρα σε σχέση με τον αρχικό, x είναι ο λόγος της παροχής q (l/h) που περνά μέσα από τον λιπαντήρα σε σχέση προς την χωρητικότητα V (l) του λιπαντήρα. Τέλος t είναι ο χρόνος (h) από την έναρξη της λίπανσης μέχρι να επιτευχθεί ο λόγος n .

Η παραπάνω εξίσωση μπορεί να πάρει τελικά την μορφή:

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

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

Με βάση την τελευταία εξίσωση κατασκευάστηκαν οι παρακάτω καμπύλες, από τις οποίες μπορεί να υπολογιστεί ο χρόνος που απαιτείται για μια εξάντληση 99% του αρχικού λιπάσματος από τον λιπαντήρα για διάφορες τιμές του q και για τις συνήθεις χωρητικότητες των λιπαντήρων. (Εικ. 2.5).



Εικ. 2.5 Χρόνος που απαιτείται για την εξάντληση υγρού λιπάσματος διαλυμένου σε λιπαντήρα, ο οποίος λειτουργεί με διαφορεική πίεση, σε σχέση με την παροχή που περνά από αυτόν.

Όσα αναφέρθηκαν παραπάνω ισχύουν για υγρά λιπάσματα τα οποία από την αρχή είναι πλήρως διαλυμένα στο νερό του λιπαντήρα. Για τα στερεά λιπάσματα ο χρόνος που απαιτείται είναι ίδιος με τα υγρά μόνο εάν η ποσότητά που εισέρχεται κάθε φορά στον λιπαντήρα είναι ίση ή μικρότερη από εκείνη που η διαλυτότητα του λιπάσματος επιτρέπει να διαλυθεί πλήρως στο συγκεκριμένο όγκο του λιπαντήρα. Για παράδειγμα αν έχουμε ένα στερεό λίπασμα με διαλυτότητα 0,7 Kg/l, τότε η ποσότητα του που διαλύεται αμέσως σε ένα λιπαντήρα 200 l θα είναι $200 \cdot 0,7 = 140 \text{ Kg}$. Για ποσότητες στερεών λιπασμάτων μεγαλύτερες από όσο επιτρέπεται η διαλυτότητα τους και ο όγκος του λιπαντήρα ώστε να διαλυθούν πλήρως απαιτείται επιπλέον χρόνος t_1 που υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$t_1 = (w/\delta - V) / q$$

Όπου: w είναι το βάρος όλης της ποσότητας του λιπάσματος σε Kg και δ είναι η διαλυτότητα του λιπάσματος σε Kg/l.

Εφόσον $W > \delta \cdot V$, ο συνολικά απαιτούμενος χρόνος είναι $t + t_1$ επομένως ο ολικός χρόνος t_σ που απαιτείται για την εξάντληση ενός στερεού λιπάσματος μέσα από ένα λιπαντήρα θα είναι:

$$t_\sigma = t + t_1 = (W/\delta - V)/q - (\ln(1-c) \cdot V)/q$$

Η εξίσωση αυτή ισχύει σύμφωνα με τα προηγούμενα μόνο όταν $W - \delta \cdot V > 0$ ή όταν $W > \delta \cdot V$. Διαφορετικά $t_1 = 0$ και $t_\sigma = t$.

Στην πράξη η παροχή q εξαρτάται από τη διαφορά πίεσης μεταξύ των σημείων P_1 και P_2 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 πίεσης που δείχνουν τα μανόμετρα στην κεφαλή του δικτύου για τον υπολογισμό της παροχής διαμέσου των σωλήνων του λιπαντήρα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη ένα μέρος μόνο (περίπου 50%), γιατί το υπόλοιπο αναλώνεται σε απώλειες σε άλλα τμήματα της σύνδεσης όπως βάνες και φίλτρα. Έτσι, εάν για παράδειγμα το μανόμετρο δείχνει διαφορά πίεσης 0,4 atm, για τον υπολογισμό της παροχής θα λάβουμε υπόψη διαφορά πίεσης μόνο 0,2 atm.

Σε περιπτώσεις μεγάλων παροχών τοποθετούμε ειδικά ρόμετρα και με την βοήθεια ειδικής βάνας ρυθμίζεται η διαφορά πίεσης ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή παροχή. Ενώ για μικρές παροχές μπορεί να χρησιμοποιηθούν επιστόμια με συγκεκριμένη εσωτερική διάμετρο που τοποθετούνται στο τέλος ή σε κάποιο σημείο του ελαστικού σωλήνα εισαγωγής του διαλύματος στο δίκτυο. Η εσωτερική διάμετρος D των επιστομιών αυτών δίνεται από τον τύπο:

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

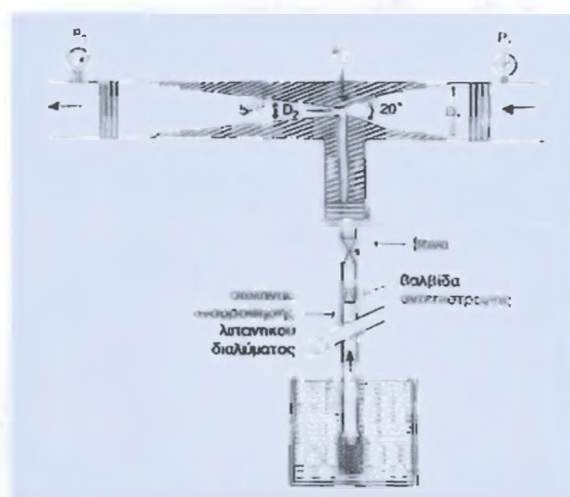
Όπου q είναι η παροχή μέσω του λιπαντήρα (l/h) και ΔH είναι η διαφορά πίεσης πριν και μετά το επιστόμιο (m).

2.3 Υδρολίπανση με άντληση

2.3.1 Αντλίες αναρρόφησης

2.3.1.1 Αντλίες Τύπου Venturi

Οι αντλίες τύπου Venturi είναι απλές κατασκευές οι οποίες με βάση την αρχή Venturi προκαλούν μια σημαντική πτώση της πίεσης σε μια απότομη στένωση ενός αγωγού 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. (Εικ. 2.6)



Εικ. 2.6 Σχηματική παράσταση εγχυτή τύπου Venturi

Ο ρυθμός εισαγωγής του διαλύματος αυξάνεται βασικά με την αύξηση της διαφοράς πίεσης $P_0 - P_2$ ή με την μείωση της P_2 , αφού η ατμοσφαιρική πίεση P_0

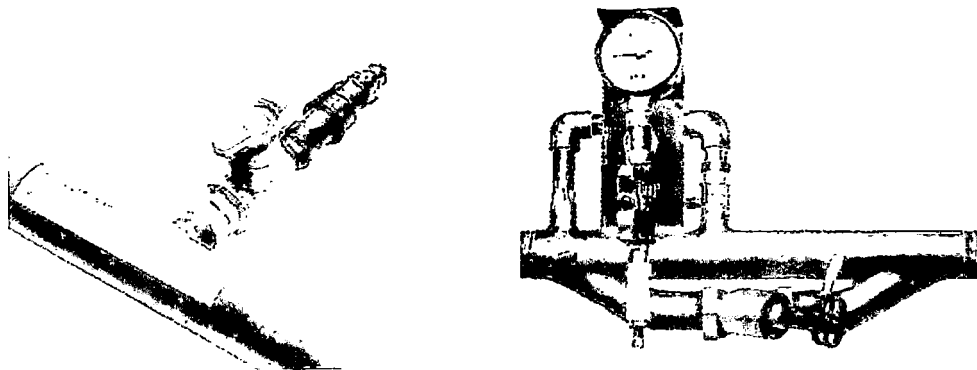
παραμένει σταθερή. Η πίεση όμως P_2 εξαρτάται από την πίεση P_1 , την παροχή Q και τα μεγέθη των διαμέτρων D_1 και D_2 και δίνεται από την σχέση:

$$P_2 = P_1 - Q^2 / CK(D_1^2 - D_2^2 / D_1 * D_2)$$

Όπου D_1 είναι η διάμετρος του αγωγού στο σημείο εισόδου της αντλίας (cm), D_2 είναι η διάμετρος στο σημείο της στένωσης (cm), P_1 είναι η πίεση εισόδου (kPa ή cbars), P_2 είναι η πίεση στο σημείο της στένωσης (kPa ή cbars), Q είναι η παροχή του αγωγού σε (l/min), K είναι ο συντελεστής μονάδων ίσος προς 6,66, C είναι ο συντελεστής ροής που για $Re > 2 * 10^5$ είναι ίσος προς 0,98.

Από την παραπάνω σχέση φαίνεται ότι για μια μικρή πίεση 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 $P_1 - P_3$, όπου P_3 η πίεση στο σημείο εξόδου του εγγυτήρα. Η διαφορά πίεσης $P_1 - P_3$ που απαιτείται για την επίτευξη αναρρόφησης εξαρτάται φυσικά και από την όλη κατασκευή και μέγεθος της αντλίας. Οποσδήποτε είναι αρκετά υπολογίσιμη και κυμαίνεται ανάλογα με την κατασκευή και το ρυθμό της αναρρόφησης από το 10-50% της πίεσης εισόδου.

Σε συνήθεις αντλίες τύπου Venturi απλής φύσης, 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 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. Για το λόγο αυτό η σύνδεση by pass συνίσταται στους περισσότερους τύπους αντλιών Venturi. (Ευκ. 2.7).



Εικ. 2.7 Αντλίες τύπου Venturi της Netafim: (αριστερά) απλής φάσης (δεξιά) διπλής φάσης.

Η ικανότητα αναρρόφησης για αντλίες τύπου Venturi συνήθως κυμαίνεται ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος. Αντλίες τύπου Venturi κατασκευάζουν οι οίκοι Polyglass (Ελλάς), Netafim (Ισραήλ), Hardie (ΗΠΑ), Massei (ΗΠΑ) σε διάφορα μεγέθη και τύπους που έχουν ικανότητα απορρόφησης από 2 μέχρι 5.000l/h. Κατασκευάζονται συνήθως από υψηλής ποιότητας θερμοπλαστικά υλικά για μεγάλη αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και στα περισσότερα χημικά.

Οι αντλίες τύπου Venturi έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

1. Έχουν μικρό σχετικά κόστος αγοράς.
2. Σε σχέση με τους υδρολιπαντήρες μπορούν να απορροφούν το θρεπτικό διάλυμα από απλό ανοικτό δοχείο και επομένως φθηνό, εύκολα εποπτευόμενο και ανατροφοδοτούμενο.

3. Το παραπάνω δοχείο μπορεί να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να χωρά όλη την ποσότητα του διαλυμένου λιπάσματος που απαιτείται για όλες τις στάσεις άρδευσης ενός τμήματος.
4. Η πυκνότητα του θρεπτικού διαλύματος δεν μεταβάλλεται κατά την διάρκεια της υδρολίπανσης, παρά μόνο αν το θελήσουμε.
5. Οι αντλίες αυτές μπορούν να υδρολιπαίνουν με όλα τα συστήματα άρδευσης, να διοχετεύουν μεγάλη γκάμα χημικών υγρών ή και αερίων όπως για παράδειγμα εμπλουτισμός με οξυγόνο εγκαταστάσεων ιχθυοκαλλιεργειών και βιολογικών καθαρισμών και να χρησιμοποιηθούν σε βιομηχανικές εφαρμογές.
6. Είναι ευμετακίνητες και επειδή δεν έχουν κινητά μέρη, έχουν μηδαμινό κόστος συντήρησης.

Οι αντλίες τύπου Venturi παρουσιάζουν τα παρακάτω μειονεκτήματα:

1. Απαιτούν σχετικά υψηλή απώλεια πίεσης για την έναρξη της λειτουργίας. Το μειονέκτημα αυτό δεν είναι ιδιαίτερα 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 δίκτυα με κλειστούς αγωγούς.
2. Λειτουργούν μόνο με υγρά ή οπωσδήποτε διαλυμένα λιπάσματα.

2.3.1.2 Τρόποι εγκατάστασης αντλίας τύπου Venturi

Οι αντλίες τύπου Venturi πρέπει να τοποθετούνται σε σχέση με το δίκτυο άρδευσης με τέτοιο τρόπο ώστε να προκαλέσουμε την απαιτούμενη απώλεια πίεσης για την έναρξη λειτουργίας τους. Οι τρόποι εγκατάστασής τους σε σχέση με το δίκτυο άρδευσης είναι οι παρακάτω:

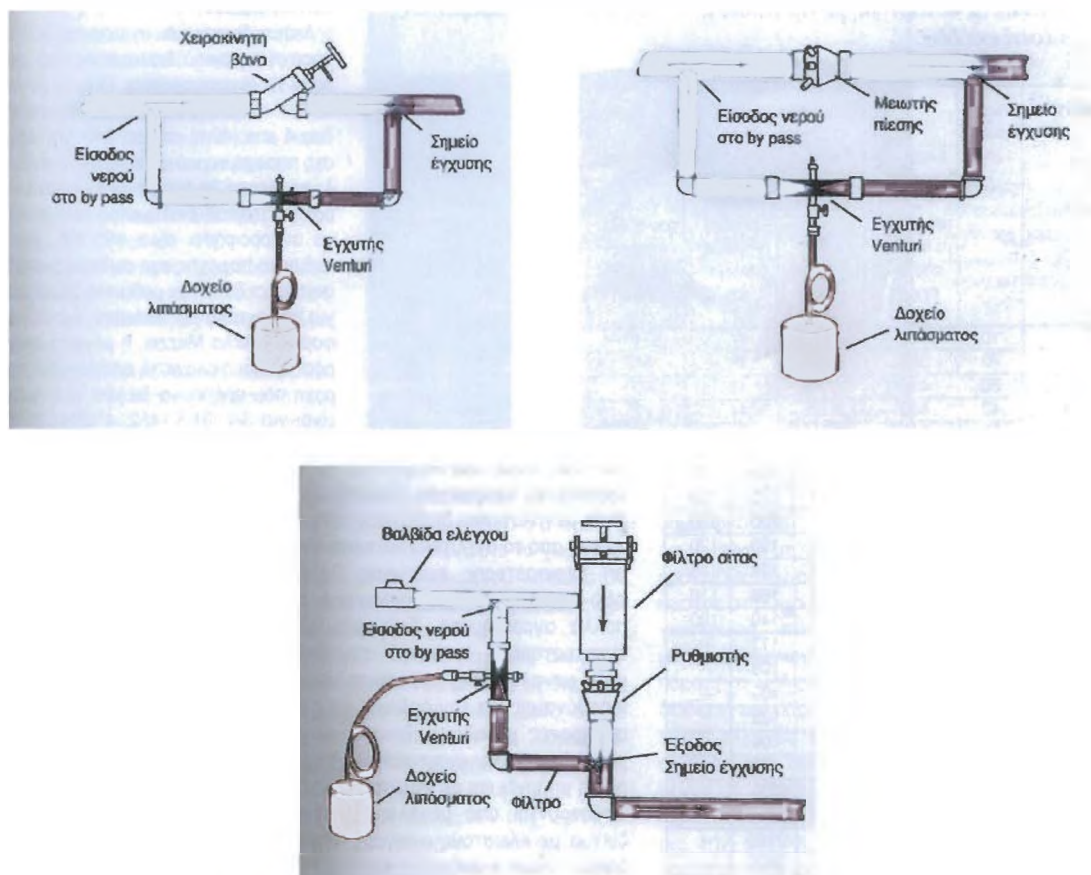
α. Πτώση πίεσης με βάνα στραγγαλισμού ή μείωση πίεσης

Σε αυτή την περίπτωση και εφόσον η αντλία συνδέεται by pass με τον κεντρικό αγωγό, περίπτωση που είναι και η πιο συνηθισμένη, η διαφορά πίεσης $P_1 - P_3$ επιτυγχάνεται με στραγγαλισμό της ροής του νερού με μια βάνα στραγγαλισμού. Η βάνα αυτή τοποθετείται στον κεντρικό αγωγό και μεταξύ των σημείων σύνδεσης των σωλήνων που συνδέουν την είσοδο και την έξοδο της αντλίας. Όσο περισσότερο αυτή στραγγαλίζει τη ροή του νερού, τόσο μεγαλύτερο μέρος της παροχής του δικτύου εξαναγκάζεται να περάσει από την παράκαμψη και επομένως από την αντλία και τόσο μεγαλύτερη παροχή θρεπτικού διαλύματος διοχετεύει η αντλία στο δίκτυο.

Στη θέση της βάνας θα μπορούσε να βρίσκεται ένας μειωτήρας πίεσης. Η απαιτούμενη απώλεια πίεσης κυμαίνεται από 10-75% της πίεσης εισόδου ανάλογα με την κατασκευή (μοντέλο) της αντλίας και την επιδιωκόμενη παροχή ή ρυθμό αναρρόφησης του θρεπτικού διαλύματος. Οι εταιρίες κατασκευής τέτοιων αντλιών (Netafim- Ισραήλ, MIC -Massei - ΗΠΑ) δίνουν σε πίνακες την ικανότητα αναρρόφησης των διαφόρων μοντέλων που κατασκευάζουν (1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2") σε συνάρτηση με την πίεση εισόδου και την απώλεια πίεσης. Επίσης σε πίνακες δίνουν για όλα τα μοντέλα και για διαφορετικές τιμές πίεσης εισόδου (P_1), τη μικρότερη απαιτούμενη παροχή νερού που πρέπει να διέλθει μέσω αυτών και την τάξη μεγέθους που πρέπει να κυμανθούν οι απώλειες πίεσης ώστε να λειτουργήσουν. Ακόμη δίνουν και την μέγιστη δυνατή παροχή θρεπτικού διαλύματος που μπορούν να απορροφήσουν. Για παράδειγμα το μοντέλο 3/4" * 0,9 της Netafim με πίεση εισόδου 4 atm (40m) απαιτεί 940 l/h ελάχιστη παροχή νερού μέσω αυτού και απώλεια πίεσης 30-50%, ενώ η μέγιστη παροχή θρεπτικού διαλύματος που μπορεί να αναρροφήσει είναι 190 l/h, χωρίς ρυθμιστή παροχής στο σωλήνα αναρρόφησης και 89 l/h με

ρυθμιστή. Για τα διάφορα μοντέλα Massei η μέγιστη αναρρόφηση και η ελάχιστη απαιτούμενη παροχή που μπορεί να διέλθει από αυτές είναι για 3/4": 94,5 / 1452, 4": 283,5 / 3855, 1 1/2": 680,4 / 7711, 2": 1890 / 22906.

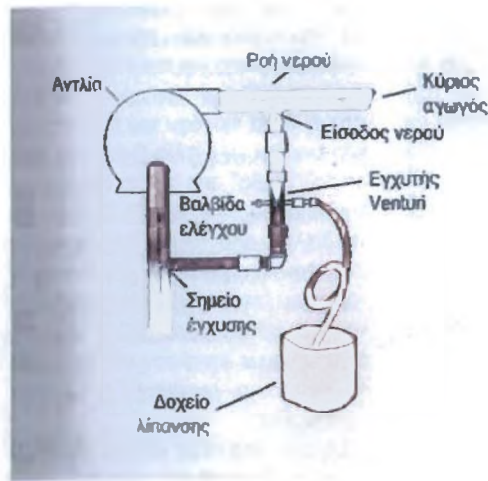
Η απαίτηση απώλειας πίεσης που συνήθως είναι περί 30% για τις περισσότερες εφαρμογές σημαίνει απαίτηση μεγαλύτερου διαθέσιμου μανομετρικού από το αντλητικό και κατανάλωση περισσότερης ενέργειας. (Εικ. 2.8)



Εικ. 2.8 Εγκατάσταση εγχυτών Venturi με βάννα στραγγαλισμού ή μείωση πίεσης

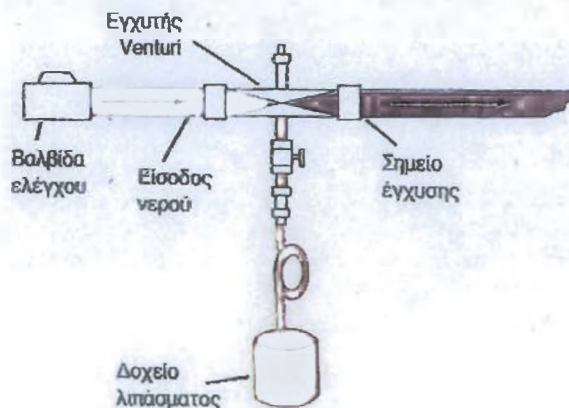
β. Εκμετάλλευση διαφοράς πίεσης αναρρόφησης –κατάθλιψης

Σε αυτήν την περίπτωση εκμεταλλευόμαστε τη διαφορά πίεσης αναρρόφησης – κατάθλιψης της αντλίας του δικτύου άρδευσης συνδέοντας το σωλήνα εξόδου του διαλύματος νερού – λιπάσματος από την αντλία με το σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας του δικτύου, αυξάνοντας όμως έτσι τις πιθανότητες διάβρωσής της. (Εικ. 2.9)



Εικ. 2.9 Εγκατάσταση εγχυτή Venturi με χρήση της διαφοράς πίεσης αναρρόφησης –κατάθλιψης

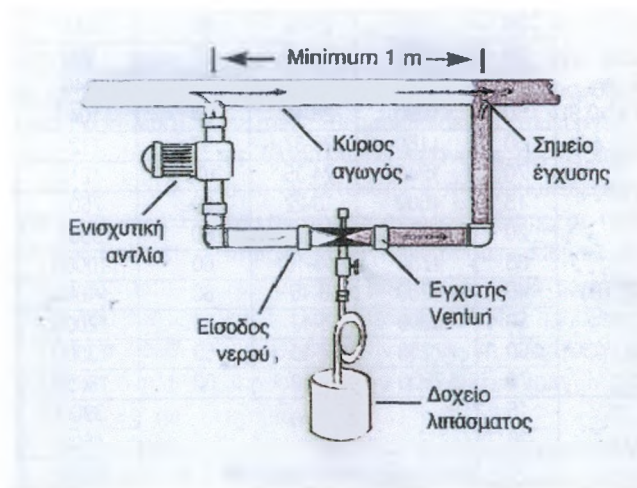
Όταν η διαθέσιμη παροχή νερού είναι μικρή και η μείωση της πίεσης δεν είναι πρόβλημα, η αντλία τύπου Venturi μπορεί να τοποθετηθεί στον κεντρικό αγωγό. (Εικ. 2.10)



Εικ. 2.10 Εγκατάσταση εγχυτή Venturi στον κεντρικό αγωγό

γ. Αύξηση πίεσης εισόδου με ενισχυτική αντλία

Όταν δεν μπορούμε να προκαλέσουμε την απαιτούμενη απώλεια πίεσης για την έναρξη λειτουργίας της αντλίας τύπου Venturi τοποθετούμε στο σωλήνα εισόδου του by pass μια μικρή ενισχυτική αντλία (-booster pump-), η οποία αντλεί από τον κεντρικό αγωγό την απαιτούμενη παροχή που πρέπει να διέλθει από την αντλία Venturi αυξάνοντας την πίεση εισόδου (P_1). (Εικ. 2.11)



Εικ. 2.11 Εγκατάσταση εγχυτή Venturi με ενισχυτική αντλία.

Στις δύο τελευταίες περιπτώσεις συνδεσμολογίας οι δυνατότητες ρυθμίσεων περιορίζονται και τυχαίνουν σπάνιας εφαρμογής. Οποσδήποτε καθένας από τους παραπάνω τρόπους παρουσιάζει διάφορα μειονεκτήματα. Έτσι στην πρώτη περίπτωση παρουσιάζεται σημαντική πτώση πίεσης (ανάλωση ενέργειας) στον κύριο αγωγό, στην δεύτερη περίπτωση οι πιθανότητες διάβρωσης της αντλίας του δικτύου είναι μεγάλες και στην τρίτη περίπτωση απαιτούνται επιπλέον δαπάνες για την προμήθεια και την λειτουργία της ενισχυτικής αντλίας.

2.3.2 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 τον σωλήνα αναρρόφησης της αντλίας πρέπει να φέρει ρυθμιστική βάννα 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 την 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 του νερού.

Κύριο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ο κίνδυνος διάβρωσης των τμημάτων της αντλίας που έρχονται σε επαφή με τα λιπαντικά στοιχεία. Ο κίνδυνος διάβρωσης

εξαρτάται οπωσδήποτε από το είδος του μετάλλου αλλά και από το είδος του λιπασματος που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση.

2.3.3 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 ψηλότερη από την ατμοσφαιρική. Το σημείο αυτό μπορεί να είναι στον κύριο αγωγό της κεφαλής του δικτύου και μάλιστα μετά από τα φίλτρα χαλικιών και πριν από τα φίλτρα 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.

2.3.3.1 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.

Απαραίτητες προϋποθέσεις για την 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 εταιρίες 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.

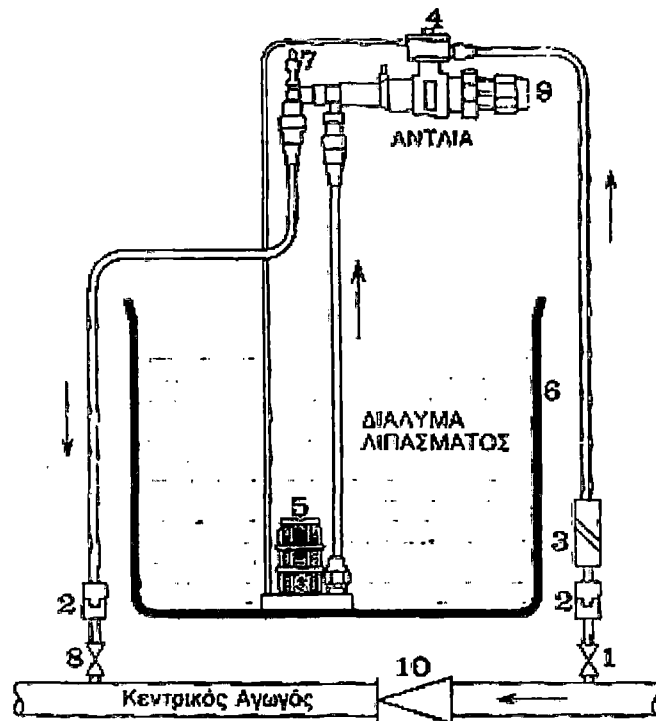
2.3.3.2 Υδραυλικές αντλίες

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 εισαγάγει στο δίκτυο άρδευσης.

Οι αντλίες του τύπου αυτού λειτουργούν είτε με κατανάλωση νερού είτε με διαφορά πίεσης.

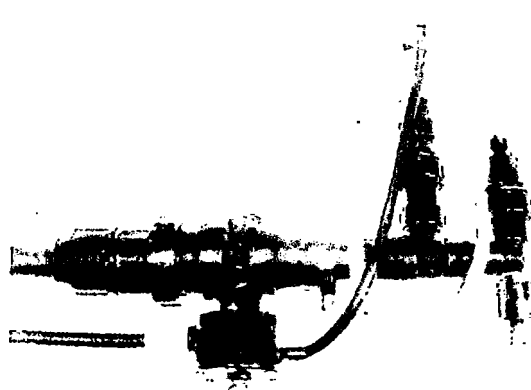
α. Υδραυλική αντλία που λειτουργεί με κατανάλωση νερού

Σε αυτού του τύπου τις αντλίες μια ποσότητα νερού περίπου διπλάσια από την ποσότητα του αναρροφούμενου λιπαντικού διαλύματος αναλώνεται για την κίνηση του υδραυλικού κινητήρα. Το νερό αυτό δεν είναι εύκολο να επιστραφεί στην πηγή ή να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα κατά άλλο τρόπο και αποτελεί, ιδίως για περιοχές με περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού, ένα στοιχείο που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. (Εικ. 2.12)



Εικ. 2.12 Σχηματική παράσταση συνδεσμολογίας υδραυλικής αντλίας με κατανάλωση νερού: 1. βάνα τροφοδοσίας υδραυλικού κινητήρα, 2. ράκορ, 3. φίλτρο, 4. αυτόματος διακόπτης, 5. κεφαλή αναρρόφησης, 6. δοχείου λίπανσης, 7. βαλβίδα εξαιρισμού, 8. βάνα έγχυσης λιπάσματος, 9. παροχέτευση, 10. βαλβίδα αντεπιστροφής.

Αντλίες αυτού του τύπου κατασκευάζουν οι εταιρίες Amiad, TMB, Ris, J Hardie σε μεγάλη ποικιλία μεγεθών και παραλλαγών. (Εικ. 2.13)

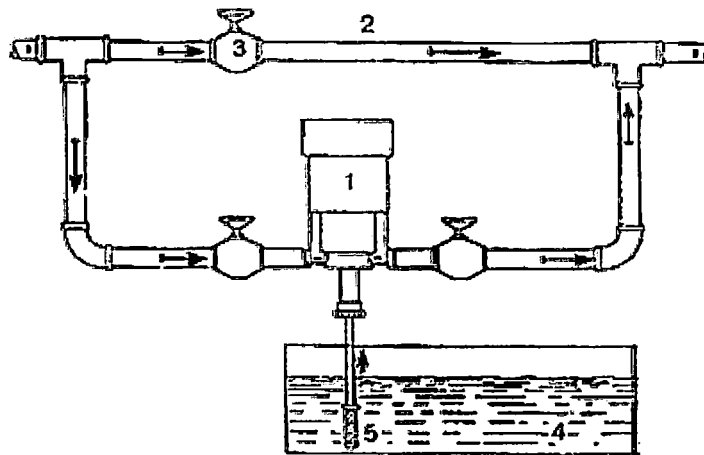


Εικ. 2.13 Υδραυλική αντλία που λειτουργεί με κατανάλωση νερού (Amiad).

β. Υδραυλική αντλία που λειτουργεί με διαφορεική πίεση

Στην περίπτωση των αντλιών που λειτουργούν με διαφορεική πίεση δεν αναλώνουν νερό αλλά δημιουργούν μια διαφορά πίεσης στην κύρια γραμμή του δικτύου, η οποία επιτρέπει να κινηθεί μια ποσότητα νερού μέσω μίας παράλληλης (by pass) σύνδεσης, που τελικά αυτή κινεί το έμβολο του υδραυλικού κινητήρα. Στην περίπτωση αυτή αποφεύγεται η ανάλωση νερού, αλλά προκαλείται ανάλωση μιας ποσότητας

ενέργειας (πίεσης) για να λειτουργήσει το σύστημα. Οι αντλίες αυτού του τύπου συνήθως απαιτούν μια ανάλωση πίεσης περίπου 25% και είναι ακατάλληλες για σχετικά μικρές παροχές. Τέτοιες αντλίες κατασκευάζουν οι εταιρίες MSR, J Hardie.



Εικ. 2.14 Σχηματική παράσταση συνδεσμολογίας υδραυλικής αντλίας με διαφορά πίεσης: 1. αντλία, 2. κάρια γραμμή δικτύου, 3. βάνα για δημιουργία διαφοράς πίεσης, 4. λιπαντικό διάλυμα, 5 φίτρο.

2.3.4 Δοσομετρικές αντλίες λίπανσης

Οι δοσομετρικές – αναλογικές αντλίες (proportional pumps), όπως έχει αναφερθεί τοποθετούνται στην κεφαλή του δικτύου άρδευσης και συγκεκριμένα μετά την κεντρική βάνα ελέγχου, τον υδροκυκλώνα, την βαλβίδα αντεπιστροφής, την εκτονωτική βαλβίδα, τον ρυθμιστή πίεσης, το εξαεριστικό και το υδρόμετρο, προηγούνται όμως του φίλτρο σήτας. Αντλούν το πυκνό θρεπτικό διάλυμα από απλό ανοιχτό δοχείο. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα τους είναι ότι μπορούν να ρυθμίζονται ώστε να χορηγούν επακριβώς την απαιτούμενη δόση λιπάσματος στην κατάλληλη για το φυτό συγκέντρωση –πυκνότητα τελικού διαλύματος. Η συγκέντρωση αυτή μπορεί να παραμένει μάλιστα σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της υδρολίπανσης, άσχετα από τυχόν αλλαγές της παροχής του δικτύου άρδευσης. Πράγματι, άλλες συνδεόμενες με ειδικούς υδραυλικούς ή ηλεκτρονικούς μηχανισμούς και άλλες χωρίς την ανάγκη τέτοιων μηχανισμών επιτυγχάνουν αναλογική χορήγηση λιπάσματος. Αυξομειώνουν δηλαδή την παροχή θρεπτικού διαλύματος στο δίκτυο άρδευσης ανάλογα με το μέγεθος τυχαίων ή επιθυμητών αυξομειώσεων της παροχής του δικτύου. Έτσι αυξάνοντας την παροχή του δικτύου, αυξάνεται αναλογικά η παροχή του αντλούμενου θρεπτικού διαλύματος και μειώνοντας αυτή μειώνεται τόσο, ώστε η προρυθμισμένη επιθυμητή αναλογία λιπάσματος –νερού να παραμένει σταθερή (0,5% ή 1%).Οι όποιες αλλαγές στην πίεση και συνεπώς στην παροχή του δικτύου, οφείλονται συνήθως σε έμφραξη των φίλτρων ή σε διαφορετική απαίτηση παροχής κάθε στάσης, εφόσον η άρδευση γίνεται σε στάσεις.

Η χρήση τους έχει ιδιαίτερη σημασία σε ευαίσθητες ανθοκηπευτικές θερμοκηπιακές καλλιέργειες, σε διαφυλλικές λιπάνσεις και περιπτώσεις διοχέτευσης φυτοφαρμάκων μέσω του συστήματος υδρονέφωσης, σε περιπτώσεις χορήγησης ουσιών ρυθμιστικών του pH των θρεπτικών υποστρωμάτων και τέλος σε εφαρμογές

προσθήκης χημικών για την αποφυγή ανάπτυξης μικροοργανισμών στο δίκτυο όπως αλγών και βακτηρίων.

2.3.4.1 Είδη δοσομετρικών αντλιών λίπανσης

Στην αγορά διατίθενται δύο είδη δοσομετρικών αντλιών λίπανσης Α) ηλεκτρικές και Β) υδραυλικές αντλίες λίπανσης:

- Α) Οι ηλεκτρικές αντλίες λίπανσης καταναλώνουν για την λειτουργία τους ηλεκτρική ενέργεια.
- Β) Οι υδραυλικές αντλίες λίπανσης, οι οποίες διαδόθηκαν πολύ περισσότερο από τις προηγούμενες, για την λειτουργία τους χρησιμοποιούν την ίδια την πίεση του νερού του δικτύου άρδευσης (υδραυλική ενέργεια). Αποτέλεσμα τούτου είναι ότι εκτός από την σχετική εξοικονόμηση ενέργειας και την ανεξαρτητοποίηση της υδρολίπανσης από την διαθεσιμότητα ηλεκτρικής ενέργειας, ο ρυθμός άντλησης συσχετίζεται άμεσα με την πίεση και την παροχή του δικτύου άρδευσης και γίνονται άμεσα αντιληπτές τυχόν μεταβολές τους.

Στην καρδιά του κινητήρα τους παλινδρομεί ένα έμβολο που μπορεί να έχει τη μορφή πιστονιού ή να έχει πάνω του προσαρμοσμένο ένα διάφραγμα (διαφραγματικές). Με την παλινδρόμηση του εμβόλου επιτυγχάνεται αφενός η αναρρόφηση του λιπάσματος και αφετέρου η έγχυσή του στο δίκτυο.

Α) Είδη ηλεκτρικών δοσομετρικών αντλιών λίπανσης

Στην περίπτωση των διαφραγματικών ηλεκτρικών αντλιών ένας ηλεκτρομαγνήτης προκαλεί παλινδρόμηση του εμβόλου στο οποίο στηρίζεται η μεμβράνη –διάφραγμα, που συνήθως είναι από teflon για αντοχή στα χημικά. Οι οίκοι SEKO, HANNA, ETATRON (Ιταλίας) και BLACK STONE (ΗΠΑ) προσφέρουν μοντέλα κατασκευασμένα από viton, polypropylene, teflon, kynar (black stone) ή από ανοξείδωτο χάλυβα, ανάλογα και με τα διακινούμενα χημικά και έχουν υψηλή αντοχή σε πιέσεις (8–20 atm). Μπορούν να εγχύνουν 1–50 l θρεπτικού διαλύματος, ενώ πολλά μοντέλα έχουν δυνατότητα ρύθμισης της παροχής με ποτενσιόμετρο ελέγχου, διαφοροποιώντας την ταχύτητα των εμβολισμών, λήψης σήματος από αναλογικό ογκομετρητή για αυτόματη αναλογική έγχυση, βάσει προρύθμισης από αγωγιμόμετρο και πεχάμετρο για διατήρηση της EC και του pH σε προρυθμισμένα και επιθυμητά επίπεδα. Στις εμβολοφόρες ηλεκτρικές, ένας ηλεκτροκινητήρας περιστρέφει έναν άξονα και μέσω έκκεντρου η περιστροφική κίνηση μετατρέπεται σε παλινδρομική ενός εμβόλου – πιστονιού. Αυτές επιτυγχάνουν μεγαλύτερες των διαφραγματικών παροχές έκχυσης θρεπτικού διαλύματος. Έτσι τα μοντέλα της DOSATRON Ιταλίας έχουν δυνατότητα έκχυσης μέχρι 500 l/h θρεπτικού διαλύματος και λειτουργούν σε πιέσεις από 0,5 έως 8 atm. Το έμβολο τους είναι από teflon ή από pytex που συνδυάζει και καλή μηχανική αντοχή. Το σώμα τους μπορεί να είναι από PVC ή από ανοξείδωτο χάλυβα.



Εικ. 2.15 Δοσομετρικές αντλίες ETATRON D.S. : (αριστερά) μοντέλο DL-LIS/E, (κέντρο) μοντέλο DL-LIS/CD (αναλογική), (δεξιά) μοντέλο HD-PH/P (αναλογική με δυνατότητα ρύθμισης του pH)

Οι οίκοι WONNER (ΗΠΑ) και LEWA (ΓΕΡΜΑΝΙΑΣ) έχουν μοντέλα υψηλής ακρίβειας, συνήθως από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316 ή 430 (ο ανθεκτικότερος και ακριβότερος) με έμβολο που μπορεί να είναι από teflon για αντοχή στα χημικά. Πρόκειται για αντλίες με δυνατότητα μεγαλύτερης παροχής έκχυσης, υψηλού όμως κόστους κτήσης και συντήρησης που αφορούν κυρίως βιομηχανικές εφαρμογές. Η επίτευξη αναλογικής έκχυσης επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλου ηλεκτρονικού μηχανισμού (inverter) που αυξομειώνει τη συχνότητα του ρεύματος και επομένως τον αριθμό στροφών του ηλεκτροκινητήρα. Δύο παροχόμετρα με ηλεκτρονική έξοδο, ένα στον κεντρικό αγωγό του δικτύου και στο σωλήνα έκχυσης της αντλίας λίπανσης «πληροφορούν» συνεχώς ένα όργανο ελέγχου (controller) για την αναλογία νερού θρεπτικού διαλύματος και βάσει της προρυθμισμένης αναλογίας αυξομειώνεται μέσω του inverter η παροχή έκχυσης ώστε η αναλογία να μένει σταθερή. Το πολύ υψηλό όμως κόστος και η πολυπλοκότητα της συνδεσμολογίας τη θέλουν να εφαρμόζεται πολύ σπάνια. Στην απίθανη περίπτωση που οι ζητούμενες παροχές έκχυσης θρεπτικού διαλύματος είναι μεγάλες (άνω των 2 m³/h) μπορούν να χρησιμοποιηθούν φυγοκεντρικές αντλίες με φτερωτή από ανοξείδωτο χάλυβα (κατά προτίμηση AISI 316 ή 430) ή από teflon. Σε αυτές ο έλεγχος της παροχής γίνεται με στραγγαλισμό στην κατάθλιψη, οπότε δεν μπορούμε να μιλάμε για δοσομέτρηση ακριβείας, ενώ χάνουμε και πίεση. Αν η φυγοκεντρική κινείται από ηλεκτροκινητήρα, μπορούμε βέβαια να χρησιμοποιήσουμε inverter, αλλά αναφέραμε ήδη ότι το συνολικό κόστος είναι υψηλό. (Εικ. 2.16)



Εικ. 2.16 Υδραυλική δοσομετρική αντλία λίπανσης που λειτουργεί χωρίς απώλειες λίπανσης.

B) Είδη υδραυλικών δοσομετρικών αντλιών λίπανσης

Οι υδραυλικές δοσομετρικές αντλίες λίπανσης διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

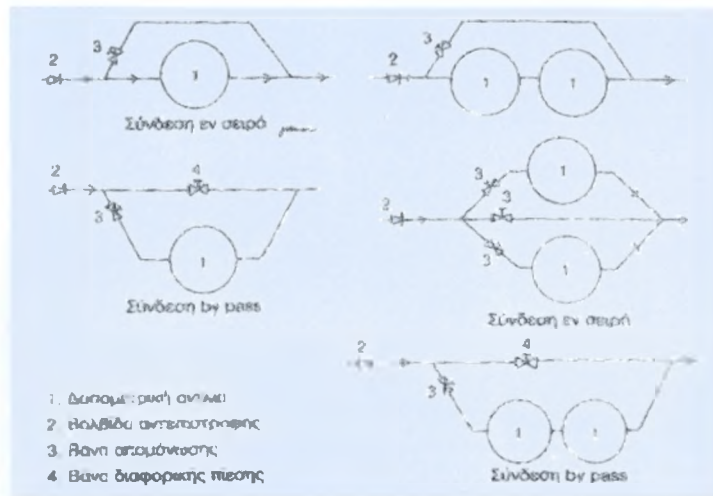
1. Σε αυτές που λειτουργούν χωρίς να προκαλούν απώλεια πίεσης, αλλά με παροχέτευση νερού και.
2. Σε αυτές που λειτουργούν με απώλεια πίεσης και χωρίς παροχέτευση νερού.

1. Υδραυλικές αντλίες που λειτουργούν με παροχέτευση νερού.

Οι αντλίες που λειτουργούν χωρίς να προκαλούν απώλεια πίεσης αλλά με παροχέτευση νερού έχουν έμβολο τύπου πιστονιού και συνδέονται μόνο by pass με τον κεντρικό αγωγό και δεν απαιτούν στραγγαλισμό της ροής του νερού με βάνια διαφορετικής πίεσης. Η παροχή του θρεπτικού διαλύματος που αντλούν και εκχύνουν εξαρτάται μόνο από την πίεση του δικτύου και από δικές μας ρυθμίσεις και όχι από το μέρος παροχής του δικτύου που διέρχεται από την αντλία για την λειτουργία της και το οποίο μπορεί να είναι πολύ μικρό. Η παροχή του νερού που παροχετεύουν είναι διπλάσια ή τριπλάσια αυτής του εκχεόμενου θρεπτικού διαλύματος. Το νερό αυτό δεν περιέχει λίπασμα ή άλλα χρησιμοποιούμενα χημικά και μπορεί να επιστρέφει στην πηγή άντλησης, ιδίως αν πρόκειται για δεξαμενή, λίμνη, ή ποτάμι, να συγκεντρωθεί για άλλες χρήσεις όπως για παράδειγμα για διάλυση του λιπάσματος ή να αρδεύσει παρακείμενα φυτά. Δεν είναι βέβαια πάντα δυνατή η επωφελής χρησιμοποίησή του, αλλά δεν είναι σημαντικά μεγάλη η ποσότητά του.

2. Υδραυλικές αντλίες που λειτουργούν με απώλεια πίεσης.

Οι δοσομετρικές αντλίες που κατά τη λειτουργία τους προκαλούν σχετικά μικρή απώλεια πίεσης και όχι παροχέτευση νερού συνδεόμενες by pass με τον κεντρικό αγωγό απαιτούν στραγγαλισμό με βάνια διαφορετικής πίεσης (επιπλέον απώλεια πίεσης) αφού κάθε μοντέλο τους έχει συγκεκριμένη απαίτηση ελάχιστης παροχής που πρέπει διέλθει μέσω αυτών για την λειτουργία τους. Συνδέονται επίσης και επί του κεντρικού αγωγού (εν σειρά).(Εικ. 2.17)



Εικ. 2.17 Σχηματική παράσταση τρόπων σύνδεσης των δοσομετρικών αντλιών.

Στην πρώτη περίπτωση (σύνδεση by pass) από την αντλία λίπανσης διέρχεται ένα μέρος της παροχής του δικτύου και εάν θέλουμε να γνωρίζουμε ακριβώς τη διερχόμενη παροχή, για να ρυθμίζουμε την πρόεπουσα συγκέντρωση λιπάσματος στο τελικό διάλυμα, αξιοποιώντας τη δυνατότητα της αναλογικής έκχυσης πρέπει να τοποθετήσουμε υδρόμετρο ή παροχόμετρο στο σωλήνα εισόδου του νερού στην παράκαμψη.

Στην δεύτερη περίπτωση της εν σειρά τοποθέτησης μέσω της αντλίας διέρχεται όλη η παροχή του δικτύου και πρέπει να επιλέγουμε το κατάλληλο μοντέλο, ανάλογα με το μέγεθος της παροχής. Σε αυτή την περίπτωση, εάν η άρδευση γίνεται σε πολλές ζώνες, πρέπει να επιλέγουμε το μοντέλο βάσει της ζώνης που απαιτεί τη μεγαλύτερη παροχή. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε όμως μικρότερο μοντέλο με by pass σύνδεση (δε δέχεται όλη την παροχή), αρκεί να γίνει τοποθέτηση υδρομέτρου στο σωλήνα εισόδου.

Κατά την εν σειρά τοποθέτηση, πρέπει να προβλέπουμε παράκαμψη της αντλίας από την οποία να διέρχεται όλη η παροχή του δικτύου όταν δεν θέλουμε να υδρολιπαίνουμε, ενώ κατά τη διάρκεια της υδρολίπανσης την απομονώνουμε με μια βάνα (ή ηλεκτροβάνα σε περίπτωση αυτοματοποίησης). Η χρησιμοποίηση δύο ή περισσότερων αντλιών λίπανσης ή αντλίας με διπλή ή πολλαπλή κεφαλή επιτρέπει το διπλασιασμό ή πολλαπλασιασμό της αναρροφούμενης παροχής θρεπτικού διαλύματος ή την άντληση από δύο ή περισσότερα δοχεία, στα οποία έχουμε πυκνό διάλυμα λιπασμάτων και τα οποία δεν μπορούμε να τοποθετήσουμε στο ίδιο διάλυμα και δοχείο.

Για παράδειγμα αν σε ένα δοχείο έχουμε διαλύσει νιτρικό ασβέστιο $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, νιτρικό κάλιο KNO_3 , νιτρική αμμωνία NH_4NO_3 και χηλικό σίδηρο διαλύουμε σε δεύτερο δοχείο το θειικό κάλιο K_2SO_4 το θειικό μαγνήσιο MgSO_4 , το φωσφορικό οξύ H_3PO_4 και τις ενώσεις των ιχνοστοιχείων $\text{Mn}, \text{Zn}, \text{B}, \text{Cu}, \text{Mo}$, αφού τουλάχιστον η συνύπαρξη Ca^{2+} και $(\text{PO}_4)^{3-}$ ή $(\text{SO}_4)^{2-}$ συνεπάγεται σχηματισμό ιζήματος. Έτσι η υδρολίπανση μπορεί να γίνεται αυτόματα και τα διαφορετικά μητρικά διαλύματα να διοχετεύονται στο δίκτυο διαδοχικά, με ενδιάμεση χορήγηση καθαρού νερού για καθαρισμό του δικτύου. Τυχόν ταυτόχρονη διοχέτευση των διαφορετικών διαλυμάτων ίσως μετέθετε τον κίνδυνο αλληλεπίδρασης των χημικών στοιχείων στις σωληνώσεις του δικτύου, ανάλογα όμως και με τη διάρκεια της υδρολίπανσης.

Οι υδραυλικές αντλίες που λειτουργούν χωρίς παροχέτευση νερού είναι συνήθως αναλογικές αντλίες λίπανσης, των οποίων το παλινδρομούν έμβολο φέρει διάφραγμα. Κατά την ανοδική –καθοδική κίνησή του το έμβολο, πέρα από την αναρρόφηση θρεπτικού διαλύματος που επιτυγχάνει, δημιουργεί διόδους (με το άνοιγμα συνήθως κάποιων βαλβίδων και το κλείσιμο κάποιων άλλων), ώστε το εισρέον νερό να αναμιγνύεται στο θάλαμο αναμίξεως με το θρεπτικό διάλυμα και να εκχύνει το μίγμα. Η ανάμειξη βέβαια σε κάποιους τύπους γίνεται κατευθείαν στον κεντρικό αγωγό, αφού το αντλούμενο θρεπτικό διάλυμα δε διέρχεται μέσα από το σώμα της αντλίας. Προσοχή χρειάζεται να μην υπερβαίνουμε τα όρια ανώτερης πίεσης και διερχόμενης παροχής, ώστε να αποφευχθούν βλάβες. Η αναλογία των αναμειγνυόμενων ποσοτήτων προρυθμίζεται εύκολα συνήθως με κάποιο δακτυλίδι ή βίδα, εξωτερικά ή εσωτερικά, ώστε να μένει σταθερή παρά τυχόν αλλαγές στην παροχή του δικτύου.

Ο ρυθμός (παροχή) έκχυσης του θρεπτικού διαλύματος στο δίκτυο είναι ανάλογος της παροχής του νερού που διέρχεται από τη δοσομετρική αντλία. Έτσι όσο περισσότερο νερό περνάει από την αντλία τόσο περισσότερη ποσότητα θρεπτικού διαλύματος μπαίνει στο δίκτυο. Εάν για παράδειγμα η διερχόμενη παροχή είναι $2 \text{ m}^3/\text{h}$ και η ρυθμισμένη αναλογία είναι 2%, τότε η αντλία θα αναρροφά με ρυθμό $2 \cdot 2\% = 0,04 \text{ m}^3/\text{h}$ ή 40 l/h .

Εύκολα μπορούμε να υπολογίσουμε επίσης την αναγκαία ρύθμιση αναλογίας που πρέπει να κάνουμε. Έστω ότι έχουμε ένα δοχείο λίπανσης χωρητικότητας 200 l το οποίο περιέχει 50 Kg λιπάσματος και είναι πλήρως συμπληρωμένο με νερό, η συγκέντρωση του θρεπτικού διαλύματος είναι $50 \text{ Kg}/200 \text{ l} = 250 \text{ g/l}$. Το διάλυμα αυτό αναρροφάται και αραιώνεται στον κεντρικό αγωγό του δικτύου άρδευσης. Αν η συγκέντρωση που πρέπει να πετύχουμε στο τελικό θρεπτικό διάλυμα που φθάνει στα φυτά (βάσει του είδους του φυτού και του σταδίου ανάπτυξής τους) είναι 2 g/l , τότε η ρύθμιση αναλογίας που πρέπει να κάνουμε είναι $2/250 = 0,008$ ή $0,8\%$. Αν μάλιστα η διερχόμενη παροχή νερού από τη δοσομετρική αντλία είναι $2 \text{ m}^3/\text{h}$ ή 2000 l/h , τότε ο ρυθμός αναρρόφησης του θρεπτικού διαλύματος είναι $2000 \cdot 0,8\% = 2000 \cdot 0,008 = 16 \text{ l/h}$.

Όταν η αντλία λίπανσης είναι συνδεδεμένη by pass στον κεντρικό αγωγό, το μίγμα που βγαίνει από την έξοδο της αντλίας αραιώνεται ακόμα περισσότερο όταν εισέρχεται στον κεντρικό αγωγό, γι' αυτό πρέπει να γνωρίζουμε ακριβώς τι μέρος της συνολικής παροχής περνά από την αντλία ώστε να μπορούμε να υπολογίσουμε την τελική συγκέντρωση. Αν για παράδειγμα στην έξοδο της δοσομετρικής αντλίας έχουμε συγκέντρωση λιπάσματος 16 g/l νερού και ξέρουμε ότι το $1/10$ της παροχής του δικτύου περνά από την παράκαμψη (το by pass) και από την αντλία τελικά η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος είναι $16/10 = 1,6 \text{ g}$ λιπάσματος ανά 1 νερού.

Σήμερα στην αγορά διατίθενται υδραυλικές δοσομετρικές αντλίες και των δύο κατηγοριών, εύκολα συνδεόμενες και ρυθμιζόμενες καθώς και ελαφριές και επομένως ευμετακίνητες, κατασκευασμένες συνήθως από ειδικά ανθεκτικά στα χημικά πλαστικά υλικά.

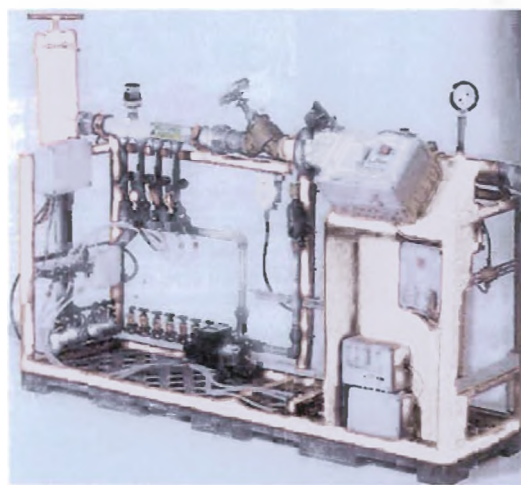
2.4 Μερικά μοντέλα σύγχρονων μηχανισμών υδρολίπανσης στην Ελληνική αγορά

Για να γίνει περισσότερο σαφής ο ρόλος του κατάλληλου εξοπλισμού στην πραγματοποίηση σωστής υδρολίπανσης περιγράφονται στη συνέχεια, ενδεικτικά, γνωστοί τύποι δοσομετρικών αντλιών, μια κεφαλή άρδευσης –λίπανσης και ένα

σύστημα ελέγχου σε ότι αφορά τόσο τα τεχνικά χαρακτηριστικά όσο και την εγκατάστασή τους στο δίκτυο.

2.4.1 Ολοκληρωμένη κεφαλή άρδευσης –λίπανσης της NETAFIM για θερμοκήπια

Πρόκειται για κεφαλή δικτύου άρδευσης με τέσσερις αντλίες τύπου Venturi που αντλούν από τέσσερα διαφορετικά δοχεία και είναι συνδεδεμένες by pass στον κεντρικό αγωγό με τέσσερις εξόδους σε αυτόν. Στην είσοδο του by pass υπάρχει φίλτρο και κυκλοφορητής (βοηθητική αντλία). Στον κεντρικό αγωγό υπάρχει πριν το by pass μανόμετρο και υδρόμετρο με ηλεκτρική έξοδο συνδεδεμένο με προγραμματιστή, ενώ μετά το by pass υπάρχει εξαεριστικό και φίλτρο. Μεταξύ εισόδου –εξόδου, by pass, υπάρχει βάνα που μπορεί να στραγγαλίσει την πίεση. Η δυνατότητα σύνδεσης με αισθητήρες εδαφικής και ατμοσφαιρικής υγρασίας εντός θερμοκηπίου και αισθητήρων αντίληψης των εξωτερικών κλιματολογικών δεδομένων με ηλεκτρονικό υπολογιστή επιτρέπει τη σωστή κάλυψη των υδατικών και θρεπτικών αναγκών ευαίσθητων καλλιεργειών. Η δυνατότητα άντλησης από διαφορετικά δοχεία λίπανσης επιτρέπει τον διαχωρισμό του ασβεστίου Ca από τα θειικά $(SO_4)^{2-}$ και φωσφορικά ιόντα $(PO_4)^{3-}$ για την αποφυγή ιζήματος καθώς και τη χρήση οξέων (νιτρικών ή φωσφορικών) για ρύθμιση του pH του εδάφους ή του τεχνητού υποστρώματος. (Εικ. 2.18)

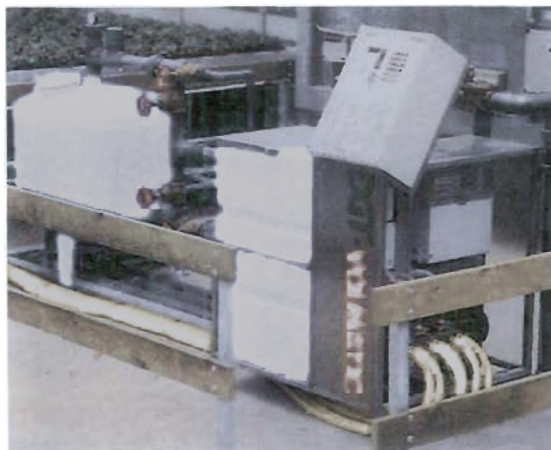


Εικ. 2.18 Ολοκληρωμένη κεφαλή άρδευσης –λίπανσης NETAFIM

2.4.2. Σύστημα κεντρικού ελέγχου άρδευσης –λίπανσης AMI της DGT –VOLMATIC (ΔΑΝΙΑ) για θερμοκήπια

Το σύστημα αυτό είναι με ηλεκτρονικό υπολογιστή (μοντέλο AMI –1000/5000) για τον προγραμματισμό και τον έλεγχο της άρδευσης και της λίπανσης. Επίσης, διαθέτει κλιματολογικό προγραμματισμό (μοντέλο LCC-900) για την ρύθμιση των κλιματολογικών παραγόντων, τον έλεγχο δηλαδή των συστημάτων θέρμανσης, σκίασης, τεχνητού φωτισμού, εξαερισμού και τροφοδοσίας με CO_2 . Η συλλογή, αποθήκευση και αξιολόγηση των δεδομένων και ο κεντρικός έλεγχος γίνεται μέσω PC με κατάλληλο προγραμματισμό software (Acuilink 2 για την άρδευση και την

υδρολίπανση και superlink για τον κλιματολογικό έλεγχο). Δεδομένα και λειτουργίες φαίνονται στην οθόνη του PC.



Εικ. 2.19 Σύστημα κεντρικού ελέγχου άρδευσης VOLMATIC

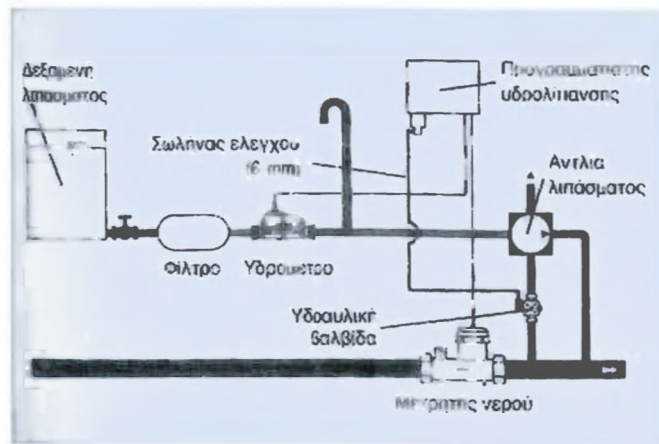
Η ύπαρξη τριών τουλάχιστον δοχείων λίπανσης δίνει την δυνατότητα χρήσης δύο πυκνών διαλυμάτων με διαχωρισμό Ca και $(\text{PO}_4)^{-3}$, $(\text{SO}_4)^{-2}$ προς αποφυγή ιζημάτων, αλλά και ύπαρξης σε τρίτο δοχείο νιτρικού ή φωσφορικού οξέος, για την εξουδετέρωση των διττανθρακικών $(\text{HCO}_3)^{-1}$ του νερού άρδευσης και του ελέγχου του pH. (Εικ. 2.19)

2.4.3 Δοσομετρική αντλία λίπανσης AMIAD (ΙΣΡΑΗΛ)

Η δοσομετρική αντλία λίπανσης AMIAD είναι μια υδραυλική αντλία τύπου πιστονιού που λειτουργεί χωρίς απώλεια πίεσης αλλά με παροχέτευση νερού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μόνιμα δίκτυα σταγόνας ή τεχνητής βροχής, αλλά και σε αυτοπροωθούμενα συστήματα άρδευσης (καρούλια), αφού μπορεί να λειτουργεί σε μεγάλο εύρος πίεσης από 0,5 έως 9 atm. Κατασκευασμένη από πλαστικά ανθεκτικά στα χημικά, ανοξείδωτο χάλυβα και δακτυλίους στεγανοποίησης από Viton για τα μέρη που έρχονται σε επαφή με τα χημικά, έχει βάρος περίπου 5 κιλά.

Το πιστόνι που παλινδρομεί αναρροφά στη μια φάση (φάση αναρρόφησης) θρεπτικό διάλυμα και στην επόμενη φάση το εκχύνει στον κεντρικό αγωγό με πίεση διπλάσια αυτής του νερού του δικτύου. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται παλμέκχυση.

Η μέγιστη παροχή έκχυσης είναι 320 l/h όταν η πίεση του δικτύου είναι 8 atm (115 psi), ενώ η διπλή κεφαλή αναρροφά 640 l/h. Σε περίπτωση 4 atm η παροχή έκχυσης είναι 220 l/h και η διπλή κεφαλή αναρροφά 390 l/h ενώ σε 1atm αναρροφά 80 l/h.



Εικ. 2.20 Σχηματική παράσταση του τρόπου εγκατάστασης της δοσομετρικής αντλίας AMIAD.

Η ποσότητα νερού που παροχετεύει είναι τριπλάσια του εκχεομένου διαλύματος το ίδιο χρονικό διάστημα. Στον κεντρικό αγωγό συνδέεται by pass και απλά απαιτούνται δύο έξοδοι 3/4" σε απόσταση 60-80 cm μεταξύ τους, χωρίς βάνια διαφορικής πίεσης ενδιάμεσα και επί του κεντρικού αγωγού.

Η αντλία διαθέτει αυτόματο διακόπτη έκχυσης που λειτουργεί και χειροκίνητα και διακόπτει τη λειτουργία της όταν εξαντληθεί το θρεπτικό διάλυμα ή όταν η πίεση του δικτύου πέσει κάτω από 0,3 atm. Η κεφαλή αναρρόφησης που διαθέτει και η οποία εμβαπτίζεται στο θρεπτικό διάλυμα, περιλαμβάνει μια σχετικά βαριά πλάκα στήριξης, ένα φίλτρο σήτας πυκνότητας 30 mesh και μέσα σε αυτό μια μπάλα –φλοτέρ που φράσσει την είσοδο όταν το θρεπτικό διάλυμα εξαντληθεί. Φίλτρο 155 mesh υπάρχει επίσης στο σωλήνα από τον οποίο εισέρχεται σε αυτή το νερό του δικτύου για προστασία από τυχόν ρύπους του υδραυλικού της κινητήρα. Για προστασία από φαινόμενα σιφωνισμού του διαλύματος προς τον κεντρικό αγωγό του δικτύου, η αντλία περιλαμβάνει βαλβίδα απαερισμού και βαλβίδα αντεπιστροφής.

Επίσης η AMIAD διαθέτει σειρά ρυθμιστών παροχής οι οποίοι τοποθετούνται στη γραμμή έκχυσης και εξασφαλίζουν συγκεκριμένη παροχή έκχυσης άσχετα αν η πίεση του δικτύου συνεπάγεται μεγαλύτερη παροχή έκχυσης.

2.4.4 Δοσομετρική αντλία λίπανσης FERTIC της ITC (ΙΣΠΑΝΙΑΣ)

Η δοσομετρική αντλία λίπανσης Fertic της ITC είναι μια υδραυλική αντλία τύπου πιστονιού που λειτουργεί χωρίς απώλεια πίεσης αλλά με παροχέτευση νερού, διπλάσιας ποσότητας αυτής του εκχεομένου θρεπτικού διαλύματος. Το παλινδρομούν πιστόνι αναρροφά και εκχύνει το θρεπτικό διάλυμα με μεγαλύτερη πίεση από την υπάρχουσα στον κεντρικό αγωγό. Το μεγαλύτερο εύρος πίεσης λειτουργίας της αντλίας από 1 έως 10 atm την καθιστά ικανή να χρησιμοποιηθεί με όλα τα συστήματα άρδευσης ακόμα και με καρούλια που μετακινούν κανόνια. Σε πίεση δικτύου 1 atm η αντλία αναρροφά και εκχύνει 125 l/h, σε 4 atm 275 l/h και σε 10 atm 475 l/h

Μπορεί να αναρροφά από ύψος μέχρι 2 m. Εξοπλισμένη με ρυθμιστή ροής στο επάνω μέρος επιτρέπει στον χρήστη της με μικρή περιστροφή τους (με τέσσερις στροφές ανοίγει εντελώς από την κλειστή θέση), να ρυθμίζει την αναλογία λιπάσματος νερού στο τελικό διάλυμα που φτάνει στα φυτά. Η ρύθμιση αυτή είναι απλή εφόσον γνωρίζουμε ότι κάθε κύκλος λειτουργίας (παλινδρόμηση του πιστονιού) εκχύνει 200 κυβικά εκατοστά θρεπτικού διαλύματος στο δίκτυο. Το τέλος κάθε

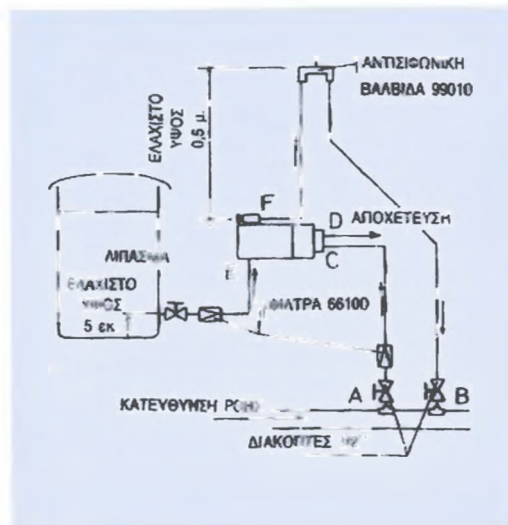
κύκλου γίνεται αντιληπτό από το χαρακτηριστικό θόρυβο που κάνει το πιστόνι καθώς ξεκινά τον επόμενο κύκλο. Όταν αλλάζει η πίεση του δικτύου αλλάζει αντίστοιχα και ο χρόνος στον οποίο ολοκληρώνεται ένας κύκλος και επομένως και η εκχυόμενη παροχή θρεπτικού διαλύματος. Παρακάτω παρουσιάζεται η αντιστοιχία μεταξύ κύκλων λειτουργίας και ωριαίας παροχής θρεπτικού διαλύματος στο δίκτυο:

1 κύκλος / 2 λεπτά και 24 δεύτερα:	5 l/h
1 κύκλος / 1 λεπτά και 12 δεύτερα:	10 l/h
1 κύκλος / 36 δεύτερα (1,5 l):	20 l/h
1 κύκλος / 14 δεύτερα (4 l):	50 l/h
1 κύκλος / 7 δεύτερα (8 l):	100 l/h
1 κύκλος / 5 δεύτερα (12,5 l):	150 l/h
1 κύκλος / 3,5 δεύτερα (16 l):	200 l/h
1 κύκλος / 3 δεύτερα (21 l):	250 l/h
1 κύκλος / 2,5 δεύτερα (25 l):	300 l/h
1 κύκλος / 2 δεύτερα (29 l):	350 l/h
33 κύκλοι / λεπτό:	400 l/h
37,5 κύκλοι / λεπτό:	450 l/h
41,5 κύκλοι / λεπτό:	500 l/h

Συνδέεται by pass στον κεντρικό αγωγό με δύο πλαστικούς σωλήνες Φ20. Στην εμπορική της συσκευασία περιλαμβάνονται δύο φίλτρα και αντισιφωνική βαλβίδα. Αυτοματοποίηση της λειτουργίας της απαιτεί απλά την τοποθέτηση μιας ηλεκτροβάνας στο σωλήνα εισόδου του νερού του δικτύου στην αντλία η οποία ανοίγει μόνο με εντολή προγραμματιστή, επιτρέποντας το νερό του δικτύου να ενεργοποιήσει την δοσομετρική αντλία.

Κατασκευασμένη από ανθεκτικά πλαστικά έχει μικρό βάρος (3 Kg) γεγονός που την κάνει ευμετακίνητη. Τα υλικά στο χώρο έκχυσης είναι πολυπροπυλαίνιο και Viton (αδρανή στα χημικά) και τα πλαστικά της μέρη συγκρατούνται με ντίζες από ανοξείδωτο χάλυβα.

Προσφέρεται επίσης ηλεκτροκίνητη με περισσότερες κεφαλές για άντληση από περισσότερα δοχεία και την επωνυμία MULTIFERTIC (ιδιαίτερα για εφαρμογή στα θερμοκήπια). Σε αυτή την περίπτωση η ανώτερη πίεση λειτουργίας προκύπτει από την διαίρεση του 4600 δια του αθροίσματος των λίτρων παροχής των κεφαλών, λαμβανομένης παράλληλα υπόψη και της μέγιστης πίεσης λειτουργίας της μεγαλύτερης κεφαλής. Κεφαλή των 50 l έχει μέγιστη πίεση λειτουργίας 15 atm ενώ αυξανόμενων των λίτρων μειώνεται η μέγιστη πίεση (100 l –15 atm, 200 l –8 atm, 300 l –5 atm, 500 l –4 atm). (Εικ. 2.21)



Εικ. 2.21 Τοποθέτηση αντλίας FERTIC. Η παροχέτευση μπορεί να επιστρέψει στην πηγή ή να χρησιμοποιηθεί για το επόμενο διάλυμα.

2.4.5 Δοσομετρική αντλία λίπανσης SANIFLOW της SANITEC

Η δοσομετρική αντλία SANIFLOW της SANITEC είναι υδραυλική εμβολοφόρος – διαφραγματική, δοσομετρική – αναλογική αντλία που λειτουργεί με απώλεια πίεσης χωρίς κατανάλωση νερού και το διάλυμα του λιπάσματος ή των όποιων χημικών δεν διέρχεται από το εσωτερικό της αντλίας γεγονός που μειώνει τις φθορές της. Το εύρος παροχής νερού λειτουργίας κυμαίνεται από ελάχιστο 6 l/h έως 2800 l/h, ενώ το εύρος πίεσης λειτουργίας είναι από 0,1 atm έως 6 atm. Οι απώλειες πίεσης σε διερχόμενη παροχή 2200 l/h είναι 1,2 atm ενώ σε παροχή 200 l/h είναι 0,1 atm. Το εύρος ρύθμισης αναλογίας είναι 1% έως 2% και οι διάμετροι εισόδου-εξόδου 3/4". Κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας για αντοχή, ζυγίζει 2,3 Kg και είναι ευμετακίνητη.

2.4.6 Δοσομετρική αντλία λίπανσης MSR (ΓΕΡΜΑΝΙΑΣ)

Οι δοσομετρικές αντλίες MSR είναι υδραυλικές δοσομετρικές – αναλογικές αντλίες, που λειτουργούν με απώλεια πίεσης χωρίς κατανάλωση νερού. Άλλα μοντέλα είναι διαφραγματικές, ενώ άλλα (τα μεγαλύτερα) είναι τύπου πιστονιού.

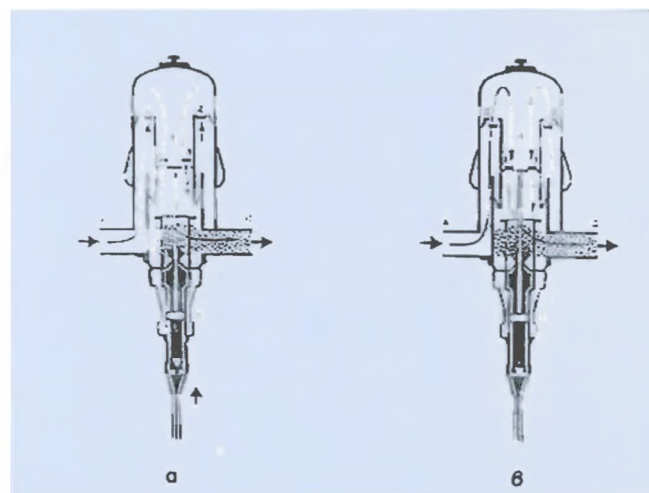
Από τα διάφορα μοντέλα πιο διαδεδομένα είναι τα H302G και H308G. Γενικά πρόκειται για αντλίες κατασκευασμένες από ιδιαίτερα ανθεκτικά υλικά και διατίθενται και με δύο ή περισσότερες κεφαλές για γεωργικές και βιομηχανικές χρήσεις. Η H302G έχει εξωτερικό περίβλημα από Polycarbonate Lexan και τα εσωτερικά μέρη είναι από PVC, ενώ για ειδικές εφαρμογές μπορεί να παραγγελθεί με εσωτερική κατασκευή από Derlin, πολυπροπυλένιο ή ανοξείδωτο χάλυβα. Τα μοντέλα H308G, H312G και H325G έχουν περίβλημα από κράμα αλουμινίου ανθεκτικό στα οξέα και επίσης ανθεκτικά εσωτερικά μέρη. Αντέχουν μέχρι πίεση 10 atm και τα μεγαλύτερα μοντέλα παρουσιάζουν μειωμένες απώλειες πίεσης. Η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας είναι 60 °C. Μπορούν να συνδεθούν εύκολα τόσο επί του κεντρικού αγωγού όσο και by pass με βάνια διαφορικής πίεσης.

Η ρύθμιση της αναλογίας γίνεται εύκολα από εξωτερικό δακτύλιο και όλα τα μοντέλα έχουν βαλβίδα εξαερισμού. Πρέπει επίσης να σημειώσουμε ότι στις οδηγίες του κατασκευαστή εφιστά την προσοχή στο να μην υπερβαίνουν τις 60 παλινδρομήσεις ανά λεπτό, γεγονός που μπορεί να συμβεί από υπέρβαση του ορίου μέγιστης διερχόμενης ροής οπότε πιθανόν να υπάρξει βλάβη (συνήθως στο διάφραγμα).

2.4.7 Δοσομετρικές αντλίες λίπανσης DOSATRON της DOSATRON INT (Γαλλίας)

Οι δοσομετρικές αντλίες λίπανσης DOSATRON της DOSATRON INT είναι εμβολοφόρες υδραυλικές, δοσομετρικές –αναλογικές αντλίες, που λειτουργούν με απώλεια πίεσης και χωρίς παροχέτευση νερού.

Οι αντλίες αυτές αναρροφούν θρεπτικό διάλυμα με την παλινδρόμηση του εμβόλου και το αναμειγνύουν στο εσωτερικό τους με το διερχόμενο νερό του δικτύου, σε αναλογία που προρυθμίζεται εύκολα και με ακρίβεια από δακτύλιο σε εύρος 0,2% έως 2%. Υπάρχουν διάφορα μοντέλα κατασκευασμένα από ανθεκτικά πλαστικά με διαφορετική μέγιστη και ελάχιστη παροχή και πίεση λειτουργίας.



Εικ. 2.22 Οι δύο φάσεις λειτουργίας της αντλίας. (α) : Το πιστόνι (B) κινείται προς τα πάνω με την πίεση του νερού (A). (β) Το πιστόνι κινείται προς τα κάτω και μέρος του διαλύματος εγχέεται στο θάλαμο αναμείξεως.

Τα μεγαλύτερα μοντέλα έχουν μεγαλύτερη αντοχή σε μεγάλες πιέσεις λειτουργίας ενώ οι απώλειες πίεσης είναι μικρότερες. Όλα τα μοντέλα έχουν ενσωματωμένο φίλτρο, ενώ τα δύο μεγαλύτερα προσφέρονται με αντισφωνική βαλβίδα.

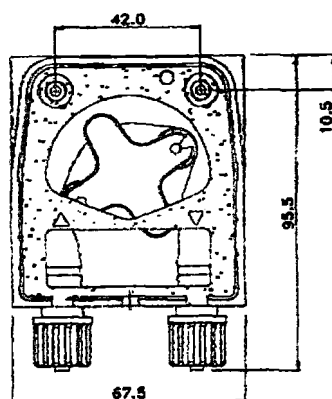
Η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας τους είναι 50 °C. Αν θέλουμε να βρούμε την παροχή του νερού που διέρχεται μέσα από την αντλία, εάν δεν έχουμε τοποθετήσει πριν την είσοδο νερού της αντλίας υδρόμετρο, πρέπει να μετρήσουμε τις παλινδρομήσεις του εμβόλου μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Η ταχύτητα παλινδρόμησης είναι ανάλογη της παροχής του νερού που περνάει από την αντλία και σε κάθε περίπτωση ακούγονται δύο χαρακτηριστικά «κλικ». Ένα στο άνω τέρμα της διαδρομής του εμβόλου και ένα στο κάτω. Στο μοντέλο λοιπόν DI 16 ο αριθμός των «κλικ» σε 90 δεύτερα (sec) * 10 μας δίνει τη διερχόμενη παροχή σε l/h

στο D8R ο αριθμός των «κλικ» σε 1 λεπτό (min)*50 και στο D205 ο αριθμός των «κλικ» σε 1 min*150.

2.4.8 Δοσομετρικές αντλίες λίπανσης SEKO

Οι δοσομετρικές αντλίες SEKO είναι δοσομετρικές – διαφραγματικές αντλίες που λειτουργούν με παλινδρόμηση εμβόλου. Στην περίπτωση αυτή, ένας ηλεκτρομαγνήτης προκαλεί παλινδρόμηση του εμβόλου, στο οποίο στηρίζεται η μεμβράνη – διάφραγμα, που συνήθως είναι από πολυπροπυλένιο, επιτυγχάνοντας έτσι, αφενός την αναρρόφηση του λιπάσματος και αφετέρου την έγχυσή του στο δίκτυο. Μπορούν να εγχύνουν 1 έως 50 λίτρα θρεπτικού διαλύματος, ενώ έχουν δυνατότητα ρύθμισης της παροχής με ποτενσιόμετρο ελέγχου, διαφοροποιώντας την ταχύτητα εμβολισμών, λήψη σήματος από αναλογικό ογκομετρητή για αυτόματη αναλογική έγχυση, βάσει προρύθμισης από αγωγιμόμετρο και πεχάμετρο για διατήρηση της EC και του pH σε προρυθμισμένα και επιθυμητά επίπεδα. Συνδέονται παράλληλα (by pass) με τον κεντρικό αγωγό του δικτύου άρδευσης.



Εικ. 2 23 Αντλία SEKO.

Τα βασικά χαρακτηριστικά όλων των τύπων είναι τα ακόλουθα:

- Εξωτερικό κιβώτιο από πολυπροπυλένιο με βαθμό προστασίας IP 65.
- Δυνατότητα οριζόντιας ή κάθετης τοποθέτησης.
- Εύκολη τοποθέτηση μέσω ειδικής βάσης στήριξης (περιλαμβάνεται σε όλους τους τύπους).
- Σωλήνας υψηλής αντοχής (8 – 20 atm), με μεγάλο χρόνο ζωής.
- Εύκολη αντικατάσταση του σωλήνα χωρίς την ανάγκη αποσύνδεσης της αντλίας από την τάση τροφοδοσίας.
- Πλήρες « ΚΙΤ » παρελκομένων εξαρτημάτων που περιλαμβάνουν: φίλτρο αναρρόφησης, βαλβίδα αντεπιστροφής, βαλβίδα εγχύσεως, σωλήνες αναρρόφησης – κατάθλιψης, καθώς και μικροεξαρτήματα απαραίτητα για την τοποθέτηση.
- Η ρύθμιση της παροχής γίνεται με ποτενσιόμετρο το οποίο προστατεύεται από το ειδικό κάλυμμα της αντλίας, προκειμένου να εμποδίσει πιθανές τροποποιήσεις από τρίτους.

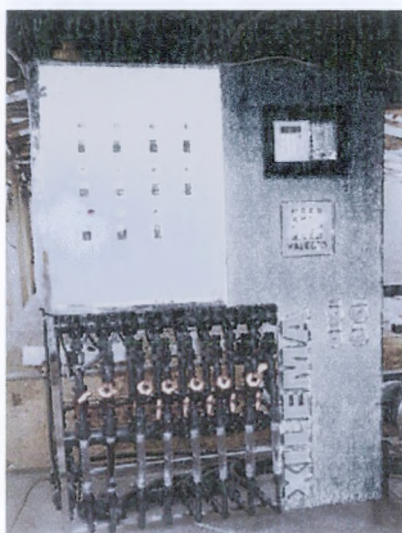
2.4.9 Συστήματα XILEMA

Τα συστήματα υδρολίπανσης XILEMA αποτελούν μια σειρά σύγχρονων μηχανημάτων αυτόματης ανάμιξης των λιπασμάτων με το νερό άρδευσης, με σκοπό το διεξοδικό έλεγχο της θρέψης των φυτών, σε συστήματα υδροπονίας όσο και σε καλλιέργειες στο έδαφος.

Η αρχή λειτουργίας τους και η δομή τους είναι απλή και βασίζεται στους εγχυτές Venturi που σε συνδυασμό με τις παλμικές βαλβίδες ελέγχου της έγχυσης, εξασφαλίζουν πολύ μεγάλη ακρίβεια και ταχύτητα στην επίτευξη του στόχου για το pH και την αγωγιμότητα.

Τα συστήματα XILEMA αποτελούνται από 3 έως 9 εγχυτές Venturi που μπορούν να συνδεθούν σε σειρά ή by pass. Έχουν ικανότητα ελέγχου με διάφορες πιέσεις έγχυσης ως 8 νιτρικών λιπασμάτων και οξέως ή βάσεως. Η παροχή λειτουργίας τους είναι ως 250 m³ την ώρα.

Στην αγορά διατίθενται με δοχείο ανάμιξης λιπασμάτων ή και χωρίς. Στην περίπτωση αυτή, η ανάμιξη των λιπασμάτων με το νερό γίνεται μέσα στον αγωγό με τη βοήθεια της ροής του νερού.



Εικ. 2.24 Σύστημα XILEMA

Τα συστήματα XILEMA παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα, σε σχέση με άλλα μηχανήματα υδρολίπανσης μερικά από τα οποία είναι:

1. Είναι το μοναδικό μηχάνημα που μπορεί να δουλέψει με 7 πυκνά λιπάσματα συν το οξύ. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να εφαρμόσουμε πλήρη λίπανση, χρησιμοποιώντας ένα μόνο λίπασμα στην κάθε δεξαμενή πυκνού διαλύματος. Σε αυτή την περίπτωση, η ανάμιξη των κατάλληλων ποσοτήτων από το κάθε λίπασμα με το νερό γίνεται βάσει του προγραμματισμού.

Το άλλο πλεονέκτημα αυτού του τρόπου λειτουργίας του XILEMA είναι η δυνατότητα για εφαρμογή πρακτικά απεριόριστου αριθμού αναμειξέων διαδοχικά, κάτι το οποίο είναι αδύνατο με τα 4 έως 6 δοχεία πυκνού διαλύματος που συνήθως διαθέτουν άλλα μηχανήματα.

2. Τα μηχανήματα ΧΙΛΕΜΑ είναι ταχύτατα στην επίτευξη του στόχου στην τιμή pH και αγωγιμότητας και πολύ σταθερά κατά την λειτουργία τους, μη παρουσιάζοντας την παραμικρή απόκλιση από τις τιμές – στόχο που έχουμε ορίσει.
3. Σε περίπτωση που για κάποιο λόγο το pH και η αγωγιμότητα έχουν τιμές έξω από τα όρια που εμείς έχουμε θέσει, το μηχάνημα σταματά την παροχή προς τα φυτά και προσπαθεί να αυτοδιορθώσει τις τιμές του διαλύματος. Όταν αυτό επιτευχθεί και το διάλυμα επανέλθει μέσα στα όρια των τιμών που έχουμε προγραμματίσει, μόνο τότε το μηχάνημα επιτρέπει ξανά την παροχέτευση του διαλύματος στα φυτά.
4. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά όλων των μοντέλων ΧΙΛΕΜΑ είναι η επεκτασιμότητα, τόσο σε αριθμό πυκνών διαλυμάτων όσο και σε αριθμό ηλεκτροβανών και εξόδων.

3

ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ

3.1 Γενικά

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

Υπάρχει πλήθος λιπασμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για υδρολίπανση και η επιλογή τους βασίζεται στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους καθώς και στο κόστος τους. Για το σκοπό αυτό τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Να είναι υγρά ή διαλυτά στο νερό.
- Να μην καταστρέφουν το άρδευτικό σύστημα διαβρώνοντας ή διαλύοντας ορισμένα εξαρτήματα.
- Να μην δημιουργούν ιζήματα, που κλείνουν τελικά τα στόμια εκροής.

Στην συνέχεια για διάφορες μορφές υδρολίπανσης γίνονται ορισμένες χρήσιμες επισημάνσεις σε ότι αφορά την συμπεριφορά των κυριότερων λιπαντικών στοιχείων που κυκλοφορούν στην αγορά, κατά την υδρολίπανση.

3.2 Αζωτούχος υδρολίπανση

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

Προκείμενου να επιλέξει κανείς την πηγή του αζώτου πρέπει:

- Να ενημερωθεί ως προς την καταλληλότητά της και να αποκλείσει τα μη συνιστώμενα σκευάσματα
- Να δοκιμάσει τον επιλεγμένο τύπο λιπάσματος σε ένα μικρό τμήμα ώστε να διαπιστωθεί η καταλληλότητα τους στην πράξη.

Ας εξετάσουμε λοιπόν, τα επιμέρους χαρακτηριστικά των κυριότερων ειδών αζωτούχων λιπασμάτων:

- Ουρία και UAN-32 (ουρικό νιτρικό αμμώνιο). Υγρό, το πιο συνηθισμένο αζωτούχο λίπασμα στην άρδευση με σταγόνες με 46% και 35% άζωτο αντίστοιχα, είναι ασφαλές στην χρήση, ενώ προκαλεί μικρή αλλαγή του pH. Η περιεχόμενη αμμωνία μειώνει την τοξικότητα του χλωρίου. Η ουρία αποτελεί μια μορφή αζώτου πολύ κατάλληλη για χρήση στα συστήματα με σταγόνες

γιατί έχει υψηλό βαθμό διαλυτότητας και δεν ενώνεται με το νερό για να σχηματίσει 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.

- Νιτρική Αμμωνία (NH₄NO₃). 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. Προκαλεί μια σημαντική μείωση στο εδαφικό pH και μια αξιόλογη αύξηση στο διαλυτό αργίλιο του εδάφους.
- Πολυθευκή Αμμωνία. Υγρό, χρησιμοποιείται κυρίως ως πηγή θείου, δεν 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 του δικτύου άρδευσης. Όταν άνυδρη αμμωνία εφαρμόστηκε μέσω ενός συστήματος υποεπιφανειακής άρδευσης (Mitchell 1981) παρουσιάστηκε μια μείωση στο εδαφικό pH κοντά σε σταλακτήρες.
- Υγρή Αμμωνία. Υγρό, που προέρχεται από την διάλυση άνυδρου αμμωνίου σε νερό. Διατίθεται στην αγορά σαν υγρό αζωτούχο λίπασμα, με περιεκτικότητα 20% σε άζωτο. Ως προς την καταλληλότητα έχει αυτή του άνυδρου αμμωνίου.
- Νιτρικό ασβέστιο. Στερεό, περιέχει 15.5% άζωτο, προέρχεται από την 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, διαφοροποιείται.
- Νιτρικό κάλιο. Στερεό, χρησιμοποιείται σαν πηγή ταυτόχρονα αζώτου 13% και καλίου, είναι διαλυτό στο νερό, κατάλληλο για τα δίκτυα μικρών παροχών. Προκαλεί μια μικρή μόνο μεταβλητότητα στο pH του εδαφικού νερού.
- Νιτρικό νάτριο. Στερεό, περιέχει 16% άζωτο, είναι διαλυτό, συνιστάται με επιφύλαξη λόγω της τοξικότητας του νατρίου στα φυτά.

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 εβδομάδες, αν υπάρχουν θερμοκρασίες 25°-30° C και κατάλληλη υγρασία.

Η εφαρμογή αμμωνιακών λιπασμάτων στην επιφάνεια του εδάφους, μπορεί να συντελέσει σε κάποιες απώλειες λόγω εξαέρωσης στην ατμόσφαιρα ($\text{NH}_4 + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$), 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 σε ένα χώρο κάτω από τον σταλακτήρα με διάμετρο όχι μεγαλύτερη από 20-30 cm περιορίζει τις απώλειες εξαέρωσης, 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 εξαέρωση 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 μία, αλλά σε πολλές μικρές δόσεις κατά την 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.

3.3 Φωσφορική υδρολίπανση

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

Εντούτοις, υπάρχουν πολλά αρνητικά στην 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 δεν 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 αυξηθεί στο 6. Είναι απαραίτητο επομένως στον εξοπλισμό ένα πεχάμετρο για την παρακολούθηση της οξύτητας του νερού.

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.

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 καθαρότητά του πριν χρησιμοποιηθεί, ώστε να αποφευχθούν οι εμφράξεις.
- Συνδυασμός φωσφορικού και θεικού οξέος. Μία από τις πιο διαδεδομένες πηγές φωσφόρου.

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 μονοασβέστιο, που είναι το κύριο συστατικό του, μετατρέπεται με το νερό σε φωσφορικό διασβέστιο που είναι πολύ αδιάλυτο στο νερό. Η ιδιότητά του αυτή ενώ δεν επηρεάζει την καταλληλότητά του για την ικανοποίηση των αναγκών των φυτών, το καθιστά ακατάλληλο για υδρολίπανση αφού τα ιζήματα φωσφορικού ασβεστίου αποτελούν σοβαρή αιτία εμφράξεων στα φίλτρα και τους 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.

Στην Ελλάδα, ολόκληρη η ποσότητα φωσφόρου χορηγείται στην βασική λίπανση (πριν τη μεταφύτευση) και όχι με την υδρολίπανση. Αν χρειαστεί να εφαρμοστεί φώσφορος (λόγο τροφοπενιών) χορηγείται σαν όξινο μονοφωσφορικό κάλιο (K_2HPO_4 , KH_2PO_4), που είναι πλήρως διαλυτό ή σαν $(NH_4)H_2SO_4$ ή σαν $(NH_4)_2HPO_4$

Οποσδήποτε 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 καθιζάνει ως φωσφορικό διασβέστιο στις σωληνώσεις και τους σταλακτήρες και θα προκαλέσει προοδευτικές εμφράξεις. 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 κινητικότητά του στο έδαφος. Διαλυτός φώσφορος μετατρέπεται σε αδιάλυτο φωσφορικό διασβέστιο σχεδόν μόλις έρθει 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 σε ένα αργιλοπηλώδες έδαφος. Στο ίδιο έδαφος σκεύασμα ανόργανου φωσφόρου κινήθηκε λιγότερο από 2cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Αρκετή ποσότητα από το φώσφορο που κινήθηκε σε βάθος κάτω από 5cm, ως φωσφορική γλυκερίνη, αξιοποιήθηκε από φυτά τομάτας και έδωσε αξιοσημείωτη αύξηση της ξηράς ουσίας από ότι έδωσε η εφαρμογή ανόργανου φωσφόρου. Η χρήση σκευασμάτων οργανικού φωσφόρου με υδρολίπανση, μέσω συστημάτων, φαίνεται ότι μπορεί να αποτελέσει μία καλή εναλλακτική λύση στα προβλήματα που παρουσιάζει η χρήση των ελαφρώς διαλυτών σκευασμάτων φωσφόρου.

Το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο (N, P K) θεωρούνται πολύ ευδιάλυτα και περιορίζουν τους κινδύνους εμφράξεων. Η ικανότητά τους να περιορίζουν τους κινδύνους εμφράξεων 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 εμφράξεις, 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 220kg/στρ., αύξησε την ποσότητα των περιεχομένων 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.

3.4 Υδρολίπανση καλίου

Επειδή και το κάλιο 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.

Γενικά, όλα τα συνηθισμένα καλιούχα λιπάσματα δεν προκαλούν ανεπιθύμητες χημικές αντιδράσεις όταν προστίθενται μόνα τους στο νερό της άρδευσης. Οποσδήποτε όμως μια μειωμένη διαλυτότητα ή και ασυμβατότητα είναι αρκετά πιθανή, όταν αναμιγνύονται διάφοροι τύποι λιπασμάτων.

Αν και πολλά εδάφη περιέχουν γενικά μεγάλα ποσά K πρέπει να υπολογίζεται ότι ένα μεγάλο μέρος του K αυτού, περίπου 80%, δεν είναι διαθέσιμο στα φυτά, ένα μέρος περίπου 8% διατίθεται με πολύ αργό ρυθμό και μόνο ένα μέρος περίπου 2% είναι εύκολα διαθέσιμο.

Γενικά, η διαθεσιμότητα και πρόσληψη του K εξαρτάται πολύ από τις συνθήκες της εδαφικής υγρασίας. Έτσι, σε εδάφη που αρδεύονται με συστήματα στάγδην το διαθέσιμο K περιορίζεται κυρίως στους υγρούς χώρους από τους οποίους το παραλαμβάνουν κυρίως τα φυτά.

Η εμφάνιση έλλειψης K σε περιπτώσεις συστημάτων με σταγόνες, ιδίως μετά από κάποιο χρόνο εφαρμογής, οπότε εξαντλούνται και τα αποθέματα K από τους υγρούς χώρους, δεν είναι το κάτι πολύ σπάνιο. Γι αυτό είναι απαραίτητο σε καλλιέργειες που αρδεύονται με σταγόνες να παρακολουθούνται τα επίπεδα καλίου με αναλύσεις φύλλων. Αυτό θα πρέπει να γίνεται ιδιαίτερα στις πολυτελείς καλλιέργειες 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 Κ πριν από την 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 την συνήθη τροφοδοσία των φυτών με Κ, όσο και για την διόρθωση των τροφοπενιών από Κ αφού επιτρέπουν συχνές, μικρές δόσεις, οι οποίες ενώ διατηρούν υψηλά επίπεδα διαθεσιμότητας, αποτρέπουν υψηλές και επιβλαβείς συγκεντρώσεις αλάτων.

3.5 Υδρολίπανση ιχνοστοιχείων

Υδρολίπανση ιχνοστοιχείων πραγματοποιείται μόνο και εφόσον παρατηρηθεί έλλειψη αυτών (τροφοπενία). Η διοχέτευση ιχνοστοιχείων σε 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 ότι τα ιχνοστοιχεία που προορίζονται για μια καλλιέργεια ευνοούν τη θρέψη όποιου οργανισμού που ζει στο σύστημα σταγόνων, όποτε μπορεί να συμβούν εμφράξεις από άλγη ή βακτηρία. 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, ψευδάργυρου, 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.
- Θειικά άλατα σιδήρου, ψευδάργυρου μαγγανίου και χαλκού. Διαφέρουν ως προς τη διαλυτότητα ανάλογα με τη μέθοδο παρασκευής τους.
- Χλωριούχα άλατα σιδήρου, ψευδάργυρου, μαγγανίου και χαλκού. Διαφέρουν μεταξύ τους στη διαλυτότητα που εξαρτάται με τίνος μέταλλου 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. Τα ανόργανα άλατα μετά την εφαρμογή χημικών ενώσεων δίνουν καλύτερο αποτέλεσμα..
- Βόριο. Η πιο κοινή πηγή βορίου είναι η ανόργανη ένωση που λέγεται τετραβοριούχο νάτριο. Είναι σχετικά διαλυτή στο νερό. Παρότι χορηγείται σε μικρές ποσότητες. Η μεγάλη τοξικότητα του βορίου επιβάλλει προσοχή στη χρήση του.

Τα χηλικά και θειικά σκευάσματα των διαφόρων ιχνοστοιχείων χρησιμοποιούνται γενικά για διόρθωση των τροφοπενιών των φυτών. Η σύνθεση και η διαλυτότητα των σκευασμάτων αυτών (πιν. 3.3) πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την χρήση τους. Ο χηλικός σίδηρος και ψευδάργυρος έχουν υψηλή υδατοδιαλυτότητα και δε δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα. Οποσδήποτε όμως το κόστος τους είναι αρκετά

υψηλό και η αποτελεσματικότητα τους για διόρθωση τροφοπενιών 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 περιέρχονται στο νερό της άρδευσης και να συντελέσουν στην κατακρήμνιση ιζημάτων τα οποία μπορούν να προκαλέσουν εμφράξεις.

Αρκετά ιχνοστοιχεία μπορούν να εφαρμοστούν υπό μορφή χηλικών σκευασμάτων που είναι αρκετά διαλυτά και επομένως παρουσιάζουν μικρούς κινδύνους για εμφράξεις. Προβλήματα έχουν παρατηρηθεί σε περιπτώσεις προσθήκης θεικού ψευδάργυρου. Τόσο τα χηλικά, όσο και τα θεικά 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.

Άλλα ιχνοστοιχεία είναι:

- Νιτρικά άλατα του ασβεστίου. Έχουν υψηλή διαλυτότητα όταν χορηγούνται μεμονωμένα, δε δημιουργούν εμφράξεις.
- Νιτρικά άλατα του μαγνησίου. Ίδια χαρακτηριστικά με του ασβεστίου.
- Άλατα θεικού ασβεστίου (γύψος) και θεικού μαγνησίου (άλατα Epsom). 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 θα πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή.

Αυτά είναι οι συνήθεις πηγές ασβεστίου, μαγνησίου και θείου.

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.

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.

3.6 Συνδυασμοί λιπασμάτων

Σπάνιες είναι οι περιπτώσεις που θα χρειαστεί να δοθεί μόνο ένα θρεπτικό στοιχείο μέσω ενός δικτύου στάγδην άρδευσης σε θερμοκήπιο. Συνήθως για ιδανική ανάπτυξη της καλλιέργειας ώστε να δώσει το μεγαλύτερο κέρδος απαιτείται η προσθήκη περισσότερων στοιχείων και μάλιστα των πιο πολλών από αυτών στην ίδια χρονική περίοδο. Ένα μείγμα από διάφορα λιπάσματα που ικανοποιεί έναν αριθμό αναγκών ονομάζεται «συνδυασμός λιπασμάτων». Στους πιο κάτω πίνακες δίδονται οι δυνατότητες ανάμιξης και τα χαρακτηριστικά των γνωστότερων λιπασμάτων χωρίς να υπάρχουν ιδιαίτερα προβλήματα.

Τα χαρακτηριστικά των γνωστότερων λιπασμάτων δίνονται στον πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1 Χαρακτηριστικά των γνωστότερων λιπασμάτων.

Όνομασία Λιπάσματος	Περιεκτικότητα (%) σε θρεπτικά στοιχεία(*)							Διαλυτότητα (kg/100l νερό)		Φυσιολογική αντίδραση
	N NO ₃	N NH ₄	P P ₂ O ₅	K K ₂ O	Mg MgO	Ca CaO	S S ₃ O ₄	0°C	20°C	
Νιτρική αμμωνία	16.75	16,75						188	192	Ελαφρά όξινη
Θεική αμμωνία		21					24 73	71	75	Πολύ όξινη
Νιτρική άσβεστος	15.5					18.5 26		102	122	Αλκαλική
Νιτρικό κάλιο	13			38 46				13	32	Αλκαλική
Νιτρικό μαγνήσιο	10.9				9.5 15.7				279	Ουδέτερη
MAP (φωσφορικό μονοαμμώνιο)		12	26.2 60					23	37	Όξινη
DAP (φωσφορικό διαμμώνιο)		20.5	23 53					43	66	Όξινη
Φωσφορικό κάλιο			22 51	28 34				14	23	Όξινη
Θεικό μαγνήσιο 16%					9.8 16		12 36	60	71	Ουδέτερη
Θεικό κάλιο				41 50			17 51	7	11	Ουδέτερη
Ουρία	45 (N ουρικό)							67	105	Όξινη

Ο τρόπος μετατροπής των οξειδίων των στοιχείων σε καθαρά στοιχεία είναι ο εξής
 $P_2O_5=P$ 0,44, $K_2O=K$ 0,83, $MgO=Mg$ 0,60, $CaO=Ca$ 0,71, $SO_4=S$ 0,33

Πηγή: Γεωργική τεχνολογία - Α.φ. Λίπανση-Θρέψη 95.
 Πιστόλης - Σιμώνης.

Πίνακας 3.2 Δυνατότητα ανάμειξης λιπασμάτων.

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

Πηγή: Γεωργική τεχνολογία – Α.φ. Λίπανση-Θρέψη 95.
Πιστόλης – Σιμώνης.

Πίνακας 3.3 Βαθμός κινδύνου διάβρωσης διαφόρων μετάλλων από διάφορα λιπάσματα.

Λίπασμα Μέταλλο	Νιτρική αμμωνία	Ουρία	Θεική αμμωνία	Φωσφορικό οξύ	Φωσφορική αμμωνία
Γαλβανισμένος σίδηρος	Πολύ σημαντικός	Σημαντικός	Σημαντικός	Πολύ σημαντικός	Μικρός
Φύλλα αλουμινίου	Μικρός	Μικρός	Μικρός	Μέτριος	Μέτριος
Ανοξείδωτος χάλυβας	Ανύπαρκτος	Ανύπαρκτος	Ανύπαρκτος	Μικρός	Ανύπαρκτος
Μπρούντζος	Σημαντικός	Ανύπαρκτος	Σημαντικός	Μέτριος	Πολύ σημαντικός

Πηγή: [Martin, 1953]

Όταν χορηγούνται με την υδρολίπανση περισσότερα του ενός λιπάσματα συγχρόνως, βασική προϋπόθεση είναι τα επιμέρους να παραμένουν στο διάλυμα αυτούσια, χωρίς να γίνονται χημικές αντιδράσεις ή καθιζήσεις. Εάν δεν υπάρχει εμπειρία, επιβάλλεται δοκιμή σε διαφανή δοχεία για 12 τουλάχιστον ώρες πριν την πραγματική χρήση στο αρδευτικό σύστημα και μάλιστα με το ίδιο νερό που θα χρησιμοποιηθεί στην άρδευση και στην ίδια αραίωση. Επίσης, επιβάλλεται η διαδοχική χορήγηση των λιπασμάτων με ενδιάμεσο καθαρισμό του δικτύου και των συσκευών έγχυσης, για αποφυγή σχηματισμού ιζήματος.

Σημειώνεται ότι πολλά από τα στερεά λιπάσματα είναι διαλυτά, ενώ καλύπτονται με δυσδιάλυτο ή και αδιάλυτο περίβλημα, που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα. Τέτοιου είδους λιπάσματα επιβάλλεται να προδιαλυθούν σε δεξαμενή, όπου το περίβλημα συνήθως καθιζάνει στον πυθμένα ή καλύπτει τα τοιχώματα. Ο αγωγός τροφοδοσίας της συσκευής υδρολίπανσης πρέπει να είναι λίγα εκατοστά πάνω από το ίζημα. Η προσθήκη διαλυτών ουσιών ή καταλυτών επιτυγχάνει τη διάλυση του περιβλήματος, αλλά σχεδόν πάντα προκαλεί φθορές στα πλαστικά εξαρτήματα όπως εξάλλου τα όξινα χημικά διαβρώνουν τα μεταλλικά εξαρτήματα (πίνακας 3.3). Εάν είναι επιβεβλημένη η χρήση τους, ο παραγωγός ζητά τη γνώμη του μελετητή και του κατασκευαστή του δικτύου άρδευσης.



Εικ. 3.1 Νερά πλούσια σε άλατα δημιουργούν ιζήματα διαφόρων ενώσεων, όπως σιδήρου (αριστερά) ή ασβέστου (δεξιά) στους σταλακτήρες ή μικροτοξευτήρες.

Γενικά πριν τη διοχέτευση ενός λιπάσματος στο δίκτυο, πρέπει να ελεγχθεί πρώτα ο βαθμός διαλυτότητας του που αναγράφεται σε πίνακα στη συσκευασία. Η προσπάθεια να διαλυθούν παρά πολλά λιπάσματα συγχρόνως ή σε μεγάλες ποσότητες στην αποθηκευτική δεξαμενή, είναι πολύ πιθανό να δημιουργήσει ιζήματα επικίνδυνα και εμφράξεις στους σταλάκτες.

3.7 Εμφράξεις

Όπως αναφέρθηκε ήδη, τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στην υδρολίπανση δεν πρέπει να δημιουργούν επικίνδυνα ιζήματα, που μπορεί να προκαλέσουν εμφράξεις στα στόμια εκροής. Επίσης, όταν χορηγούνται συγχρόνως περισσότερα του ενός λιπάσματα, πρέπει να διασφαλίζεται ότι κατά την ανάμιξη δεν γίνονται χημικές αντιδράσεις ή καθιζήσεις. Διαφορετικά, αν υπάρχει η οποιαδήποτε αμφιβολία, είναι

προτιμότερη η διαδοχική χορήγηση τους με ενδιάμεσο καθαρισμό του δικτύου και των συσκευών έγχυσης.

Είναι απαραίτητο ακόμη, εκτός από την ποιότητα του νερού από την οποία σε σημαντικό βαθμό εξαρτώνται οι εμφράξεις των σταλακτήρων, να ελέγχεται και η συμβατότητα των λιπασμάτων με το νερό της πηγής του αρδευτικού συστήματος.

Ένας σχετικά απλός έλεγχος της συμβατότητας είναι η δοκιμή σε διαφανές δοχείο, όπου ελέγχονται πρώτα οι συνδυασμοί με 100% ανάμειξη των στοιχείων τους και στη συνέχεια στην αραίωση που έχει καθοριστεί για την υδρολίπανση.

Το διάλυμα πρέπει να παραμένει για τουλάχιστον 12 ώρες ή και περισσότερο, αν προβλέπεται μακρά περίοδος αποθήκευσης. Αν παρατηρηθεί ίζημα στον πυθμένα, ένας τέτοιος συνδυασμός πρέπει να αποφεύγεται.

Σημειώνεται ακόμη ότι έχει διαπιστωθεί ότι η παρουσία λιπασμάτων υπό συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών, σε σωλίνες με μαύρο χρώμα ευνοεί την ανάπτυξη βακτηρίων που προκαλούν εμφράξεις.

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

3.7.1 Ποιότητα του νερού

Όσον αφορά την ποιότητα του χρησιμοποιημένου νερού, είναι απαραίτητο να γίνονται αναλύσεις για τον προσδιορισμό των κυριότερων κατιόντων (Ca^{2+} , Fe^{3+}), των κυριότερων ανιόντων (CO_3^{2-} , SO_4^{2-}), των αιωρούμενων σωματιδίων, των οργανικών υλικών, του pH.

Πίνακας 3.4 Κριτήρια καταλληλότητας τού νερού, για την χρησιμοποίηση του σε σύστημα άρδευσης με σταγόνα.

Παράγοντες που προκαλούν εμφράξη.	Πιθανότητα εμφράξης		
	Μικρή	Μεσαία	Μεγάλη
Φυσικοί - αιωρούμενα σωματίδια	50 mg/l	50-100 mg/l	> 100 mg/l
Χημικοί - pH	7	7-8	>8
- διαλυτά στερεά	500 mg/l	500 – 2000 mg/l	> 2000 mg/l
- σίδηρος	0,1 mg/l	0,1 – 1,5 mg/l	> 1,5 mg/l
- μαγγάνιο	0,1 mg/l	0,1 – 1,5 mg/l	> 1,5 mg/l
- ασβέστιο	10 mg/l	10 – 50 mg/l	> 50 mg/l
- ανθρακικά άλατα	100 mg/l	100 - 200 mg/l	> 200 mg/l
Βιολογικοί - πληθυσμός βακτηρίων ανά cm^3	10.000	10.000-50.000	> 50.000

Πηγή: Bucks and Nakayama, 1980. [Γεωργική τεχνολογία 95].

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

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



Εικ. 3.2 Άλγη (Νερά που περιέχουν άλγη ή μικροοργανισμούς) πρέπει να αποφεύγονται γιατί οι εμφράξεις που προκαλούν αντιμετωπίζονται πολύ δύσκολα.

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

Η χρήση επομένως νερών χαμηλής ποιότητας συμβάλλει αρνητικά στο κόστος λειτουργίας, λόγω ανάγκης συχνών επεμβάσεων. Γι' αυτό και επιβάλλεται να λαμβάνονται ορισμένα μέτρα, όπως αποτελεσματικό φιλτράρισμα του νερού από μολύνσεις. Τα μέτρα αυτά, συνδυαζόμενα με μία προσεκτική, έγκαιρη και τακτική συντήρηση της εγκατάστασης, είναι δυνατό να βοηθήσουν ουσιαστικά στην αποφυγή ανεπιθύμητων δυσλειτουργιών.

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

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

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

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

3.7.2 Αντιμετώπιση των εμφράξεων

Για να μπορέσουμε να αντιμετωπίσουμε τις εμφράξεις θα πρέπει να εντοπίζουμε πού οφείλεται κάθε φορά το πρόβλημα. Παρακάτω αναφέρονται λύσεις προς αποφυγή των εμφράξεων ανάλογα με την πηγή προέλευσης τους. Αυτές είναι:

- Σε περιπτώσεις συσσώρευσης αλάτων Ca (ιζήματα ανθρακικού ασβεστίου που δημιουργούν λευκή ταινία στα εσωτερικά τοιχώματα του δικτύου), η απομάκρυνση επιτυγχάνεται εύκολα με την εισαγωγή οξέων (συνήθως φωσφορικό και θεικό ή νιτρικό) για 30-60 λεπτά, έτσι ώστε να διαλυθούν τα ιζήματα και στη συνέχεια να αποβληθούν. Συνήθως, όταν οι αποθέσεις του ανθρακικού ασβεστίου ξεπεράσουν την τιμή των 200 mg/l επιβάλλεται η επέμβαση με οξύ.

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της εισαγωγής οξέων, θα πρέπει να διακοπεί η λειτουργία του δικτύου για 24 ώρες και να ακολουθήσει γενικός καθαρισμός με άνοιγμα των άκρων στους δευτερεύοντες και πλευρικούς σωλήνες. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην επιλογή του οξέος, έτσι ώστε να μην υφίσταται κίνδυνος διάβρωσης του υλικού κατασκευής της αρδευτικής εγκατάστασης.

Πίνακας 3.5 Επίπεδα επικινδυνότητας και επεμβάσεις για τις κυριότερες περιπτώσεις εμφράξεων, χημικών και βακτηριακών.

Αιτία έμφραξης	Σοβαρότητα	Τρόπος «έγχυσης»	Δόση	Περιοδικότητα του χειρισμού	Διάρκεια του χειρισμού	Χρησιμοποιημένο προϊόν
Ιζήματα ανθρακικού ασβεστίου ανάλογα με το επίπεδο συγκέντρωσης στο αρδευτικό νερό	Μικρή < 100 mg/l	Σωλήνας Venturi	0,2%	2-3 φορές στην αρδευτική περίοδο	½ ώρα	Πυκνό οξύ
	Μεσαία 100-200 mg/l	Ογκομετρικός σωλήνας	0,5%	1 φορά κάθε 15 ημέρες	½ ώρα	Πυκνό οξύ
	Μεγάλη > 200 mg/l	Ογκομετρικός σωλήνας	1%	Ανάλογα με τη σοβαρότητα 1 φορά την εβδομάδα ή και περισσότερο	½ ώρα στην αρχή της άρδευσης	Πυκνό οξύ + NaOCl
Βακτήρια σιδήρου	Παρουσία μικρή	Σωλήνας Venturi	1-2 ppm	1 φορά την εβδομάδα	Κατά την διάρκεια της άρδευσης	NaOCl
	Παρουσία σημαντική	Ογκομετρικός σωλήνας	5 ppm	Διαρκής παρακολούθηση		NaOCl + οξύ σε pH 6
Άλγη	Μέσα στο χρησιμοποιούμενο νερό			Κοιτάζουμε φίλτράρισμα		
	Στην έξοδο των σταλακτιών	Ογκομετρικός σωλήνας	1 ppm	1 φορά κάθε 15 ημέρες	Κατά την διάρκεια της άρδευσης	NaOCl

Πηγή: G.E.M.A.G.R.E.F., Μπορντό. [Γεωργική τεχνολογία 95].

Όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και έχει παραμείνει νερό μέσα στο δίκτυο μεταξύ δυο αρδεύσεων, ευνοείται η μετατροπή των διττανθρακικών αλάτων σε ανθρακικό ασβέστιο, ενώ αντίθετα, όταν πέσει η θερμοκρασία, τα άλατα δεν επαναδιαλύονται. Για το λόγο αυτό, οι σωληνώσεις συνίσταται να καλύπτονται (π.χ. με άχυρα).

- Όταν οι εμφράξεις προέρχονται από ιζήματα βακτηριακής καθίζησης του σιδήρου – εμφανίζονται όταν στο νερό υπάρχουν διαλυτά άλατα σιδήρου τα οποία κάτω από ορισμένες συνθήκες (παρουσία οξειδωτικών βακτηρίων)

οξειδώνονται και δημιουργούν ίζημα – συνιστάται, για την αντιμετώπιση του προβλήματος απομάκρυνση των κατακρημνισμάτων των οξειδίων ή υποξειδίων του σιδήρου, είτε με εκμετάλλευση στους φυσικής και αυτόματης οξείδωσης, που επιτυγχάνεται υποβάλλοντας το νερό σε έντονη οξυγόνωση, είτε με τη χρήση χλωρίου (υποχλωριώδες νάτριο –NaOCl- προσέχοντας ώστε η τιμή του pH να είναι υψηλότερη από 6), που δρα σαν οξειδωτικό του σιδήρου. Τα ιζήματα, με μορφή κόκκινης νηματοειδούς λάσπης, απομακρύνονται στο τέλος στους καθίζησης, με ένα φίλτρο σίτας. Τα βακτήρια σιδήρου σχηματίζουν ένα στρώμα ζελατινώδους υφής και δε θα πρέπει να συγχέονται με τα άλγη που αναπτύσσουν κολλώδη μάζα.

- Όσον αφορά στους βιολογικές εμφράξεις, τονίζεται ότι αυτές δύσκολα αντιμετωπίζονται. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να καταβάλλεται κάθε δυνατή προσπάθεια για την πρόληψη στους (π.χ. χρησιμοποίηση μαύρων σωλήνων, υπόγεια τοποθέτηση στους).

Για την αντιμετώπιση ωστόσο του προβλήματος στους ύπαρξης βακτηριακών βλεννών μέσα στο αρδευτικό δίκτυο, συνιστάται χλωρίωση του συστήματος χρησιμοποιώντας υποχλωριώδες ασβέστιο ή και χλώριο (αέριο), που μπορεί να γίνει κατά στους ακόλουθους τρόπους:

- Συνεχής χλωρίωση που επιτυγχάνεται με συνεχή εισαγωγή χαμηλής ποσότητας χλωρίου. 1-2 mg/l.
- Διακεκομμένη χλωρίωση με συγκεντρώσεις 10-20 mg/l επί 30-60 λεπτά.
- Υπερχλωρίωση που επιτυγχάνεται με εισαγωγή 500-1000 mg/l χλωρίου και εφαρμόζεται σε περιπτώσεις σοβαρών εμφράξεων.

Μετά την εφαρμογή στους χλωρίωσης θα πρέπει να γίνεται προσεκτικός καθαρισμός του δικτύου, έτσι ώστε οι νεκροί οργανισμοί να αποβληθούν από στους πλευρικούς.

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

Εκτός στους από στους υποχλωριώδεις ενώσεις και το αυτούσιο χλώριο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα προϊόντα, στους τα χλωροφαινικά άλατα νατρίου, η μονοχλωραμίνη (NH₂CL), αποτελεσματική σε αλκαλικό περιβάλλον, το υπερμαγγανικό κάλιο και θειικός χαλκός, που εμποδίζουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.

Συγκεκριμένα, ο θειικός χαλκός χρησιμοποιείται με ικανοποιητικά αποτελέσματα για την αντιμετώπιση των εμφράξεων που προκαλούν τα άλγη των οποίων η ανάπτυξη είναι αρκετά συχνή στα επιφανειακά νερά και χορηγείται σε μικρές ποσότητες (0,05 – 2,0 ppm).

- Τέλος, για την αντιμετώπιση των εμφράξεων που προκαλούνται από φυσικούς παράγοντες (σωματίδια, αιωρούμενα φυτικά υπολείμματα) χρειάζεται να προβλεφθεί το κατάλληλο φιλτράρισμα, ανάλογα και με την προέλευση του νερού.

Στους πίνακες αναφέρονται τα κρίσιμα για την πρόκληση εμφράξεων επίπεδα των συγκεντρώσεων των διαφόρων στο αρδευτικό νερό (πίνακας 3.4) και τα επίπεδα επικινδυνότητας και οι απαιτούμενοι χειρισμοί για την αντιμετώπιση των πιο συνήθων μορφών εμφράξεων (πίνακας 3.5).

3.8 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 οι 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 εν λόγω καλλιέργεια.

Η καταλληλότητα των διάφορων σκευασμάτων (πιν. 3.6) είναι ο δεύτερος καθοριστικός παράγοντας της επιλογής. Η καταλληλότητα αυτή θα πρέπει να εξετάζεται από δύο πλευρές. Η μια είναι οι πιθανότητες για εμφράξεις 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

Συμπερασματικά λοιπόν, μπορούμε να πούμε ότι τα πλέον κατάλληλα λιπάσματα είναι η ουρία, η νιτρική αμμωνία και το νιτρικό κάλιο. Υπερτερούν έναντι των υπόλοιπων λιπασμάτων όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους και τα οποία είναι:

1. Μεγαλύτερες ποσότητες N.
2. Μικρή αλλαγή του pH.
3. Δεν προκαλούν ιζήματα.
4. Δεν καταστρέφουν το αρδευτικό σύστημα.
5. Έχουν μεγαλύτερη ευελιξία για την κατανομή τους σε επιθυμητά σημεία.
6. Έχουν μικρότερες πιθανότητες για εξαέρωση (μικρότερες απώλειες).

Πίνακας 3.6 Καταλληλότητα διάφορων λιπασμάτων για υδρολίπανση σε συστήματα άρδευσης με σταγόνες (K = κατάλληλο, K? = κατάλληλο με προϋποθέσεις, A = ακατάλληλο).

Τύπος λιπάσματος		Καταλληλότητα	Περιορισμοί χρήσης ή κίνδυνοι
1.	Νιτρική αμμωνία (υγρή)	K	Μειώνει το pH του εδάφους
2.	Θεική αμμωνία	K?	Όχι με νερά που περιέχουν Ca πάνω από 70 ppm
3.	Ουρία	K	Όχι σε νερά με άλγη
4.	Νιτρικό κάλιο (κρυστ.)	K	
5.	Νιτρικό κάλιο (υγρό)	K	
6.	Χλωριούχο κάλιο (κρυστ)	K?	Απαιτεί φίλτρο στο λιπαντήρα
7.	Χλωριούχο κάλιο (υγρό)	K	
8.	Σύνθετα (N-P-K) (π.χ. 11-15-15)	K?	Μόνο διαλυμένο πάνω από 1:100 και θερμοκρασία νερού δικτύου < 50°C
9.	Σύνθετα (N-P-K)	K	
10.	Φωσφορική αμμωνία	K?	Μόνο διαλυμένη πάνω από 1:5.000, πιθανά ιζήματα με Ca, Mg του νερού
11.	Sequestrene Fe	K	
12.	Sequestrene Zn	K	
13.	Αμμωνία (υγρή)	A	Αυξάνει το pH του νερού
14.	Νιτρικό ασβέστιο	A	
15.	Χλωριούχο κάλιο (σκόνη)	A	
16.	Θεικό κάλιο	A	
17.	Υπερφωσφορικό	A	Προκαλεί ιζήματα με Ca, Mg του νερού
18.	Νιτρικός ψευδάργυρος	A	Κίνδυνος ιζημάτων με άλατα νερού
19.	Θεικός ψευδάργυρος	A	
20.	Θεικός σίδηρος	A	

Πηγή: Μιχελάκης: 1988 – Άρδευση με σταγόνες.

4 TOMATA

4.1 Γενικά

Η τομάτα (*SOLANUM LYCOPERSICUM*) ανήκει στην οικογένεια των σολανωδών (*SOLANACEAE*). Είναι φυτό ποώδες, πολυετές. Στις περιοχές μας καλλιεργείται για έναν χρόνο. Η ρίζα του είναι πασσαλώδης και αναπτύσσεται σε βάθος όταν στο φυτό δεν μεσολαβήσει μεταφύτευση. Γίνεται επιφανειακή και πλάγια όταν μεσολαβήσει μεταφύτευση. Σ' αυτό οφείλεται κυρίως η διαφορετική συμπεριφορά του φυτού που προέρχεται από σπόρο και εκείνου, που προέρχεται από μεταφύτευση. Τα φύλλα είναι σύνθετα και όπως και ο βλαστός έχουν πολλά τριχίδια, που όταν σπάσουν αφήνουν τη χαρακτηριστική μυρωδιά της τομάτας.

Τα άνθη είναι πολλά μαζί και σχηματίζουν ταξιανθία. Το άνοιγμά τους δεν είναι ταυτόχρονο. Είναι ερμαφρόδιτα και αυτογονοποιούνται. Σε σπάνιες περιπτώσεις γίνεται σταυροεπικονίαση και διασταύρωση ποικιλιών. Ο καρπός είναι ράγα. Ωριμάζει σε κανονικές κλιματικές συνθήκες 45 περίπου ημέρες μετά τη γονιμοποίηση και σε διπλάσιο ή και περισσότερο χρόνο σε άσχημες κλιματικές συνθήκες.

Το κόκκινο χρώμα οφείλεται στη λυκοπίνη που παράγεται σε κανονικές θερμοκρασίες και φως. Σε υψηλές θερμοκρασίες και πολύ φως παράγεται κίτρινο χρώμα (καροτίνη).

Ο καρπός της τομάτας θεωρείται άριστη τροφή. Είναι πλούσιος σε βιταμίνες A, B₁, B₂, C, D, κυρίως όμως A και C και άλατα προπαντός σιδήρου, ασβεστίου, φωσφόρου, καλίου, ιωδίου, νατρίου, μαγνησίου.

Η τομάτα ευδοκμεί σε θερμοκρασίες 18-30°C. Όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 13°C ή ανέβει πάνω από τους 32°C, εμποδίζεται η γονιμοποίηση των ανθέων και τα άνθη πέφτουν. Επίσης, προτιμά εδάφη ελαφριάς έως μέσης μηχανικής σύστασης (LS, SL, L, - CL) που είναι εφοδιασμένα με οργανική ουσία και έχουν pH 6.0 - 7,3. Σε γόνιμα εδάφη βαριάς μηχανικής σύστασης δίνει μεγαλύτερη παραγωγή σε βάρος της πρωιμότητας. Ανήκει στην κατηγορία των ελαφρώς ανθεκτικών φυτών στην αλατότητα του εδάφους (4 - 10mS/cm) και στην κατηγορία φυτών μέτρια ανθεκτικών στην αλατότητα του αρδευτικού νερού.

Τέλος, στα πλαίσια της αμειψισποράς η τομάτα επανέρχεται στο ίδιο χωράφι μετά από 5 - 6 χρόνια. Δεν πρέπει να προηγείται καλλιέργεια πατάτας (προστασία της τομάτας από ιούς και μύκητες).

4.2 Καλλιεργούμενες ποικιλίες

Οι καλλιεργούμενες σήμερα ποικιλίες τομάτας χαρακτηρίζονται από τον τρόπο ανάπτυξης και την ζωηρότητα του φυτού, καθώς και από το μέγεθος και την εμφάνιση του καρπού. Ως προς την ανάπτυξη και τη ζωηρότητα του φυτού

διακρίνονται σε συνεχούς και περιορισμένης ανάπτυξης. Ως προς το μέγεθος του καρπού διακρίνονται σε μεγαλόκαρπες, μεσόκαρπες, μικρόκαρπες και ενδιάμεσων κατηγοριών. Ως προς την εμφάνισή τους διακρίνονται σε στρογγυλές, επιμήκεις, λείες, αυλακωτές.

Σήμερα στα θερμοκήπια της χώρας μας καλλιεργούνται τομάτες συνεχούς ανάπτυξης, με καρπό στρογγυλό, λείο, μέσου έως μεγάλου μεγέθους, όπως π.χ. DOMBO, DOMBITO, JOLLY, CARMELLO (GC204) ROBIN, CARUSO, DOMINGO (G17). Στο σύνολό τους σχεδόν ο σπόρος των ποικιλιών που σήμερα καλλιεργούνται είναι προέλευσης εξωτερικού.

Η κάθε ποικιλία έχει δικές τις προδιαγραφές, δικές της απαιτήσεις και είναι δοκιμασμένη και προσαρμοσμένη στις συνθήκες της χώρας που παράγεται.

Υπάρχουν ποικιλίες για νωπή κατανάλωση και ποικιλίες για βιομηχανική επεξεργασία. Έτσι λουπόν, την τομάτα τη χωρίζουμε σε τομάτα θερμοκηπίου και σε βιομηχανική τομάτα.

4.3 Τομάτα θερμοκηπίου

4.3.1 Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία της τομάτας

Η λίπανση της τομάτας είναι βασικής σημασίας καλλιεργητική φροντίδα, με την οποία επιδιώκεται η χορήγηση των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων για την ικανοποίηση των αναγκών ανάπτυξης και παραγωγής του φυτού. Είναι συμπληρωματική της βασικής λίπανσης και ολοκληρώνονται με αυτή οι θρεπτικές ανάγκες του φυτού μέχρι το τέλος του παραγωγικού κύκλου.

Τα κύρια θρεπτικά στοιχεία, που το φυτό εφοδιάζεται με την επιφανειακή λίπανση είναι άζωτο, κάλιο, μαγνήσιο και φυσικά ο φώσφορος, εφ' όσον δεν χορηγήθηκε με τη βασική λίπανση. Σπανιότερα ή σε ειδικές περιπτώσεις χρειάζεται να χορηγηθούν και άλλα όπως σίδηρος, ασβέστιο.

Στη λίπανση δεν υπάρχει ειδική συνταγή, που να ακολουθείτε πιστά από την αρχή μέχρι το τέλος της καλλιέργειας. Διότι πολλοί είναι οι παράγοντες, που μπορούν να επιδράσουν στο φυτό και να το υποχρεώσουν σε κάποια στιγμή να διαφοροποιήσει το ρυθμό ανάπτυξής του και τις ανάγκες του, με αποτέλεσμα την αλλαγή της λιπαντικής τακτικής.

Ο καλλιεργητής για να εφαρμόσει σωστή λίπανση πρέπει να γνωρίζει τουλάχιστον, τον τρόπο ανάπτυξης του φυτού, τις ανάγκες του σε θρεπτικά στοιχεία στην διάρκεια του παραγωγικού κύκλου, την αντίδρασή του στις ελλείψεις θρεπτικών στοιχείων και τον τρόπο αντιμετώπισής τους.

Η τομάτα είναι πολύ ευαίσθητη σε έλλειψη ή ανισορροπία μεγαλοστοιχείων (αζώτου, φωσφόρου, καλίου) και ιχνοστοιχείων (μαγνησίου, ασβεστίου, σιδήρου, μολυβδαινίου, βορίου, ψευδαργύρου, μαγγανίου). Είναι πολύ απαιτητική σε θρεπτικά στοιχεία ιδίως σε κάλιο. Χρειάζεται σχεδόν διπλάσια ποσότητα καλίου από το άζωτο και τετραπλάσια μέχρι πενταπλάσια από το φώσφορο. Σε περιόδους με χαμηλή θερμοκρασία και λίγο φως έχει ανάγκη πολύ περισσότερου καλίου παρά αζώτου. Αντίθετα τον καλό καιρό με πολύ φως και ανεβασμένες θερμοκρασίες οι ανάγκες του αζώτου αυξάνονται. Είναι φυτό μέτριας ανθεκτικότητας στην αλατότητα του εδάφους. Η ανθεκτικότητα αυτή είναι μεγαλύτερη στα νεαρά φυτά και μειώνεται όσο αυξάνει η ηλικία τους.

Ο βιολογικός κύκλος της τομάτας σύμφωνα με τις θρεπτικές τους ανάγκες χωρίζεται σε 4 στάδια τα οποία αναφέρονται στην υπερπρώιμη καλλιέργεια.

- **1ο Στάδιο.** Από τη φύτευση μέχρι το σχηματισμό καρπών στην πρώτη ταξιανθία. Το στάδιο αυτό υπολογίζεται να διαρκεί 30-40 ημέρες. Το φυτό δημιουργεί κατά κύριο λόγο το ριζικό του σύστημα και παράγει λίγο ξηρή ουσία. Οι ανάγκες του σε θρεπτικά στοιχεία είναι ελάχιστες και ικανοποιούνται απόλυτα με λιπάσματα που χορηγήθηκαν στη βασική λίπανση. Σπάνια χρειάζεται να προστεθούν και άλλα λιπάσματα.
- **2ο Στάδιο.** Από την καρπόδεση της πρώτης ταξιανθίας μέχρι την ωρίμανση των καρπών της. Η διάρκεια του σταδίου αυτού υπολογίζεται σε 65-90 ημέρες. Το φυτό παράγει μεγάλη ποσότητα ξηρής ουσίας και οι ανάγκες του σε κάλιο είναι πολύ μεγάλες, σε άζωτο και φώσφορο μεγάλες και σε μαγνήσιο μικρές μέχρι μέτριες.
- **3ο Στάδιο.** Από το τέλος του προηγούμενου σταδίου μέχρι τη συγκομιδή του 60% της παραγωγής. Το στάδιο αυτό διαρκεί 60-80 ημέρες περίπου. Συνεχίζεται η παραγωγή μεγάλης ποσότητας ξηρής ουσίας και οι ανάγκες του φυτού σε άζωτο και μαγνήσιο είναι μεγάλες, σε φώσφορο κανονικές και σε κάλιο μικρές έως μέτριες.
- **4ο Στάδιο.** Είναι το στάδιο μέχρι το τέλος της συγκομιδής του προϊόντος. Υπολογίζεται ότι διαρκεί 20-30 ημέρες. Η παραγωγή ξηρής ουσίας μειώνεται αισθητά και οι ανάγκες του φυτού σε άζωτο κάλιο και μαγνήσιο είναι ελάχιστες έως μηδενικές και μόνο σε φωσφόρο εξακολουθούν να είναι κανονικές. Γι' αυτό την περίοδο αυτή διακόπτονται οι λιπάνσεις.

4.3.2 Επίδραση θρεπτικών στοιχείων στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού

Η καλή γνώση των βασικών επιδράσεων που έχουν τα θρεπτικά στοιχεία στην ανάπτυξη και στην ποσοτική και ποιοτική απόδοση της τομάτας είναι απαραίτητη για τον καθορισμό της κατάλληλης σε κάθε περίπτωση λίπανσης.

Παρακάτω θα αναλύσουμε τις επιδράσεις κυρίως των μακροστοιχείων αλλά και ορισμένων ιχνοστοιχείων στη βλαστική ανάπτυξη, παραγωγή και ποιότητα της τομάτας.

Τα θρεπτικά στοιχεία είναι το άζωτο, ο φωσφόρος, το κάλιο, το ασβέστιο και το μαγνήσιο. Για το κάθε ένα χωριστά ισχύουν τα παρακάτω.

4.3.2.1 Άζωτο

Η σπουδαιότερη αντίδραση της τομάτας στη χορήγηση αζωτούχων λιπασμάτων είναι η αύξηση της βλάστησης. Πιο συγκεκριμένα, το ύψος των φυτών, η φυλλική επιφάνεια και ο αριθμός των ανθέων (και καρπών) είναι πιο ευαίσθητα στην επίδραση του αζώτου. Μεγάλες αποδόσεις καρπών πάντως επιτυγχάνονται με σχετικά μεσαίες δόσεις αζώτου τόσο σε θερμοκηπιακές όσο και σε υπαίθριες καλλιέργειες τομάτας.

Η αύξηση της παραγωγής με την χορήγηση αζώτου συνήθως οφείλεται στην αύξηση του αριθμού των συγκομιζόμενων καρπών και όχι στην αύξηση του βάρους των καρπών, δηλαδή, με τη χορήγηση μεγάλων δόσεων αζώτου τα φυτά παράγουν πολλούς και σχετικά μικρούς καρπούς. Μεγάλες δόσεις αζώτου οδηγούν επίσης σε οψίμιση της ωρίμανσης, ιδιαίτερα σε υπαίθριες καλλιέργειες. Το ποσοστό των

καρπών τομάτας που παρουσιάζει ανομοιόμορφο χρωματισμό κατά την ωρίμανση είναι υψηλό σε μέσα επίπεδα αζώτου και μειώνεται όταν η ανάπτυξη των φυτών είναι μικρή από έλλειψη αζώτου ή όταν η παραγωγή είναι μειωμένη από υπερβολική χορήγηση αζώτου.

Σχετικά με τη μορφή αζώτου είναι γενικά γνωστό ότι τα φυτά τομάτας απορροφούν και τις δυο μορφές, αμμωνιακό και νιτρικό άζωτο. Η ταχύτερη απορρόφηση της μιας ή της άλλης μορφής εξαρτάται κυρίως από το pH του υποστρώματος ανάπτυξης. Η χρησιμοποίηση αμμωνιακού αζώτου μειώνει την περιεκτικότητα σε κάλιο σε νεαρά σπορόφυτα και την περιεκτικότητα ώριμων φύλλων τομάτας σε Ca και Mg πιθανότατα λόγω ανταγωνισμού και αυξάνει το ποσοστό των καρπών που παρουσιάζουν συμπτώματα «ξηρής κορυφής».

Επομένως στις Ελληνικές θερμοκηπιακές συνθήκες τα λιπάσματα νιτρική αμμωνία, νιτρικό ασβέστιο και νιτρικό κάλιο, ανάλογα με το pH του εδάφους και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, θεωρούνται τα πιο κατάλληλα για προσθήκη αζώτου.

4.3.2.2 Φώσφορος

Η βλάστηση και η καρποφορία φυτών τομάτας μπορεί να περιορισθούν σε εδάφη ανεπαρκώς εφοδιασμένα με φώσφορο. Ο φώσφορος επιταχύνει την αύξηση του ριζικού συστήματος γι' αυτό τα νεαρά σπορόφυτα κατά τη μεταφύτευση θα πρέπει να είναι καλά εφοδιασμένα με φώσφορο.

Η αντίδραση των φυτών στα χορηγούμενα λιπάσματα φωσφόρου εξαρτάται κυρίως από τα υπάρχοντα στο έδαφος διαθέσιμα ποσά φωσφόρου. Ένας άλλος παράγοντας που παίζει σπουδαίο ρόλο στην αντίδραση των φυτών στο φώσφορο είναι το pH του εδάφους και γενικότερα το pH του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών.

Μεγάλες δόσεις φωσφορικών λιπασμάτων συμβάλουν στην αύξηση του ποσοστού των ανομοιόμορφα χρωματισμένων καρπών κατά την ωρίμανση (blotchy zipping) και των καρπών που παρουσιάζουν «κούφιασμα» κατά τους χειμερινούς μήνες σε πρώιμες καλλιέργειες όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι μικρή.

4.3.2.3 Κάλιο

Σε καλλιέργειες στο έδαφος η αντίδραση των φυτών τομάτας στην προσθήκη καλίου είναι πιο έντονη στα αμμώδη και αμμοπηλώδη εδάφη και σχετικά μικρή στα εδάφη με μεγάλα αποθέματα ανταλλάξιμου καλίου. Το ύψος των φυτών και η παραγωγή μπορούν να αυξηθούν σημαντικά σε εδάφη με μικρή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, ενώ ουδεμία αντίδραση έχει παρατηρηθεί στη φυλλική επιφάνεια, τον αριθμό και το μέγεθος των καρπών (δηλαδή την παραγωγή) σε εδάφη εφοδιασμένα με εναλλακτικό κάλιο και μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα.

Μέγιστη παραγωγή τομάτας μπορεί να επιτευχθεί με σχετικά μεγάλο επίπεδο καλίου. Είναι όμως γνωστό ότι χορήγηση καλίου μόνο για την επίτευξη μέγιστης παραγωγής, έχει σαν αποτέλεσμα οι καρποί να είναι τουλάχιστον μέτριοι ποιοτικά (χρωματισμός - γεύση). Η προσθήκη μεγαλύτερων ποσοτήτων καλίου από εκείνες που χρειάζονται για μέγιστη παραγωγή έχει σαν αποτέλεσμα την απορρόφηση από τα φυτά μεγάλων ποσοτήτων καλίου (πολυτελής κατανάλωση) με συνέπεια τη βελτίωση, όλων των παραμέτρων που καθορίζουν την ποιότητα των καρπών. Έτσι, η αυξημένη χορήγηση καλίου μειώνει το ποσοστό των «κούφινων» καρπών και των καρπών με ανομοιόμορφο χρωματισμό, καλυτερεύει το σχήμα και τη συνεκτικότητα των καρπών

και αυξάνει την ολική οξύτητα του χυμού της τομάτας. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα και η ολική οξύτητα του χυμού της τομάτας είναι δυο βασικοί παράμετροι που καθορίζουν τη γεύση της.

4.3.2.4 Ασβέστιο, Μαγνήσιο

Το ασβέστιο είναι υπεύθυνο για την αύξηση των μεριστωματικών ιστών. Έτσι, η μη χορήγηση ασβεστίου στο θρεπτικό διάλυμα μειώνει το ύψος των φυτών και τον αριθμό των σχηματιζόμενων φύλλων. Αντίδραση των φυτών στη χορήγηση ασβεστίου παρατηρείται σπάνια επειδή τα περισσότερα ανόργανα εδάφη είναι πλούσια στο στοιχείο αυτό. Αντίθετα ανωμαλίες στους καρπούς από ανεπαρκή τροφοδότησή τους σε ασβέστιο είναι συχνές (ξηρή κορυφή).

Ανεπαρκής εφοδιασμός του εδάφους με μαγνήσιο μπορεί να επιφέρει μείωση στην ανάπτυξη και την παραγωγή της τομάτας. Αντίθετα η χορήγηση μαγνησίου βελτιώνει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών (ομοιόμορφο χρωματισμό, καλό σχήμα).

4.3.2.5 Ιχνοστοιχεία

Η αντίδραση των φυτών στην προσθήκη ενός ιχνοστοιχείου (μικροστοιχείου) το οποίο είναι στο έδαφος σε μικρές συγκεντρώσεις, ώστε να προκαλεί τροφοπενία, είναι θεαματική. Όλες οι ελλείψεις μικροστοιχείων προκαλούν μείωση της παραγωγής (ακόμη και πάνω από 50%) όπως επίσης και αύξηση του ποσοστού των καρπών με μειωμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Σε όξινα εδάφη πλούσια σε μαγγανιούχα ορυκτά εμφανίζεται τοξικότητα μαγγανίου (pH κάτω από 5, μεγάλη υγρασία εδάφους) που προκαλεί σοβαρή μείωση της ανάπτυξης των φυτών. Υψηλά επίπεδα βορίου επίσης μειώνουν τις αποδόσεις.

4.3.3 Επίδραση άλλων παραγόντων

Μεγάλη σημασία, ιδιαίτερα για τη θερμοκηπιακή τομάτα έχουν και οι αλληλεπιδράσεις διαφόρων παραγόντων, όπως pH, υγρασία, θερμοκρασία, ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, με τα διάφορα θρεπτικά στοιχεία.

4.3.3.1 pH Υποστρώματος ανάπτυξης

Το επιθυμητό pH για την τομάτα είναι μεταξύ 6 και 6,8. Μικρότερες και μεγαλύτερες τιμές μπορεί να μειώσουν την ανάπτυξη τόσο του ριζικού συστήματος όσο και των υπέργειων μερών. Η μείωση είναι εντονότερη όσο περισσότερο απομακρύνεται η τιμή του pH από τα επιθυμητά επίπεδα.

Η μείωση αυτή της βλαστικής ανάπτυξης οφείλεται κυρίως στην επίδραση του pH στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων. Σε υψηλές τιμές pH μειώνεται η διαθεσιμότητα του φωσφόρου, βορίου, χαλκού, σιδήρου, μαγγανίου και ψευδαργύρου. Αντίθετα η διαθεσιμότητα του μολυβδαινίου ελαττώνεται σε όξινα εδάφη.

4.3.3.2 Υγρασία του εδάφους

Η έλλειψη υγρασίας στο έδαφος συντελεί στην καταπόνηση των φυτών από έλλειψη νερού (Water Stress) με συνέπεια τη μείωση της ανάπτυξης και παραγωγής της τομάτας. Μέρος της αντίδρασης αυτής των φυτών οφείλεται στη μείωση της διαθεσιμότητας ορισμένων θρεπτικών στοιχείων όπως, ο φώσφορος, τα νιτρικά, το ασβέστιο. Τα στοιχεία που κινούνται προς τη ρίζα με διάχυση επηρεάζονται περισσότερο λόγω αυξημένων αντιστάσεων. Η χορήγηση αυξημένων ποσοτήτων θρεπτικών στοιχείων σε εδάφη με μικρή υγρασία μειώνει επίσης την ανάπτυξη των φυτών λόγω αύξησης της αλατότητας του εδάφους. Η «ξηρή κορυφή» επίσης εντείνεται με την ξηρασία.

Στις περιπτώσεις που εφαρμόζεται η συνεχής τροφοδότηση, δηλαδή η χορήγηση λιπασμάτων με το αρδευτικό σύστημα κάθε φορά που γίνεται πότισμα, έχει σημασία όχι η απόλυτη ποσότητα του λιπάσματος που χορηγείται αλλά η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα. Έτσι, μεγάλες δόσεις αρδευτικού νερού θα πρέπει να συνοδεύονται και με ανάλογα αυξημένες ποσότητες λιπασμάτων. Η τακτική που, συνήθως, εφαρμόζεται είναι να χορηγείται η ίδια ποσότητα λιπάσματος ανεξάρτητα από την ποσότητα νερού που χορηγείται είναι εσφαλμένη.

4.3.3.3 Αλατότητα του εδάφους

Η αλατότητα του εδάφους αυξάνει ανάλογα με τη συγκέντρωση διαλυτών αλάτων στο νερό της άρδευσης και στο θρεπτικό διάλυμα και εκτιμάται με τη μέτρηση τη ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Όταν εφαρμόζεται άρδευση με σταγόνες, τα θρεπτικά στοιχεία που κινούνται εύκολα με διάχυση, όπως νιτρικό άζωτο και χλώριο, συγκεντρώνονται στην ξηρή εδαφική ζώνη μεταξύ δυο διαδοχικών σταλακτήρων, ενώ το κάλιο και ο φώσφορος, τα οποία αντιδρούν με το έδαφος, βρίσκονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση κοντά στο σημείο εφαρμογής του νερού.

Σε εναλατωμένα εδάφη ή όταν χρησιμοποιείται νερό άρδευσης με αυξημένη ηλεκτρική αγωγιμότητα παρατηρείται μεγαλύτερη πυκνότητα των ριζών αμέσως κάτω από το σταλακτήρα λόγω μειωμένης αλατότητας. Αντίθετα με καλής ποιότητας νερό μεγαλύτερη πυκνότητα ριζών παρατηρείται στην περιφέρεια της υγρής ζώνης λόγω καλύτερου αερισμού (ταχύτερη διάχυση οξυγόνου στο έδαφος). Επίσης, αυξημένη αλατότητα εδάφους εντείνει το πρόβλημα της «ξηρής κορυφής».

4.3.3.4 Θερμοκρασία και ηλιακή ακτινοβολία

Η δράση των θρεπτικών στοιχείων μειώνεται σημαντικά όταν οι θερμοκρασίες του αέρα και του εδάφους είναι χαμηλές επειδή αναστέλλεται η ανάπτυξη των φυτών και παρεμποδίζεται η απορρόφηση των στοιχείων. Σε θερμοκρασίες εδάφους μικρότερες από 7-10°C τα φυτά δεν αντιδρούν στην προσθήκη αζώτου. Στις υψηλές θερμοκρασίες αέρα (μεγαλύτερες από 30°C) και με χαμηλά επίπεδα αζώτου τα φυτά τομάτας παρουσιάζουν συμπτώματα τροφοπενίας αζώτου και ανθόρροια πιο νωρίς σε σχέση με τα φυτά που αναπτύσσονται σε κανονικές θερμοκρασίες. Σε χαμηλές θερμοκρασίες υποστρώματος ανάπτυξης (κάτω από 8°C) η τομάτα αναπτύσσεται καλύτερα όταν χορηγείται αμμωνιακό παρά νιτρικό άζωτο πιθανόν λόγω συσσώρευσης νιτρικών και καλίου στις ρίζες και επιβράδυνσης της μεταφοράς του στα φύλλα.

Μια άλλη χαρακτηριστική επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών του υποστρώματος ανάπτυξης που παρουσιάζεται πολύ συχνά στις Ελληνικές θερμοκηπιακές συνθήκες είναι στην αντίδραση του φωσφόρου. Σε θερμοκρασίες υποστρώματος 10-13°C η αντίδραση των φυτών στο φωσφόρο ακόμη και μεγάλων δόσεων είναι ελάχιστη σε σύγκριση με τις αντιδράσεις που παρατηρούνται σε θερμοκρασίες γύρω στους 20°C. Επομένως η παρατηρούμενη συχνά στα φυτώρια και στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών τροφοπενία φωσφόρου (ιώδεις μεταχρωματισμοί φύλλων και στελεχών), κατά τους χειμερινούς μήνες, οφείλεται στις χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν την περίοδο αυτή. Διόρθωση της τροφοπενίας θα πρέπει να αναμένεται με την άνοδο των θερμοκρασιών και όχι με επιπλέον χορήγηση φωσφόρου.

Η απορρόφηση και άλλων θρεπτικών στοιχείων όπως του καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου μειώνεται επίσης σε θερμοκρασίες εδάφους μικρότερες από 10-13°C.

Η ηλιακή ακτινοβολία σαν βασικός παράγοντας ανάπτυξης των φυτών επηρεάζει και την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων. Έτσι, η σκίαση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες μειώνει την απορρόφηση ασβεστίου, καλίου και αζώτου ενώ συνήθως δεν επηρεάζεται ο φώσφορος. Τα φυτά αντιδρούν σε μεγαλύτερες δόσεις αζώτου, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, σε σύγκριση με τους χειμερινούς. Τα συμπτώματα τροφοπενίας βορίου είναι πιο έντονα το καλοκαίρι παρά το χειμώνα.

Διαφοροποίηση στην απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων παρατηρείται και κατά τη διάρκεια της ημέρας. Έτσι, σε μελέτες που έγιναν σε NFT (υδροπονικό σύστημα) βρέθηκε ότι η απορρόφηση του αζώτου και καλίου σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη θερμοκρασία του αέρα και πολύ περισσότερο με την απορρόφηση του νερού από τα φυτά. Δηλαδή ο ρυθμός απορρόφησης των στοιχείων αυτών είναι μικρός κατά τη διάρκεια της νύχτας, φθάνει στο μέγιστο το μεσημέρι και μειώνεται πάλι τις απογευματινές και τις νυχτερινές ώρες.

4.3.3.5 Σχετική υγρασία ατμόσφαιρας

Η υψηλή σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας (95%) επιταχύνει την ανάπτυξη των φυτών πιθανότητα επειδή τα στομάτια των φύλλων παραμένουν ανοιχτά για μεγάλο χρονικό διάστημα και βελτιώνεται έτσι η αφομοίωση του διοξειδίου του άνθρακα.

Σπουδαίο ρόλο παίζει η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας στην απορρόφηση του ασβεστίου και συνεπώς στο ποσοστό εμφάνισης συμπτωμάτων «ξηρής κορυφής» στους καρπούς. Η μικρή σχετική υγρασία το βράδυ που ευνοεί μεγάλους ρυθμούς διαπνοής φαίνεται ότι μειώνει τη μετακίνηση ασβέστιου στους καρπούς. Η κατάσταση αυτή επιδεινώνεται όταν η αλατότητα του εδάφους είναι αυξημένη, με συνέπεια την αύξηση του ποσοστού των καρπών που εμφανίζουν συμπτώματα «ξηρής κορυφής».

4.3.3.6 Αλληλεπιδράσεις θρεπτικών στοιχείων

Η τροφοπενία μαγνησίου είναι η πιο κοινή θρεπτική ανωμαλία στην τομάτα που επιδεικνύεται όταν στο έδαφος υπάρχουν υψηλά επίπεδα αζώτου και καλίου.

Αλληλεπιδράσεις έχουν επίσης αναφερθεί μεταξύ ανθρακικού ασβεστίου, που χρησιμοποιείται για ασβέστωση και αζώτου. Πολλές αλληλεπιδράσεις θρεπτικών στοιχείων επηρεάζουν την συγκέντρωση των στοιχείων στα φύλλα. Για παράδειγμα, όταν αυξάνεται η ποσότητα χορηγούμενου αζώτου μειώνεται η περιεκτικότητα των

φύλλων σε κάλιο. Η μείωση είναι εντονότερη όταν το κάλιο στο έδαφος είναι σε μέσα επίπεδα. Επίσης, το μαγνήσιο στα φύλλα μειώνεται με την χορήγηση υψηλών δόσεων καλίου. Υψηλές δόσεις αμμωνιακού αζώτου μειώνουν την απορρόφηση των κατιόντων και κυρίως ασβεστίου και μαγνησίου. Ανταγωνισμός επίσης υπάρχει μεταξύ νιτρικού αζώτου και χλωρίου που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε περιοχές (παραθαλάσσιες) που το αρδευτικό νερό περιέχει μεγάλες συγκεντρώσεις αλάτων (χλωριούχο νάτριο).

Η σύγκέντρωση του βορίου στα φύλλα μειώνεται όταν οι δόσεις υπερφωσφορικού λιπάσματος αυξάνουν. Μεγάλες δόσεις φωσφόρου μειώνουν επίσης τη σύγκέντρωση του μαγγανίου και ψευδαργύρου στα φύλλα. Ανταγωνισμοί μεταξύ μαγγανίου και σιδήρου είναι επίσης συχνό φαινόμενο.

4.3.4 Εφαρμογή υδρολίπανσης

Με βάση λοιπόν τα θρεπτικά στοιχεία και την επίδραση αυτών στα διάφορα στάδια ανάπτυξης των φυτών μπορούμε να προχωρήσουμε στη λιπαντική τακτική της τομάτας για όλη την παραγωγική περίοδο. Έχουμε δυο περιπτώσεις, αυτή που ο παραγωγός διαθέτει λιπαντήρα για τη λίπανση και μάλιστα σύγχρονο ή δοσομετρική αντλία και την περίπτωση που ο παραγωγός δεν είναι εφοδιασμένος με αυτά.

Πάντως η πιο σωστή λίπανση γίνεται με τη χρήση σύγχρονου λιπαντήρα. Με τον τρόπο αυτό απλουστεύεται η λίπανση και ο παραγωγός είναι σε θέση να εφαρμόζει με σχολαστικότητα προκαθορισμένο πρόγραμμα λιπάνσεων στην καλλιέργεια με ακριβείς και επιθυμητές ποσότητες λιπασμάτων, αραιωμένες σε προκαθορισμένες αναλογίες στο νερό ποτίσματος. Οι αναλογίες αυτές εύκολα μπορεί να διαφοροποιηθούν ανάλογα με την εκτίμηση των αναγκών του φυτού σε θρεπτικά στοιχεία και νερό σε δεδομένη στιγμή. Η εκτίμηση αυτή θα βασίζεται στην εμφάνιση του φυτού και στους παράγοντες που επιδρούν και επηρεάζουν τις ανάγκες του. Η σωστή λίπανση είναι στενά συνδεδεμένη με τη σωστή άρδευση.

Οι δόσεις των λιπασμάτων, που θα αναφερθούν, διαλύονται σε 45 λίτρα νερό και το πυκνό αυτό διάλυμα εφαρμόζεται στην καλλιέργεια αραιωμένο σε νερό 1:200. Χρησιμοποιώντας τα λιπάσματα νιτρικό κάλιο, νιτρική αμμωνία ή ουρία και θεικό μαγνήσιο μπορεί να σχηματιστούν τα παρακάτω πυκνά διαλύματα.

- Νιτρικό κάλιο 9.900 γραμ. (υψηλή περιεκτικότητα καλίου).
- Σχέση $K_2O/N \simeq 3,5/1$. Περιεκτικότητα τελικού διαλύματος: 506 PPM K_2O , 143 PPM N. Χρησιμοποιείται όταν τα φυτά τομάτας είναι ακόμα μικρά (λίγες εβδομάδες μετά το δέσιμο), σε αντίξοες καιρικές συνθήκες (κρύο, συννεφιά), όταν τα φυτά βλαστάνουν ή όταν οι καρποί δεν παίρνουν το κανονικό τους χρώμα, γίνονται υδαρείς, κούφιοι. Ιδιαίτερα όταν βλαστάνουν τα φυτά, όχι μόνο χορηγείται νιτρικό κάλιο, αλλά αυξάνεται και η ποσότητά του στο διπλάσιο, ή τριπλάσιο μέχρι να αποκατασταθεί η ανωμαλία.
- Νιτρικό κάλιο 7.600 γραμ. + νιτρική αμμωνία 2.300 γραμ. ή ουρία 1.650 γραμ. + θεικό μαγνήσιο 1.600 γραμ. (μέση περιεκτικότητα καλίου). Σχέση $K_2O/N \simeq 2/1$. Περιεκτικότητα τελικού διαλύματος: 350 PPM K_2O , 175 PPM N. Χρησιμοποιείται όταν τα φυτά τομάτας μεγαλώσουν, σε καλές καιρικές συνθήκες, όταν αρχίζει το σταμάτημα της ανάπτυξης φυτών και καρπών από την χρησιμοποίηση του προηγούμενου διαλύματος, όταν τα φυτά βλαστάνουν ή όταν οι καρποί δεν παίρνουν το κανονικό τους χρώμα, είναι υδαρείς, κούφιοι από τη χορήγηση του επόμενου διαλύματος.

- Νιτρικό κάλιο 5.450 γραμ. + νιτρική αμμωνία 5.350 γραμ. ή ουρία 3.900 γραμ. + θεικό μαγνήσιο 1.600 (υψηλή περιεκτικότητα αζώτου). Σχέση $K_2O/N \approx 1/1$ περιεκτικότητα τελικού διαλύματος: 250PPM K_2O , 250 PPM N. Χρησιμοποιείται σε ανεπτυγμένα φυτά τομάτας και στα τελευταία στάδια του παραγωγικού της κύκλου, σε πολύ καλές καιρικές συνθήκες, όταν παρατηρείται σταμάτημα της ανάπτυξης φυτών και καρπών από την χρησιμοποίηση των προηγούμενων διαλυμάτων ή όταν χρειαστεί να βοηθηθεί η αύξηση του φυλλώματος του φυτού (φύλλωμα γηρασμένο, προσβλημένο από ασθένειες).

Στην περίπτωση που δεν υπάρχει λιπαντήρας, συνιστάται η κατασκευή μικρής χωρητικότητας ($8\mu^3$) υδατοδεξαμενής με εσωτερική αριθμημένη κλίμακα χωρητικότητας νερού (π.χ. ανά $0,5\mu^3$) για να είναι επακριβώς γνωστή η ποσότητα νερού, που πρόκειται να χορηγηθεί σε κάθε πότισμα. Στη δεξαμενή αυτή, για κάθε $1\mu^3$ νερού, που θα χρησιμοποιηθεί για άρδευση, προστίθεται το 1/10 της ποσότητας των λιπασμάτων του διαλύματος από αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Το διάλυμα αυτό, όπως είναι εφαρμόζεται στο θερμοκήπιο. Λίπανση θα γίνεται κάθε φορά που αρδεύεται η καλλιέργεια.

Στην αρχή της καλλιέργειας η λίπανση γίνεται με τον πρώτο τύπο διαλύματος, ακολουθεί ο δεύτερος τύπος και στη συνέχεια ο τρίτος. Δεν υπάρχουν ακριβή όρια στην αλλαγή των διαλυμάτων, γιατί πολλοί είναι οι παράγοντες, που επιδρούν και επηρεάζουν. Γι' αυτό είναι απαραίτητη η συχνή μεταπήδηση από το ένα διάλυμα στο άλλο, όταν παρίσταται ανάγκη. Αρκεί ο παραγωγός να είναι σε θέση να αντιληφθεί έγκαιρα την ανάγκη αυτή. Αυτό είναι ένα ιδιαίτερα λεπτό σημείο και εξαρτάται από τις γνώσεις και την ικανότητα του παραγωγού.

Είναι φανερό πως με αυτόν τον τρόπο λίπανσης, η ποσότητα του λιπάσματος που με κάθε άρδευση θα διοχετεύεται στο θερμοκήπιο, είναι ανάλογη με αυτή του νερού. Επειδή κατά τους θερμούς μήνες απαιτούνται μεγάλες ποσότητες νερού για κάθε άρδευση, ανάλογα αυξημένες θα είναι και οι ποσότητες λιπασμάτων που θα χορηγούνται. Το φυτό όμως δεν έχει απεριόριστες δυνατότητες απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων, με αποτέλεσμα πολλά λιπάσματα να μένουν ανεκμετάλλευτα στο έδαφος, με φυσικό επακόλουθο την αλάτωσή του.

Για να αποφευχθούν συνεπώς τέτοιες ανώμαλες καταστάσεις, πρέπει τους θερμούς μήνες (τέλος Απριλίου μέχρι αρχές Οκτωβρίου), που οι ανάγκες του φυτού σε νερό είναι μεγάλες, να μειώνονται και οι ποσότητες των λιπασμάτων που αναφέρθηκαν στα διάφορα διαλύματα. Η μείωση αυτή των λιπασμάτων γίνεται σταδιακά και ανάλογα με τις ανάγκες του φυτού και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Μπορεί να φτάσει και 40-50% από μέσα Ιουνίου μέχρι μέσα Αυγούστου περίπου. Η μείωση θα είναι λιγότερη πριν και μετά την περίοδο αυτή.

Τέλος, για όσους παραγωγούς δεν είναι σε θέση να ακολουθήσουν την παραπάνω λιπαντική τακτική, θα παρατεθούν στη συνέχεια ορισμένα στοιχεία προσανατολισμού, που κατάλληλα προσαρμοσμένα στις εδαφοκλιματικές συνθήκες συγκεκριμένης περιοχής, πιστεύεται ότι θα προσφέρουν πολύτιμη βοήθεια για μια σωστή λίπανση. Τα στοιχεία αυτά θα αφορούν τις συνηθισμένες ποικιλίες τομάτας που καλλιεργούνται στα θερμοκήπια της Πελοποννήσου με έναρξη άνθησης τέλος Ιανουαρίου, έναρξη ωρίμανσης αρχές Απριλίου, τέλος συγκομιδής τον Ιούλιο. Η πυκνότητα των φυτών είναι 2.500 κατά στρέμμα και η στρεμματική απόδοση 15-20 τον. περίπου. Τα φυτά είναι υγιή και χωρίς προβλήματα. Θα αναφέρονται επίσης στη μέση ημερήσια ανάγκη κάθε μήνα κατά στρέμμα και κατά φυτό. Τούτο σημαίνει - όπως και στην άρδευση - πως στην αρχή του κάθε μήνα οι ανάγκες θα είναι μικρότερες του μέσου όρου και στο τέλος του ίδιου μήνα θα είναι μεγαλύτερες.

Πίνακας 4.1 Ημερήσια χορήγηση λιπάσματος (Μ.Ο. μηνός) σε τομάτα θερμοκηπίου.

Μήνες	Γραμ. λιπασμ. κατά φυτό	Γραμ. λιπασμ. κατά στρ.	Γραμ. νιτρ. καλίου κατά στρ.		Γραμ. νιτρ. αμμωνίας κατά στρ.	Γραμ. θεικού μαγνησ. (16% MgO) κατά στρ.
1	2	3~ (4+5)	4	%	5	6
Ιανουάριος	-	-	-	-	-	-
Φεβρουάριος	0,10-0,20	250-500	230-470	95	20-30	100
Μάρτιος	0.30-0.40	750-1.000	600-800	80	150-200	250
Απρίλιος	0.60-0.80	1.500-2.000	1.110-1.500	75	400-500	350
Μάιος	0.90-1.10	2.250-2.750	1.450-1.800	65	800-950	350
Ιούνιος	1.20-1.50	3.000-3.750	1.800-2.250	60	1.200-1.500	300

- Όταν εκτός από το άζωτο, κάλιο και μαγνήσιο, προστεθεί επιφανειακά ο φώσφορος, που δεν χορηγήθηκε με τη βασική λίπανση, τότε θα χρησιμοποιηθεί μαζί με τα άλλα λιπάσματα και φωσφορικό οξύ στη δόση των 150-250 γραμ. κατά στρέμμα ημερησίως ή φωσφορικό μονοαμμώνιο στην ίδια ποσότητα ή άλλο φωσφορούχο λίπασμα.

Πίνακας 4.2 Σχέση N:K₂O διαφόρων αναλογιών ανάμιξης λιπασμάτων.

Νιτρικό κάλιο (46% K ₂ O) %	Νιτρική αμμωνία (33,5%N) %	Σχέση N:K ₂ O
100	-	1:3,53
95	5	1:3,11
90	10	1:2,75
85	15	1:2,43
80	20	1:2,15
75	25	1:1,90
70	30	1:1,68
65	35	1:1,47
60	40	1:1,30
55	45	1:1,13
50	50	1:0,99

- Όταν χρησιμοποιείται ουρία, αντί νιτρικής αμμωνίας, για να μετατραπούν οι ποσότητες νιτρικής αμμωνίας, που αναφέρονται στους πίνακες σε ουρία, πρέπει να πολλαπλασιαστούν με 0,73.

Οι ημερήσιες δόσεις λιπασμάτων, που αναφέρθηκαν, αφορούν συγκεκριμένη παραγωγή και εποχή καλλιέργειας. Προϋποθέτουν φυτά με κανονική ανάπτυξη και παραγωγή, υγιή, εύρωστα και κλιματικές συνθήκες κάθε περιόδου κανονικές. Συνεπώς για μικρότερη αναμενόμενη παραγωγή, στο ίδιο χρονικό διάστημα παραγωγής, με ανώμαλες συνθήκες περιβάλλοντος και φυτά με προβλήματα, οι λιπαντικές δόσεις θα είναι μικρότερες, για να αποφευχθεί συσσώρευση λιπασμάτων στο έδαφος και αλάτωσή του.

Επίσης, σε διαφορετικές εποχές καλλιέργειας (άνοιξη - φθινόπωρο), που ο ρυθμός ανάπτυξης του φυτού και τα διάφορα στάδια του παραγωγικού του κύκλου επιταχύνονται (άνοιξη) ή επιβραδύνονται (φθινόπωρο) σε σχέση με αυτά, που προαναφέρθηκαν, διαφοροποιούνται και οι συνολικές θρεπτικές ανάγκες του καθ'

ενός από αυτά τα στάδια με συνέπεια να αυξάνονται (άνοιξη) ή να μειώνονται (φθινόπωρο) οι ημερήσιες ανάγκες του φυτού σε θρεπτικά στοιχεία και συνεπώς οι ημερήσιες λιπαντικές δόσεις, που αναφέρθηκαν, ανάλογα με τη διαφοροποίηση του κάθε παραγωγικού σταδίου.

Σε φυτά που παρουσιάζουν προβλήματα στην ανάπτυξη από αντίξοες καιρικές συνθήκες, από προσβολές εχθρών και ασθενειών ή από οποιονδήποτε άλλο λόγο, χρειάζεται μεγάλη προσοχή στις ποσότητες των λιπασμάτων που χορηγούνται στο έδαφος. Το φυτό σε παρόμοιες περιπτώσεις δεν είναι σε θέση να αξιοποιήσει πλήρως τα λιπάσματα, που χορηγούνται, με αποτέλεσμα να συσσωρευτούν στο έδαφος και να το αλατώσουν.

Το έδαφος θεωρείται αλατωμένο και προκαλεί ζημιές στην τομάτα, όταν η αγωγιμότητά του ξεπερνά τα 2.250 micromhos/cm.

Οι ζημιές από αλατιότητα οφείλονται, κυρίως, στην αύξηση της οσμωτικής πίεσης του εδαφικού διαλύματος, με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται οι ρίζες να προσλάβουν νερό και στη δημιουργία κακών συνθηκών αερισμού του εδάφους με όλα τα γνωστά επακόλουθα. Σπανιότερα και σε ειδικές περιπτώσεις οι ζημιές οφείλονται στην τοξική επίδραση από μεγάλη συγκέντρωση ορισμένων χημικών στοιχείων, όπως π.χ. βόριο, νάτριο, χλώριο.

Έτσι, στα ήδη υπάρχοντα προβλήματα θα προστεθούν και νέα, περισσότερο σοβαρά και πολύ πιο δύσκολα στην αντιμετώπισή τους.

Χαρακτηριστικά συμπτώματα στο φυτό από εναλάτωση εδάφους είναι: σταμάτημα της ανάπτυξης του φυτού, σκλήρυνση και λέπτυνση του βλαστού, καρποί μικρού μεγέθους, εντονότερου χρωματισμού και πιο νόστιμοι. Φύλλα έντονα πράσινα, μικρότερου μεγέθους, στριμμένα σκληρά, εύθραυστα με τοπική ή περιφερειακή ξήρανση, τίναγμα ανθέων και μικρών καρπών και μάρανση ή ξήρανση του φυτού.

Όταν το έδαφος εναλατωθεί από πολλά λιπάσματα, τότε επιβάλλεται ξέπλυμά του με 200μ³ περίπου νερού κατά στρέμμα. Επιβάλλεται ακόμα και διακοπή των λιπάνσεων για χρονικό διάστημα τουλάχιστον 20-25 ημερών, ανάλογα με το έδαφος, το βαθμό εναλάτωσης του, την ποιότητα του νερού. Σε περίπτωση που, για οποιοδήποτε λόγο, δεν μπορεί να γίνει ξέπλυμα με πολύ νερό, τότε το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με διακοπή των λιπάνσεων και με περιοδικά ελαφρότερα ξεπλύματα. Σε κάθε άρδευση χορηγούνται διπλάσιες έως τριπλάσιες ή και παραπάνω ποσότητες νερού από την κανονική, για να απομακρυνθούν τα άλατα από το χώρο του ριζικού συστήματος. Και στις δυο περιπτώσεις θα ξαναρχίσουν οι λιπάνσεις με την επαναφορά του φυτού στη φυσιολογική κατάσταση και μετά από αλατομέτρηση του εδάφους. Κατά το χρονικό διάστημα που το έδαφος είναι εναλατωμένο, η υγρασία του πρέπει να διατηρείται σε υψηλά επίπεδα. Η εναλάτωση του εδάφους είναι από τα σοβαρότερα προβλήματα, ιδιαίτερα τη χειμερινή περίοδο και στα θερμοκήπια, που δεν διαθέτουν αποστραγγιστικό δίκτυο, διότι τα άλατα δύσκολα απομακρύνονται, το ξέπλυμα με πολλά νερά μπορεί να προκαλέσει ζημιές στο ριζικό σύστημα του φυτού και επίσης, δημιουργείται ευνοϊκό περιβάλλον για την εμφάνιση και διάδοση διαφόρων ασθενειών.

Η εναλάτωση μετριέται με ειδικό όργανο, το αγωγιμόμετρο ή αλατόμετρο. Το όργανο αυτό είναι απαραίτητο σε κάθε θερμοκηπιακή μονάδα. Με τακτικές μετρήσεις της αγωγιμότητας (αλατότητας) του εδάφους περιορίζονται τα σφάλματα και οι ζημιές από χρήση υπερβολικής ποσότητας λιπασμάτων ή το αντίθετο.

Εκτός από τις λιπάνσεις στο έδαφος, θρεπτικά στοιχεία μπορεί να χορηγηθούν και στο φύλλωμα με διαφυλλικές λιπάνσεις. Χρησιμοποιούνται τα περισσότερα από τα συνήθη χημικά λιπάσματα διαλυμένα σε νερό (2%) ή έτοιμα διαφυλλικά σκευάσματα του εμπορίου στις δόσεις που συνιστώνται. Η διαφυλλική λίπανση είναι

απαραίτητη, όταν στα φυτά εμφανίζονται συμπτώματα τροφοπενίας κάποιου ή κάποιων θρεπτικών στοιχείων, που πρέπει να αντιμετωπιστεί αμέσως. Και αυτό γιατί, πολλές φορές το ριζικό σύστημα αδυνατεί να ανταποκριθεί πλήρως στις απαιτήσεις του φυτού, λόγω αδυναμίας πρόσληψης ορισμένων θρεπτικών στοιχείων ή λόγω βλάβης του. Τα θρεπτικά σκευάσματα πρέπει να είναι γνωστής και εγγυημένης σύνθεσης. Πάντως, σε γενικές γραμμές, να αποφεύγεται η κατάχρηση διαφυλλικών λιπασμάτων στο φύλλωμα του φυτού. Να χρησιμοποιούνται σε αραιά χρονικά διαστήματα - πάνω από 10-15 ημέρες - ή όταν το φυτό έχει ανάγκη.

Η πολύ συχνή κάλυψη του φυλλώματος του φυτού με διαφυλλικά λιπάσματα και φάρμακα προκαλεί τοξικότητα και άλλες παρενέργειες στα φύλλα, με καταστροφικές συνέπειες για το φυτό και την παραγωγή.

Συνίσταται η χορήγηση διαφυλλικών λιπασμάτων 2-3 φορές σε κάθε καλλιέργεια, σε ποσότητα 2-3 κιλών ανά στρέμμα την κάθε φορά, ανάλογα με το λίπασμα.

4.3.5 Ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης

Η σωστή λίπανση της τομάτας θα πρέπει να βασίζεται στα αποτελέσματα της ανάλυσης του εδάφους και στην φυλλοδιαγνωστική και συνήθως απαιτεί τη χορήγηση σε κανονική βάση αζώτου, φωσφόρου, καλίου και μαγνησίου. Ένα ενδεικτικό πρόγραμμα για τη τομάτα θερμοκηπίου δίνεται στον πίνακα 4.3:

Μεγάλη σημασία, ιδιαίτερα για τη θερμοκηπιακή τομάτα, έχει επίσης η προσαρμογή της σχέσης N/K ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών:

- Από την καρπόδεση της 1^{ης} μέχρι της 5^{ης} ταξιανθίας των φυτών συνίσταται στην υδρολίπανση σχέση N/K₂O 1:1,5 που είναι η «κανονική» για την τομάτα και ευνοεί την ισόρροπη ανάπτυξη βλάστησης και καρποφορίας. Αν τυχόν, στο στάδιο αυτό τα φυτά παρουσιάζουν υπερβολική βλάστηση σε βάρος της καρποφορίας, τότε συνίσταται για λίγο προσωρινή λίπανση με σχέση N/K₂O 1:3,5 και μετά επιστροφή και πάλι στην κανονική λίπανση.
- Μετά την καρπόδεση της 5^{ης} ταξιανθίας και μέχρι 20-30 ημέρες πριν το τέλος της συγκομιδής, που είναι η κρισιμότερη περίοδος, συνίσταται λίπανση με σχέση N/K₂O 1:2. Αν τυχόν στο στάδιο αυτό, τα φυτά εμφανίζουν μειωμένη βλάστηση (λεπτά στελέχη), (κιτρινωπά φύλλα) τότε για διόρθωση της κατάστασης αυτής χορηγείται προσωρινά λίπανση με σχέση N/K₂O 1:1.
- Τον τελευταίο μήνα της καλλιέργειας δεν πρέπει να γίνεται λίπανση, χορηγείται μόνο νερό.

Επίσης, μεγάλη σημασία στην υδρολίπανση έχει η διόρθωση των θρεπτικών στοιχείων σε περίπτωση ανεπάρκειας αυτών. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην έλλειψη μαγνησίου και φωσφόρου.

Όταν παρατηρείται έλλειψη μαγνησίου είτε από τα συμπτώματα στα κάτω φύλλα, είτε από την φυλλοδιαγνωστική θα πρέπει να διορθώνεται αμέσως με εβδομαδιαίους ψεκασμούς με 2% MgSO₄·7H₂O (EPSOM SALT)+ προσκολλητικό και ταυτόχρονη χορήγηση 30ppm MgO με την υδρολίπανση. Επίσης, γίνεται διόρθωση της σχέσης K :Mg στο έδαφος ώστε να είναι 2:1.

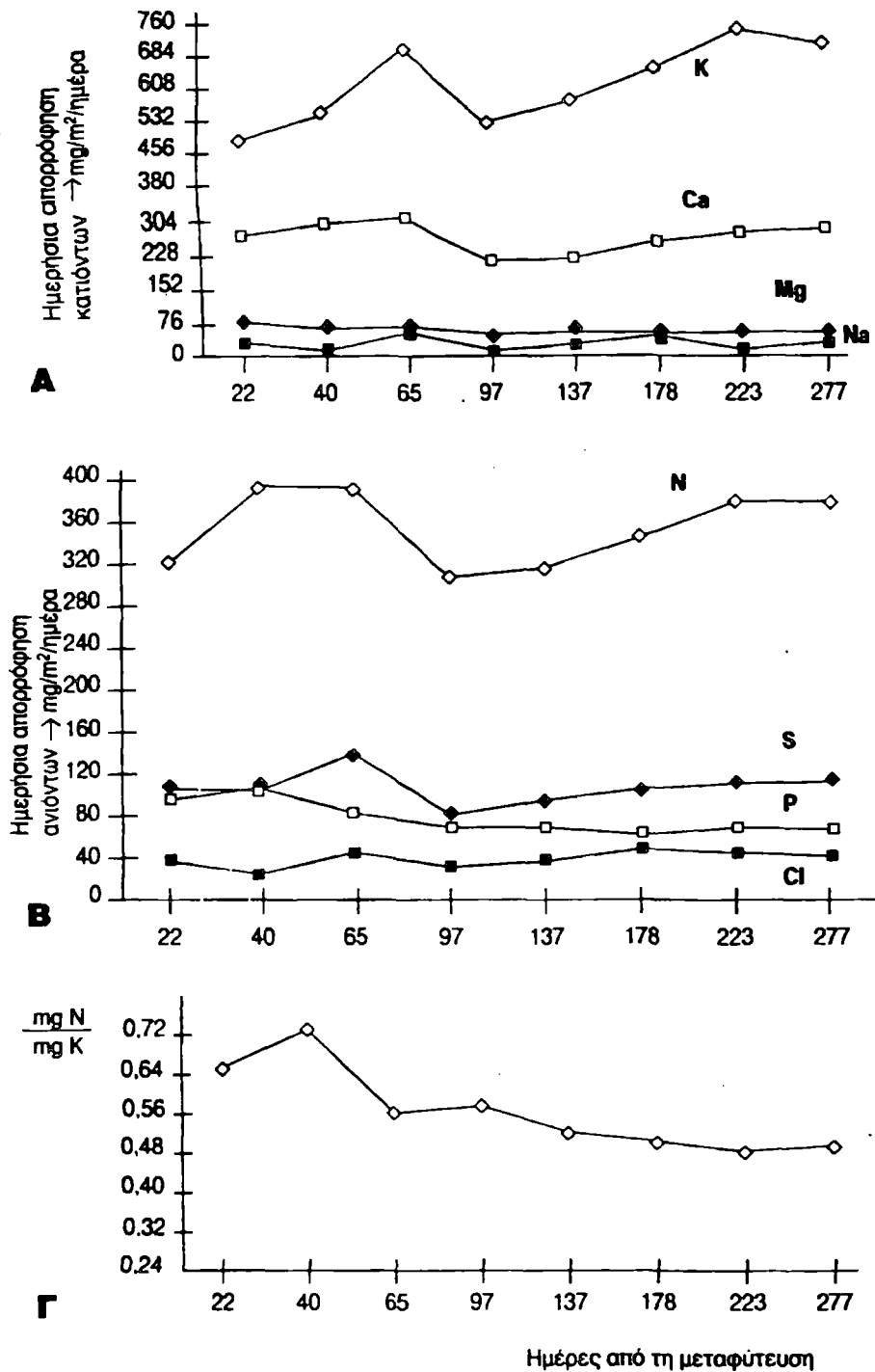
Τώρα όσον αφορά τον φώσφορο σε περίπτωση που εντοπιστεί έλλειψη αυτού θα πρέπει να χορηγηθεί με την υδρολίπανση σαν φωσφορικό οξύ ή φωσφορικό μοναμμώνιο ή φωσφορικό μονοκάλιο (30-50ppm P₂O₅). Έλλειψη φωσφόρου κατά τους χειμερινούς μήνες που εντοπίζεται από τα συμπτώματα στα φύλλα και τα στελέχη, όπως μοβ χρωματισμός, συνήθως οφείλεται στις χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους και αέρα σε μη επαρκώς θερμαινόμενα θερμοκήπια. Η χορήγηση P στο

έδαφος δεν λύνει το πρόβλημα. Διαφυλλική λίπανση με P βοηθά πρόσκαιρα τα φυτά. Οριστική διόρθωση επιτυγχάνεται με αύξηση της θερμοκρασίας.

Πίνακας 4.3 - Ενδεικτικό πρόγραμμα Υδρολίπανσης

Βασική λίπανση με	25	Kg/στρ.	21-0-0,	δηλαδή	N	5 μονάδες					
	100	Kg/στρ.	0-20-0,	δηλαδή	P ₂ O ₅	20 μονάδες					
	60	Kg/στρ.	0-0-48,	δηλαδή	P ₂ O ₅	30 μονάδες					
	30	Kg/στρ.	κιερίτη,	δηλαδή	MgO	8 μονάδες					
Στάδια καλλιέργειας και παρατηρήσεις	Συγκέντρωση Θ.Σ στο διάλυμα εφαρμογής (ppm)			Λιπάσματα	Ποσότητες λιπασμάτων (g/m ² νερού άρδευσης)	Συχνότητα εφαρμογής	Συνολική ποσότητα διαλύματος κατά στάδιο (m ³ /στρ.)	Λιπαντικές μονάδες υδρολίπανσης			
	N	K ₂ O	MgO					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1 ^ο : Προβλάστηση: από το 4 ^ο φύλλο μέχρι και τη μεταφύτευση. Στόχος η ανάπτυξη "δυνατών" σπορόφυτων δηλ. με διάμετρο στελέχους 1,5 εκ. και ύψος φυταρίου ίσο με το πλάτος (διάμετρο). Καλός εφοδιασμός με P	*	*		Υδατοδιαλυτό λίπασμα του τύπου 10-(40-50)-15	3000 (δόση 0,5l/φυτό)	Γίνονται 2 ριζοποτίσματα (το 2 ^ο μετά 1 εβδομάδα)	3	1	4	1,5	
2 ^ο Από την καρπόδεση του πρώτου άνθους μέχρι την καρπόδεση της 5 ^{ης} ταξιανθίας. Στόχος η ισόρροπη ανάπτυξη βλάστησης και καρποφορίας. Χορηγείται η "κανονική λίπανση" με σχέση N:K ₂ O 1:1,5	100	150		34,5-0-0 13-0-46	120 320	Εφαρμόζεται σε κάθε άρδευση. Αν όμως η Ε.С του εδάφους φθάσει τα 3pphos/cm διακόπτεται πρόσκαιρα	70	7	-	10,5	
2Α: Την ίδια περίοδο όπως και στο 2 ^ο στάδιο. Αν τα φυτά εμφανίζουν υπερβολική βλάστηση (χειμερινούς μήνες) εφαρμόζεται πρόσκαιρη λίπανση με σχέση N:K ₂ O 1:3,5 και επανέρχεται η "κανονική λίπανση"	80	280		13-0-46	600	Εφαρμόζεται μέχρι να μειωθεί η βλάστηση και το στέλεχος αποκτήσει 1,5εκ. διάμετρο 20εκ. από την κορυφή					
3 ^ο : Από την ανάπτυξη των καρπών στην 5 ^η ταξιανθία μέχρι 20-30 ημέρες πριν το τέλος της συγκομιδής. Είναι η κρισιμότερη περίοδος για τη θρέψη των φυτών. Βλάστηση και καρποί ανταγωνίζονται για την κατανάλωση προϊόντων της φωτοσύνθεσης. Τα φυτά έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε κάλιο. Χορηγείται λίπανση N:K ₂ O 1:2	130	260	32	34,5-0-0 13-0-46 MgSO ₄ * 7H ₂ O	165 565 200	Χορηγείται σε κάθε άρδευση μέχρι το Μάιο και μετά κάθε δεύτερη άρδευση. Ελέγχεται η Ε.С του εδάφους ώστε να μη υπερβεί τα 3 pphos/cm.	200	26	-	52	5
3Α: Την ίδια περίοδο όπως το 3 ^ο στάδιο. Αν η βλάστηση των φυτών είναι μειωμένη (κίτρινο-πράσινα φύλλα κορυφής, λεπτό στέλεχος), χορηγείται πρόσκαιρα λίπανση με σχέση N:K ₂ O 1:1	150	150	32	34,5-0-0 13-0-46 MgSO ₄ 7H ₂ O	310 325 200	Εφαρμόζεται μέχρι να επανέλθουν τα φυτά στην κανονική βλάστηση και μετά εφαρμόζεται η λίπανση του 3 ^{ου} σταδίου πάλι					
4 ^ο : Τον τελευταίο μήνα της καλλιέργειας. Το έδαφος έχει ήδη εμπλουτιστεί με θρεπτικά στοιχεία. Στόχος η μείωση της αλατότητας του εδάφους	Χορηγείται μόνο αρδευτικό νερό										
Σύνολο λιπαντικών μονάδων με την υδρολίπανση								34	4	64	5

Πηγή: Γεωργική Τεχνολογία - Αφ. Λίπανση - Θρεψη '95 (Παναγιωτόπουλος)



Εικ. 4.1 Ρυθμός απορρόφησης (Α) κατιόντων και (Β) ανιόντων, σε σχέση με την ηλικία και τις καλλιέργειες της τομάτας. (Γ) Απορρόφηση N/K, σε σχέση πάντα με την ηλικία της καλλιέργειας.

Ένα άλλο σύμπτωμα που έχει να κάνει με την έλλειψη θρεπτικών στοιχείων είναι η «ξηρή κορυφή» στην τομάτα που οφείλεται σε έλλειψη Ca στον καρπό και ιδιαίτερα στην περιοχή του κάλυκα. Η εμφάνισή της γίνεται πιο έντονη όταν η αλατότητα του εδάφους είναι υψηλή και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας την ημέρα χαμηλή, οπότε αυξάνεται ο ρυθμός διαπνοής των φυτών. Άρση των αιτιών

αυτών βοηθά στην αποφυγή της «ξηρής κορυφής», ενώ ψεκασμοί με CaCl_2 είναι αποτελεσματικοί.

Στην υδρολίπανση όταν το νερό άρδευσης είναι καλής ποιότητας (ηλεκτρική αγωγιμότητα 600-800mS/cm) η λίπανση μπορεί να γίνεται με κάθε άρδευση και όταν το νερό είναι μέσης ποιότητας (ηλεκτρική αγωγιμότητα 800-1500mS/cm) η λίπανση γίνεται σε κάθε δεύτερη άρδευση.

Αν έχουμε νερό κακής έως πολύ κακής ποιότητας (1.500-4.000mS/cm), συνίσταται η χορήγηση μικρών ποσοτήτων λιπάσματος, σε τακτά χρονικά διαστήματα με μεγαλύτερες ποσότητες καθαρού νερού. Όταν για την άρδευση της τομάτας χρησιμοποιούμε νερό κακής ποιότητας, τότε 30 ημέρες πριν το τέλος της καλλιέργειας ποτίζουμε με καθαρό νερό για να ξεπλυθούν τα άλατα που έχουν συσσωρευτεί στο έδαφος.

4.3.6 Τροφοπενίες

Τροφοπενία είναι ανεπάρκεια ή έλλειψη στο φυτό κάποιου ή κάποιων θρεπτικών στοιχείων απαραίτητων για την κανονική ανάπτυξη και παραγωγή του. Η ανεπάρκεια αυτή δεν πρέπει να αποδίδεται πάντα σε πραγματική έλλειψή του στο έδαφος. Σημασία έχει, τα στοιχεία που βρίσκονται στο έδαφος και τα έχει ανάγκη το φυτό, να είναι διαθέσιμα και να απορροφούνται από το ριζικό σύστημα. Στην πραγματικότητα, πολλές φορές, συμπτώματα τροφοπενιών παρουσιάζονται στο φυτό, παρ' όλο που υπάρχουν στο έδαφος σε επαρκείς ποσότητες θρεπτικά στοιχεία και αυτό γιατί δεν μπορούν να απορροφηθούν από το φυτό. Κλασικό παράδειγμα είναι η τροφοπενία σιδήρου σε ασβεστούχα εδάφη. Οι τροφοπενίες μπορεί να εκδηλωθούν με συμπτώματα περισσότερο ή λιγότερο έντονα σε όλα τα μέρη του φυτού (ρίζες, βλαστοί, φύλλα, καρποί). Αντιμετωπίζονται συνήθως εύκολα και δεν δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στο φυτό, όταν διαγνωστούν και αντιμετωπιστούν έγκαιρα.

Οι τροφοπενίες είναι πάρα πολλές. Στο χώρο της Πελοποννήσου οι πιο συχνές κατά σειρά σπουδαιότητας είναι: μαγνησίου, σιδήρου, ασβεστίου. Σπανιότερες είναι αυτές του φωσφόρου, καλίου, αζώτου, μαγτανίου, ίσως γιατί τα θρεπτικά αυτά στοιχεία χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες κάθε καλλιεργητική περίοδο.

Τροφοπενία μαγνησίου. Είναι από τις πιο συχνές και ζημιογόνες. Παρουσιάζεται σε μικρή ή μεγάλη έκταση σε όλα τα θερμοκήπια. Φυσιολογικά εκδηλώνεται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα της βάσης του φυτού, Τα κυριότερα συμπτώματά της είναι μεσονεύρια διάχυτη χλώρωση των φύλλων. Τα σημεία αυτά αρχικά έχουν χρώμα κιτρινωπό, στη συνέχεια γίνονται μοβ και στο τέλος μπορεί να νεκρωθούν. Τα φύλλα γίνονται εύθραυστα και στη περιφέρεια στρίβουν προς τα πάνω. Η τροφοπενία μπορεί να εξελιχθεί ταχύτατα και να αποχρωματίσει ολόκληρο σχεδόν το φυτό, που κιτρινίζει. Όχι σπάνια, για ειδικούς λόγους μπορεί να παρουσιαστεί έντονη τροφοπενία στο ενδιάμεσο ύψος του φυτού, ενώ τα παλαιότερα φύλλα διατηρούν, σχεδόν, το πράσινο χρώμα τους. Τα πιο συνηθισμένα αίτια στην εμφάνιση της τροφοπενίας αυτής είναι: μικρή περιεκτικότητα μαγνησίου στο έδαφος, κακές εδαφοκλιματικές συνθήκες (κρύο έδαφος, όξινο έδαφος, ημέρες βραχείς διάρκειας με βαριά συννεφιά), πολύ κάλιο, ή ασβέστιο στο έδαφος, ασφυξία του ριζικού συστήματος από πολλά νερά, από κάθιξη του εδάφους και έλλειψη νερού στο έδαφος.



Εικ. 4.2 Τροφοπενία μαγνησίου



Εικ. 4.3 Τροφοπενία μαγνησίου

Η τροφοπενία μαγνησίου θεραπεύεται εύκολα με προσθήκη στο έδαφος λιπασμάτων, που περιέχουν μαγνήσιο, όπως π.χ θειικό μαγνήσιο (16% MgO). Οι ποσότητες θειικού μαγνησίου, που θα χρειαστούν, για να θεραπευτεί η τροφοπενία, είναι ανάλογες με το μέγεθός της. Σε σχετικά βαριές περιπτώσεις προστίθενται κατ' αρχήν 20-30 κιλά ή και παραπάνω θειικού μαγνησίου στο στρέμμα και στη συνέχεια 1-2 κιλά κατά στρέμμα ημερησίως στην άρδευση μέχρι την πλήρη θεραπεία των φυτών. Σε περιπτώσεις ελαφριάς μορφής χορηγείται 0,5-1 κιλό ημερησίως. Σε έντονη τροφοπενία χρειάζονται για τη θεραπεία 50-100 κιλά, ή και περισσότερο, θειικού μαγνησίου κατά στρέμμα. Στην αντιμετώπιση της τροφοπενίας βοηθούν και οι

ψεκασμοί στο φύλλωμα - παράλληλα με τη προσθήκη στο έδαφος - με θειικό μαγνήσιο σε διάλυση 1,5-2%.

Τροφοπενία σιδήρου. Είναι συχνή τροφοπενία, συνήθως ελαφριάς μορφής και δεν δημιουργεί σοβαρά προβλήματα. Σε ειδικές περιπτώσεις όμως και σε προχωρημένο στάδιο μπορεί να δημιουργήσει επικίνδυνες καταστάσεις. Εκδηλώνεται αρχικά στα φύλλα της νέας βλάστησης. Τα φύλλα αυτά παρουσιάζουν διάστικτη μεσονεύρια χλώρωση και σε προχωρημένο στάδιο γίνονται λευκοκίτρινα. Εύκολα μπορεί να διαγνωστεί, γιατί σχηματίζεται μεταξύ των νεύρων ένα όμορφο και ομοιόμορφο μωσαϊκό κίτρινων κηλίδων στα νεαρά φύλλα.



Εικ. 4.4 Τροφοπενία σιδήρου.

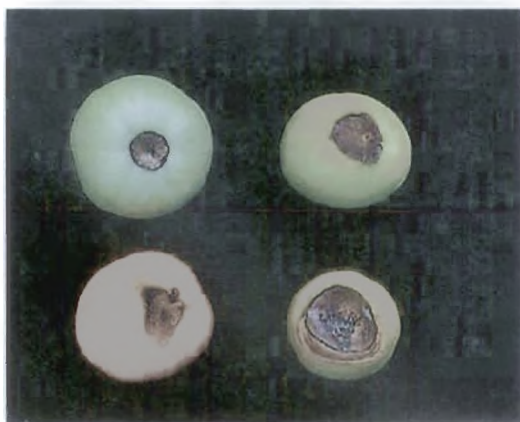


Εικ. 4.5 Τροφοπενία σιδήρου.

Τα αίτια, που συμβάλλουν στην εμφάνιση της τροφοπενίας σιδήρου, είναι πολλά. Τα κυριότερα από αυτά είναι: μικρή περιεκτικότητα σιδήρου στο έδαφος, ασβεστούχο έδαφος και υψηλό pH, μεγάλη περιεκτικότητα φωσφόρου και αζώτου, υπερβολική υγρασία και ειδικά σε εδάφη με πολύ μεγάλη περιεκτικότητα ασβεστίου, υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, κακός αερισμός, πολύ φως, μικρή περιεκτικότητα καλίου και υψηλή σχέση ασβεστίου / μαγνησίου.

Η τροφοπενία σιδήρου πρέπει να αντιμετωπίζεται αμέσως μόλις εκδηλωθούν τα πρώτα συμπτώματα, γιατί αργότερα η θεραπεία της θα επιβαρύνει αισθητά το κόστος της καλλιέργειας, αφού για το σκοπό αυτό χρειάζεται μεγάλη ποσότητα σιδήρου. Θεραπεύεται με τη προσθήκη στο έδαφος διαφόρων χηλικών ενώσεων σιδήρου ανάλογα με το pH του εδάφους. Για τα συνήθη pH (3-9) μπορεί να χρησιμοποιηθεί χηλικός σίδηρος σε μορφή π.χ. EDDHA (SEQUESTRENE 138 Fe, FERLATE 170, REXENE 244 Fe), σύμφωνα με τις οδηγίες των παρασκευαστριών εταιρειών και σε ποσότητα, κατά μέσο όρο, 5-10 ή και περισσότερα κιλά κατά στρέμμα. Υπάρχουν και άλλες μορφές χηλικού σιδήρου, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπως π.χ. HEDTA (pH 3-7,8), DTPA (pH 3-7), EDTA (pH 3-6,5) σε μεγαλύτερες όμως ποσότητες. Μπορεί να γίνουν ακόμα και μερικοί (3-4) ψεκασμοί στο φύλλωμα με διάφορες χηλικές ενώσεις σιδήρου με αμφίβολα όμως αποτελέσματα και με κίνδυνο να προκληθούν ζημιές στο φυτό.

Τροφοπενία ασβεστίου. Η τροφοπενία αυτή, με την έννοια της έλλειψης στα φύλλα, σπάνια έχει δημιουργήσει προβλήματα στο φυτό, εκτός ελαχίστων περιπτώσεων σε εδάφη ελαττωματικά. Πολύ πιο συχνά και σοβαρά είναι τα προβλήματα, που δημιουργούνται από την ξηρή κορυφή (μαύρη βούλα) στην άκρη του καρπού της τομάτας (αντίθετο άκρο από τον ποδίσκο). Στο σημείο αυτό σχηματίζεται νεκρωτική επιφάνεια, πεπεσμένη, χρώματος καφέ σκούρου και σκληρή, που υποβαθμίζει και κάνει τους καρπούς μη εμπορεύσιμους. Είναι όμως αμφίβολο, εάν η ξηρή κορυφή οφείλεται αποκλειστικά στην έλλειψη ασβεστίου ή και σε υδατικές ανισορροπίες εδάφους, που επιδρούν αρνητικά στο μεταβολισμό του ασβεστίου. Και αυτό γιατί, ξηρή κορυφή συχνά παρουσιάζεται και σε εδάφη πολύ πλούσια σε ασβέστιο.



Εικ. 4.6 «Ξηρή κορυφή». Ηλιοεγκαύματα στους καρπούς λόγω καταστροφής του φυλλώματος.

Εκτός της ξηρής κορυφής, άλλα εμφανή συμπτώματα της τροφοπενίας ασβεστίου μπορεί να είναι: εξασθένηση του φυτού, μάρανση ή ξήρανση των νεαρών βλαστών, κακή καρπόδεση, νέκρωση και τίναγμα των ανθέων, μικροφυλλία, χλώρωση, συστροφή ή και ξήρανση της περιφέρειας και των άκρων των φύλλων, καφέ μεταχρωματισμός των ριζών, στελέχη χονδρά και ξυλώδη. Συγγέονται εύκολα τα συμπτώματα αυτά με εκείνα της έλλειψης νερού ή της εναλάττωσης.



Εικ. 4.7 «Ξηρή κορυφή»

Οι πιο πιθανές αιτίες της τροφοπενίας ασβεστίου μπορεί να είναι η μικρή περιεκτικότητα ασβεστίου στο έδαφος και το χαμηλό pH, το ξέπλυμα του εδάφους και όπως αναφέρθηκε, το κακό πότισμα, με συνεχείς αλλαγές υγρασίας και ξηρασίας στο έδαφος και η υψηλή αλατότητα αυτού .

Η κατάσταση επιδεινώνεται με την απότομη ανάπτυξη του φυτού, από τις μεγάλες ποσότητες αζωτούχων λιπασμάτων και την περίσσεια νερού, με τη μεγάλη ποσότητα καλίου και τη μικρή ποσότητα φωσφόρου στο έδαφος. Θεραπεύεται εύκολα με διατήρηση σταθερής υγρασίας στο έδαφος, ποτίζοντας συχνότερα και εάν χρειαστεί, με περισσότερο νερό, μειώνοντας παράλληλα τα αζωτούχα και καλιούχα λιπάσματα και αυξάνοντας τα φωσφορούχα. Εάν δεν υποχωρήσει, τότε ψεκάζεται το φύλλωμα με διάλυμα 1% νιτρικής ασβέστου ή 0,7% άνυδρης νιτρικής ασβέστου ή 0,4% άνυδρου χλωριούχου ασβεστίου καθαρότητας 96% ή 0,5% καθαρότητας 78%.

Τροφοπενία φωσφόρου. Είναι συχνή τροφοπενία. Μπορεί να παρουσιαστεί σε εδάφη φτωχά, ασβεστούχα, με pH πολύ υψηλό ή πολύ χαμηλό, σε εδάφη κακώς στραγγιζόμενα και ανεπαρκώς αεριζόμενα ή μετά από πλούσιες αζωτούχες και καλιούχες λιπάνσεις, σε θερμοκρασίες εδάφους πολύ χαμηλές. Η τελευταία περίπτωση είναι από τις κυριότερες αιτίες εμφάνισης τροφοπενίας φωσφόρου. Παρουσιάζεται συχνά τη χειμερινή περίοδο, ιδίως στα νεαρά φυτά στο φυτώριο ή λίγο μετά τη φύτευσή τους στο θερμοκήπιο.

Τα πιο εμφανή συμπτώματα της τροφοπενίας αυτής είναι η καθυστερημένη ανάπτυξη του φυτού και ο έντονος μοβ χρωματισμός του στελέχους και των φύλλων, αρχικά στην κάτω επιφάνειά τους. Τα στελέχη γίνονται λεπτά και ξυλώδη. Τα φύλλα μικρά και σκούρου πράσινου χρώματος, η καρποφορία οψιμίζει, οι καρποί μένουν μικρότεροι απ' το κανονικό μέγεθος και η γονιμοποίηση δεν είναι καλή.

Η τροφοπενία φωσφόρου θεραπεύεται με προσθήκη στο έδαφος 100-200 κιλών υπερφωσφορικού λιπάσματος (0-20-0) ή φωσφορικής αμμωνίας (16-20-0). Τα νεαρά φυτά ποτίζονται με διάλυμα υπερφωσφορικού λιπάσματος μέχρι 5% (ριζοπότισμα). Συμπληρωματικά γίνονται και διαφυλλικές λιπάνσεις με διάλυμα φωσφορικής αμμωνίας μέχρι 1% ή υπερφωσφορικού.



Εικ. 4.8 Τροφοπενία φωσφόρου



Εικ. 4.9 Τροφοπενία φωσφόρου

Τροφοπενία καλίου. Είναι τροφοπενία όχι τόσο συχνή στην τομάτα. Μπορεί να οφείλεται σε εδάφη ανεπαρκώς εφοδιασμένα με κάλιο, πλούσια σε ασβέστιο, μαγνήσιο και άζωτο, κακώς αεριζόμενα, πολύ υγρά και κρύα.

Κύρια συμπτώματα της τροφοπενίας είναι: η κακή ανάπτυξη του φυτού και η αρχικά περιφερειακή χλώρωση των φύλλων, που αργότερα επεκτείνεται στα μεσονεύρια διαστήματα του εσωτερικού των φύλλων. Με την πάροδο του χρόνου, τη χλώρωση ακολουθεί η ξήρανση. Οι άκρες των φύλλων στρίβουν προς τα κάτω. Τα στελέχη γίνονται λεπτά και ξυλώδη. Τα συμπτώματα στην τομάτα αρχίζουν από τα παλαιότερα φύλλα στη βάση του φυτού και μπορούν να επεκταθούν ταχύτατα σε ολόκληρο το φυτό. Οι καρποί της τομάτας μπορεί να παρουσιάσουν υδαρότητα, κούφωμα, μειωμένη αντοχή στις μεταφορές και ανομοιόμορφο χρωματισμό.

Η τροφοπενία θεραπεύεται με σταδιακή προσθήκη στο έδαφος 50-100 κιλών κατά στρέμμα ή και παραπάνω θεικού ή νιτρικού καλίου. Συμπληρωματικά

αντιμετωπίζεται με διαφυλλικές λιπάνσεις διαλύματος θειικού ή νιτρικού καλίου μέχρι 1%.



Εικ. 4.10 Τροφοπενία καλίου



Εικ. 4.11 Τροφοπενία καλίου.



Εικ. 4.12 Τροφοπενία καλίου

Τροφοπενία αζώτου. Σπάνια παρατηρείται η τροφοπενία αυτή στα θερμοκήπια. Ίσως επειδή αζωτούχα λιπάσματα χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό. Εάν το ριζικό σύστημα λειτουργεί κανονικά τότε η τροφοπενία αυτή, σχεδόν πάντα, οφείλεται στην έλλειψη του στοιχείου αυτού στο έδαφος.

Κύρια συμπτώματα της τροφοπενίας αυτής είναι: η μικρή ανάπτυξη του φυτού, στελέχη λεπτά και ξυλώδη, καρποί μικροί, φύλλα στενά, σκληρά, μικρά, ανορθωμένα, χρώματος αρχικά πράσινου ανοικτού, στη συνέχεια κιτρινωπού και σε βαριά μορφή με ζώνες χρώματος βαθύ σκούρου. Η τροφοπενία πρωτοεμφανίζεται στα παλαιότερα φύλλα του φυτού. Η θεραπεία της είναι εύκολη με σταδιακή χορήγηση 50-60 κιλών νιτρικής αμμωνίας κατά στρέμμα ή 40-50 κιλών ουρίας. Συμπληρωματικά αντιμετωπίζεται με διαφυλλικές λιπάνσεις διαλύματος ουρίας μέχρι 0,5% ή νιτρικής αμμωνίας μέχρι 0,7%.

Τροφοπενία μαγγανίου. Μοιάζει πάρα πολύ με την τροφοπενία σιδήρου και δύσκολα ξεχωρίζει από αυτή. Βασική διαφορά μεταξύ τους είναι ότι η χλώρωση στην τροφοπενία μαγγανίου δεν είναι τόσο έντονη σε ολόκληρη την επιφάνεια του φύλλου, όπως στην τροφοπενία σιδήρου που το φύλλο γίνεται κιτρινόλευκο. Και το σπουδαιότερο είναι ότι η τροφοπενία μαγγανίου δεν εμφανίζεται πρώτα στα φύλλα της κορυφής, όπως η τροφοπενία σιδήρου, αλλά και στα παλαιότερα φύλλα.



Εικ. 4.13 Τροφοπενία μαγγανίου



Εικ. 4.14 Τροφοπενία μαγγανίου

Αντιμετωπίζεται με ψεκασμούς υψηλού ή χαμηλού όγκου διαλύματος 0,10-0,15% ή 1% θεικού μαγγανίου αντίστοιχα στο φύλλωμα, ή με προσθήκη στο έδαφος 50 kg/στρ. θεικού μαγγανίου μαζί με θεική αμμωνία. Η δεύτερη περίπτωση φαίνεται να μην είναι τόσο αποτελεσματική όσο η πρώτη.

Η τροφοπενία αυτή παρουσιάζεται συνήθως σε ασβεστούχα, πηλώδη και αργιλώδη εδάφη, καθώς και σε υπερασβεστωμένα αμμώδη.

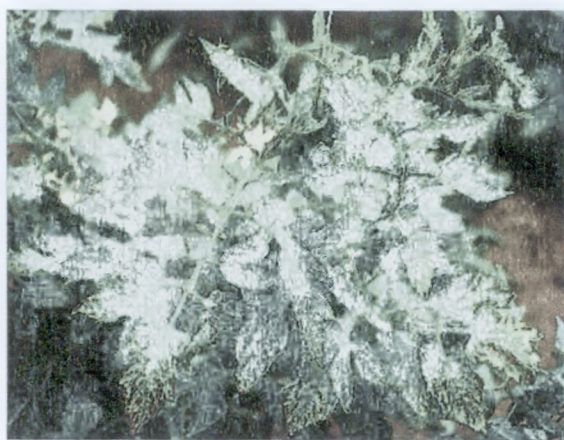
Τροφοπενία βορίου. Σε ήπια μορφή εμφανίζεται κιτρινοπορτοκαλί μεταχρωματισμός και ελαφρό καρούλιασμα των φυλλιδίων, στην κορυφή του φυτού. Σε έντονη μορφή τα φύλλα της κορυφής εμφανίζουν συστροφή, παραμόρφωση και νεκρώσεις. Σε κατά μήκος τομή ο βλαστός στην κορυφή μπορεί να είναι κούφιος.



Εικ. 4.15 Τροφοπενία βορίου

Τροφοπενία ψευδαργύρου. Τα συμπτώματα τροφοπενίας ψευδαργύρου είναι:

1. Μεσονέυρια ήπια χλώρωση φυλλιδίων.
2. Ο μίσχος των φύλλων, ιδιαίτερα στην κορυφή, κάμπτεται προς τα κάτω και προς τα μέσα.
3. Σε σοβαρή έλλειψη παρατηρείται έντονη βραχυγονάτωση και νανισμός των φυτών. Μπορεί να παρατηρηθούν και νεκρωτικές κηλίδες στους μίσχους και μεταξύ των κύριων νεύρων στο έλασμα.



Εικ. 4.16 Τροφοπενία ψευδαργύρου



Εικ. 4.17 Τροφοπενία ψευδαργύρου



Εικ. 4.18 Τροφοπενία ψευδαργύρου

4.4 Βιομηχανική τομάτα

4.4.1 Γενικά

Όπως η θερμοκηπιακή τομάτα έτσι η βιομηχανική και η επιτραπέζια υπαίθρια τομάτα ευδοκμεί σε θερμοκρασίες 18-30°C. Όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 13°C ή ανέβει πάνω από τους 32°C, εμποδίζεται η γονιμοποίηση των ανθέων και τα άνθη πέφτουν.

Προτιμά εδάφη ελαφριάς έως μέσης μηχανικής σύστασης (LS, SL, L, L - CL) που είναι εφοδιασμένα με οργανική ουσία και έχουν pH 6,0-7,3. Σε γόνιμα εδάφη βαριάς μηχανικής σύστασης δίνει μεγαλύτερη παραγωγή σε βάρος της πρωιμότητας.

Ανήκει στην κατηγορία των ελαφρώς ανθεκτικών φυτών στην αλατότητα του εδάφους (4-10 mS) και στην κατηγορία φυτών μέτρια ανθεκτικών στην αλατότητα του αρδευτικού νερού.

Τέλος στα πλαίσια της αμειψισποράς η τομάτα επανέρχεται στο ίδιο χωράφι μετά από 5-6 χρόνια και δεν πρέπει να προηγείται καλλιέργεια πατάτας (προστασία της τομάτας από ιούς και μύκητες).

Λέγοντας βιομηχανική τομάτα αναφερόμαστε σε αυτή που δίνεται για επεξεργασία και όχι για νωπή κατανάλωση.

Σήμερα όποιος καλλιεργεί τομάτες πριν τοποθετήσει μια ποικιλία, πρέπει να ξέρει τη χρήση που θα κάνει στο προϊόν της. Υπάρχουν ποικιλίες κατάλληλες για παραγωγή πολτών (πελτέ) και άλλες για παρασκευή αποφλοιωμένης τομάτας. Μια σειρά από ποικιλίες για παραγωγή τοματοπολτού φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4 Διαδομένες ποικιλίες για παραγωγή τοματοπολτού

Ποικιλίες	Ωρίμανση	Ανθεκτική σε	Σχήμα καρπού	Συνώνυμα
VF198	πρωιμότατη	V,F	Αυγοειδές	
Hypeel 229	πρωιμότατη	V,F	Αχλαδόμορφο	
AT 30	πρώιμη	V,F	Μακρουλό	
AT 70/15	πρώιμη	V,F	Σφαιρικό	
Roma*	πρώιμη	V,F	μακρουλό	
Super Roma	πρώιμη	V,F	μακρουλό	
Euromech	πρώιμη	V,F	τετραγωνικό	Petomech II
UC 90VF	πρώιμη	V,F	τετραγωνικό	
ISOP 1	πρώιμη	-	αχλαδόμορφο	
Laurano	πρώιμη	V,F	σφαιρικό	
Ventura	πρώιμη	F	αχλαδόμορφο	Chico III
Cal-J	μεσοπρώιμη	V,F	τετραγωνικό (ζ)	
UC 105 j	μεσοπρώιμη	V,F	τετραγωνικό(ζ)	
Earlstone	μεσοπρώιμη	V,F	τετραγωνικό	
Europeel	μεσοπρώιμη	V,F	αχλαδόμορφο (ζ)	
Hypeel 244	μεσοπρώιμη	V,F	αχλαδόμορφο (ζ)	
Petomech*	μεσοπρώιμη	V,F	τετραγωνικό	
U.C. 134-1-2	μεσοπρώιμη	V,F	τετραγωνικό	
Royal Chico	μεσοπρώιμη	V,F,N	αχλαδόμορφο	
AT 70/11	μέση	U,F	αχλαδόμορφο	
Gab	μέση	V,F	σφαιρικό	
Giaron	μέση	-	μακρουλό	
Napoli V,F	μέση	V,F	αχλαδόμορφο	Super California
Sorrento	μέση	-	επίμηκες	
Riogrande*	μεσοόψιμη	V,F	αυγοειδές (ζ)	
Sanguinaro 6MA	μεσοόψιμη	V,F	σφαιροπεπλατυσμένο	

Σημείωση: V=Verticillium, F=Fusarium, B=Βακτηρίωση, N=Νηματώδης, (ζ): απουσία άρθρωσης στον ποδίσκο του καρπού.

(*): οι πιο διαδεδομένες σήμερα στην Ελλάδα

4.4.2 Επίδραση των θρεπτικών στοιχείων

4.4.2.1 Κάλιο - Μαγνήσιο

Για το φώσφορο, κάλιο και μαγνήσιο ισχύουν αυτά που ισχύουν και για το πεπόνι. Ειδικά για το κάλιο όμως θα πρέπει να αναφερθούμε στην πρόσφατη εργασία στην Καλιφόρνια (Hartz, κ.α, 1999) που βασίστηκε σε δεδομένα από επισκόπηση 140 αγρών βιομηχανικής τομάτας αλλά και σε πειράματα. Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα είναι τα εξής:

- Το χρώμα και το pH του χυμού της τομάτας δεν συσχετίζονται ούτε με το διαθέσιμο κάλιο του εδάφους ούτε με την περιεκτικότητα των φύλλων σε κάλιο.
- Τα διαλυτά στερεά (σάκχαρα) συσχετίζονται με το ανταλλάξιμο κάλιο ($r=0,25$, $P<0,01$) και με την περιεκτικότητα σε κάλιο του κεντρικού νεύρου των φύλλων στο μέσον περίπου της καλλιεργητικής περιόδου ($r=0,28$, $P<0,01$). Ο βαθμός όμως συσχέτισης είναι μικρός.
- Ανωμαλίες ανομοιομορφης ωρίμανσης όπως «κίτρινος ώμος» και «λευκός εσωτερικός ιστός» συσχετίζονται αρνητικά με το κάλιο στο έδαφος και το φυτό. Σε κανένα από τα πειραματικά τεμάχια η χορήγηση καλίου δεν βελτίωσε την παραγωγή, τα σάκχαρα ή το χρώμα. Οι ερευνητές αναφέρουν ότι η μέση δόση λιπάσματος καλίου που εφαρμόζεται στην βιομηχανική τομάτα στην Καλιφόρνια είναι μόλις 2,2 Kg καλίου/στρ. και ότι η βιομηχανική τομάτα δεν αντιδρά όταν το ανταλλάξιμο κάλιο είναι περισσότερο από 136ppm καλίου σε συμφωνία με Ελληνικά δεδομένα (Panagiotopoulos και Fordnam, 1993, Christou, 1999).

Επιπλέον προτείνουν ότι η σχέση K/Mg του εδάφους συσχετίζεται καλύτερα με την περιεκτικότητα K στα φρούτα αλλά και με τις ανωμαλίες του χρωματισμού. Τιμές του λόγου αυτού μεγαλύτερες από 0,25 δείχνουν μικρό κίνδυνο για ανωμαλίες χρωματισμού. Επομένως η θρεπτική κατάσταση της τομάτας σε mg για την παραγωγή και ποιότητα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το άζωτο και ο φώσφορος δεν επηρεάζουν τις ανωμαλίες του χρωματισμού και ότι η περιεκτικότητα του αζώτου στα φύλλα δεν επηρέασε τη συγκέντρωση καλίου στα φρούτα.

4.4.2.2 Άζωτο

Στη βιομηχανική τομάτα η επίδραση των θρεπτικών στοιχείων και άλλων παραγόντων όπως η αλατότητα, το νερό, η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας στη θρέψη της είναι ίδια με εκείνη της θερμοκηπιακής τομάτας.

Αυτό που εδώ θα αναφέρουμε είναι τα σπουδαιότερα πειραματικά δεδομένα για τη λίπανση με άζωτο και τα οποία αφορούν την ποσότητα, τον χρόνο εφαρμογής, το υπολειμματικό άζωτο και τον κίνδυνο μόλυνσης.

Ποσότητα: Τα αποτελέσματα του ταχύρυθμου προγράμματος λίπανσης προτείνουν για καλλιέργεια με αυλάκια και αναμενόμενη παραγωγή 10-12 τον./στρ. μια συνολική ποσότητα 30-40 Kg N/στρ. για τα Ελληνικά δεδομένα.

Οι Χάρδας και Αθανασόπουλος (1979) από πειράματα στο Ν Ηλείας συμπέραναν ότι χορήγηση 30Kg N/στρ. και 20 Kg P₂ O₅/στρέμμα. απαιτείται για τη μέγιστη παραγωγή αλλά τονίζουν ότι οι ποσότητες αυτές του αζώτου σε σύγκριση με τη διεθνή βιβλιογραφία είναι μεγάλες.

Αντίθετα οι Christou κ.α (1999) σε πειράματα στη Βοιωτία με δόσεις στην έναρξη της άνθησης 5, 15 και 25 Kg N/στρ. συγκόμισαν 11,3, 12,2 και 12,5 τον/στρ.

αντίστοιχα ώριμες τομάτες χωρίς όμως οι διαφορές να είναι στατιστικά σημαντικές. Οι ίδιοι ερευνητές υπολόγισαν ότι για την παραγωγή 1 τόνου τομάτας τα φυτά απορρόφησαν 2,38 Kg N, 0,53Kg P₂ O₅, 3,14 Kg K₂ O, 2,32 Kg CaO και 1,04 Kg MgO.

Υποστηρίζεται (Stark, 1983, Christou, 1999) ότι η συνολική ποσότητα που απορροφάει η τομάτα αυξάνεται όταν αυξάνεται η δόση του λιπάσματος αλλά δεν επηρεάζεται σημαντικά από τη συχνότητα χορήγησης. Οι Bar - Yozef και Sagiv (1982) βρήκαν ότι σε αμμώδη εδάφη του Ισραήλ η μέση συγκέντρωση του αζώτου κατά την υδρολίπανση είναι 130 ppm N.

Χρόνος εφαρμογής: Οι Χάρδας και Αθανασόπουλος (1979) προτείνουν 50% του λιπάσματος να χορηγείται στη βασική λίπανση και το υπόλοιπο σε 2 - 3 εφαρμογές επιφανειακά. Οι Locasio και Smajstrala (1989) στα αμμώδη εδάφη της Φλόριντα βρήκαν ότι χορήγηση 40% του ολικού αζώτου στη βασική λίπανση και 60% με την υδρολίπανση έδινε το καλύτερο αποτέλεσμα.

Υπολειμματικό άζωτο: Θα πρέπει να τονιστεί ότι το φυτό της τομάτας είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στο να απορροφά υπολειμματικό άζωτο της τάξεως 50-60% (Miller κ.α. 1981). Επιπλέον οι ερευνητές προτείνουν ότι η υδρολίπανση είναι πιο αποτελεσματική από ότι η εφαρμογή λιπασμάτων στις γραμμές φύτευσης με άρδευση με αυλάκια.

Κίνδυνος μόλυνσης: Το σπουδαιότερο πρόβλημα στο περιβάλλον από την καλλιέργεια της τομάτας αλλά και των μπιστανικών προέρχεται από την έκλυση νιτρικών. Μικρές δόσεις αζωτούχων λιπασμάτων με το στάγδην σύστημα ακριβής υπολογισμός του αρδευτικού νερού και χορήγηση το χρόνο που τα φυτά έχουν τις μεγαλύτερες ανάγκες, πρέπει να είναι ο στόχος κάθε καλλιεργητή για την ελάττωση του προβλήματος. Οι Stark κ.α. (1983) μέτρησαν ρυθμούς απονιτροποίησης όταν εφαρμόστηκε υδρολίπανση της τάξεως 0,3-2,0 mg m⁻²S⁻¹ όταν η δόση του λιπάσματος ήταν μικρή, αλλά και 2,0-17,5 mg m⁻²S⁻¹ όταν η δόση ήταν μεγάλη.

4.3.4 Ενδεικτικό πρόγραμμα λίπανσης

Η σωστή λίπανση της τομάτας θα πρέπει να βασίζεται στα αποτελέσματα της ανάλυσης του εδάφους και στη φυλλοδιαγνωστική και συνήθως απαιτεί την χορήγηση σε κανονική βάση αζώτου, φωσφόρου, καλίου και μαγνησίου.

Ένα ενδεικτικό πρόγραμμα λίπανσης για τη βιομηχανική και επιτραπέζια υπαίθρια τομάτα δίνεται στον πίνακα 4.5 .

4.4.4 Φυλλοδιαγνωστική

Μεγάλη σπουδαιότητα, για τον καθορισμό της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα έχει η παρακολούθηση της θρεπτικής κατάστασης των φυτών με φυλλοδιαγνωστική.

Τα κρίσιμα στάδια της φυλλοδιαγνωστικής είναι τα παρακάτω:

1. 8^η εβδομάδα από την μεταφύτευση
2. 13^η εβδομάδα από την μεταφύτευση
3. 21^η εβδομάδα από την μεταφύτευση

Λαμβάνονται φύλλα (φύλλο +έλασμα) τα οποία έχουν ωριμάσει προσφάτως. Είναι συνήθως τα φύλλα αμέσως κάτω από την τελευταία ανοικτή ταξιανθία (περίπου 4^ο-6^ο φύλλο από την κορυφή).

Πίνακας 4.5 Ενδεικτικό πρόγραμμα λίπανσης τομάτας

Λιπάσματα και ποσότητες		Λιπαντικές Μονάδες (kg/στρ.)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΜΑΤΑ					
Βασική Λίπανση	• 16-20-0 80 kg/στρ. και • Θεικό κάλιο μαγνήσιο (0-0-30/10) 4kg/στρ.	12,8 -	16 -	- 12	- 4
	Εναλλακτικά : • 11-15-15 100kg/στρ. και • Θεικό Μαγνήσιο 30kg/στρ.	11 -	15 -	15 -	- 4,8
Επιφα/κη Λίπανση	• Νιτρική Αμμωνία (34,5-0-0),8 φορές*5 (=40)kg./στρ.	13,8	-	-	-
	• Νιτρικό Κάλιο (13-0-46),8 φορές*6 (=48)kg./στρ.	6,2	-	22	-
	• Θεικό Μαγνήσιο, 20kg/στρ	-	-	-	3,2
Σύνολο		31-32,8	15-16	34-37	7,2-8
Λιπάσματα και ποσότητες		Λιπαντικές Μονάδες (kg/στρ.)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΤΟΜΑΤΑ					
Βασική Λίπανση	• 11-15-15 100kg/στρ. και • Θεικό Μαγνήσιο 30kg/στρ.	11 -	15 -	15 -	- 4,8
	Επιφα/κη Λίπανση (αυλάκια*)	• Νιτρική Αμμωνία (34,5-0-0), 5 φορές*10 (=50)kg/στρ.	17,2	-	-
• Νιτρικό Κάλιο, 5 φορές*15 (=75)kg/στρ.		9,7	-	34,5	-
• Θεικό Μαγνήσιο 30kg/στρ.		-	-	-	4,8
Σύνολο		37,9	15	49,5	9,6

Πηγή: Παναγιωτόπουλος, 1995.

Στη θερμοκηπιακή τομάτα χορηγούνται οι ίδιες συνολικά μονάδες θρεπτικών στοιχείων όπως και στην υπαίθρια επιτραπέζια, με τη διαφορά ότι η ποσότητα του καλίου αυξάνεται σε περίπου 65 μονάδες K₂O/στρ.

Πίνακας 4.6 Όρια επάρκειας θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα (% ξηράς ουσίας) τομάτας (Τιμές χρησιμοποιούμενες από το Ινστιτούτο Εδαφολογίας Αθηνών)

N	4,6-6,0%
P	0,8-1,0%
K	3,0-5,0%
Ca	1,4-1,8%
Mg	0,4-0,6%
Fe	100-300ppm
B	30-100ppm
Cu	5-10ppm
Mn	50-100ppm

Πηγή: Εγχειρίδιο καλλιεργητή, Θεοδώρου, Πασγαλίδη, 1999.

5 ΑΓΓΟΥΡΙ

5.1 Γενικά

Το αγγούρι (*Cucumis Sativus*) είναι φυτό ετήσιο με στέλεχος αναρριχώμενο. Περιλαμβάνεται στο βοτανικό σύστημα των κολοκυνθοειδών και στο γένος *Cucumis* L. και το είδος *Sativus*.

Τα θηλυκά άνθη είναι μόνα τους, ενώ τα αρσενικά σε ομάδες από 3-4. Η γονιμοποίησή τους γίνεται με μέλισσες ή άλλα έντομα. Η ρίζα του φυτού είναι κοντή με μικρές πλευρικές ρίζες.

Το αγγούρι καλλιεργείται υπαίθρια και σε θερμοκήπια. Αναπτύσσεται καλά όταν η θερμοκρασία είναι 18-24 °C την ημέρα και 20 °C την νύχτα με σχετική υγρασία 70-80% και θερμοκρασία εδάφους μεγαλύτερη των 18 °C. Προτιμά εδάφη ελαφριάς μηχανικής σύστασης (LS, SL, L, με pH 5,6-6,9) με καλή στράγγιση, γόνιμα και πλούσια σε οργανική ουσία.

Τα όρια αντοχής στην αλατότητα του εδάφους, ελαφριάς μηχανικής σύστασης, είναι 4-10mS/cm και του νερού άρδευσης 2.500mS/cm.

Η αγγουριά καλλιεργείται και σε τεχνητά υποστρώματα (μπάλες από άχυρο, σάκοι από τύρφη, μίγματα τύρφης, βερμικουλίτης, περλίτης, πετροβάμβακας).

Η καλλιέργεια της αγγουριάς στα θερμοκήπια είναι μετά την τομάτα η περισσότερο διαδεδομένη στη χώρα μας. Συνήθως εναλλάσσεται με την τομάτα στο ίδιο θερμοκήπιο. Αυτά που μας απασχολούν εδώ σχετικά με τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες της αγγουριάς και τα οποία είναι καθοριστικά γι' αυτές είναι οι απαιτήσεις σε έδαφος, η βελτίωση εδαφών θερμοκηπίων, θρέψη, λίπανση, φυλλοδιαγνωστική, τροφοπενίες και εναλάτωση εδαφών.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η εφαρμογή της υδρολίπανσης με τη χρησιμοποίηση δοσομετρικών αντλιών.

Σχεδόν όλα τα αγγούρια που καλλιεργούνται σε θερμοκήπια τώρα, ανήκουν στο μακρύ άσπερμο τύπο (Αγγλικό ή Ευρωπαϊκό) και αναφέρονται ως άσπερμα αγγούρια. Τα αγγούρια με σπέρματα (κανονικός ή Αμερικάνικος τύπος), που αναφέρονται ως κανονικά αγγούρια, ήταν δημοφιλή έως τα μέσα του 1970. Τα άσπερμα αγγούρια είναι το δεύτερο σημαντικότερο λαχανικό θερμοκηπίου στον Καναδά με όχι μεγάλη διαφορά από τις τομάτες. Αυτά καλλιεργούνται κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο, αλλά η γρήγορη ανάπτυξη του φυτού και το μικρό διάστημα που απαιτείται από τη σπορά έως τη συγκομιδή παρέχουν μεγάλη ευελιξία στον σχεδιασμό της καλλιέργειας.

Η ανοιξιάτικη καλλιέργεια ήταν ανέκαθεν η σημαντικότερη λόγω των υψηλών τιμών του χειμώνα και των αρχών της άνοιξης, καθώς και της μεγάλης περιόδου παραγωγής. Η καλλιέργεια αυτή σπέρνεται κανονικά το Δεκέμβριο, μεταφυτεύεται στο θερμοκήπιο την πρώτη εβδομάδα του Ιανουαρίου και συγκομίζονται από τα μέσα Φεβρουαρίου έως τον Ιούλιο, μερικές φορές προεκτείνεται το διάστημα έως το

φθινόπωρο, όταν οι περιστάσεις το επιτρέπουν (τεχνητός φωτισμός για την ανάπτυξη των μεταφυτεύσεων, σύγχρονα θερμοκήπια, καταρτισμένος χειριστής).



Εικ. 5.1 Αγγούρια μέσα σε θερμοκήπιο

5.2 Απαιτήσεις θρεπτικών στοιχείων της αγγουριάς

Η καλλιέργεια μιας επιτυχούς παραγωγής αγγουριών εξαρτάται από την ικανότητα του καλλιεργητή να διατηρήσει μια βέλτιστη ισορροπία μεταξύ βλάστησης και αναπαραγωγικότητας. Κρίνουμε ένα καλά ισορροπημένο φυτό από το χοντρό του στέλεχος, τα μεγάλα και τα σκούρα πράσινα φύλλα και τον υψηλό αριθμό των ραγδαία σχηματιζόμενων καρπών. Ένα ορθά διατρεφόμενο και τελείως ανεπτυγμένο φυτό έχει ένα κυρίως στέλεχος περίπου 1,5 cm παχύ, δυο κυρίως πλάγιους βλαστούς περίπου 1 cm παχύς και τουλάχιστον ένα καρπό που έχει δέσει και αναπτύσσεται γρήγορα (7 ημέρες από το δέσιμο έως τη συγκομιδή) σε κάθε γόνατο του φυτού. Παχύτερα στελέχη υποδεικνύουν υπερβλαστικότητα. Σχετίζονται συνήθως με την πλούσια δομή του καρπού που ενεργοποιεί ένα κύκλο εξάντλησης των υδατανθράκων, αναστολής της ανάπτυξης των ριζών και ανανέωσης, παρεμπόδισης της ανάπτυξης, ευρείας αποβολής καρπών και αργής ανάκαμψης. Λεπτότερα, αργά - αναπτυσσόμενα στελέχη, υποδεικνύουν υπερπαραγωγικότητα ή φτωχές συνθήκες ανάπτυξης. Μια μακριά, σταθερή παραγωγή καρπών δεν είναι εύκολη, αλλά μπορεί να επιτευχθεί κάτω από άριστες περιβαλλοντικές συνθήκες και με έγκαιρη εφαρμογή

νερού και θρεπτικών στοιχείων. Παρ' όλο που τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία οδηγούν στη δημιουργία ενός μικρού κλάσματος του ολικού βάρους του φυτού (1%), η εφαρμογή τους, συνήθως ως χημικό λίπασμα, είναι ζωτική. Τα λιπάσματα επηρεάζουν σημαντικά το πως το φυτό αναπτύσσεται και εξελίσσεται και τελικά την ποσότητα και την ποιότητα των καρπών σχετικά με άλλες θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

Πίνακας 5.1 Περιεχόμενο των θρεπτικών στοιχείων σε ξηρή μάζα φύλλων από υγιή φυτά αγγουριού και από φυτά με συμπτώματα ανεπάρκειας ή τοξικότητας: η ξηρή μάζα έχει εύρος από 80 έως 110 g/Kg ως ένα μέτρο νοπών φύλλων

Θρεπτικό Στοιχείο	Υγεία		Ανεπάρκεια	Τοξικότητα
	Εύρος	Μέσο		
Άζωτο (mol Kg^{-1})				
Ολικό N	1,8 - 3,6	2,96		
Νιτρικό N	0,07 - 1,0	0,24	<0,07	1,3
Φώσφορος (mol Kg^{-1})	0,11 - 0,25	0,17	<0,07	
Κάλιο (mol Kg^{-1})	0,5 - 1,5	0,97	<0,4 - 0,5	
Μαγνήσιο (mol Kg^{-1})	0,2 - 0,8	0,42	<0,10	
Ασβέστιο (mol Kg^{-1})	0,5 - 2,5	1,19	<0,5	
Θείο (mol Kg^{-1})				
Ολικό S	0,13 - 0,30	0,19	<0,08	
Θειικό S	0,05 - 0,28	0,13		
Βόριο (mmol Kg^{-1})	2,8 - 10,0	7,0	<2,5	>25
Χαλκός (mmol Kg^{-1})	0,03 - 0,30	0,20	<0,03	
Σίδηρος (mmol Kg^{-1})	1,7 - 5,4	4,2	<0,9 - 2,7 ^a	
Μαγγάνιο (mmol Kg^{-1})	0,9 - 11,0	5,8	<0,4 - 0,7	>+-10
Μόλυβδος (mmol Kg^{-1})	0,01 - 0,06	0,032	<0,008 - 0,010	
Ψευδάργυρος (mmol Kg^{-1})	0,9 - 3,0	0,032	0,3	>+-10

a Μη διαγνωστικό

Πηγή: Roorda van Eysinga, J.P.N.L Smilde, K.W. 1981. Nutritional disorders in glasshouse tomatoes, cucumbers and lettuce. Cent. Agric. Publ. and Docum. Wageningen. The Netherlands. 130 pp

Τα αγγούρια απορροφούν και χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων και είναι ευαίσθητα στην αλατότητα. Την ίδια στιγμή μπορεί εύκολα να υποστούν βλάβες στις ρίζες από υπερβολική χρήση λιπασμάτων ή από ευρεία ποικιλία στην παροχή λιπασμάτων. Επειδή το διατροφικό πρόγραμμα λίπανσης χρειάζεται προσαρμογή καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου παραγωγής, ώστε να ανταποκρίνεται στις αλλαγές των διατροφικών αναγκών της καλλιέργειας οι οποίες ακολουθούν τις αλλαγές των περιβαλλοντικών συνθηκών χρειάζεται προσοχή για να γίνουν μικρές σταδιακές αλλαγές (πίνακας 5.1)

Εγχυτήρες πολυλιπασμάτων ελεγχόμενοι από υπολογιστή χρησιμοποιούνται τώρα εμπορικά για την ακριβή δοσοληψία των λιπασμάτων σύμφωνα με τις φυτικές ανάγκες.

Τα θρεπτικά στοιχεία που συμβάλουν στην ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των αγγουριών είναι το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το ασβέστιο και το μαγνήσιο, καθώς και άλλα ιχνοστοιχεία τα οποία είναι το ίδιο σημαντικά.

Έχει υπολογιστεί ότι μια καλλιέργεια αγγουριάς με πυκνότητα φύτευσης 2000 φυτά/στρ. και παραγωγή 24 ton/στρ. για διάρκεια καλλιεργητικής περιόδου 6 μηνών απορροφά από το έδαφος:

- 38Kg άζωτο (N)
- 8,5 Kg φωσφόρο (P)
- 51 Kg Κάλιο (K)
- 22 Kg ασβέστιο (Ca) και
- 5,3 Kg Μαγνήσιο (Mg)

Σε μέση ημερήσια βάση η απορρόφηση ενός φυτού είναι 248 mg N, 40 mg P και 306 mg K.

Με τη λίπανση θα πρέπει να ικανοποιούνται οι παραπάνω ολικές απαιτήσεις των φυτών καθώς ο ρυθμός απορρόφησης κάθε στοιχείου στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού.

5.2.1 Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους

Όπως είπαμε με τη λίπανση θα πρέπει να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των θρεπτικών στοιχείων των φυτών, καθώς και ο ρυθμός απορρόφησης αυτών στα διάφορα στάδια ανάπτυξής τους. Για το λόγο αυτό λοιπόν, απαραίτητο είναι να αναλύσουμε τον τρόπο με τον οποίο τα ανιόντα και τα κατιόντα ανταλλάσσονται στο έδαφος.

Όταν μικρές ποσότητες ανόργανων αλάτων, όπως είναι η διαλυτή ορυκτή ύλη του εδάφους και τα εμπορικά λιπάσματα προστίθενται σε νερό διαχωρίζονται σε ηλεκτρικά φορτισμένες μονάδες που καλούνται ιόντα. Τα θετικά φορτισμένα ιόντα (κατιόντα), όπως το υδρογόνο (H^+), το κάλιο (K^+) το ασβέστιο (Ca^{+2}), το μαγνήσιο (Mg^{+2}), το αμμώνιο (NH_4^+), ο σίδηρος (Fe^{+2}), το μαγγάνιο (Mn^{+2}) και ο ψευδάργυρος (Zn^{+2}) απορροφούνται κυρίως στις αρνητικά φορτισμένες επιφάνειες των εδαφικών κολλοειδών (μικροσκοπικά σωματίδια αργίλου και χούμου). Τα κατιόντα υπάρχουν μόνο σε μικρές ποσότητες στο εδαφικό διάλυμα. Συνεπώς τα κολλοειδή χούμου - αργίλου, λειτουργούν ως αποθήκη για κάποια βασικά κατιόντα. Τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα (ανιόντα), όπως το νιτρικό άλας (NO_3^-), φωσφορικό άλας (HPO_4^-), θειικό άλας (SO_4^{-2}) και χλωρίδιο (Cl) υπάρχουν σχεδόν αποκλειστικά στο εδαφικό διάλυμα. Τα ανιόντα μπορούν συνεπώς εύκολα να απομακρυνθούν με την υπερβολική άρδευση. Το εδαφικό διάλυμα ξεπλένει τις ρίζες και τα ριζικά τριχίδια, τα οποία βρίσκονται σε στενή επαφή με τις επιφάνειες των εδαφικών κολλοειδών. Η λήψη των θρεπτικών στοιχείων μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε από το εδαφικό διάλυμα ή άμεσα από τις επιφάνειες των κολλοειδών (ανταλλαγή κατιόντων).

Το εδαφικό διάλυμα παρέχει τη σημαντικότερη πηγή θρεπτικών στοιχείων, αλλά είναι τόσο αραιό που τα θρεπτικά του στοιχεία εξαντλούνται εύκολα και πρέπει να αναπληρώνονται από τα εδαφικά σωματίδια. Η στερεή φάση του εδάφους, ενεργώντας ως μια αποθήκη θρεπτικών στοιχείων, τα απελευθερώνει αργά μέσα στο εδαφικό διάλυμα δια μέσου της διαλυτοποίησης των ορυκτών και των οργανικών του εδάφους από το διάλυμα των διαλυτών αλάτων και από την ανταλλαγή κατιόντων. Μια πιο δραματική αύξηση στο περιεχόμενο των θρεπτικών στοιχείων του εδαφικού διαλύματος συμβαίνει με την πρόσθεση των εμπορικών λιπασμάτων.

Ενώ τα φυτά απορροφούν τα θρεπτικά στοιχεία (ιόντα) τα ανταλλάσσουν με άλλα ιόντα. Για παράδειγμα, για τη λήψη ενός ιόντος καλίου (K^+) ή ενός ιόντος αμμωνίου (NH_4^+), ένα ιόν υδρογόνου (H^+) απελευθερώνεται μέσα στο εδαφικό διάλυμα ή άμεσα πάνω στα εδαφικά κολλοειδή δια μέσου της ανταλλαγής κατιόντων. Παρομοίως, για

τη λήψη ενός ιόντος ασβεστίου (Ca^{+2}) ή μαγνησίου (Mg^{+2}), η ρίζα απελευθερώνει δυο ιόντα υδρογόνου (H^+). Ενώ το φυτό απορροφά αυτά τα βασικά κατιόντα, το εδαφικό διάλυμα και τα κολλοειδή σωματίδια περιέχουν όλο και περισσότερα ιόντα υδρογόνου (H^+). Ως αποτέλεσμα όταν οι καλλιέργειες αφαιρούν κατιόντα (ένα καλό παράδειγμα είναι το αμμωνιακό άζωτο), τα εδάφη γίνονται περισσότερο όξινα. Επίσης, καθώς το φυτό απορροφά βασικά ανιόντα όπως νιτρικά και φωσφορικά άλατα, το εδαφικό διάλυμα εμπλουτίζεται με όλο και περισσότερες ομάδες υδροξυλίου (OH^-) και διττανθρακικά άλατα (HCO_3^-), πράγμα που εξηγεί γιατί η αφαίρεση των ανιόντων (το νιτρικό άζωτο είναι ένα καλό παράδειγμα) από τις καλλιέργειες κάνει τα εδάφη αλκαλικά.

5.3 Επίδραση των θρεπτικών στοιχείων στα διάφορα στάδια ανάπτυξης της αγγουριάς

5.3.1 Θρεπτικά στοιχεία

Τα φυτά των αγγουριών χρειάζονται τα παρακάτω θρεπτικά στοιχεία σε μεγάλες ποσότητες. Αυτά είναι το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το ασβέστιο, το μαγνήσιο και το θείο. Παρακάτω περιγράφεται ο ρόλος κάθε θρεπτικού στοιχείου στην ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των αγγουριών.

Άζωτο

Το άζωτο συνεισφέρει περισσότερο προς τα βλαστικά όργανα (φύλλα και στελέχη) του φυτού από ότι προς τους καρπούς. Υψηλά ποσοστά αζώτου προκαλούν από ζωηρή βλαστική ανάπτυξη έως την απόλυτη ζημία των καρπών και της ριζικής ανάπτυξης. Η αμμωνιακή μορφή του αζώτου ευνοεί ιδιαίτερος την βλαστική ανάπτυξη. Το αμμωνιακό νιτρικό άλας και η ουρία, όταν εφαρμόζονται σε χαμηλές καλά προγραμματισμένες και τακτικές συγκεντρώσεις μπορούν να ενδυναμώσουν αποτελεσματικά μια αδύναμη, στάσιμη καλλιέργεια. Παρ' όλα αυτά επειδή υπάρχει υψηλός κίνδυνος καψίματος της καλλιέργειας με τέτοια λιπάσματα, χρειάζεται μεγάλη προσοχή. Τα πρώτα συμπτώματα της ζημίας από αμμωνία είναι μικρά χλωρωτικά στίγματα πάνω στα φύλλα τα οποία αργότερα αυξάνονται σε μέγεθος και συγχωνεύονται αφήνοντας μόνο τα νεύρα πράσινα.

Μια ανεπάρκεια αζώτου εκφράζεται σε σκληρά φυτά με ξυλώδη στελέχη, με μικρά και λεπτά φύλλα και ένα γενικά χλωμό χρώμα στα φύλλα. Επειδή το άζωτο είναι ένα κινητό θρεπτικό στοιχείο μέσα στο φυτό, τα συμπτώματα όπως κιτρινοπράσινο χρώμα εμφανίζονται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα. Τελικά, ολόκληρο το φυτό γίνεται ωχροπράσινο και τα νεώτερα φύλλα σταματούν να αναπτύσσονται. Ο καρπός γίνεται κοντός, παχύς, ανοιχτοπράσινος, αγκαθωτός και σε μερικές περιπτώσεις περιορισμένος στο άκρο του.

Αντίθετα ένα πλεόνασμα αζώτου εκφράζεται από δυνατά, χοντρά στελέχη, βαθυπράσινα σγουρά φύλλα, κοντά μεσογονάτια διαστήματα και μια αφθονία από κοντούς πλάγιους βλαστούς και άνθη (ή μικρούς καρπούς). Σε πολύ σοβαρές περιπτώσεις, η ανάπτυξη σταματά, τα μεσαία και χαμηλότερα φύλλα σγουραίνουν και πέφτουν διακριτικά και τα διαφανή στίγματα εμφανίζονται μεταξύ των νεύρων, τα οποία αργότερα γίνονται κίτρινα και καφέ. Τελικά, η περιθωριακή και διανευρική χλώρωση καίει τα φύλλα και ολόκληρο το φυτό καταρρέει. Στις περισσότερες από

αυτές περιπτώσεις, τα φυτά μπορούν να σωθούν δεδομένου ότι δεν έχουν μαραθεί μόνιμα, μέσω έντονης άρδευσης και περιορισμένης διαπνοής με τον κατάλληλο περιβαλλοντικό έλεγχο.

Συγκέντρωση. Τα φυσιολογικά επίπεδα αζώτου στον ιστό του φυτού είναι 5-6%N στο ξηρό βάρος του τρίτου φύλλου από την κορυφή (10 cm σε διάμετρο), ή 0,5 - 1,5% NO₃ στο ξηρό βάρος των πλήρως ανεπτυγμένων νεαρών φύλλων, ή 2 - 3%N (ή 0,6 - 1,2% NO₃) στο χυμό των ώριμων μίσχων. Φυτά με ανεπάρκεια σε άζωτο, περιέχουν άζωτο σε λιγότερο από 3% ή 2% στο ξηρό βάρος των νέων και παλαιών φύλλων, αντίστοιχα.

Η ανεπάρκεια αζώτου διορθώνεται με ψεκάσμο φυλλώματος, με ουρία διαλυμένη σε νερό σε 2 - 5 g/l, για να αποφευχθεί το κάψιμο των φύλλων. Το ιδανικό είναι ο ψεκάσμος, είτε κάτω από νεφελώδη καιρό ή αργά το απόγευμα ή πρέπει να αφαιρεθούν τα διάφορα κατάλοιπα από το φύλλωμα με νερό.

Φώσφορος

Παρ' όλο που ο φώσφορος χρησιμοποιείται σε πολύ μικρότερες ποσότητες απ' ότι το άζωτο, η παρουσία του είναι επίσης απαραίτητη συνεχώς. Αρχικά, ο φώσφορος είναι σημαντικός για την πρώιμη ανάπτυξη της ρίζας, αλλά έχει επίσης μια βαθιά επιρροή στη βλαστική ανάπτυξη και την παραγωγή καρπών καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου. Ο φώσφορος αποθηκεύεται καλά στο έδαφος αλλά ξεπλένεται εύκολα από την τύρφη και τα μέσα χωρίς έδαφος.

Η ανεπάρκεια φωσφόρου αρχικά εκφράζεται από γενικά περιορισμένη ανάπτυξη χωρίς χαρακτηριστικά συμπτώματα. Σε πολύ σοβαρές καταστάσεις, τα φυτά περιορίζονται και τα νεότερα φύλλα γίνονται μικρά, δύσκαμπτα και σκουροπράσινα προς το γκρι, τα παλαιότερα φύλλα αναπτύσσουν μεγάλα υγρά στίγματα πάνω από τα νεύρα και τις διανευρικές περιοχές. Τελικά τα προσβεβλημένα φύλλα εξασθενούν, συρρικνώνονται, γίνονται καφετιά και αποξηραίνονται. Η τοξικότητα του φωσφόρου είναι ασυνήθιστη.

Συγκέντρωση. Τα φυσιολογικά επίπεδα φωσφόρου στον ιστό του φυτού είναι 0,6 - 1,3%P στο ξηρό βάρος των κυρίως φύλλων του στελέχους, ενώ περισσότερος φωσφορος βρίσκεται στα νεαρά φύλλα. Το τρίτο φύλλο κάτω από την κορυφή, με μια διάμετρο περίπου 10 cm, είναι το πρότυπο της δειγματοληψίας. Τα φυτά με ανεπάρκεια φωσφόρου περιέχουν λιγότερο από 0,3% ή 0,2%P στο ξηρό βάρος των νεαρών και παλαιών φύλλων, αντίστοιχα.

Προσθέτοντας λίπασμα στο έδαφος (δηλ. τριπλό υπερφωσφορικό άλας σε 20 g/m³) ή στο αρδευτικό νερό (δηλ. 30 - 50 ppm P ως μονοκαλιούχο φωσφορικό άλας) διορθώνεται μια ανεπάρκεια φωσφόρου.

Κάλιο

Τα φυτά χρειάζονται κάλιο, το οποίο είναι κινητό στο φυτό, σε μεγάλες ποσότητες, είναι βασικό για τη φυσιολογική ανάπτυξη και υψηλή ποιότητα καρπών. Ως ένα κύριο θρεπτικό στοιχείο με θετικό φορτίο, παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην ισορροπία των αρνητικών φορτίων των οργανικών οξέων που παράγονται μεταξύ του κυττάρου και άλλων ανιόντων όπως τα θειικά, χλωρικά και νιτρικά άλατα. Το κάλιο ενεργοποιεί επίσης τα ένζυμα, ελέγχει τη διαπνοή και επηρεάζει το άνοιγμα και κλείσιμο των στοματιών. Οι επιδράσεις από την παροχή καλίου εξαρτώνται από αλληλοεπιδράσεις μεταξύ αρκετών στοιχείων. Γενικά, το άζωτο και ο φώσφορος έχουν ανταγωνιστικές επιδράσεις και προκαλούν ή τονίζουν την ανεπάρκεια καλίου. Το αμμώνιο μειώνει σημαντικά το βαθμό της λήψης καλίου. Η ανεπάρκεια καλίου τείνει να προκαλεί ή να τονίζει την ανεπάρκεια σιδήρου.

Συμπτώματα ανεπάρκειας καλίου εμφανίζονται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα (τα οποία παραμένουν τα περισσότερα προσβεβλημένα) και προοδευτικά από τη βάση προς την κορυφή του φυτού. Γενικά, η ανάπτυξη παρεμποδίζεται, τα μεσογονάτια διαστήματα είναι κοντά και τα φύλλα είναι μικρά. Η χλώρωση σχεδόν πάντα συμβαίνει πρώτα στα περιθώρια των παλαιότερων φύλλων, τα οποία συχνά στρέφονται προς τα κάτω. Αργότερα, η χλώρωση κινείται μέσα στις διανευρικές περιοχές προς το κέντρο του φύλλου και ακολουθεί η νέκρωση των περιθωρίων των φύλλων. Παρ' όλο που τα περιθώρια των φύλλων αποξηραίνονται τα νεύρα παραμένουν πράσινα για κάποιο διάστημα. Οι καρποί μπορεί να εμφανίζονται με διογκωμένα άκρα αλλά υπανάπτυκτοι στο τέλος του στελέχους. Η ανεπάρκεια καλίου είναι σπάνια σε καλλιέργειες εδάφους (εκτός από αμμώδη εδάφη).

Απώλεια παραγωγής και συμπτώματα ανεπάρκειας μπορεί να αναμένονται αν το περιεχόμενο καλίου σε έλασμα φύλλου πέφτει κάτω από 3,5% (ξηρό βάρος) ή κάτω από 3000 ppm K στο χυμό μίσχων.

Παρ' όλα αυτά, μπορεί να αναπτυχθεί γρήγορα σε καλλιέργειες χωρίς έδαφος όταν η παροχή στο θρεπτικό διάλυμα είναι ελλιπής. Το πλεόνασμα καλίου σπάνια παρουσιάζει πρόβλημα εκτός αν προκαλεί την ανεπάρκεια άλλων θρεπτικών στοιχείων (δηλ. ασβέστιο, μαγνήσιο, σίδηρος).

Συγκέντρωση. Τα φυσιολογικά επίπεδα καλίου στον φυτικό ιστό $\pm 4\%$ K στο ξηρό βάρος ενός νεαρού (10 cm σε διάμετρο) ελάσματος φύλλου (οι μίσχοι περιέχουν πολύ υψηλότερα επίπεδα, δηλ 8 - 15 %K) και 3500 - 5000 ppm K στο χυμό των μίσχων.

Εξασφαλίζοντας μια καλή παροχή καλίου είτε στο έδαφος ως βασική λίπανση (δηλ. εφαρμογή καλίου σε 80 g/m²), ή στην παροχή νερού (δηλ. εφαρμογή 300 - 500 ppm K). Για άμεσα αποτελέσματα, η καλλιέργεια μπορεί επίσης να ψεκαστεί με ένα διάλυμα καλιούχου θεικού άλατος σε νερό σε 20 g/l. Παρ' όλα αυτά, δεν μπορούν να καλυφθούν όλες οι ανάγκες σε κάλιο ενός φυτού, μέσω ψεκασμού.

Ασβέστιο

Το ασβέστιο κινείται μαζί με το νερό και έτσι έχουμε μικρή μετατόπιση από τα παλαιότερα στα νεότερα φύλλα. Συνεπώς, όταν η παροχή ασβεστίου διακόπτεται ή είναι χαμηλή, τα συμπτώματα ανεπάρκειας εμφανίζονται πρώτα στην κορυφή του φυτού. Το ασβέστιο είναι μεγάλης σημασίας στη δομή και τη σταθερότητα των κυτταρικών μεμβρανών καθώς και στη σταθερότητα και την ακαμψία των κυτταρικών τοιχωμάτων.

Η ανεπάρκεια ασβεστίου δεν είναι συνηθισμένη στα αγγούρια, εκτός κάτω από συνεχόμενα υγρές συνθήκες σε καλά σφραγισμένα, ενεργειακά επαρκή θερμοκήπια. Στα αρχικά στάδια της ανεπάρκειας ασβεστίου, τα νεότερα φύλλα παρουσιάζουν άσπρες κουκκίδες κοντά στα άκρα και μεταξύ των νεύρων. Η διανευρική χλώρωση είναι συνηθισμένη, ενώ τα νεύρα παραμένουν πράσινα. Τα φυτά σταματούν να αναπτύσσονται και τα μεσογονάτια διαστήματα είναι μικρά ειδικά κοντά στην κορυφή. Τα νεότερα φύλλα παραμένουν μικρά, με τις άκρες τους να σγουραίνουν χαρακτηριστικά προς τα πάνω. Παρ' όλα αυτά, τα παλαιότερα φύλλα σγουραίνουν προς τα κάτω. Σε πολύ σοβαρές περιπτώσεις, οι μίσχοι γίνονται εύθραυστοι και τα φύλλα πέφτουν εύκολα, τα άνθη αποβάλλονται και το σημείο ανάπτυξης του φυτού υποχωρεί. Οι ρίζες των φυτών με ανεπάρκεια ασβεστίου αναπτύσσονται επίσης φτωχά, είναι μικρότερες και παχύτερες του κανονικού μεγέθους, συνήθως γίνονται καφέ και έχουν λίγα ριζικά τριχίδια. Οι καρποί είναι μικροί και άγευστοι, και αδυνατούν να αναπτυχθούν φυσιολογικά στο τέλος του άνθους. Μια ανεπάρκεια ασβεστίου μπορεί να παρατηρηθεί σε εδάφη όπου η έκπλυση εξαντλεί τα αποθέματά του.

Συγκεντρώσεις. Τα φυσιολογικά επίπεδα ασβεστίου σε φυτικό ιστό είναι 1,5%Ca στο ξηρό βάρος των νεαρών φύλλων (10cm σε διάμετρο), ή 5% Ca στο ξηρό βάρος των νεαρών πλήρως ανεπτυγμένων φύλλων. Τα συμπτώματα ανεπάρκειας αρχίζουν να εμφανίζονται όταν το ασβέστιο πέφτει κάτω από 0,5% στο ξηρό βάρος των νεαρών (10 cm) φύλλων.

Για να διορθωθεί μια ανεπάρκεια ασβεστίου θα πρέπει τα φυτά να ψεκαστούν με ένα διάλυμα ασβεστίου νιτρικού άλατος (σε νερό σε 10 g/l). Αυτό συνήθως γίνεται υπό νεφελώδεις συνθήκες ή αργά το απόγευμα, γιατί έτσι αποφεύγονται τα εγκαύματα από άλατα στο φύλλωμα.

Μαγνήσιο

Ανεπάρκεια. Η ανεπάρκεια μαγνησίου εκφράζεται αρχικά με διάστικτη χλώρωση και με τις καφέ κηλίδες στα χαμηλότερα φύλλα. Κίτρινες κηλίδες αρχικά εμφανίζονται σε διανευρικές περιοχές, ενώ τα νεύρα παραμένουν πράσινα. Ένα πράσινο περιθώριο μπορεί να παραμείνει γύρω από το φύλλο ακόμη και σε πολύ σοβαρές περιπτώσεις, όπου οι κίτρινες διανευρικές περιοχές ξηράθηκαν έως ένα απαλό καφέ. Σε εδαφική καλλιέργεια, η ανεπάρκεια μαγνησίου συμβαίνει συνήθως μόνο στο φυτό και όχι στο έδαφος. Η ανεπάρκεια μπορεί να σχετίζεται με υψηλές ποσότητες καλίου (από πλεονασματικές εφαρμογές λιπασμάτων καλίου), ή ασβεστίου (από πλεονασματική ασβέστωση), ή αμμωνίου, ή χαμηλό pH. Οι συνθήκες αυτές καθιστούν δύσκολη για το φυτό την απόκτηση επαρκούς μαγνησίου, συνεπώς το ωθούν να μεταφέρει μαγνήσιο από τα παλαιότερα στα νεώτερα φύλλα. Συμπτώματα τοξικότητας μαγνησίου, όπως το περιθωριακό κάψιμο σε σκουροπράσινα φύλλα, είναι σπάνια.

Συγκέντρωση. Τα φυσιολογικά επίπεδα μαγνησίου στο φυτικό ιστό είναι 0,5-0,7% Mg στο ξηρό βάρος των νεαρών φύλλων (10cm διάμετρο), αλλά υψηλότερα σε παλαιότερα φύλλα (0,5-0,9% Mg σε νεαρά φύλλα, ή 1,5-2% Mg σε παλαιά υγιή φύλλα). Τα συμπτώματα ανεπάρκειας εμφανίζονται όταν το μαγνήσιο σε νέα φύλλα (10 cm διάμετρο) πέφτει κάτω από 0,35% (ξηρό βάρος).

Η ανεπάρκεια μαγνησίου διορθώνεται με συχνούς ψεκασμούς από θειικό άλας μαγνησίου σε νερό σε 20 g/l. Όπως και με το ασβέστιο έτσι και με το μαγνήσιο οι ψεκασμοί θα πρέπει να γίνονται κατά τη διάρκεια νεφελώδους καιρού ή αργά το απόγευμα γιατί έτσι αποφεύγονται τυχόν εγκαύματα αλάτων στο φύλλωμα.

Θείο

Το στοιχείο αυτό βρίσκεται σπάνια σε ανεπάρκεια επειδή είναι παρόν σε πολλά λιπάσματα ως στοιχείο μεταφοράς. Τα υψηλά επίπεδα θείου μπορούν να παράγουν υπερβολικά υψηλά επίπεδα αλάτων τα οποία μπορεί να είναι επιζήμια στη λήψη του μολυβδαινίου.

5.3.2 Ιχνοστοιχεία

Τα φυτά των αγγουριών χρειάζονται και ιχνοστοιχεία σε μικρές ποσότητες. Αυτά είναι ο σίδηρος, το μαγγάνιο, ο χαλκός, το βόριο, ο ψευδάργυρος και το χλώριο. Παρακάτω περιγράφεται ορόλος κάθε θρεπτικού στοιχείου στην ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των αγγουριών.

Σίδηρος

Ο σίδηρος είναι ακίνητος στο φυτό. Μια μικρή ποσότητα σιδήρου είναι βασική για τη φωτοσύνθεση

Τα συμπτώματα ανεπάρκειας μοιάζουν με αυτά της ανεπάρκειας μαγνησίου, αλλά εμφανίζονται σχεδόν πάντα ως χλώρωση των νέων, ραγδαία αναπτυσσόμενων φύλλων. Αρχικά, τα νεαρά φύλλα γίνονται κιτρινοπράσινα ή κίτρινα, αλλά τα νεύρα παραμένουν πράσινα. Αργότερα, η χλώρωση επεκτείνεται και στα νεύρα, έτσι τα μικρότερα και προσβεβλημένα φύλλα, γίνονται από υποκίτρινα έως λευκά. Οι βλαστοί τότε σταματούν να αναπτύσσονται και η νέκρωση εμφανίζεται σε φύλλα που έχουν χάσει ολοκληρωτικά τη χλωροφύλλη τους. Οι πλάγιοι βλαστοί και οι καρποί επίσης επιδεικνύουν συμπτώματα ανεπάρκειας.

Έμμεσες αιτίες ανεπάρκειας σιδήρου μπορεί να είναι:

- Υπερβολικά υψηλό pH στο μέσο
- Υπερβολικό μαγγάνιο στο μέσο
- Αναερόβιες συνθήκες στο μέσο
- Φτωχή ανάπτυξη ριζών
- Θάνατος ριζών στο NFT ή σε υπεραρδευόμενο μέσο

Σε πολλές περιπτώσεις, η βέλτιστη οξυγόνωση των ριζών, με τη βελτίωση της δομής και υφής του μέσου, τη βελτίωση της άρδευσης, του αερισμού του μέσου και των θρεπτικών διαλυμάτων και τη διασφάλιση επαρκών ρυθμών διαπνοής του φυτού, διορθώνει το πρόβλημα της ανεπάρκειας.

Μια υπερβολική δόση σιδήρου (τοξικότητα) συνήθως εκφράζεται ως ανεπάρκεια μαγνησίου, η οποία υποδεικνύει τον έντονο ανταγωνισμό μεταξύ σιδήρου και μαγνησίου στο φυτό.

Συγκέντρωση. Η φυσιολογική συγκέντρωση σιδήρου (Fe) στο φυτικό ιστό είναι 100 - 300ppm στο ξηρό βάρος των πλήρως αναπτυσσόμενων φύλλων (πέμπτο φύλλο από την κορυφή). Τα συμπτώματα ανεπάρκειας εμφανίζονται όταν η συγκέντρωση αυτή πέφτει κάτω από τα 50 ppm, παρ' όλο που η χλώρωση μπορεί επίσης να συμβεί όταν το περιεχόμενο σιδήρου (Fe) υπερβαίνει τα 100 ppm. Αυτή η αντίθεση συμβαίνει επειδή δεν είναι πάντοτε όλος ο σίδηρος φυσιολογικά ενεργός στο φυτικό ιστό.

Όταν η παροχή θρεπτικών στοιχείων είναι από μόνη της περιοριστικός παράγων, τότε θα πρέπει να εφαρμόζονται άλατα σιδήρου ή ενώσεις σιδήρου στο έδαφος (Fe - EDDHA σε 5 - 10 g/m² ή Fe - DPTA σε 12 - 20 g/m²) ή να χρησιμοποιείτε τη μέθοδο της διαφυλλικής (Fe ETTA σε νερό σε 0,2 g/l). Οι ενώσεις σιδήρου είναι τοξικές στα φυτά σε υψηλές συγκεντρώσεις, συνεπώς δεν πρέπει να υπερβαίνονται οι συνιστώμενες δόσεις, ειδικά για τα ψεκαστικά φυλλώματος, επειδή τα άλατα μπορεί να συσσωρεύονται στο φύλλωμα και με το πέρασμα του χρόνου να γίνονται τοξικά. Για την καλύτερη απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων και αποφυγή των εγκαυμάτων από άλατα οι ψεκασμοί καλό είναι να γίνονται υπό νεφελώδεις συνθήκες ή αργά το απόγευμα. Επίσης για να αποφευχθεί η σήψη του στελέχους, πρέπει να ψεκάζεται μόνο το ανώτερο τμήμα των φυτών όπου εμφανίζονται τα συμπτώματα ανεπάρκειας.

Μαγγάνιο

Τα φυτά χρειάζονται μαγγάνιο, σε πολύ μικρές ποσότητες, ώστε να ενεργοποιεί αρκετά ένζυμα. Τα πιο σημαντικά από αυτά προωθούν τη φωτοσύνθεση και την παραγωγή της ορμονικής οξίνης των φυτών. Χωρίς μαγγάνιο, το υπεροξείδιο του υδρογόνου συσσωρεύεται στα κύτταρα και τα καταστρέφει. Όπως ο σίδηρος, έτσι και

το μαγγάνιο είναι ακίνητο μέσα στο φυτό και συσσωρεύεται κυρίως στα χαμηλότερα φύλλα.

Η ανεπάρκεια μαγγανίου είναι σπάνια και συγχέεται συχνά με ανεπάρκεια σιδήρου. Στην πραγματικότητα, λόγω του συχνού ανταγωνισμού μεταξύ σιδήρου και μαγγανίου, μια εμφανής ανεπάρκεια μαγγανίου μπορεί να είναι μια έκφραση της τοξικότητας σιδήρου. Τα συμπτώματα ανεπάρκειας μαγγανίου εμφανίζονται κυρίως σε νεαρά φυτά. Η διάγνωση της πραγματικής ανεπάρκειας στοιχείων είναι συχνά δύσκολη, επειδή τα συμπτώματα μεταξύ ανεπάρκειας σιδήρου, τοξικότητας σιδήρου και ανεπάρκειας μαγγανίου είναι παρόμοια.

Το πιο χαρακτηριστικό διακριτικό γνώρισμα της ανεπάρκειας μαγγανίου, σε σύγκριση με την ανεπάρκεια σιδήρου, είναι ότι, παρ' όλο που τα περιθωριακά και τα διανευρικά κομμάτια του φύλλου γίνονται προοδευτικά ανοιχτοπράσινα, κιτρινοπράσινα και κίτρινα, τα νεύρα παραμένουν πράσινα. Η ανεπάρκεια μαγγανίου στα φύλλα διακρίνεται επίσης από την εμφάνιση των χαρακτηριστικών νεκρωτικών κηλίδων ή πληγών. Σε προχωρημένα στάδια, ολόκληρο το φύλλο, με την εξαίρεση των κυρίως νεύρων, γίνεται κίτρινο και λευκές βαθουλωμένες περιοχές αναπτύσσονται μεταξύ των νεύρων. Η ανεπάρκεια μαγγανίου συμβαίνει σε ασβεστώδη εδάφη.

Τοξικότητα. Τα συμπτώματα τοξικότητας μαγγανίου, ανοιχτοπράσινες και κίτρινες περιοχές μεταξύ των νεύρων, εμφανίζονται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα. Τα νεύρα γίνονται κόκκινο - καφέ και στα στελέχη εμφανίζονται μοβ κηλίδες. Η τοξικότητα μαγγανίου συνήθως ακολουθεί την εξάτμιση του εδάφους. Συμβαίνει ειδικά σε όξινα εδάφη, ή όταν η εξάτμιση παρατείνεται ή πραγματοποιείται σε υπερβολικά υψηλή θερμοκρασία, ή όταν η διαρροή του εδάφους μετά την εξάτμιση είναι επαρκής.

Συγκέντρωση. Η φυσιολογική συγκέντρωση του μαγγανίου στα νεαρά φύλλα είναι 30 - 60 ppm και στα παλαιά φύλλα 100 - 250 ppm. Όταν η συγκέντρωση του μαγγανίου σε νεαρά φύλλα πέφτει κάτω από 50ppm, απώλειες στη σοδιά μπορεί να συμβούν όταν πέφτει σε 12 - 15 ppm, τα συμπτώματα ανεπάρκειας εμφανίζονται γενικά. Τα συμπτώματα τοξικότητας εμφανίζονται όταν το περιεχόμενο του μαγγανίου φθάνει 500 - 800 ppm σε νεαρά και παλαιά φύλλα, αντίστοιχα. Αναμένονται σημαντικές απώλειες σοδειάς, όταν η συγκέντρωση μαγγανίου φθάνει τα 2000 - 5000 ppm σε νεαρά και παλαιά φύλλα, αντίστοιχα.

Τα συμπτώματα ανεπάρκειας εξαφανίζονται γρήγορα μετά από εφαρμογή στο φύλλωμα θεικού άλατος του μαγγανίου σε 1,5-10 g/l, ως ψεκάσμο υψηλού ή χαμηλού όγκου αντίστοιχα. Γενικά, τα θρεπτικά διαλύματα πρέπει να περιέχουν 0,05ppm Mn. Στο έδαφος, θα πρέπει εφαρμόζετε θεικό άλας μαγγανίου σε 50 g/m² ως μακροπρόθεσμο θεραπευτικό μέσο στην έλλειψη μαγγανίου, μαζί με τα μέτρα για τη μείωση του εδαφικού pH, όταν αυτό είναι υψηλότερο του κανονικού.

Χαλκός

Αρκετά ένζυμα με ποικίλες ιδιότητες και λειτουργίες βασίζονται στο χαλκό, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που συμμετέχουν στην φωτοσύνθεση και στην αναπνοή. Παρ' όλο που ο χαλκός είναι ευκίνητος σε φυτά καλά προμηθευμένα με το στοιχείο αυτό, είναι λιγότερο ευκίνητο σε φυτά μειωμένης ανάπτυξης. Συνεπώς η συγκέντρωση χαλκού σε νεαρό αναπτυσσόμενο ιστό, συνδέεται συνήθως στη φυτική κατάσταση. Παρ' όλα αυτά, η εδαφική ανάλυση είναι ένας χρησιμότερος οδηγός για την ανεπάρκεια χαλκού απ' ό,τι η ανάλυση ιστού.

Η ανεπάρκεια περιορίζει την ανάπτυξη και προκαλεί κοντά μεσογονάτια διαστήματα και μικρά φύλλα. Αρχικά, διανευρικά χλωρωτικά εξανθήματα

εμφανίζονται στα ώριμα φύλλα, αλλά αργότερα τα συμπτώματα εξαπλώνονται προς το άνω μέρος του φυτού. Τα φυτά τελικά γίνονται μουντά γκριζα ή χάλκινα, οι άκρες τους καμπυλώνουν προς τα κάτω και δεν αναπτύσσονται. Επιπροσθέτως, η ανάπτυξη μπουμπουκιών και ανθέων στην κορυφή του φυτού μειώνεται. Οι λίγοι καρποί που παράγονται αναπτύσσονται αργά με μικρές, βαθουλωμένες καφέ περιοχές διασκορπισμένες πάνω στην κιτρινοπράσινη επιδερμίδα τους.

Το υψηλό εδαφικό pH μειώνει το διαθέσιμο χαλκό, αλλά η επίδραση αυτή είναι πολύ μικρότερη από ότι για το μαγγάνιο, τον σίδηρο και το βόριο.

Τοξικότητα. Η τοξικότητα χαλκού, παρ' ότι σπάνια μπορεί να εμφανιστεί ως μια προκληθείσα χλώρωση σιδήρου, όπου το έδαφος μολύνεται με χαλκό είτε από βιομηχανικές πηγές ή έπειτα από επαναλαμβανόμενους ψεκασμούς με μυκητοκτόνα που περιέχουν χαλκό. Οι τοξικές επιδράσεις επιμένουν και η μόνη επιμέρους λύση είναι η συνεχής ασβέστωση.

Συγκέντρωση. Τα φυσιολογικά επίπεδα χαλκού στο ξηρό βάρος των πρώτων πλήρως ανεπτυγμένων φύλλων (πέμπτο φύλλο), εκτείνονται από 8 - 20 ppm. Τα συμπτώματα ανεπάρκειας αρχίζουν να εμφανίζονται, όταν η συγκέντρωση του χαλκού πέφτει κάτω από 7 ppm και γίνονται πολύ σοβαρά στα 0,8 - 2 ppm. Η ανεπάρκεια χαλκού μπορεί να μειώσει σημαντικά την παραγωγή (20-90%).

Η ανεπάρκεια χαλκού αντιμετωπίζεται, με προσθήκη θεικού άλας χαλκού σε 10 g/m³. Γενικά, τα θρεπτικά διαλύματα πρέπει να περιέχουν 0,03ppm Cu. Για γρήγορα αποτελέσματα, τα φυτά μπορούν ψεκάζονται με διάλυμα από θεικό άλας χαλκού χρησιμοποιώντας έως 1 g/l μαζί με υδροξείδιο ασβεστίου (calcium hydroxide) (περίπου 0,5%) για προσαρμογή του pH.

Βόριο

Η συγκεκριμένη βιοχημική λειτουργία του βορίου στα φυτά είναι άγνωστη, αλλά πιστεύεται γενικά ότι το στοιχείο αυτό είναι βασικό για κάποιες διαδικασίες της διαίρεσης των κυττάρων και της διαφοροποίησης των άκρων ανάπτυξης. Το βόριο είναι ακίνητο στο φυτό. Μια συνεχής παροχή αυτού του θρεπτικού στοιχείου στις ρίζες είναι βασική για την υγιή ανάπτυξη τους. Η διαθεσιμότητα του βορίου είναι χαμηλότερη στα αμμώδη εδάφη με υψηλό pH. Η ποιότητα του νερού καθορίζει επίσης την κατάσταση βορίου του φυτού.

Τα συμπτώματα ανεπάρκειας εμφανίζονται στα σημεία ανάπτυξης και στα όργανα αναπαραγωγής. Τα συμπτώματα εμφανίζονται γύρω στην πρώτη συγκομιδή όταν τα μεσαία και χαμηλά φύλλα γίνονται ελαφρώς χλωρωτικά και εύθραυστα. Παρ' όλο που η πιο χαρακτηριστική επίδραση της ανεπάρκειας βορίου είναι η σήψη του άκρου του στελέχους (άκρο ανάπτυξης), οι άλλες επιδράσεις περιλαμβάνουν:

- ανάπτυξη των αξονικών μπουμπουκιών και της θαμνώδους εμφάνισης των φυτών.
- δύσμορφα νεαρά φύλλα με προεξέχοντα νεύρα και κυπελλωτά άκαμπτα παλαιά φύλλα
- κυπελλωτά προς τα πάνω, εύθραυστα φύλλα μειωμένου μεγέθους
- κιτρίνισμα των χαμηλότερων φύλλων, ανάπτυξη πλατύ υποκίτρινου περιθωρίου που τελικά γίνονται καφέ και σγουραίνουν προς τα κάτω και προς τα μέσα.
- κοντοί καρποί με διαμήκεις ρωγμές στο δέρμα
- μαυρισμένες ρίζες με διογκωμένες άκρες ριζών.

Πολύ σοβαρή ανεπάρκεια βορίου μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή απώλεια συγκομιδής (έως 90%) και φθορά της ποιότητας των καρπών.

Τοξικότητα. Το στενό περιθώριο μεταξύ ανεπάρκειας και τοξικότητας προκαλεί ένα συγκεκριμένο πρόβλημα με το βόριο. Το φυτό της αγγουριάς είναι ιδιαίτερος ευαίσθητο σε υψηλά επίπεδα βορίου στο υπόστρωμα, ή στην παροχή νερού (> 1ppm B). Επειδή το βόριο τείνει να ακινητοποιηθεί στο φυτό, τα συμπτώματα τοξικότητας του εμφανίζονται πρώτα στα παλαιότερα φύλλα. Άσκοπη χρήση των λιπασμάτων βορίου προκαλεί εύκολα τοξικότητα. Αρχικά, οι άκρες των παλαιότερων φύλλων γίνονται κιτρινοπράσινες, κυπελώνουν προς τα κάτω και αναπτύσσονται πιο κυκλικά απ' ό,τι συνήθως. Αργότερα τα συμπτώματα προχωρούν προοδευτικά από τη βάση του φυτού και προς τα πάνω και νεκρωτικές κηλίδες αναπτύσσονται μεταξύ των νεύρων. Τελικά, η ανάπτυξη περιορίζεται, τα ανώτερα φύλλα παραμένουν μικρά και λίγα θηλυκά λουλούδια αναπτύσσονται.

Συγκέντρωση. Το φυσιολογικό επίπεδο βορίου στο ξηρό βάρος των φύλλων ποικίλει από 30 έως 120ppm. Τα συμπτώματα ανεπάρκειας εμφανίζονται όταν το περιεχόμενο πέφτει έως 6-8ppm B (ανώτερα φύλλα) ή <20ppm B (κάτω φύλλα). Συμπτώματα τοξικότητας εμφανίζονται όταν το περιεχόμενο υπερβαίνει τα 250-300ppm B (ανώτερα φύλλα) ή 500-1000B (κάτω φύλλα).

Οι ανεπάρκειες βορίου διορθώνονται εύκολα με την προσθήκη νατρίου βορικού άλατος στο έδαφος σε 2 g/m² ή με ψεκασμό με νατρίου βορικό άλας σε νερό σε 1-2 g/l. Οι τοξικότητες βορίου είναι δυσκολότερο να διορθωθούν. Έντονη έκλυση σε αμμώδη εδάφη και ασβέστωση όξινων εδαφών μπορεί να είναι αποτελεσματικά.

Ψευδάργυρος

Αρκετά ένζυμα παρόντα στα φυτά περιέχουν ψευδάργυρο. Από όλα τα θρεπτικά μικροστοιχεία, ο ψευδάργυρος, όταν βρίσκεται σε έλλειψη, έχει την πιο φανερή επίδραση στη φωτοσύνθεση. Παρ' όλα αυτά το στοιχείο αυτό σπάνια είναι σε ανεπάρκεια.

Η ανεπάρκεια συμβαίνει όταν υδροπονικά ανεπτυγμένα φυτά δεν έχουν καθόλου ψευδάργυρο στο θρεπτικό διάλυμα. Το φυσιολογικό περιεχόμενο ψευδαργύρου στα εδάφη συνήθως πέφτει στο εύρος των 10-300ppm Zn.

Ο ψευδάργυρος στα εδάφη γίνεται λιγότερο διαθέσιμος, ενώ το εδαφικό pH ανεβαίνει και στην παρουσία του ασβεστούχου ανθρακικού άλατος. Μια βαριά εφαρμογή φωσφόρου μπορεί να προκαλέσει ανεπάρκεια ψευδαργύρου επειδή διαμορφώνονται αδιάλυτα φωσφορικά άλατα ψευδαργύρου. Ο χαλκός και πιθανώς ο σίδηρος, το μαγγάνιο και το ασβέστιο εμποδίζουν τη λήψη του ψευδαργύρου.

Τα συμπτώματα της ανεπάρκειας δεν εμφανίζονται φανερά, αλλά συνήθως μια ελαφριά διανευρική διάστιξη αναπτύσσεται στα χαμηλότερα φύλλα, η οποία εξαπλώνεται προς το πάνω μέρος του φυτού. Τα ανώτερα μεσογονάτια διαστήματα παραμένουν κοντά. Το μικρό μέγεθος των φύλλων χαρακτηρίζει κυρίως την ανεπάρκεια ψευδαργύρου, σε πολύ σοβαρές περιπτώσεις, κοντά μεσογονάτια διαστήματα καθιστούν την κορυφή του φυτού θαμνώδη. Η γενική ανάπτυξη περιορίζεται και τα φύλλα γίνονται κιτρινοπράσινα έως κίτρινα εκτός από τα νεύρα, τα οποία παραμένουν σκουροπράσινα και καλά καθορισμένα.

Η προοπτική της τοξικότητας ψευδαργύρου υπάρχει όταν οι γαλβανισμένοι σωλήνες αποδεσμεύουν ψευδάργυρο. Η τοξικότητα συμβαίνει σε εδάφη μολυσμένα από την εγγύτητά τους με μεταλλεύματα και ορυκτά ψευδαργύρου και στα θερμοκήπια με γαλβανισμένα πλαίσια και υδραυλικές εγκαταστάσεις. Στην περίπτωση της τοξικότητας ψευδαργύρου, ολόκληρο το νευρικό σύστημα, αρχικά σκουροπράσινο, γίνεται κάπως μαύρο. Η μαύρη εμφάνιση των κυρίως νεύρων βοηθά στον διαχωρισμό της τοξικότητας ψευδαργύρου από την ανεπάρκεια μαγνησίου στην

οποία τα νεύρα παραμένουν πράσινα. Σε πολύ σοβαρές περιπτώσεις της τοξικότητας ψευδαργύρου, τα νεαρά φύλλα γίνονται κίτρινα και τα συμπτώματα μοιάζουν με αυτά της ανεπάρκειας σιδήρου.

Συγκέντρωση. Η φυσιολογική συγκέντρωση στο ξηρό βάρος του πέμπτου φύλλου είναι από 40 έως 100ppm Zn. Συμπτώματα ανεπάρκειας εμφανίζονται όταν η συγκέντρωση πέφτει κάτω από 20-25ppm Zn. Η τοξικότητα μπορεί να είναι αναμενόμενη όταν η συγκέντρωση του ψευδαργύρου υπερβαίνει τα 150-180ppm (παλαιά φύλα) ή 900ppm (κορυφές των φυτών).

Διόρθωση. Ψεκάζοντας με θειικό άλας ψευδαργύρου (5 g/l) διορθώνει εύκολα η ανεπάρκεια ψευδαργύρου. Η εφαρμογή ασβεστίου ή φωσφορικού άλατος μειώνει την τοξικότητα ψευδαργύρου.

Χλώριο

Το χλώριο είναι η τελευταία προσθήκη στη λίστα των στοιχείων που θεωρούνται βασικά για την ανάπτυξη των φυτών. Η ανεπάρκεια του χλωρίου δεν αντιμετωπίστηκε ποτέ εκτός σε αυστηρά ελεγχόμενα πειράματα, λόγω της επικράτησης - διάδοσης - του στοιχείου στο περιβάλλον ως μολυσματικό.

5.3.3 Άλλα ενδεχομένως χρήσιμα ή βλαβερά στοιχεία

Πυρίτιο

Το πυρίτιο υπάρχει ως ένα από τα πιο άφθονα στοιχεία στα εδάφη, το περισσότερο από αυτό δεμένο σε χαλαζία. Το διαθέσιμο πυρίτιο είναι παρόν ως μονοπυριτικό οξύ [$\text{Si}(\text{OH})_4$] και μειώνεται με το αυξανόμενο pH.

Παρ' όλο που μας λείπουν πλήρεις αποδείξεις ότι το πυρίτιο είναι βασικό στοιχείο, υπάρχουν αποδείξεις ότι είναι ωφέλιμο με πολλούς τρόπους. Το πυρίτιο συχνά εμφανίζεται διεγερτικό, αλλά η αφθονία του στη σκόνη, καθιστά τη μελέτη των επιδράσεών του στη σοδιά δύσκολη.

Νάτριο

Το νάτριο μπορεί να μην είναι βασικό για τη φυτική ανάπτυξη, αλλά πολλά φυτά, επωφελούνται καθαρά από αυτό όταν το κάλιο είναι ανεπαρκές. Το νάτριο μπορεί να υποκαθιστά το κάλιο σε ορισμένες περιστάσεις.

5.4 Επίδραση άλλων παραγόντων

5.4.1 Σχέσεις εδάφους – φυτού

Τα φυτά στο φυσικό τους περιβάλλον ζουν σχεδόν χωρίς εξαίρεση σε ένα συσχετισμό γνωστό ως τη σχέση εδάφους - φυτού. Το έδαφος παρέχει για τις τέσσερις βασικές ανάγκες των φυτών νερό, θρεπτικά στοιχεία, οξυγόνο και στήριξη. Η πρόοδος στην επιστήμη και την τεχνολογία τώρα επιτρέπει στους ανθρώπους να καλύπτουν αυτές τις ανάγκες τεχνητά και να καλλιεργούν επιτυχώς φυτά χωρίς έδαφος.

5.4.2 Το έδαφος ως μέσο ανάπτυξης

Το έδαφος αποτελείται από ορυκτά και οργανική ύλη, νερό και αέρα. Ένα μέσο έδαφος σε άριστες συνθήκες για τη φυτική ανάπτυξη μπορεί να αποτελείται από 45% ορυκτή ύλη, 5% οργανική ύλη, 25% νερό και 25% αέρα. Η ορυκτή ύλη αποτελείται από διάφορα μικρά θραύσματα πέτρας. Η οργανική ύλη ενός εδάφους είναι ένα μείγμα που προέρχεται από φυτικά και ζωικά κατάλοιπα σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης. Κατά τη διαδικασία της αποσύνθεσης κάποιες από τις οργανικές οντότητες οξειδώνονται στα τελικά τους προϊόντα και άλλα σε ένα ενδιάμεσο προϊόν που καλείται χούμος. Ο τύπος καθώς και οι σχετικές ποσότητες των ορυκτών και οργανικών συντελεστών, ενός εδάφους καθορίζουν τις χημικές τους ιδιότητες. Οι χημικές ιδιότητες ενός εδάφους είναι τα ποσά των διαφόρων βασικών στοιχείων που είναι παρόντα και οι μορφές των συνδυασμών τους καθώς και ο βαθμός οξύτητας ή αλκαλικότητας γνωστός ως pH. Οι ευνοϊκότερες τιμές pH του εδάφους είναι 5,8 - 6,9. Το ποσό των θρεπτικών στοιχείων που είναι διαθέσιμο στα φυτά, βασίζεται όχι μόνο στις χημικές ιδιότητες του φυτού αλλά επίσης και στις φυσικές του ιδιότητες.

Έτσι λοιπόν κατάλληλο έδαφος θεωρείται εκείνο που είναι:

- Γόνιμο
- Στραγγίζει καλά
- Έχει μικρή αλατότητα
- Είναι ελαφριάς μηχανικής σύστασης (προτιμούνται αμμώδη ή αμμοπηλώδη εδάφη) και
- Είναι πλούσιο σε οργανική ουσία

5.4.3 Βελτίωση εδαφών

Με δεδομένο ότι τα Ελληνικά εδάφη έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (0 - 3%) είναι απαραίτητη η προσθήκη 6 - 8 κυβικών μέτρων καλά χωνεμένης κοπριάς ανά στρέμμα στα νέα θερμοκήπια. Στόχος θα πρέπει να είναι η αύξηση της οργανικής ουσίας στα επίπεδα 5 - 6%. Εναλλακτικές μορφές οργανικής ουσίας είναι: κελύφη από αραχίδα, άχυρο, τεμαχισμένοι σπάδικες αραβοσίτου, πυρηνόξυλο, χλωρή λίπανση με σόργο. Στα αμμώδη εδάφη προτιμούνται οι εύκολα διασπώμενες μορφές οργανικής ουσίας (αύξηση συσσωμάτωσης), ενώ στα μέσα προς βαριά οι δύσκολα διασπώμενες ουσίες (αύξηση μεγαλοπορώδους των εδαφών). Μπορεί επίσης να προστεθεί τύρφη σε ποσότητα 2-3m³/στρ. αφού προηγουμένως διορθωθεί το pH τους, λαμβάνοντας υπόψη το pH του εδάφους και την επιδιωκόμενη τελική τιμή 6-6,5.

Εδάφη μέσης έως βαριάς οργανικής σύστασης μπορεί να βελτιωθούν με την προσθήκη άμμου σε βάθος 30-35cm ώστε το ποσοστό της άμμου στο έδαφος να ανέλθει στο 60%. Επιπλέον έχει ευνοϊκά αποτελέσματα η τοποθέτηση στρώματος από άχυρο ή κελύφη από αραχίδα μεταξύ των γραμμών φύτευσης γιατί αποφεύγεται η συμπίεση του εδάφους. Στα εδάφη αυτά είναι απαραίτητη η εγκατάσταση στραγγιστικού συστήματος για τη γρήγορη απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού κατά τις αρδεύσεις ή εκπλύσεις από τα άλατα. Επίσης, τα όξινα εδάφη θα πρέπει να διορθωθούν με τη χορήγηση ασβέστου κατόπιν εργαστηριακής αναλύσεως.

5.4.4 Αντίδραση του εδάφους (pH)

Η αντίδραση του εδαφικού διαλύματος (pH) επηρεάζει επίσης τη διαλυτότητα των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων άρα και τη διαθεσιμότητά τους στα φυτά.

Σε όξινα εδάφη (pH <7) τα θρεπτικά στοιχεία ασβέστιο και μόλυβδος είναι λιγότερο διαθέσιμα, ενώ σε αλκαλικά εδάφη (pH>7) τα θρεπτικά στοιχεία σίδηρος, μαγγάνιο και ψευδάργυρος είναι λιγότερο διαθέσιμα. Υπερβολικά ποσά διττανθρακικών αλάτων (HCO₃) μπορεί να διορθωθούν με την φυσιολογική λήψη κάποιων θρεπτικών στοιχείων. Τα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία είναι διαθέσιμα όταν το pH βρίσκεται ανάμεσα σε 6 και 7, έτσι τα περισσότερα φυτά αναπτύσσονται καλύτερα σε εδάφη με τέτοια αντίδραση.

5.4.5 Αλατότητα

Με τον όρο αλατότητα του εδάφους εννοούμε τη συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων στο έδαφος, που μετριέται με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους.

Τα σπουδαιότερα άλατα είναι τα SO₄⁻², NO₃⁻, CL⁻ και CO₃⁻² των Na⁺, K⁺, Mg⁺², Ca⁺². Τα άλατα προέρχονται κυρίως από το αρδευτικό νερό και τα λιπάσματα και η συσσώρευσή τους στη ριζόσφαιρα επιταχύνεται από κακή στράγγιση του εδάφους και ανεπαρκή έκπλυση στο τέλος της καλλιέργειας.

Η αγγουριά είναι ευαίσθητη στην αυξημένη αλατότητα του εδάφους. Στον πίνακα 5.2 δίδεται η μείωση της παραγωγής από την αλατότητα του αρδευτικού νερού (EC_v) και την εξ' αυτής αναμενόμενη αυξημένη αλατότητα του εδάφους (EC_e).

Η αλατότητα του εδάφους επηρεάζει αρνητικά τα φυτά είτε με την παρεμπόδιση απορρόφησης νερού, είτε με την απορρόφηση σε τοξικά επίπεδα ορισμένων ιόντων (NO₃⁻, Cl κ.α). Επίσης, είναι δυνατόν να γίνει πλασμόλυση των κυττάρων της ρίζας ή να παρεμποδιστεί η απορρόφηση διαφόρων θρεπτικών στοιχείων λόγω ανταγωνισμού. Τα φυτά μπορεί να αναπτύσσονται σχετικά καλά σε μέτρια συγκέντρωση αλάτων όταν η εδαφική υγρασία διατηρείται σε υψηλά επίπεδα λόγω μείωσης της συγκέντρωσης των αλάτων. Όμως όταν η εδαφική υγρασία μειωθεί, τα φυτά υφίστανται την επίδραση της αυξημένης αλατότητας επειδή η συγκέντρωση των αλάτων αυξάνει. Τα νεαρά φυτά είναι πιο ευαίσθητα από τα αναπτυγμένα.

Πίνακας 5.2 Αναμενόμενο ποσοστό μείωσης αποδόσεων από την αλατότητα του νερού (EC_v και του εδάφους EC_e)

0%		10%		25%		50%		100%
EC _v	EC _e	EC _v	EC _e	EC _v	EC _e	EC _v	EC _e	Μέγιστο EC _e
1,7	2,5	2,2	3,3	2,9	4,4	4,2	6,3	10

Πηγή: Γεωργία κτηνοτροφία (Παναγιωτόπουλος 1995)

Τα φυτά που αναπτύσσονται σε εδάφη που έχουν συσσωρευτεί διαλυτά άλατα, εμφανίζουν βαθυπράσινο χρωματισμό στα φύλλα, προσωρινή μάρανση κατά τη διάρκεια ηλιόλουστων ημερών (μεσημέριασμα) ακόμη και όταν το έδαφος έχει επαρκή υγρασία. Η μείωση του ρυθμού ανάπτυξης είναι εμφανής, έχουν μικρή ανθοφορία και δεν αντιδρούν στα λιπάσματα.

Για την αποφυγή εναλάτωσης των εδαφών θα πρέπει να γίνεται συχνός έλεγχος της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους και του νερού και ανάλογα να προσαρμόζεται η λίπανση. Επιπλέον, η εξασφάλιση καλής στράγγισης και η έκπλυση των αλάτων στο τέλος της καλλιέργειας είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρηση της συγκέντρωσης των αλάτων σε χαμηλά επίπεδα.

5.5 Τεχνική της λίπανσης

5.5.1 Βασική λίπανση

Με τη βασική λίπανση επιδιώκουμε την αύξηση του διαθέσιμου φωσφόρου στο έδαφος σε τέτοια επίπεδα ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες των φυτών καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο. Επίσης χορηγούνται κάλιο και μαγνήσιο σε ποσότητες που να συντηρούν τις διαθέσιμες μορφές των στοιχείων αυτών στο έδαφος στα επίπεδα επάρκειας όπως καθορίζονται από τα πειραματικά δεδομένα. Επίσης, επιδιώκεται η διόρθωση της σχέσης K:Mg ώστε να είναι 2:1 (κατά βάρος) και το ποσοστό κορεσμού της ΙΑΚ σε Mg 10% για την αποφυγή τροφοπενιών Mg, ιδιαίτερα στα ασβεστούχα εδάφη. Είναι φανερό ότι οι ποσότητες των λιπασμάτων που θα πρέπει να προστεθούν καθορίζονται μετά από εδαφολογική ανάλυση.

Έτσι λοιπόν, ανάλογα με το ρόλο κάθε θρεπτικού στοιχείου στην ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των αγγουριών και σύμφωνα με πειράματα που έχουν γίνει για το κάθε ένα στοιχείο ξεχωριστά έχουμε:

Φώσφορος

Αν το έδαφος έχει διαθέσιμο φώσφορο κατά Olsen 30ppm, χορηγείται μια δόση συντήρησης 100Kg/στρ. 0-20-0. Αν ο διαθέσιμος φώσφορος υπερβαίνει τα 30 ppm διακόπτεται η φωσφορική λίπανση. Αν η τιμή του εδαφικού φωσφόρου είναι μικρότερη από 30ppm χορηγείται μια επαρκής ποσότητα για να ανέλθει στο όριο των 30ppm και επιπλέον χορηγείται μια δόση συντήρησης. Για την αύξηση του φωσφόρου κατά 1ppm απαιτούνται 5,75Kg/στρ. 0-20-0. Τα παραπάνω προέκυψαν από πειράματα στη Βόρριο Ελλάδα.

Όμως τα όξινα και πλούσια σιδηρομαγνησιούχα ορυκτά και αργιλώδη εδάφη, καθώς και στα ασβεστούχα εδάφη που δεσμεύουν μεγάλες ποσότητες φωσφόρου και καλλιεργούνται αγγούρια σε θερμοκήπια, η χορηγούμενη φωσφορική λίπανση θα πρέπει να ανέλθει σε τέτοιο επίπεδο, ώστε μετά την ανάλυση των φύλλων στο στάδιο ωρίμανσης των πρώτων καρπών η συγκέντρωση του φωσφόρου να είναι τουλάχιστον 0,3% της ξηρής ουσίας.

Εάν δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία εδαφικών αναλύσεων, τα πρώτα δυο χρόνια εφαρμόζεται μια ποσότητα 150 - 200 Kg/στρ. 0-20-0 και τα επόμενα χρόνια 80 - 100 Kg/στρ.

Κάλιο

Το έδαφος του θερμοκηπίου θεωρείται επαρκώς εφοδιασμένο με κάλιο, όταν η ποσότητα του διαθέσιμου καλίου είναι 150 ppm K. Στην περίπτωση αυτή χορηγείται στη βασική λίπανση μια δόση συντήρησης 60 - 80 Kg/στρ 0-0-48. Εάν το διαθέσιμο κάλιο είναι μικρότερο από 150 ppm K, η αύξησή του στο όριο αυτό γίνεται με τη χορήγηση κατά μέσο όρο 7 Kg/στρ. 0-0-48 για αύξηση κατά 1 ppm.

Η περιεκτικότητα σε άργιλο και η δεσμευτική ικανότητα του εδάφους παίζουν σπουδαίο ρόλο για τον καθορισμό της απαιτούμενης ποσότητας καλιούχου λιπάσματος. Θα πρέπει να τονιστεί ότι με την εφαρμογή της υδρολίπανσης υπάρχει δυνατότητα για διορθώσεις στη συγκέντρωση του K στο εδαφοδιάλυμα, λαμβάνοντας υπόψη, τα αποτελέσματα της έγκαιρης εφαρμογής της φυλλοδιαγνωστικής.

Μαγνήσιο

Η λίπανση βασίζεται στις διαθέσιμες ποσότητες του εδάφους σε Mg, K, Ca, στη σχέση K:Mg στο ποσοστό κορεσμού της ΙΑΚ Mg και στην εμφάνιση ή όχι συμπτωμάτων τροφопενίας Mg στις προηγούμενες καλλιέργειες.

Όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα εδαφολογικά δεδομένα, η χορήγηση 25-35 Kg/στρ. κιζερίτη (26% MgO) θεωρείται ικανοποιητική. Επιπλέον, υπάρχει η ευχέρεια διόρθωσης της θρέψης των φυτών σε Mg με ψεκασμούς και με τη χορήγηση μαγνησιούχων λιπασμάτων με την υδρολίπανση.

Συνοπτικά εάν δεν υπάρχουν αποτελέσματα αναλύσεων εδάφους, προτείνεται η χορήγηση:

- κοπριά 6-8 m²/στρ.
- λίπασμα 0-20-0 100 Kg/στρ.
- λίπασμα 0-0-48 60-80 Kg/στρ.
- κιζερίτη 25-35 Kg/στρ.

5.5.2 Επιφανειακή λίπανση

Με την επιφανειακή λίπανση επιδιώκουμε τον εφοδιασμό και τη διατήρηση των θρεπτικών στοιχείων σε επιθυμητά επίπεδα μέσα στην ριζόσφαιρα, ώστε να εξασφαλίζεται ο απαιτούμενος ρυθμός απορρόφησης τους από τα φυτά. Αυτό απαιτεί σύγχρονες αρδευτικές και λιπαντικές τεχνικές.

Η συνδυασμένη χορήγηση αρδευτικού νερού και λιπασμάτων είναι ιδανική για την επίτευξη αυτού του στόχου. Με τη μέθοδο αυτή τα θρεπτικά στοιχεία των λιπασμάτων διοχετεύονται κατευθείαν στη ριζόσφαιρα με τη συχνή εφαρμογή σε κάθε άρδευση διαλυτών λιπασμάτων σε μικρές ποσότητες. Η στάγδην άρδευση είναι μια μέθοδος υψηλής αποτελεσματικότητας της εφαρμογής του νερού. Όταν τύχει ορθής διαχείρισης ανοίγει νέους δρόμους για την ανάπτυξη των φυτών υπό συνθήκες παρόμοιες με αυτές του διαλύματος θρεπτικών στοιχείων. Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα επωφελής στις ξηροθερμικές συνθήκες της χώρας μας. Κυρίως με την υδρολίπανση χορηγούμε σε μόνιμη βάση N και K και όταν χρειάζεται Mg ή P ή οποιοδήποτε άλλο στοιχείο.

Η διατήρηση των θρεπτικών στοιχείων σε βέλτιστα επίπεδα εντός της ριζόσφαιρας των φυτών είναι ένας πρωταρχικός παράγον που επηρεάζει την αποτελεσματική χρήση των λιπασμάτων όταν αυτά εφαρμόζονται διαμέσου συστημάτων στάγδην άρδευσης. Αυτό καθιστά απαραίτητη την ανάπτυξη των ορθά ισορροπημένων διαλυμάτων θρεπτικών στοιχείων τα οποία ικανοποιούν τις απαιτήσεις των φυτών προκειμένου να επιτευχθούν υψηλές σοδιές. Παρ' όλα αυτά, λίγα είναι γνωστά όσον αφορά στα επίπεδα των λιπασμάτων στο αρδευτικό ρεύμα γενικώς, και όσον αφορά στην καλλιέργεια αγγουριών πιο συγκεκριμένα, παρ' όλη την ευρέως διαδεδομένη χρήση της λίπανσης σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές.

5.5.2.1 Χορήγηση N και K

Γενικά συνιστώμενες συγκεντρώσεις για την αγγουριά είναι 100 ppm N και 100 ppm K₂O σε κάθε άρδευση. Ανάλογα όμως με την ανάπτυξη των φυτών είναι δυνατόν τόσο το N όσο και το K₂O να χορηγούνται μέχρι 150 ppm. Για διορθώσεις τροφопενιών οι συγκεντρώσεις μπορεί να ανέλθουν μέχρι 300 ppm για μικρό χρονικό διάστημα.

Μελέτη λίπανσης με άζωτο σε αγγουριές που καλλιεργούνται σε θερμοκήπιο

Η μελέτη αυτή, η οποία αφορά θερμοκήπια, εξέτασε την αντίδραση των αρδευόμενων με σταγόνες αγγουριών (*cucumis sativa* cv "Petita") σε τρία επίπεδα αζώτου (N), τα οποία εφαρμόζονται σε κάθε άρδευση δια μέσου του συστήματος άρδευσης. Τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε γλάστρες η κάθε μια από τις οποίες περιείχε 12 Kg εδάφους απαλλαγμένου από άνθρακα. Νερό που περιείχε 5,8, 11,8 ή 17,8 mmol N/l, εφαρμοζόταν ομοιόμορφα μαζί με 2 και 3,9 mmol/l φωσφόρου (P) και καλίου (K) αντίστοιχα, 2 έως 3 φορές ημερησίως. Σε όλες τις περιπτώσεις ένα ποσοστό έκλυσης ήταν επιτρεπτό. Το πείραμα διεξήχθη τον Οκτώβριο του 1984.

Οι ολικές εφαρμογές N ήταν 15,7, 31,5 και 47,2 g N/φυτό. Το ολικό ποσό του νερού που εφαρμόστηκε ήταν 185 l/φυτό. Τα ολικά επίπεδα N και NO₃ - N σε ελάσματα και μίσχους, αυξήθηκαν με την αύξηση του επιπέδου N, όπου ο P και το K γενικώς μειώθηκαν. Μολονότι διαφορετικές αναλογίες NO₃/NH₄ στις εφαρμογές μπορεί να επηρέασαν την αντίδραση στο N, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η υψηλότερη σοδιά επετεύχθη με 11,8 mmol N/l λόγω του αυξημένου αριθμού καρπών. Στον όγκο των ριζών στην εφαρμογή αυτή, η συγκέντρωση NO₃ - N στο εδαφικό διάλυμα ήταν περίπου ίση με 7 mmol/l για το μεγαλύτερο μέρος της καλλιεργητικής περιόδου. Η συγκέντρωση ξηρής μάζας (ύλης) των καρπών δεν επηρεάστηκε από τα επίπεδα N.

Πίνακας 5.3. Ολικές συγκεντρώσεις N, NO₃-N, P και K (σε βάση ξηρής μάζας) σε φύλλα αγγουριάς και φρούτα όπως επηρεάστηκαν από 3 επίπεδα N που εφαρμόζονται με κάθε άρδευση δια μέσου του συστήματος στάγδην άρδευσης.

Επίπεδα N (mmol/l)	Εβδομάδες μετά την φύτευση							
	8		11		8		11	
	NO ₃ -N (Mg/Kg)		N (g/Kg)		P(g/Kg)		K(g/Kg)	
Ελάσματα								
5,8	2489	2763	67.5	58.4	10.4	11.6	21.7	21.5
11,8	3003	3475	73.3	62.3	10.6	8.3	21.7	21.5
17,8	3861	4492	76.3	63.5	10.0	7.6	21.7	16.8
LSD _{0,05}	392	574	3.1	2.5	1.8	2.2	5.9	4.1
Μίσχοι								
5,8	23649	22193	33.3	25.8	10.0	12.3	129.5	78.3
11,8	26592	29199	39.2	29.9	9.4	7.6	119.0	58.8
17,8	28974	30601	39.0	37.0	9.2	6.4	112.0	39.3
LSD _{0,05}	4450	5540	5.3	3.8	1.9	2.1	17.0	10.8
Φρούτα								
5,8	406	456	33.2	36.4	10.5	10.0	34.0	35.9
11,8	512	555	37.4	40.0	9.5	8.8	36.3	37.4
17,8	592	646	44.2	45.5	9.7	9.6	36.7	37.8
LSD _{0,05}	72	65	3.7	3.2	1.2	1.4	5.7	5.2

Πηγή: Papadopoulos, 1986.

Συμπερασματικά, τα 11,8 mmol N/l όταν εφαρμόζονται με κάθε άρδευση μέσω του αρδευτικού συστήματος είναι επαρκή ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες των

αγγουριών θερμοκηπίου για την επίτευξη υψηλών σοδειών (9,42 Kg/φυτό για περίοδο συγκομιδής 93 ημερών).

5.5.2.2 Ενδεικτικό Πρόγραμμα Υδρολίπανσης

Η σωστή λίπανση αγγουριού θα πρέπει να βασίζεται στο διαρκή έλεγχο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους με αλατόμετρο, στην παρακολούθηση της θρεπτικής κατάστασης των φυτών με τη φυλλοδιαγνωστική, στα διάφορα στάδια ανάπτυξής τους και κυρίως στη σωστή εκτίμηση από τον παραγωγό των αντιδράσεων των φυτών, γιατί αυτά αποτελούν τους βασικούς παράγοντες για τον καθορισμό της συγκέντρωσης του χορηγούμενου θρεπτικού διαλύματος σε N και K₂O.

Ένα ενδεικτικό πρόγραμμα λίπανσης για τα αγγούρια θερμοκηπίου δίνονται στον πίνακα 5.4.

Πίνακας 5.4. Ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης

Στάδια καλλιέργειας	Σχόλια	Συγκέντρωση Θ.Σ. στο διάλυμα εφαρμογής (ppm)			Λιπάσματα	Ποσότητες λιπασμάτων ν (g/m ³ νερού άρδευσης)	Συχνότητα εφαρμογής	Συνολική ποσότητα διαλ/τος υδρολ/νσ ης ⁹⁹ κατά στάδιο (m ³ /στρ.) ⁵	Λιπαντικές μονάδες υδρολίπανσης						
		N	K ₂ O	MgO					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO			
Βασική λίπανση ⁽¹⁾ με		30	Kg/στρ.	21-0-0,	δηλαδή,	N	6 μονάδες								
		80	Kg/στρ.	0-20-0,	δηλαδή,	P ₂ O ₅	16 μονάδες								
		50	Kg/στρ.	0-0-48,	δηλαδή,	K ₂ O	24 μονάδες								
		30	Kg/στρ.	κιζερίτη,	δηλαδή,	MgO	8 μονάδες								
1° Κατά την προβλάστηση μέχρι και 2 εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση	Επιδιώκεται η ανάπτυξη υγιών και καλά εφοδιασμένων με P σποροφύτων	* ⁽²⁾	* ⁽²⁾		Υδατοδιαλυτό λίπασμα του τύπου 10-(40-50)-15	3000 (Δόση 0,5l/φυτό)	Γίνονται 2 ριζοποτίσματα (το 2° μετά από μια εβδομάδα)	2,2	0,6	3	1				
2° Από το προηγούμενο στάδιο μέχρις ότου τα φυτά αποκτήσουν ύψος 2 μέτρα περίπου	Επιδιώκεται ισόρροπη ανάπτυξη βλάστησης και καρποφορίας. Το στέλεχος θα πρέπει να έχει διάμετρο 1,5εκ. περίπου και τα φύλλα έντονο πράσινο χρωματισμό	120	120	25 ⁽³⁾	34,5-0-0 13-0-46 MgSO ₄ *7H ₂ O	250 260 156	Σε κάθε άρδευση ⁴	60	7,2	-	7,2				
3° Από το προηγούμενο στάδιο μέχρι 20 ημέρες πριν το τέλος της συγκομιδής	Είναι η περίοδος που τα φυτά απορροφούν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων λόγω μαζικής ανάπτυξης καρπών. Κρίσιμο στάδιο για τον καθορισμό της παραγωγικής διάρκειας της καλλιέργειας	150	200	25 ⁽³⁾	34,5-0-0 13-0-46 MgSO ₄ *7H ₂ O	271 435 156	Στην αρχή σε κάθε άρδευση και στη συνέχεια σε κάθε άρδευση ⁴	200	30,0	-	40,0	3			
4° Τελευταίες 20 ημέρες	Το έδαφος είναι ήδη εμπλουτισμένο με επαρκείς ποσότητες θρεπτικών στοιχείων	Χορηγείται καθαρό νερό													
Σύνολο λιπαντικών μονάδων με την υδρολίπανση									37,8	3	48,2	3			

Πηγή: Γεωργική Τεχνολογία, Αφ. Λίπανση – Θρέψη, 1995. (Παναγιωτόπουλος)

5.6 Φυλλοδιαγνωστική

Μεγάλη σπουδαιότητα για τον καθορισμό της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα έχει η παρακολούθηση της θρεπτικής κατάστασης των φυτών με την φυλλοδιαγνωστική.

Ιδιαίτερα η πρώτη φυλλοληψία θα πρέπει να γίνεται στο στάδιο της ανάπτυξης του πρώτου καρπού, ώστε να υπάρχει χρόνος για την διόρθωση της σύνθεσης του θρεπτικού διαλύματος. Μία δεύτερη φυλλοληψία, όταν τα φυτά έχουν ύψος 1,80m. περίπου, είναι απαραίτητη για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων της λίπανσης που εφαρμόστηκε.

Συνήθως λαμβάνεται το πρώτο ώριμο φύλλο (τέταρτο-πέμπτο) από την κορυφή. Χρειάζονται 20 περίπου φύλλα που λαμβάνονται από διαφορετικά φυτά. Οι συγκεντρώσεις των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα, που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, για την επεξήγηση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των φύλλων δίνονται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 5.5).

Πίνακας 5.5. Προτεινόμενες τιμές για εφαρμογή στη φυλλοδιαγνωστική

Θρεπτικό στοιχείο	Τροφοπενία	Κρίσιμη Τιμή	Επαρκής	Τοξικότητα
N%		2,20-2,80	2,80-5,00	
N-NO ₃			0,50-1,50	>1,8
P%	<0,13	0,22	0,35-0,75	
K%	<0,50		2,10-5,40	
Ca%			3,70-9,00	
Mg%	<0,22		0,50-1,00	
Cl(ppm)				
Cu(ppm)	<8		7-10	>10
Zn(ppm)			2-40	
Mn(ppm)			60-100	
B(ppm)	<20		40-120	>300

Πηγή: Εγχειρίδιο του καλλιεργητή, (Θεοδώρου, Πασχαλίδης)

Εάν κατά την διάρκεια της καλλιέργειας γίνει διάγνωση ελλείψεων θρεπτικών στοιχείων από τη φυλλοδιαγνωστική, μπορούν να χορηγηθούν με την υδρολίπανση:

- φώσφορος σαν φωσφορικό μοναμμώνιο (20-30 ppm P₂O₅).
- μαγνήσιο σαν MgSO₄·H₂O (Epsom Salt) (10-30ppm MgO).
- σίδηρος σαν Σεκεστρέν 138 Fe.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι το άζωτο εκτός από τη νιτρική αμμωνία μπορεί να χορηγηθεί σαν νιτρικό ασβέστιο, όταν το έδαφος δεν έχει ασβέστιο ή σαν ουρία στα ασβεστούχα εδάφη.

Όταν προστίθεται φωσφορικό μοναμμώνιο παραλείπονται το θειικό μαγνήσιο, ενώ όταν χρησιμοποιείται νιτρική άσβεστος παραλείπονται τόσο το φωσφορικό μοναμμώνιο όσο και το θειικό μαγνήσιο.

5.7 Τροφοπενίες

Αζώτου

Η τροφοπενία αζώτου χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση μικρών και ωχροκίτρινων νέων φύλλων και από την έντονη μείωση της ανάπτυξης των φυτών. Τα κατώτερα φύλλα αποβάλλονται πριν φθάσουν στη μέγιστη ανάπτυξή τους, ενώ οι καρποί έχουν ανοιχτότερο από το κανονικό βαθυπράσινο χρωματισμό. Επίσης η ατροφία της κορυφής του καρπού (εκλέπτυνση) οφείλεται σε έλλειψη αζώτου.

Η διόρθωση γίνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του Ν στην υδρολίπανση (200-300ppm N).

Η χορήγηση μεγάλης ποσότητας αζώτου, συνεχώς, συμβάλλει στην γρήγορη αύξηση της αλατότητας του εδάφους.

Καλίου

Τα συμπτώματα εμφανίζονται στα κατώτερα φύλλα, με περιφερειακό κιτρίνισμα του ελάσματος, ενώ το εσωτερικό τμήμα του ελάσματος παραμένει βαθυπράσινο. Σε πολύ σοβαρές ελλείψεις καλίου το περιφερειακό κιτρίνισμα επεκτείνεται μεσονεύρια προς το εσωτερικό του ελάσματος, ενώ περιφερειακά παρατηρούνται ξηράνσεις. Η διόγκωση του ακραίου τμήματος του καρπού αποδίδεται επίσης σε έλλειψη καλίου.



Εικ. 5.2 Τροφοπενία Καλίου.



Εικ. 5.3 Τροφοπενία Καλίου.

Η διόρθωση γίνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του K_2O στην υδρολίπανση (200-300 ppm K_2O).

Μαγνησίου

Είναι η πιο συχνά εμφανιζόμενη τροφοπενία στο αγγούρι. Στην αρχή παρατηρείται περιφερειακό κιτρίνισμα ή πρασίνισμα του ελάσματος (υπό μορφή ζώνης) στα κατώτερα φύλλα και στη συνέχεια επεκτείνεται η χλώρωση μεσονεύρια προς το κέντρο του ελάσματος. Ακολουθεί ξήρανση με καφετί μεταχρωματισμό. Η έλλειψη μπορεί να οφείλεται είτε σε ανεπάρκεια σε μαγνήσιου του εδάφους, είτε σε ανταγωνισμό από υπερβολικό κάλιο. Η διάγνωση γίνεται με ανάλυση φύλλων και εδάφους.



Εικ. 5.4 Τροφοπενία μαγνησίου.



Εικ. 5.5 Τροφοπενία μαγνησίου

Η διόρθωση γίνεται με τη χορήγηση 30ppm MgO με την υδρολίπανση, ενώ συγχρόνως θα γίνονται ψεκασμοί με 1,8% Epsom salt σε μικρού όγκου ψεκαστήρα

και με την προσθήκη προσκολλητικού, ανά 10 ημέρες, μέχρι να εξαφανισθούν τα συμπτώματα από τα νέα φύλλα. Την επόμενη χρονιά θα πρέπει να γίνει η κατάλληλη βασική λίπανση όπως προαναφέρθηκε.

Φωσφόρου

Δεν είναι εύκολη η αναγνώριση των συμπτωμάτων μακροσκοπικά. Χρειάζεται ανάλυση φύλλων.

Η διόρθωση γίνεται με χορήγηση φωσφορικού μοναμμωνίου ή φωσφορικού οξέος (85%P) με την υδρολίπανση.

Ασβεστίου

Η έλλειψη του στοιχείου δεν εμφανίζεται συχνά επειδή τα περισσότερα εδάφη είναι επαρκώς εφοδιασμένα. Στις περιπτώσεις που εμφανίζεται τροφопενία, οφείλεται στον ανεπαρκή ρυθμό απορρόφησης του στοιχείου για την κάλυψη των αναγκών των φυτών. Αυτό συνήθως συμβαίνει τους χειμερινούς μήνες στα θερμοκήπια που δεν έχουν επαρκή αερισμό, επειδή η διαπνοή μειώνεται κυρίως λόγω της υψηλής σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας.

Σιδήρου

Η τροφопενία εμφανίζεται σε ασβεστούχα εδάφη και επιδεινώνεται από μείωση της λειτουργικότητας της ρίζας λόγω συμπίεσης του εδάφους, υπεραρδεύσεων ή κακής στράγγισης. Τα συμπτώματα εμφανίζονται στα νεαρά φύλλα και χαρακτηρίζονται από μεσονεύριο κιτρινοπράσινο μεταχρωματισμό, ενώ και τα μικρότερα νεύρα παραμένουν πράσινα (σχέδιο ψαροκόκαλου).

Η διόρθωση γίνεται με ψεκασμούς με 0,5-1,0% Σεκεστρέν 138 Fe ή εφαρμογή υδρολίπανσης με 5ppm Fe.

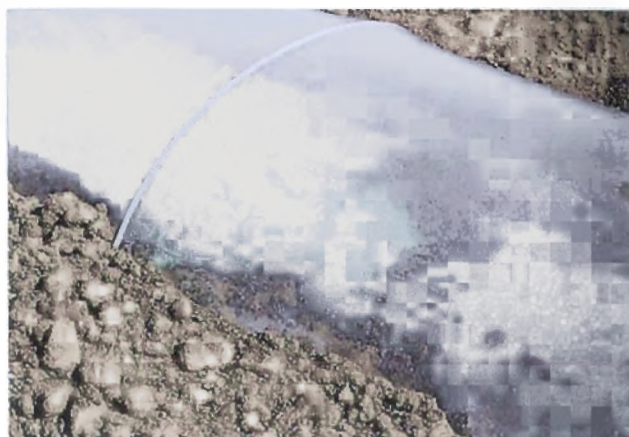
6

ΚΑΡΠΟΥΖΙ

6.1 Γενικά

Το καρπούζι ανήκει στην βοτανική οικογένεια των Κολοκυνθοειδών και δεν έχει διευκρινιστεί ακόμα οριστικά αν πρέπει να θεωρείται σαν ένα γένος καθαυτό, δηλαδή γένος *Citrullus* είδος *citrullus* serv., ή αν θα πρέπει να θεωρείται ότι ανήκει στο γένος *Cucurbita*, δηλαδή γένος *cucurbita* είδος *citrullus* L. Κατά άλλους ονομάζεται *Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf ή *Citrullus vulgaris* Schad.

Το φυτό είναι ετήσιο, με άνθη μονήρη (ανά ένα), αρσενικά και θηλυκά στο ίδιο φυτό (μόνοικο), αλλά μολονότι σπάνια, μπορεί να είναι και “μόνοικο άρρεν”, εφοδιασμένο δηλαδή με άνθη αρσενικά και άνθη τέλεια (ερμαφρόδιτα).



Εικ. 6.1 Καλλιέργεια καρπουζιάς σε χαμηλή κάλυψη

Τα φυτά είναι αυτογονιμοποιούμενα, ενώ η ετερογαμία είναι συχνή, ακόμη και μεταξύ φυτών, που δεν ανήκουν στην ίδια ποικιλία. Η ευκολία με την οποία γίνεται η γονιμοποίηση μεταξύ διαφόρων ποικιλιών υποχρεώνει τους σποροπαραγωγούς να διατηρούν μεγάλες αποστάσεις μεταξύ καλλιεργειών διαφόρων ποικιλιών. Η επικονίαση γίνεται με τις μέλισσες.

Ο καρπός είναι ράγα, και έχει διαφορετικό βάρος, σχήμα και χρώμα, ανάλογα με τις ποικιλίες. Σε εθνικό επίπεδο καλλιεργείται κυρίως η ποικιλία *Galaxy* και τα υβρίδια τύπου *Galaxy*. Επίσης σε σημαντική έκταση, καλλιεργούνται οι ποικιλίες *Sugar Baby*, *Charleston Gray*, *Crimson Sweet*, *Blue Ribbon*, καθώς και τα υβρίδια *Sweet Baby* και *Klondike*.

Η εκλογή των ποικιλιών συχνά δεν γίνεται ελεύθερα, αλλά εξαρτάται από πολυάριθμους παράγοντες, μεταξύ των οποίων ιδιαίτερη σπουδαιότητα έχουν η διάρκεια του βλαστικού κύκλου και η μορφολογία του καρπού.

Το καρπούζι είναι φυτό “μακράς ημέρας” δηλαδή ανθίζει και παράγει καρπούς όταν οι ημέρες έχουν μεγάλη φωτεινή περίοδο. Η άριστη περίοδος φωτισμού διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία. Οι λιγότερο απαιτητικές είναι εκείνες που προσφέρονται περισσότερο για πρωιμότητα, η οποία επιτυγχάνεται σε χρόνο με μικρότερη ημέρα.

Από την σπορά μέχρι την ωρίμανση χρειάζονται 80 – 120 ημέρες με υψηλές θερμοκρασίες. Απαιτείται περισσότερη υγρασία εδάφους απ’ ότι το πεπόνι. Ευδοκμεί καλά σε γόνιμα εδάφη, ελαφριάς έως μέσης σύστασης, πλούσια σε οργανική ουσία, στραγγερά με ελαφρά όξινη αντίδραση. Η περιοχή pH που ευνοεί τη φυσιολογική ανάπτυξη του φυτού είναι 5,0 – 6,2.

Στα εδάφη βαριάς μηχανικής σύστασης το φυτό αναπτύσσεται αργά και ο καρπός είναι κατώτερης ποιότητας. Ανώτατο όριο ηλεκτρικής αγωγιμότητας νερού άρδευσης για τα αμμώδη εδάφη είναι 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

6.2 Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία της καρπουζιάς

Οι ανάγκες σε λιπάσματα αυξάνονται της φορές και εξαιτίας των φαινομένων δέσμευσης (προσρόφησης), που εξασκούνται πάνω στα θρεπτικά στοιχεία από τα συστατικά του εδάφους (τόσο ισχυρότερα, όσο πιο βαριά είναι τα εδάφη), καθώς και των φαινομένων απόπλυσης και απονίτρωσης. Έτσι, αν θα έπρεπε να καλυφθούν με μια προσπαρτική λίπανση τα στοιχεία του εδάφους που αφαιρούνται από τα φυτά, θα ήταν ανάγκη να τετραπλασιαστεί το οξείδιο του φωσφόρου, τουλάχιστον να διπλασιαστεί το άζωτο και να αυξηθεί κατά 50% το οξείδιο του καλίου.

Μελέτες προσδιορισμού των ποσοτήτων μακροστοιχείων, που καταναλώνονται συνολικά από μια καλλιέργεια, έδειξαν ότι για κάθε 100 κιλά καρπών γίνεται μια αφαίρεση από το έδαφος 170 g αζώτου (N), 130 g οξειδίου του φωσφόρου (P_2O_5) και 270 g οξειδίου του καλίου (K_2O), με μια σχέση $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O} = 1:0,8:1,6$. Κατά συνέπεια, μια παραγωγή 5 τόνων για παράδειγμα έχει ανάγκη από 8,5 κιλά αζώτου, 6,5 κιλά οξειδίου του φωσφόρου και 13,5 κιλά οξειδίου του καλίου.

Μετατρέποντας αυτά τα θρεπτικά στοιχεία που αφαιρούνται σε απλά λιπάσματα, βρίσκουμε ότι αντιστοιχούν με 40 κιλά θειικής αμμωνίας περίπου ή γύρω στα 20 κιλά ουρίας, γύρω στα 35 κιλά ανόργανου υπερφωσφορικού 18 – 20 και γύρω στα 35 κιλά θειικού καλίου 40 – 42.

Τέτοια, επίπεδα λίπανσης είναι, βέβαια υπερβολικά, αλλά και αν δεχθούμε ότι συμφέρουν οικονομικά πρέπει να αποφεύγονται. Πραγματικά, επειδή τα λιπάσματα πρέπει να τοποθετηθούν σε συγκεκριμένο βάθος εδάφους, εξαιτίας του περιορισμένου βάθους των ριζών, αντιμετωπίζονται κίνδυνοι φυτοτοξικότητας από υπερβολική αλατότητα του εδάφους. Για μεγαλύτερη απόδοση της λίπανσης, με ποσότητες κατά τον δυνατόν πλησιέστερες της απαιτήσεως απορρόφησης, χρειάζεται να μοιραστούν οι λιπάνσεις, ένα μέρος προσπαρτικά και ένα μέρος κατά τη διάρκεια των βλαστικών και παραγωγικών φάσεων του φυτού.

Πειράματα με ραδιενεργά μακροστοιχεία έδειξαν ότι και στο καρπούζι, της και στα άλλα κολοκυνθοειδή, αυξάνονται προοδευτικά οι απορροφήσεις αζώτου και καλίου, καθώς σιγά σιγά γίνεται εντονότερη η φωτοσύνθεση. Αυτό συμβαίνει όταν το φως και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυξάνουν, δηλαδή, τουλάχιστον της μη προστατευμένες καλλιέργειες, γύρω της 15-20 ημέρες από το φύτευμα (γύρω της 20 – 30 ημέρες από την σπορά) και περίπου στην εποχή της πρώτης αραίωσης των φυτανιών. Η απορρόφηση του οξειδίου του φωσφόρου, αντίθετα γίνεται πιο σταθερά

από την αρχή ως το τέλος της καλλιέργειας και φαίνεται να μην επηρεάζεται από τη φωτοσύνθεση.

Λογαριάζοντας επιπλέον, ότι το οξείδιο του φωσφόρου γίνεται στο έδαφος διαθέσιμο για τα φυτά, με πιο αργό ρυθμό από το άζωτο και από το οξείδιο του καλίου, οι χρόνοι και οι δόσεις λίπανσης που μπορούν να απορροφηθούν είναι:

- Προσπαρτικά: Τα 4/5 του οξειδίου του φωσφόρου, το 1/3 του οξειδίου του καλίου, το 1/3 του αζώτου.
- Κατόπιν, ξεκινώντας από την εποχή του πρώτου αραιώματος, θα καλυφθεί το υπόλοιπο των αναγκών με τμηματικές, εντοπισμένες λιπάνσεις, σύμφωνα με τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στο έδαφος ή και στα εναέρια τμήματα των φυτών (διαφυλλικές λιπάνσεις).

Της προστατευόμενες καλλιέργειες, με εδαφοκάλυψη ή χωρίς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εγκατάσταση άρδευσης για λιπάνσεις με διαλυτά λιπάσματα. Σε αυτήν την περίπτωση, είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται λιπάσματα με σχέση N: P₂ O₅ : K₂ O κατά το δυνατό πλησιέστερη της την 1:0,8:1,6, της το Fogliar K, στη δόση 200-250 g στα 100 λίτρα (κιλά) νερού.

6.3 Λίπανση καρπουζιού

6.3.1 Γενικά

Της όλα τα κολοκυνθοειδή, έτσι και το καρπούζι είναι φυτό υψηλών θρεπτικών απαιτήσεων. Ωστόσο, περισσότερο από της ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία, η ποσότητα των οποίων έχει πια προσδιοριστεί ικανοποιητικά από πολυάριθμες μελέτες, η τεχνική της λίπανσης περιπλέκεται εξαιτίας του σχετικά μικρού βλαστικού κύκλου του φυτού, του επιφανειακού και πολύ μικρού ριζικού συστήματος, συγκριτικά με το υπέργειο τμήμα (στελέχη, φύλλα και καρποί) και της ταχύτητας αύξησης του τελευταίου.

Γι' αυτό, η εκλογή των τύπων των λιπασμάτων, των χρόνων και των τρόπων χορήγησης, καθώς και των δόσεων, πρέπει να είναι προσεκτικότερη από εκείνη που απαιτείται από της καλλιέργειες.

Μεγάλης σπουδαιότητας είναι της η οργανική λίπανση, αφού το υπόστρωμα καλλιέργειας χαρακτηρίζεται συνήθως από ανεπάρκεια χούμου και από υψηλότατο δείκτη ετήσιας καταστροφής του (συνήθως ανώτερο του 2,5%). Της χαρακτηρίζεται από φυσική κατάσταση όχι πάντα άριστη, εξαιτίας εξαντλητικών καλλιεργειών που προηγούνται του καρπουζιού στην αμειψισπορά της σιτάρι, ρύζι και της.

Της στην πεποισιά έτσι και στην καρπουζιά ακολουθείται η ίδια μέθοδος υπολογισμού της ποσότητας των λιπασμάτων. Ειδικά στη λίπανση με κάλιο, φωσφόρο και μαγνήσιο δεν υπάρχουν ουσιώδεις διαφορές, για το λόγο αυτό θα γίνει αναφορά παρακάτω μόνο στη λίπανση με άζωτο και στα σημεία που εμφανίζουν ιδιαιτερότητα.

6.3.2 Λίπανση με άζωτο

Για τη λίπανση της καρπουζιάς τα Ελληνικά δεδομένα είναι ελάχιστα. Ο Παναγιωτόπουλος (1996) μελέτησε την επίδραση της εφαρμογής της υδρολίπανσης στην καρπουζιά. Χορηγήθηκαν έξι επίπεδα N από 0 (μάρτυρας) μέχρι 150ppm N σε

συνδυασμό με 100ppm K_2O από την άνθηση μέχρι την έναρξη της συγκομιδής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι συγκέντρωση αζώτου 90ppm N έδωσε τη βέλτιστη παραγωγή που υπό της συνθήκες του πειράματος ήταν 6ton/στρ. από την πρώτη ομαδική καρπόδεση. Η συνολική ποσότητα N που εφαρμόστηκε με την υδρολίπανση ήταν 6,5 Kg/στρ. Η ποσότητα αυτή είναι κατά 50 – 60% μικρότερη από αυτή που χορηγείται σε καλλιέργειες χωρίς την εφαρμογή υδρολίπανσης. Όπως αναφέρεται στην πεπονια έτσι και στη καρπουζιά η συγκέντρωση αζώτου στα φύλλα κατά την έναρξη της καρπόδεσης ήταν 4,5% στην επέμβαση που έδωσε τη βέλτιστη παραγωγή. Με την έναρξη της συγκομιδής η τιμή αυτή μειώθηκε στο 3,5%. Από τη διεθνή βιβλιογραφία ενδιαφέρον παρουσιάζει η διετής εργασία των Pier και Doerge (1995) στην Αριζόνα με σπορά κατευθείαν στο έδαφος, που περιείχε ελάχιστο άζωτο πριν την εφαρμογή των λιπασμάτων και εφαρμογή υδρολίπανσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν θετική αλληλεπίδραση του αρδευτικού νερού και του αζώτου. Παραγωγή μεγαλύτερη από 11 ton/στρ. επιτεύχθη με χορήγηση 22 – 30 Kg N/στρ. και μύζηση εδαφικού νερού 6 – 8 Kρα. Οι ερευνητές της τονίζουν ότι με μεγαλύτερες ποσότητες υπολειμματικού αζώτου, της συνήθως συμβαίνει στην πράξη η ποσότητα του αζώτου θα πρέπει να μειωθεί. Σε πειράματα καρπουζιού χωρίς υδρολίπανση στα αμμώδη εδάφη της Φλόριδας χορηγούνται 18 Kg N/στρ. (Locasio κ.α, 1972) ή 20 Kg N/στρ. (Brinen κ.α, 1979).



Εικ. 6.2 Επίδραση περίσσειας Αζώτου. Παρουσιάζεται καθυστέρηση στην άνθηση και την καρπόδεση και μείωση παραγωγής

Γενικά, για καλλιέργεια με στάγδην σύστημα και μεταφύτευση προτείνεται η χορήγηση 5-8Kg N/στρ. στις λωρίδες φύτευσης και εφαρμογή 12-20 υδρολιπάνσεων από την άνθηση μέχρι την έναρξη της συγκομιδής με 80-100ppm N. Η συχνότητα των λιπάνσεων αυξάνει με την καρπόδεση. Η συνολική ποσότητα που θα χορηγηθεί επιφανειακά μπορεί να κυμανθεί από 8-12 Kg N/στρ.

6.3.3 Προβλάστηση - Αρχικά διαλύματα

Η καλή θρεπτική κατάσταση των φυταρίων καρπουζιάς είναι βασική προϋπόθεση για την πρωίμηση της παραγωγής και το εύκολο ξεπέραςμα του «στρες» της μεταφύτευσης. Η χορήγηση διαλύματος 100ppm N και ενός υδατοδιαλυτού λιπάσματος της μορφής 30-10-10 σε συγκέντρωση 0,3% και ποσότητα 300ml ανά φυτό, εναλλάξ, δυο φορές την εβδομάδα, κρίνεται ικανοποιητικό στο φυτώριο. Επίσης, η χορήγηση κατά την μεταφύτευση και 10 ημέρες αργότερα ενός αρχικού διαλύματος της μορφής 10-50-10 σε συγκέντρωση 0,3% και ποσότητα 500ml ανά φυτό, συμβάλλει στην καλή εγκατάσταση των φυτών στο έδαφος. Οι παραπάνω επεμβάσεις πρέπει να εφαρμόζονται τόσο στην πεπονιά, όσο και στην τομάτα.

6.4 Τεχνική της λίπανσης

6.4.1 Γενικά

Όταν μιλάμε για τεχνική λίπανσης της καρπουζιάς αναφερόμαστε τόσο στη βασική λίπανση, όσο και στην υδρολίπανση. Τα στοιχεία που αφορούν την τεχνική της καλλιέργειας, βάση των οποίων γίνεται η λίπανση και καταρτίζονται ενδεικτικά προγράμματα υδρολίπανσης είναι τα παρακάτω.

- Το έδαφος καλύπτεται με μαύρο ή άσπρο - μαύρο πλαστικό επί της γραμμής φύτευσης. Κάτω από το πλαστικό εγκαθίσταται το δίκτυο άρδευσης με τους σταλακτήρες.
- Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 1-1,20μ επί της γραμμής και 3,80-4,00μ μεταξύ των γραμμών. Κάθε 4-5 γραμμές υπάρχει διάδρομος 5μ για τις απαιτούμενες καλλιεργητικές φροντίδες. Έτσι, επιτυγχάνεται πυκνότητα φύτευσης 220-240 εμβολιασμένα φυτά καρπουζιού ανά στρέμμα
- Για την αυτόρριξη καρπουζιά οι αποστάσεις φύτευσης είναι 0,6-0,8μ επί της γραμμής και 3,6-3,8μ μεταξύ των γραμμών, δηλαδή πυκνότητα 380-390 φυτά/στρ.
- Η μεταφύτευση στον αγρό των εμβολιασμένων φυτών γίνεται όταν τα φυτά έχουν εκπτύξει το 3^ο ή 4^ο πραγματικό φύλλο.
- Τα εμβολιασμένα σε υποκείμενα κολοκυθιάς φυτά αναπτύσσονται σε όλους τους τύπους εδαφών χωρίς προβλήματα. Πρώιμη παραγωγή έχουμε όμως σε εδάφη αμμοπηλώδη, ελαφριά με ελαφρώς όξινη αντίδραση (pH 5,8 - 6,5). Σε εδάφη με pH μικρότερο από 5 δεν ευνοείται η ανάπτυξη των φυτών και παρουσιάζονται σοβαρά προβλήματα στην καλλιέργεια. Εδάφη πλούσια σε Mn, εμφανίζουν τοξικότητα Mn, με καταστρεπτικά αποτελέσματα. Τα εδάφη αυτά χρειάζονται ασβέστωση πριν την καλλιέργεια.
- Ο αριθμός των ημερών από τη μεταφύτευση ως την ωρίμανση (συγκομιδή) εξαρτάται από το έδαφος, τις κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία), το υποκείμενο, το υβρίδιο ή την ποικιλία που καλλιεργείται καθώς και το επιθυμητό μέγεθος του καρπού. Οι αποδόσεις κυμαίνονται μεταξύ 4 - 7 τον./στρ.
- Το συνολικό μήκος όλων των βλαστών ενός φυτού, για την επίτευξη μέγιστων αποδόσεων, θα πρέπει να είναι 400 - 500 εκ.

- Φυλλοληψία για φυλλοδιαγνωστική θα πρέπει να γίνεται όταν αρχίζει η καρπόδεση. Λαμβάνεται το 5^ο φύλλο από την κορυφή των πρωτευόντων στελεχών.
- Για τη χορήγηση P ισχύει ότι και στη τομάτα θερμοκηπίου.
- Ιχνοστοιχεία χορηγούνται μόνο όταν υπάρχει αποδεδειγμένα έλλειψη από τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής.
- Ώριμα και ποιοτικά αποδεχτά είναι τα καρπούζια που έχουν 9-11% Βrix, κατά μέσο όρο, σε όλο το χυμό του φρούτου.

6.4.2 Βασική λίπανση

Η βασική λίπανση θα πρέπει να γίνεται με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης του εδάφους καθώς και το ιστορικό του αγρού. Οι ποσότητες θα πρέπει να προστίθενται σε όλη την έκταση του αγρού, πριν τη μεταφύτευση και αφού προηγουμένα έχει γίνει κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους.

Αν η προσθήκη των λιπασμάτων γίνει μόνο επί της γραμμής φύτευσης τότε θα πρέπει να προστεθούν οι μισές ποσότητες.

Πίνακας 6.1 Βασική λίπανση καρπουζιού

Τύπος λιπάσματος	Ποσότητα λιπάσματος (Kg/στρ.)	Λιπαντικές μονάδες			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Ουρία 46-0-0	18	8	-	-	-
Θεικό Κάλιο 0-0-50	50	-	-	25	-
Απλό υπερφοσφορικό 0-20-0	80	-	16	-	-
Θεικό μαγνήσιο	50	-	-	-	8

Πηγή: Γεωργία – Κτηνοτροφία 9, 1995. Παρασκευόπουλος και Μπέσσα.

Αν από την ανάλυση του εδάφους προκύψει ότι το pH είναι μικρότερο από 5 τότε πρέπει να γίνεται αύξηση του pH στα επιθυμητά επίπεδα 5,8-6,5 για την καλλιέργεια. Αυτό πραγματοποιείται με την προσθήκη κατάλληλου ασβεστούχου υλικού. Μεγάλη σημασία έχει ο ακριβής προσδιορισμός των αναγκαίων ποσοτήτων που πρέπει να προστεθούν. Αυτό επιτυγχάνεται στο εργαστήριο. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι για την αύξηση του pH κατά 1 μονάδα απαιτούνται ανά στρέμμα 160Kg. Οξειδίο ασβέστου ή 300Kg. ανθρακικό ασβέστιο ή 220χγρ. υδροξείδιο ασβέστου σ' ένα αμμοπηλώδες έδαφος.

Οι ενδεικτικές ποσότητες των λιπασμάτων που συνήθως προστίθενται στη βασική λίπανση φαίνονται στον πίνακα 6.1. Αν το έδαφος δεν είναι όξινο μπορεί να προστεθεί θεική αμμωνία στη θέση της ουρίας σε ποσότητα 35-40Kg/στρ.

Στη βασική λίπανση μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλοι τύποι λιπασμάτων, όπως 11-15-15 μαζί με θεικό μαγνήσιο ή 12-12-12 και θεικό μαγνήσιο ή 0-20-0 μαζί με καλιομαγνήσιο πάντα σε ποσότητες τέτοιες που να μας δίνουν τις λιπαντικές μονάδες σε N, P₂O₅, K₂O και MgO που αναφέρονται στον πίνακα 6.1. Αν το έδαφος είναι αλκαλικό τότε συνίσταται και η προσθήκη βόρακα σε δόση 50 - 300 g/στρ.

6.4.3 Επιφανειακή λίπανση

Σ' ένα πρόγραμμα υδρολίπανσης καρπουζιού οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων που απαιτούνται διαφοροποιούνται ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

Τα κυριότερα στάδια ανάπτυξης είναι:

1. **Στάδιο 1^ο** : Από τη μεταφύτευση ως το ξεσκέπασμα των φυτών (απομάκρυνση πλαστικού κάλυψης).
2. **Στάδιο 2^ο** : Από το ξεσκέπασμα ως την άνθηση.
3. **Στάδιο 3^ο** : Από την άνθηση ως την ολοκλήρωση της καρπόδεσης.
4. **Στάδιο 4^ο** : Από την ολοκλήρωση της καρπόδεσης ως την ωρίμανση.
5. **Στάδιο 5^ο** : Από την ωρίμανση ως την ολοκλήρωση της συγκομιδής.

Ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης για το 2^ο, 3^ο και 4^ο στάδιο ανάπτυξης του φυτού δίνονται στους πίνακες 6.2, 6.3 και 6.4 αντίστοιχα. Στους πίνακες δίνονται δυο εναλλακτικές προτάσεις (Α) και (Β) όσον αφορά τον τύπο και την ποσότητα του χρησιμοποιούμενου λιπάσματος.

Στο 1^ο Στάδιο ανάπτυξης των φυτών γίνεται χορήγηση πυκνών σκευασμάτων φωσφόρου σε αφομοιώσιμη μορφή με ριζοπότισμα (300 κ.εκ. διαλύματος ανά φυτό). Αυτό γίνεται για να βοηθηθεί το φυτό να ξεπεράσει το σοκ που υφίσταται κατά τη μεταφύτευση, καθώς και για την ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος με στόχο την πρωίμηση της καλλιέργειας. Το πρώτο ριζοπότισμα γίνεται αμέσως με τη μεταφύτευση και το άλλο δυο εβδομάδες μετά. Χρησιμοποιείται φωσφορικό μονοαμμώνιο (MAP, 12-60-0) σε αναλογία 3-5Kg/m³ νερού. Μπορεί επίσης, να χρησιμοποιηθεί φωσφορικό διαμμώνιο (DAP, 20-53-0) ή άλλο πλούσιο σε φωσφόρο λίπασμα (10-50-10, 12-48-6).



Εικ. 6.3 Στάδιο 1^ο. Από τη μεταφύτευση μέχρι το ξεσκέπασμα

Όπως φαίνεται στους πίνακες, στο 2^ο και 3^ο Στάδιο οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων, καθώς και η ποσότητα του χρησιμοποιούμενου διαλύματος είναι μειωμένες για να αποφεύγεται υπερβολική ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας η οποία λειτουργεί ανασταλτικά στη γρήγορη και καλή καρπόδεση που στόχο έχει την πρωίμηση της παραγωγής. Κατά τη διάρκεια του 2^{ου} και 3^{ου} σταδίου συνιστάται επίσης, η χορήγηση χουμικών και φουλβικών οξέων και αμινοξέων μέσω της υδρολίπανσης, διότι οι ενώσεις αυτές ενεργοποιούν τη μικροβιακή χλωρίδα στο ενεργό ριζόστρωμα και αυξάνουν τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων με αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξη του φυτού.



Εικ. 6.4 Στάδιο 2^ο Από το ξεσκέπασμα ως την άνθηση



Εικ. 6.5 Στάδιο 3^ο Από την άνθηση μέχρι την ολοκλήρωση της καρπόδεσης

Στο 4^ο Στάδιο, οι απαιτήσεις των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία είναι αυξημένες. Με την αύξηση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων (Πίνακας 6.4) στο διάλυμα επιτυγχάνεται:

- Γρήγορη ανάπτυξη των καρπών.
- Αύξηση βάρους καρπών.
- Αύξηση της περιεκτικότητας των καρπών σε σάκχαρα
- Πρωίμιση της παραγωγής.

Δυο- τρεις ημέρες πριν την έναρξη της συγκομιδής σταματά η χορήγηση θρεπτικού διαλύματος στα φυτά.



Εικ. 6. 6 Στάδιο 4₀. Από την ολοκλήρωση της καρπόδεσης ως την ωρίμανση



Εικ. 6.7 Στάδιο 4₀. Από την ολοκλήρωση της καρπόδεσης ως την ωρίμανση

Στο 5^ο Στάδιο, από την ωρίμανση ως την ολοκλήρωση της συγκομιδής, δεν γίνεται χορήγηση θρεπτικών στοιχείων στα φυτά. Παρέχεται μόνο νερό. Το συνιστώμενο πρόγραμμα υδρολίπανσης στο στάδιο 2,3 και 4 φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.



Εικ. 6.8 Κατά το 5₀στάδιο, από ωρίμανση μέχρι συγκομιδή, δεν γίνεται λίπανση

Πίνακας 6.2 Υδρολίπανση στο 2^ο στάδιο ανάπτυξης του καρπουζιού (από το ξεσκεπάσμα ως την άνθηση)

Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα (ppm)			Τύπος λιπάσματος	Ποσότητες λιπάσματος (g/m ³ νερού άρδευσης)		Συχνότητα λίπανσης	Ποσότητ. δ/τος (m ³ /στρ)	Λιπαντικές μονάδες			
N	K ₂ O	MgO		A ¹	B ²			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
			Νιτρική αμμωνία 33,5-0-0	197							
			Νιτρική άσβεστος 15,5-0-0		293						
100	120	30	Νιτρικό κάλιο 13-0-46	261	261	3 λιπάνσεις	6 ³	0,59		0,72	0,17
			Θεικό μαγνήσιο 16%MgO	187							
			Νιτρικό μαγνήσιο 11%N-NO ₃ , 16%MgO		187						

^{1,2} Δυο εναλλακτικές προτάσεις (A ή B). ³ Ο υπολογισμός έχει γίνει για 230 φυτά/στρ. και 460 σταλάκτες με παροχή 4 l/ώρα

Πίνακας 6.3 Υδρολίπανση στο 3^ο στάδιο ανάπτυξης του καρπουζιού (από την άνθηση ως την ολοκλήρωση της καρπώδεσης)

Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα (ppm)			Τύπος λιπάσματος	Ποσότητες λιπάσματος (g/m ³ νερού άρδευσης)		Συχνότητα λίπανσης	Ποσότητ. Δ/τος (m ³ /στρ)	Λιπαντικές μονάδες			
N	K ₂ O	MgO		A ₁	B ₂			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
			Νιτρική αμμωνία 33,5-0-0	137							
			Νιτρική άσβεστος 15,5-0-0		165						
80	120	30	Νιτρικό κάλιο 13-0-46	261	261	2 λιπάνσεις	4 ³	0,32		0,48	0,11
			Θεικό μαγνήσιο 16%MgO	187							
			Νιτρικό μαγνήσιο 11%N-NO ₃ , 16%MgO		187						

^{1,2} Δυο εναλλακτικές προτάσεις (A ή B). ³ Ο υπολογισμός έχει γίνει για 230 φυτά/στρ. και 460 σταλάκτες με παροχή 4 l/ώρα

Πηγή: (Πίνακας 6,2– 6,3) Γεωργία – Κτηνοτροφία 9, 1995. Παρασκευόπουλος και Μπέσσα.

Πίνακας 6.4 Υδρολίπανση στο 4^ο στάδιο ανάπτυξης του καρπουζιού (από την άνθηση ως την ολοκλήρωση της καρπόδεσης)

Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα (ppm)			Τύπος λιπάσματος	Ποσότητες λιπάσματος (g/m ³ νερού άρδευσης)		Συχνότητα λίπανσης	Ποσότη. δ/τος (m ³ /στρ)	Λιπαντικές μονάδες			
N	K ₂ O	MgO		A ₁	B ₂			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
			Νιτρική αμμωνία 33,5-0-0	206							
			Νιτρική άσβεστος 15,5-0-0		269	κάθε 2 ^η και στη συνέχεια					
120	180	40	Νιτρικό κάλιο 13-0-46	391	391	σε κάθε άρδευση	110 ³	13,8		19,8	4,4
			Θεικό μαγνήσιο 16%MgO	250							
			Νιτρικό μαγνήσιο 11%N-NO ₃ , 16%MgO		250						

Πηγή: Γεωργία – Κτηνοτροφία 9, 1995. Παρασκευόπουλος και Μπέσσα.

Δεύτερο ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης καρπουζιού με χαμηλή κάλυψη

Το ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης που αναφέρεται παρακάτω έχει καταρτιστεί με βάση τα εξής:

- Το έδαφος έχει καλυφθεί με μαύρο πλαστικό, η πυκνότητα φύτευσης είναι 120 - 150 φυτά/στρ. και τα φυτά είναι εμβολιασμένα σε κολοκύθι.
- Η βασική λίπανση θα πρέπει να βασίζεται στην ανάλυση του εδάφους και στο ιστορικό του αγρού. Οι ποσότητες που προτείνονται αφορούν όλη την έκταση του αγρού. Αν η ενσωμάτωση γίνει στις γραμμές φύτευσης, οι ποσότητες πρέπει να μειωθούν στο μισό.
- Χορηγείται πυκνό θρεπτικό διάλυμα (δόση 0,3 l/φυτό) και αμέσως ακολουθεί πότισμα, οπότε πρακτικά η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στο εδαφοδιάλυμα μειώνεται στα κανονικά επίπεδα (δεν μπορεί επομένως να προσδιοριστεί ακριβώς).
- Mg χορηγείται με βάση τη φυλλοδιαγνωστική ή την ύπαρξη συμπτωμάτων τροφопενίας Mg.
- Η ποσότητα θρεπτικού διαλύματος και ο αριθμός των λιπαντικών μονάδων εξαρτώνται από την ποσότητα του χορηγούμενου αρδευτικού νερού, την ανάπτυξη της καλλιέργειας και την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους.

Το συνιστώμενο λοιπόν πρόγραμμα φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6.5 Ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης καρπουζιού

τάδια αλλιέργειας	Σχόλια	Συγκέντρωση Θ.Σ. στο διάλυμα εφαρμογής (ppm)			Λιπάσματα	Ποσότητες λιπασμάτων (g/m ³ νερού άρδευσης)	Συχνότητα εφαρμογής	Συνολική ποσότητα διαλ/τος κατά στάδιο (m ³ /στρ.) ⁵	Λιπαντικές Μονάδες υδρολίπανσης				
		N	K ₂ O	MgO					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
ασική λίπανση	40 Kg/στρ.	21-0-0,	δηλαδή	N:	8 μονάδες								
	80 Kg/στρ.	0-20-0,	δηλαδή	P ₂ O ₅ :	16 μονάδες								
	50 Kg/στρ.	0-0-48,	δηλαδή	K ₂ O:	24 μονάδες								
	30 Kg/στρ.	κιζερίτη,	δηλαδή	MgO:	8 μονάδες								
° Κατά τη σταφυτεύση έχρι το εσκέπασμα των υτών από το λαστικό	Χορήγηση αφομοιώσιμου φωσφόρου κοντά στις ρίζες των φυταρίων. Στόχος η επιμήκυνση των ριζών και η προώθηση της καλλιέργειας	*	*		Λίπασμα του τύπου 10-(40-50)-15	5000 (Δόση 0,3l/φυτό)	Γίνονται 2 ριζοποτίσματα (το 2 ^ο μετά από 10 ημέρες)	0,3	αμελητέες				
1 Από το ροηγούμενο έχρις ότου τα 2 ^ο άρπουζι	Στο στάδιο αυτό τα φυτά έχουν απαιτήσεις σε N και επιδιώκεται η γρήγορη και μεγάλη ανάπτυξη των βλαστών και της φυλλικής επιφάνειας, ώστε μετά την καρπόδεση να καλυφθούν οι ανάγκες σε υδατάνθρακες και N των καρπών	100	100	25	34,5-0-0 13-0-46 MgSO ₄ ·7H ₂ O	214 217 156	Σε κάθε άρδευση	50	5	-	5	1	
2 Από το ροηγούμενο στάδιο μέχρις ότου τα 2/3 των ρούτων έχουν υγκομιστεί	Στο στάδιο αυτό επιδιώκεται η γρήγορη ανάπτυξη των καρπών και συγχρόνως η αύξηση των σακχάρων του χυμού τους	100	150	25	34,5-0-0 13-0-46 MgSO ₄ ·7H ₂ O	120 320 156	Στην αρχή σε κάθε άρδευση και στη συνέχεια σε κάθε 2 ^η άρδευση	100	10	-	15	3	
3 Από το ροηγούμενο στάδιο μέχρι το τέλος της υγκομιδής	Δε χορηγούνται θρεπτικά στοιχεία	Χορηγείται καθαρό νερό											
Συνολο λιπαντικών μονάδων με την υδρολίπανση									15	-	20	4	

Πηγή: Γεωργική Τεχνολογία. Αφ. Λίπανση – Θρέψη (Παναγιωτόπουλος, 1995)

Τρίτο ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης

Το τρίτο ενδεικτικό πρόγραμμα αναφέρεται σε επιφανειακές λιπάνσεις που ξεκινούν από το στάδιο της καρπόδεσης, γίνονται μέσω του συστήματος άρδευσης και είναι το εξής:

- 8,10 Kg N/στρέμμα
- 4 Kg P₂O₅/στρέμμα
- 10 Kg K₂O/στρέμμα

Γενικές παρατηρήσεις

1. Στα όξινα εδάφη να προτιμάται η χρήση της νιτρικής ασβέστου ενώ στα αλκαλικά της νιτρικής αμμωνίας. Η νιτρικά αμμωνία περιέχει 16,75% αμμωνιακό άζωτο και 16,75% νιτρικό άζωτο και έχει όξινη αντίδραση, ενώ η νιτρική άσβεστος περιέχει 15,5% νιτρικό άζωτο και έχει αλκαλική αντίδραση.
2. Το θειικό μαγνήσιο δημιουργεί προβλήματα όταν αναμειγνύεται με τη νιτρική άσβεστο. Θα πρέπει να προτιμάται η χρησιμοποίηση του νιτρικού μαγνησίου διότι έχει υψηλή διαλυτότητα στο νερό.

6.5 Φυλλοδιαγνωστική

Ιχνοστοιχεία χορηγούνται στα φυτά μόνο όταν υπάρχει έλλειψη με βάση τα αποτελέσματα φυλλοδιαγνωστικής. Η δειγματοληψία των φύλλων γίνεται κατά το στάδιο ανάπτυξης του πρώτου καρπού και λαμβάνεται το 6^ο φύλλο (μαζί με το μίσχο του) από την κορυφή. Στον πίνακα 6.6 αναφέρονται οι φυσιολογικές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων σε φύλλα καρπουζιάς.

Πίνακας 6.6 Φυσιολογικές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων σε φύλλα καρπουζιάς

Θρεπτικό στοιχείο	Επάρκεια
N	2,5-4,5%
NO ₃ -N	0,5-0,9%
P	0,3-0,7%
K	2,5-3,7%
Ca	2,5-5,5%
Mg	0,6-0,8%
S	0,3-0,5%
Fe	120-335 ppm
Zn	20-60 ppm
Mn	60-240 ppm
B	30-80 ppm
Cl	50-100 ppm
Mo	0,5-1 ppm

Πηγή: Εγχειρίδιο καλλιεργητή. Θεοδώρου, Πασχαλίδης, 1999.

Έτσι, η παρακολούθηση της θρεπτικής κατάστασης των φυτών με τη φυλλοδιαγνωστική έχει μεγάλη σημασία, για τον καθορισμό της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα.

Οι προτεινόμενες τιμές για εφαρμογή φυλλοδιαγνωστικής στο καρπούζι δίνονται στον πίνακα 6.7.

Πίνακας 6.7 Προτεινόμενες τιμές για εφαρμογή φυλλοδιαγνωστικής στο καρπούζι

Θρεπτικό στοιχείο	Κρίσιμη τιμή	Επάρκεια
N (%)	2,0	2,5-4,5
NO ₃ -N (%)	-	0,5-0,9
P (%)	0,25	0,3-0,7
K (%)	2,0	2,5-3,7
Ca (%)	-	2,2-3,5
Mg (%)	0,15	0,6-1,2
Cu (ppm)	4	5-8
Zn (ppm)	17	20-60
Mn (ppm)	15	60-240
Fe (ppm)	-	120-335
B (ppm)	20	30-80

Πηγή: Γεωργική Τεχνολογία. Αφ. Λίπανση – Θρέψη (Παναγιωτόπουλος, 1995)

6.6 Τροφοπενίες - τοξικότητες

6.6.1 Τοξικότητα Μαγγανίου

Συμπτώματα τοξικότητας Mn εντοπίζονται σε φύλλα και στελέχη του φυτού. Αρχικά, εμφανίζονται στη βάση του φυτού και επεκτείνονται γρήγορα προς την κορυφή. Στα φύλλα παρατηρείται στην αρχή μια μεσονεύρια χλώρωση και αργότερα εμφανίζονται νεκρωτικές κηλίδες. Τελικά, ολόκληρο το έλασμα του φύλλου ξεραίνεται. Τα νεύρα στην κάτω επιφάνεια των φύλλων αποκτούν χρώμα καστανό και παρουσιάζουν ραβδωτές νεκρώσεις.



Εικ. 6.9 Συμπτώματα τοξικότητας μαγγανίου



Εικ. 6.10 Συμπτώματα τοξικότητας μαγγανίου

Στα στελέχη έχουμε εμφάνιση νεκρωτικών κηλίδων, αρχικά στη βάση του φυτού, οι οποίες σιγά σιγά επεκτείνονται προς την κορυφή. Παρατηρείται καθυστέρηση της βλάστησης, μείωση παραγωγής και σε έντονη τοξικότητα δεν έχουμε καρπόδεση.

Συνθήκες εμφάνισης. Η τοξικότητα μαγγανίου εμφανίζεται σε εδάφη πολύ όξινα (pH μικρότερο από 5) με μεγάλη περιεκτικότητα μαγγανίου, κακώς στραγγιζόμενα και υπερβολικά αρδευόμενα. Κάτω από τις συνθήκες αυτές έχουμε δημιουργία αναγωγικού περιβάλλοντος και αναγωγή του Mn^{4+} σε Mn^{2+} το οποίο απορροφάται εύκολα από τα φυτά.

Στην καλλιέργεια του καρπουζιού με χαμηλή κάλυψη, γίνεται κάλυψη του εδάφους με μαύρο πλαστικό για την παρεμπόδιση ανάπτυξης ζιζανίων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να έχουμε κακό αερισμό του εδάφους και υγρασία στο έδαφος, τα οποία ευνοούν τη δημιουργία αναγωγικού περιβάλλοντος.

Αντιμετώπιση. Συνιστώνται τα παρακάτω μέτρα:

1. Ασβέστωση του εδάφους για αύξηση του pH. Ασβέστωση πρέπει να γίνεται από τις αρχές του Φθινοπώρου με τις πρώτες βροχές, για να έχουμε το αναμενόμενο αποτέλεσμα.
2. Καλή στράγγιση του εδάφους.
3. Η άρδευση θα πρέπει να γίνεται σε τακτά και καθορισμένα χρονικά διαστήματα (όχι υπερβολικές αρδεύσεις).
4. Χορήγηση νιτρικής ασβέστου σε δοσολογία 700 g/m^3 νερού μέσω της υδρολίπανσης.
5. Αποφυγή χρησιμοποίησης οξινοποιών λιπασμάτων μέσω της υδρολίπανσης (νιτρική αμμωνία, MAP).
6. Σε περίπτωση που έχουν έντονη τοξικότητα, απομάκρυνση του μαύρου πλαστικού από το έδαφος ώστε ν' αποφύγουμε τη δημιουργία αναγωγικού περιβάλλοντος. Αυτό όμως ορισμένες φορές είναι πρακτικά αδύνατο γιατί έχουμε ανάπτυξη πολλών ζιζανίων.

6.6.2 Τροφοπενία Μαγνησίου

Τα συμπτώματα τροφοπενίας Mg εμφανίζονται αρχικά στα παλαιότερα φύλλα κοντά στη βάση του φυτού. Τα νεύρα των φύλλων παραμένουν πράσινα, ενώ η περιοχή μεταξύ των νεύρων αποκτά κίτρινο χρώμα. Έχουμε δηλαδή εμφάνιση μεσονεύριων χλωρώσεων. Οι μεσονεύριες χλωρώσεις στη συνέχεια αποκτούν καστανό χρώμα και ξηραίνονται. Τα φύλλα γίνονται εύθραυστα και έχουν την τάση να κάμπτονται προς τα πάνω.



Εικ. 6.11 Συμπτώματα τροφοπενίας μαγνησίου



Εικ. 6.12 Συμπτώματα τροφοπενίας μαγνησίου

Όταν οι καρποί αυξάνουν σε βάρος τα συμπτώματα στα φύλλα γίνονται πιο έντονα. Σε καλλιέργεια καρπουζιού με υπερβολικό φορτίο είναι χαρακτηριστική η εικόνα μιας κίτρινης νοητής γραμμής κατά μήκος της γραμμής φύτευσης. Δεν παρατηρούνται συμπτώματα ούτε στους βλαστούς, ούτε στους καρπούς.

Συνθήκες εμφάνισης. Η τροφοπενία Mg εμφανίζεται κυρίως σε εδάφη ελαφρά (αμμώδη, αμμωπηλώδη) ή όξινα, καθώς και σε όξινα εδάφη σε υγρές περιοχές.

Εμφανίζονται ακόμη και σε εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο, καθώς και σε εδάφη που έχουν δεχτεί υπερβολικές καλιούχες λιπάνσεις. Υψηλές συγκεντρώσεις K^+ , Ca^{++} και NH_4^+ ανταγωνίζονται με το Mg^{++} και μπορεί να προκαλέσουν τροφοπενία Mg.

Αντιμετώπιση. Συνιστώνται τα παρακάτω μέτρα:

1. Χορήγηση στη βασική λίπανση θεικού μαγνησίου σε ποσότητα 40 - 50 Kg/στρ.
2. Χορήγηση μαγνησίου είτε υπό μορφή νιτρικού είτε υπό μορφή θεικού μαγνησίου μέσω της υδρολίπανσης σε δόση 300 g/m³ νερού.
3. Διαφυλλικοί ψεκασμοί με θεικό ή νιτρικό μαγνήσιο σε αναλογία 1 - 1,5%. Τρεις με τέσσερις ψεκασμοί ανά 10 ημέρες θεωρούνται αποτελεσματικοί.

6.6.3 Τροφοπενία ασβεστίου

Συμπτώματα. Στα νεαρά φύλλα εμφανίζεται μικροφυλλία, κιτρίνισμα και νέκρωση των κορυφών τους. Επίσης, οι ακραίοι οφθαλμοί νεκρώνονται και οι ιστοί κάτω από τον ακραίο οφθαλμό παρουσιάζουν νεκρωτικές κηλίδες. Οι βλαστοί είναι λεπτοί.

Στους καρπούς έχουμε λέπτυνση και επιφανειακή νέκρωση του τμήματος που βρίσκεται απέναντι από τον ποδίσκο στην κορυφή του καρπουζιού. Το σύμπτωμα αυτό είναι γνωστό σαν «ξηρή κορυφή». Στους καρπούς ποικιλιών και υβριδίων τύπου Galaxy, τα συμπτώματα εμφανίζονται σπάνια, ενώ είναι συνηθέστερα στις ποικιλίες που παράγουν επιμήκεις καρπούς. Είναι δυνατόν να έχουμε συμπτώματα στους καρπούς χωρίς αυτά να είναι εμφανή στα φύλλα και τους βλαστούς.

Η «ξηρή κορυφή» οφείλεται στη μειωμένη τροφοδότηση με ασβέστιο των ταχέως αναπτυσσομένων καρπών. Μειωμένη τροφοδότηση μπορεί να έχουμε είτε λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας του εδάφους σε ασβέστιο, είτε λόγω της επίδρασης διαφόρων παραγόντων που διαταράσσουν την κανονική πρόσληψη ασβεστίου από τα φυτά.

Συνθήκες εμφάνισης. Παρουσιάζεται σε εδάφη όξινα, φτωχά σε ασβέστιο και ελαφρά (αμμώδη).

Συνθήκες που ευνοούν την εμφάνιση συμπτωμάτων είναι:

1. Υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία κατά την περίοδο ανάπτυξης των καρπών. Όταν μάλιστα αυτές ακολουθούνται από ψυχρές και υγρές ημέρες τα συμπτώματα είναι εντονότερα.
2. Η υψηλή συγκέντρωση διαλυτών αλάτων (NH_4^+ , K^+ , Mg^{++} , Na^+) στο έδαφος ή στο νερό της άρδευσης.
3. Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση και ιδιαίτερα η αμμωνιακή.

Αντιμετώπιση. Συνιστώνται τα παρακάτω μέτρα:

1. Ασβέστωση του εδάφους πριν από την καλλιέργεια αν αυτό είναι όξινο και έχει μικρή περιεκτικότητα σε ασβέστιο.

2. Ψεκασμοί κατά την περίοδο ανάπτυξης των φυτών και των καρπών με διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου σε αναλογία 0,4%. Το χλωριούχο ασβέστιο δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε μεγάλες δόσεις γιατί υπάρχει κίνδυνος εγκαυμάτων. Οι ψεκασμοί θα πρέπει ν' αρχίζουν από την εμφάνιση της πάθησης και να συνεχίζονται καθόλη την περίοδο γρήγορης ανάπτυξης των καρπών.
3. Κανονικά ποτίσματα με καλής ποιότητας νερό.
4. Μείωση της αζωτούχου λιπάνσεως. Το άζωτο να χορηγείται υπό μορφή νιτρικών και όχι αμμωνιακών λιπασμάτων.
5. Χρησιμοποίηση ποικιλιών και υβριδίων που δεν είναι ευπαθείς στην πάθηση.
6. Καλή στράγγιση των υγρών εδαφών.
7. Προσθήκη οργανικής ουσίας στα αμμώδη εδάφη.

6.6.4 Τροφοπενία Καλίου

Συμπτώματα. Παρατηρείται καθυστέρηση ανάπτυξης των φυτών και μειωμένη παραγωγή. Τα φύλλα παίρνουν ανοικτό πράσινο χρώμα. Οι κορυφές των παλαιότερων φύλλων γίνονται χλωρωτικές και αργότερα νεκρώνονται. Οι βλαστοί είναι λεπτοί και παρουσιάζονται σ' αυτούς επιμήκη σχισίματα. Οι καρποί πιθανόν να παρουσιάσουν σχίσσιμο στην κορυφή.



Εικ. 6.13 Αγνώστου αιτίου μη παρασιτική, πάθηση



Εικ. 6.14 Αγνώστου αιτίου μη παρασιτική, πάθηση

Συνθήκες εμφάνισης. Η έλλειψη καλίου εμφανίζεται κυρίως σε βαριά ασβεστούχα εδάφη, σε εδάφη αμμώδη, καθώς και σε όξινα ελαφρά εδάφη.

Η διαθεσιμότητα του καλίου στο έδαφος επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

- Από την οργανική ουσία, καθότι αυτή μειώνει την ποσότητα του διαθέσιμου καλίου.
- Από την περιεκτικότητα του εδάφους σε ασβέστιο. Η ασβέστωση του εδάφους αυξάνει τη δέσμευση του καλίου.
- Από το pH του εδάφους. Όταν μειώνεται το pH, μειώνεται και η δέσμευση του καλίου.
- Από τη χορήγηση υπερβολικής αζωτούχου λιπάνσεως. Η αύξηση των αζωτούχων λιπάνσεων, όταν η περιεκτικότητα σε κάλιο στο έδαφος είναι χαμηλή, μπορεί να προκαλέσει τροφοπενία καλίου.
- Από την υγρασία του εδάφους. Η ξήρανση του εδάφους και οι εναλλαγές στην υγρασία μειώνουν τη διαθεσιμότητα του καλίου.

Αντιμετώπιση. Συνιστώνται τα παρακάτω μέτρα:

- Προσθήκη καλιούχων λιπασμάτων πριν από τη φύτευση (βασική λίπανση).
- Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών χορήγηση νιτρικού καλίου (13-0-46) με το νερό της άρδευσης σε δόση 500-600 g/m³ νερού.
- Διαφυλλικοί ψεκασμοί με νιτρικό κάλιο 1% βοηθούν τα φυτά. Καλύτερα αποτελέσματα έχουμε με την εφαρμογή καλίου από το έδαφος.
- Συχνές καλιούχες λιπάνσεις σε εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία.
- Αποφυγή πλούσιας αμμωνιακής αζωτούχου λιπάνσεως.

6.6.5 Τροφοπενία σιδήρου

Συμπτώματα. Τα νεαρά φύλλα γίνονται χλωρωτικά. Η περιοχή μεταξύ των νεύρων γίνεται χλωρωτική, ενώ τα νεύρα παραμένουν πράσινα. Σε έντονη έλλειψη το έλασμα ολόκληρο (ακόμη και τα νεύρα) παίρνει κίτρινο προς λευκό χρώμα.



Εικ. 6.15 Συμπτώματα τροφοπενίας σιδήρου

Συνθήκες εμφάνισης. Παρατηρείται σε εδάφη αλκαλικά με μεγάλη περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο, καθώς στραγγιζόμενα ή υπεραρδευόμενα. Άλλοι παράγοντες που ευνοούν την έλλειψη σιδήρου είναι:

- Υπερβολικές φωσφορικές λιπάνσεις.
- Υψηλή συγκέντρωση ορισμένων στοιχείων (Mn, Zn, Cu) σε όξινα εδάφη.

- Υπερβολικά υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους.

Αντιμετώπιση. Συνιστώνται τα παρακάτω μέτρα:

1. Προσθήκη στο έδαφος ή στο νερό άρδευσης χημικών ενώσεων του σιδήρου. Πιο αποτελεσματική μορφή για εφαρμογή στο έδαφος είναι η Fe-EDHA.
2. Διαφυλλικοί ψεκασμοί με χηλικές ενώσεις σιδήρου.

6.6.6 Λοιπές μη παρασιτικής φύσεως παθήσεις

Συμπτώματα. Οι καρποί παρουσιάζουν εξωτερικά ανώμαλη επιφάνεια και αλλοίωση του χρώματός του.

Σε τομή του καρπού παρατηρείται καστανός μεταχρωματισμός ο οποίος συνήθως εμφανίζεται κατά θέσεις και πολλές φορές προχωρά προς τη σάρκα. Οι μεταχρωματισμένες περιοχές είναι σκληρότερες και φελλώδεις.

Τα αίτια δεν έχουν ακόμα διευκρινισθεί. Από αναλύσεις δειγμάτων σε εργαστήρια δεν έχουν απομονωθεί παθογόνα (ιοί, βακτήρια ή μύκητες).

Συνθήκες εμφάνισης. Έχει παρατηρηθεί, στην πράξη, ότι η υπερβολική και αλόγιστη χρήση λιπασμάτων (κυρίως αζωτούχων), η υψηλή υγρασία εδάφους και ατμόσφαιρας και το υπερβολικό φορτίο ευνοούν την πάθηση.

Πιθανόν το υποκείμενο, καθώς και η ποικιλία ή το υβρίδιο που καλλιεργείται να έχουν σχέση με τη συχνότητα και την ένταση εμφάνισης των συμπτωμάτων.

Αντιμετώπιση. Σε περίπτωση που αποκλεισθεί η ύπαρξη παθογόνου, η ορθολογική χρήση των λιπασμάτων έχει παρατηρηθεί ότι μειώνει το πρόβλημα.

7 ΠΕΠΟΝΙ

7.1 Γενικά

Το πεπόνι ανήκει στην βοτανική οικογένεια των Κολοκυνθοειδών και φέρει την επιστημονική ονομασία *Cucumis melo*. Είναι φυτό μόνικο δικλινές. Τα αρσενικά άνθη βρίσκονται σε ομάδες ενώ τα θηλυκά μόνα τους. Μερικές ποικιλίες έχουν και ερμαφρόδιτα άνθη. Η γύρη τους μεταφέρεται με τις μέλισσες ή με άλλα έντομα. Καλλιεργείται ως υπαίθριο ξηρικό πεπόνι ή ως υπαίθριο ποτιστικό πεπόνι, κυρίως σε χαμηλή κάλυψη και στο θερμοκήπιο (υποστρωμένη καλλιέργεια), σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας, εκτός από τις υψηλές ορεινές. Απαιτεί ήλιο, ζέστη, ξηρή ατμόσφαιρα και δροσερές εδαφικές συνθήκες (έδαφος με αρκετή υγρασία).

Ευδοκίμει καλά σε γόνιμα και δροσερά εδάφη ελαφριάς έως μέσης οργανικής σύστασης, καλά δουλεμένα με pH 5,9-7,2 (7,5). Τα όρια αντοχής στην αλατότητα του αρδευτικού νερού σε αμμώδη εδάφη είναι 2.500μS/cm. Μεταξύ σποράς και ωρίμανσης του πρώτου καρπού χρειάζονται συνήθως 80-110 ημέρες.



Εικ. 7.1 Καλλιέργεια πεπονιού με χαμηλή κάλυψη

Μεγάλες ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά έχει την περίοδο από το δέσιμο των πρώτων καρπών μέχρι την ωρίμανσή τους. Η δοσολογία προσαρμόζεται, όπως σε όλες τις καλλιέργειες, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης εδάφους. Η βασική λίπανση γίνεται με το βαθύ όργωμα το φθινόπωρο όπου προστίθεται η κοπριά (ή κομπόστ), ο φώσφορος, το κάλιο και το μαγνήσιο ενώ το άζωτο χορηγείται λίγο πριν τη σπορά ή τη φύτευση.

7.2 Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία της πεπονιας

Οι ανάγκες της πεπονιας σε θρεπτικά στοιχεία κυμαίνονται ανάλογα με τις συνθήκες καλλιέργειας (έδαφος, αρδευόμενη ή μη αρδευόμενη καλλιέργεια, αρδευτικό σύστημα που χρησιμοποιείται, διάρκεια καλλιέργειας). Στον πίνακα 7.1 δίδονται οι ποσότητες που η καλλιέργεια πεπονιας απορροφά υπό διαφορετικές συνθήκες. Από τα δεδομένα προκύπτει ότι το κάλιο είναι ποσοτικά το σημαντικότερο στοιχείο ακολουθούμενο από το άζωτο, το φώσφορο και το μαγνήσιο. Οι απαιτήσεις σε ασβέστιο τοποθετούνται ανάμεσα σε εκείνες του αζώτου και του καλίου. Οι ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία των καλλιεργειών γενικά και της πεπονιας ειδικότερα μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του φυτού.

Πίνακας 7.1 Ποσότητες θρεπτικών στοιχείων που απορροφώνται από καλλιέργεια πεπονιας

Μέρος φυτού	Απόδοση (ton/στρ)	Θρεπτικά στοιχεία(Kg/στρ)					Φυτά/στρ
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
Βλάστηση	2,4	8,7	1,0	14,6			1200
Καρποί		3,5	0,7	8,3	-	-	
Σύνολο		12,2	1,7	22,9			
Σύνολο	4,0	15,5	6,7	27,7	20,1	6,8	2000
Σύνολο	2,5	14,7	5,5	19,4	7,4	-	1000
Σύνολο*	6,7	28,3	13,7	50,3	41,2	7,7	

Πηγή: Pomares. (1995). * Θερμοκηπιακή καλλιέργεια

Οι περισσότεροι ερευνητές (Huguet κ.α. 1971) διακρίνουν τρεις κύριες φάσεις στην ανάπτυξη της πεπονιας, δηλαδή:

1. **Πρώτη φάση:** Από τη σπορά ή μεταφύτευση μέχρι την έναρξη της άνθησης (εμφάνιση πρώτων ανθέων). Η διάρκεια της φάσης είναι 25-30 ημέρες. Τα φυτά έχουν μικρές ανάγκες σε νερό και σε θρεπτικά στοιχεία.
2. **Δεύτερη φάση:** Από την έναρξη της άνθησης μέχρι το τέλος της γονιμοποίησης. Η διάρκεια της περιόδου είναι 30-40 ημέρες και χαρακτηρίζεται από γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης του φυτού. Σ' αυτή τη φυσιολογική φάση τα φυτά έχουν τις μεγαλύτερες ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία γι' αυτό και απορροφούν μέχρι το 50% της συνολικής ποσότητας καλίου και μαγνησίου.
3. **Τρίτη φάση:** Φάση της διόγκωσης και ωρίμανσης των καρπών που αρχίζει από το τέλος της γονιμοποίησης μέχρι την συγκομιδή. Η διάρκεια είναι 30-40 ημέρες. Στο στάδιο αυτό ο ρυθμός ανάπτυξης είναι πιο αργός από το προηγούμενο στάδιο και οι ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία μέτριες.

Όσον αφορά την κατανομή των θρεπτικών στοιχείων στα διάφορα φυτικά όργανα μπορεί να αναφερθεί ότι το άζωτο εμφανίζει υψηλές συγκεντρώσεις σε όλα σχεδόν τα μέρη του φυτού, ο φώσφορος συγκεντρώνεται στα όργανα που συμμετέχουν στην αναπαραγωγή και στην ανάπτυξη των ριζών, ενώ το κάλιο φθάνει σε υψηλά επίπεδα στους καρπούς και στους «αγωγούς» του φυτού, μίσχους, ποδίσκους. Το ασβέστιο συσσωρεύεται στα κυτταρικά τοιχώματα του ελάσματος των φύλλων.

Η περιεκτικότητα των ιστών στα διάφορα όργανα κυμαίνεται ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης. Για παράδειγμα στα φύλλα, η περιεκτικότητα του αζώτου και του καλίου μειώνεται από την καρπόδεση μέχρι την συγκομιδή, ενώ η περιεκτικότητα του ασβεστίου αυξάνεται (Panagiotopoulos, 1999).

Με βάση τα δεδομένα του μπορούμε να υπολογίσουμε ότι η σχέση των θρεπτικών στοιχείων που απορροφούνται από την πεπονιά είναι N: 1, P₂O₅: 0,4 , K₂O: 1,7 , MgO:0,4 .

7.3 Επίδραση θρεπτικών στοιχείων στην ανάπτυξη του φυτού

Τα θρεπτικά στοιχεία που επηρεάζουν περισσότερο την ανάπτυξη της πεπονιάς είναι το άζωτο και ο φώσφορος. Από πειράματα σε συνθήκες ημιυδροπονίας οι Huguet κ.α. (1971) έδειξαν ότι όταν υπάρχει ανεπαρκής θρέψη με άζωτο, ακόμη και όταν τα υπόλοιπα στοιχεία ευρίσκονται σε ιδανικές συγκεντρώσεις, προκαλείται μείωση στην ανάπτυξη του φυτού και κατά συνέπεια στη παραγωγή. Η έλλειψη αζώτου προκαλεί μειωμένη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος με συνέπεια την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων από μικρό όγκο εδάφους. Η ανεπαρκής θρέψη των φυτών με φώσφορο ακόμη και αν το άζωτο είναι σε κανονικά επίπεδα προκαλεί μείωση στην ανάπτυξη του φυτού (Huguet κ.α., 1971). Το κάλιο και το μαγνήσιο επηρεάζουν κυρίως την επιμήκυνση των κυττάρων, ενώ η επίδρασή τους στην ανάπτυξη δεν είναι έντονη εκτός από συνθήκες έντονης έλλειψης που προκαλούν νεκρώσεις στα ελάσματα των φύλλων.

7.4 Επίδραση θρεπτικών στοιχείων στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού

7.4.1 Άνθηση

Υπερβολική χορήγηση αζώτου ή ανεπάρκεια φωσφόρου προκαλούν μείωση του αριθμού των αρσενικών αλλά και των ερμαφρόδιτων ανθέων. Όταν οι δυο αυτές συνθήκες συνυπάρχουν στα φυτά το πρόβλημα γίνεται πιο έντονο. Το κάλιο και το μαγνήσιο έχουν λιγότερες επιπτώσεις στην άνθηση. Έντονη όμως έλλειψη καλίου μπορεί να προκαλέσει αρκετή μείωση των ερμαφρόδιτων ανθέων.

7.4.2 Γονιμοποίηση

Ανεπάρκεια αζώτου και μαγνησίου μειώνουν τη γονιμοποίηση των ανθέων. Όπως και στην άνθηση οι χειρότερες συνθήκες για την γονιμοποίηση είναι όταν συνδυάζονται ανεπαρκή επίπεδα φωσφόρου και υψηλά επίπεδα αζώτου.

7.4.3 Παραγωγή

Σε καλλιέργεια στο έδαφος, τόσο στην ύπαιθρο όσο και στο θερμοκήπιο, το καθοριστικό θρεπτικό στοιχείο για την επίτευξη μέγιστης απόδοσης είναι το άζωτο. Από τα πειράματα λιπάνσεως με άζωτο της πεπονιας συμπεραίνεται ότι οι πιο κατάλληλες δόσεις είναι σχετικά μικρές. Έτσι, ο Wilcox (1973) σε αμμώδες έδαφος στην Ινδιάννα βρήκε ότι η δόση για μέγιστη παραγωγή ήταν 8-9Kg N/στρ. Στην ίδια Πολιτεία αργότερα οι Bhella και Wilcox (1986) σε πειράματα σε αμμώδη πηλό με εδαφική κάλυψη με μαύρο πλαστικό συμπέραναν ότι όταν εφαρμόζεται βασική λίπανση με άζωτο χρειάζεται μικρή ποσότητα αζώτου με την υδρολίπανση. Οι ερευνητές αυτοί πέτυχαν τη μέγιστη απόδοση με χορήγηση 6,7Kg N/στρ. στη βασική λίπανση και 50-100ppm N με την υδρολίπανση. Οι Buchananne και Taber (1985) σε πειράματα στην Ιόβα με υδρολίπανση παρατήρησαν ότι δόσεις μεγαλύτερες από 4,5Kg N/στρ. δεν προκαλούσαν σημαντική αύξηση στην απόδοση. Παρομοίως ο Panagiotopoulos (1999) σε πειράματα αγρού σε αμμώδη πηλό στην Πελοπόννησο με την ποικιλία «Dichty» χωρίς τη χορήγηση βασικής αζωτούχου λίπανσης και εφαρμογή υδρολίπανσης από 50 μέχρι 240 ppm N βρήκε ότι δόση 5,0-6,0 Kg N/στρ. έδινε τη μέγιστη πρώιμη παραγωγή επί δυο συνεχόμενα έτη. Σε σειρά πειραμάτων λίπανσης στην Ισπανία (Βαλένθια) τα έτη 1991 και 1992 (Pomares, 1995) με άρδευση με αυλάκια και σταγόνες και δόσεις αζώτου από 8 Kg N/στρ μέχρι και 32 Kg N/στρ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αυξήσεις στην παραγωγή με ποσότητες μεγαλύτερες από 8 Kg N/στρ. Από τα πειράματα θερμοκηπίων μπορεί να αναφερθεί εκείνο των Gimenez και Castilla (1987) στην Αλμέρια της Ισπανίας σε αμμώδες έδαφος εμπλουτισμένο με κοπριά 10 ton/στρ δυο χρόνια πριν το πείραμα με την ποικιλία Galia και εφαρμογή υδρολίπανσης όπου δεν σημειώθηκε αύξηση της παραγωγής με δόσεις μεγαλύτερες από 7,5 Kg N/στρ.

Επίσης σε πειράματα στον Αγροτικό Σταθμό West Sade ,επαρχία Φρένσο, Καλιφόρνια τα έτη 1962,1963 (Flocker 1965) με δόσεις αζώτου από 80 μέχρι και 130 lb N παρατηρήθηκε αύξηση της παραγωγής. Σε αντίθεση, το 1963 δεν υπήρχε αντίδραση στους διαφορετικούς βαθμούς N. Αυτή η πτώση δεν είναι σπάνια. Προηγούμενη έρευνα έδειξε ότι η αντίδραση στο N εξαρτάται ως ένα σημείο από το προγενέστερο ιστορικό του φυτού. Ο αγρός όπου καλλιεργήθηκαν τα φυτά το 1962 ήταν χέρσος για αρκετά χρόνια, αλλά τα φυτά το 1963 ακολούθησαν μια παραγωγή βαμβακιού που είχε δεχτεί έντονη λίπανση. Σύμφωνα με τα πειράματα αυτά, η επίδραση των διαφορετικών βαθμών N και των διαφορετικών αρδευτικών επιπέδων στο συνολικό αριθμό των πεπονιών που παράγονται ανά διάταξη βρίσκεται στον πίνακα 7.3.

Σε συνδυασμό με την αύξηση της ολικής παραγωγής, το 1962, οι εφαρμογές 80 lb N ανά acre αύξησαν το ποσοστό των εμπορεύσιμων καρπών (Πίνακας 7.4)

Παρόμοιες εφαρμογές N το 1963 δεν είχαν επίδραση στους εμπορεύσιμους καρπούς. Η εντονότερη άρδευση δεν επηρέασε το ποσοστό των εμπορεύσιμων καρπών το 1962 αλλά αύξησε το ποσοστό το 1963.

Πίνακας 7.2 Προτεινόμενες δόσεις λιπαντικών μονάδων σε αρδευόμενες καλλιέργειες πεπονιάς στον αγρό ή το θερμοκήπιο

Απόδοση (ton/στρ.)	Θρεπτικά στοιχεία (Kg/στρ)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
-	6,5	14,4	20,0	-	Serrano, 1995
4 - 6	19,4-22,4	9-12	19-27	-	Frasquet, 1979
2 - 4	10-16	6-13	16-23		Maroto, 1986
-	20-30	15-20	30-45	4-6	Rincon and Jimenez, 1989
5 - 10	15-20	8-15	18-20	7-10	Odet, 1985
5 - 10 *	30-35	5-15	35-45	10-15	Odet, 1985

Πηγή: Pomares (1995) * θερμοκηπιακή καλλιέργεια

Πίνακας 7.3 Ολικός αριθμός πεπονιών ανά διάταξη όπως επηρεάστηκε από τις τεχνικές άρδευσης και την αζωτούχο λίπανση

Εφαρμογή άρδευσης	Lb N/acre			
	30	80	130	Μέσο
1962				
Ξηρή	135,8	149,9	165,2	147,9 a *
Μέση	139,9	172,8	151,7	153,1 a
Υγρή	128,9	168,2	160,6	148,6 a
Μέσο	134,4 g	163,6 h	159,0 h	
1963				
Ξηρή	185,5	182,5	188,8	185,7 r
Μέση	195,0	213,3	204,6	204,3 s
Υγρή	196,1	204,6	199,1	199,9 s
Μέσο	192,3 z	200,1 z	197,5 z	

- Τα μέσα που συνοδεύονται από ένα κοινό γράμμα δεν είναι σημαντικά διαφορετικά.

Πηγή: Flocker et al

Σχετικά με το φώσφορο και το κάλιο μπορεί να αναφερθεί ότι οι Simoes κ.α (1990) στην Πορτογαλία με ποικιλία Galia σε αμμώδη πηλό δεν πέτυχαν καμιά σημαντική διαφορά στην παραγωγή με τρία αυξανόμενα επίπεδα λιπάσματος. Η εφαρμογή 4,8 Kg P₂O₅ ανά στρέμμα και 18,8 Kg K₂O ανά στρέμμα έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα.

Πίνακας 7.4 Το ποσοστό των εμπορεύσιμων πεπονιών όπως επηρεάστηκε από την τεχνική άρδευσης και την αζωτούχο λίπανσης

Εφαρμογή άρδευσης	Lb N/acre			
	30	80	130	Μέσο
1962				
Ξηρή	52,7	69,1	70,6	64,2 a *
Μέση	55,3	67,4	66,2	63,0 a
Υγρή	51,6	72,6	61,7	62,0 a
Μέσο	53,2 g	68,7 h	66,2 h	
1963				
Ξηρή	61,5	62,7	66,7	63,6 r
Μέση	75,3	70,8	70,4	73,2 s
Υγρή	73,8	74,2	74,7	74,2 s
Μέσο	70,2 z	69,2 z	70,6 z	

* Τα μέσα που συνοδεύονται από ένα κοινό γράμμα δεν είναι σημαντικά διαφορετικά.

Αλληλεπίδραση: Άρδευση χ ρυθμό Ν

1962: Σημαντικό σε ποσοστό5%

1963: Όχι σημαντικό

Πηγή: Flocker et al

7.5 Επίδραση θρεπτικών στοιχείων στην ποιότητα

Το κάλιο και ο φώσφορος έχουν σημαντική συνεισφορά στην ποιότητα του πεπονιού παρά το γεγονός ότι αρκετοί ερευνητές, όπως ο Odett (1985), υποστηρίζουν ότι το κάλιο δεν φαίνεται να επηρεάζει την ποιότητα του πεπονιού. Από πολλούς παραγωγούς και γεωπόνους υποστηρίζεται ότι το κάλιο αυξάνει τα σάκχαρα στο χυμό του πεπονιού και επομένως βελτιώνει την ποιότητα. Επί πλέον υποστηρίζεται ότι το κάλιο αυξάνει την αντοχή στο σκάσιμο των φρούτων. Σε δοκιμές στην Ισπανία βρέθηκε ότι ψεκασμός με φωσφορικό οξύ στο φύλλωμα βελτίωσε την ποιότητα. Αντίθετα το άζωτο φαίνεται να μην επηρεάζει την ποιότητα (βάρος καρπού και σάκχαρα).

Σύμφωνα με πειράματα που πραγματοποιήθηκαν, (Flocker 1965) οι μη εμπορεύσιμοι καρποί ταξινομήθηκαν σε αρκετές τάξεις που μπορεί να επηρεάστηκαν από την άρδευση ή την αζωτούχο λίπανση (Πίνακας 7.5). Καμία μεταβλητή δεν επηρέασε τον ολικό αριθμό των μη εμπορεύσιμων καρπών το 1963, αλλά η εφαρμογή 80lb N ανά εκτάριο, μείωσε σημαντικά τον αριθμό των μη εμπορεύσιμο καρπών το 1962. Η εντονότερη άρδευση, αύξησε σημαντικά τον αριθμό των καρπών με ρωγμές ανάπτυξης, μείωσε τον αριθμό των μικρών καρπών και στα δυο χρόνια και μείωσε το ηλιακό έγκαυμα το 1963. Οι εντονότερες αζωτούχες εφαρμογές αύξησαν τον αριθμό των καρπών με κακό σχήμα το 1962 και τους καρπούς με wet-slips. Το 1963 υψηλότερα επίπεδα Ν μείωσαν τους ηλιοκαμένους και μικρούς καρπούς, αλλά δεν σημειώθηκαν διαφορές στις τάξεις αυτών. Το 1962 η εφαρμογή 80lb N και η μέτρια

άρδευση αύξησαν την εμπορεύσιμη παραγωγή και το ποσοστό των καρπών μεγάλου μεγέθους σε σύγκριση με την εφαρμογή 30lb N και χαμηλή άρδευση με μια ανταποκρίνουσα μείωση στον αριθμό των καρπών μικρότερου μεγέθους (μέγεθος 45). Εντονότερη εφαρμογή N και συχνή άρδευση δεν είχε επιπλέον επίδραση. Η επίδραση της άρδευσης το 1963 ήταν παρόμοια μ' αυτή του προηγούμενου έτους. Η επίδραση των υψηλότερων ρυθμών N σημειώθηκε μόνο στους καρπούς μεγάλου μεγέθους.

Από τη στιγμή που διαφορετικές εφαρμογές N δεν εφαρμόστηκαν έως τη στιγμή της αρχικής δειγματοληψίας καμιά διαφορά δεν επέτρεπε να είναι παρούσα και καμιά δεν παρατηρήθηκε ως τότε. Οι διαφορές στις εφαρμογές N αντικατοπτριζόταν στο περιεχόμενο NO₃ - N των φύλλων στις 2 τελευταίες ημερομηνίες δειγματοληψίας. Η οξεία πτώση των επιπέδων νιτρικού άλατος την τελευταία ημέρα δειγματοληψίας, σχετίστηκε με τον ιστό των καρπών και η επακόλουθη κινητοποίηση του N αποθηκεύεται στους αναπτυσσόμενους καρπούς. Αυτό είναι χαρακτηριστικό των πεπονιών στα οποία σχηματίζονται βαριά φορτία καρπών. Η άρδευση δεν είχε εντοπίσιμη επίδραση στο περιεχόμενο νιτρικού άλατος και η ανάλυση ιστού για περιεχόμενα διαλυτού P, ολικού K και Na δεν εμφάνισαν επίδραση στις διάφορες εφαρμογές αυτών των συντελεστών.

Πίνακας 7.5 Επίδραση της άρδευσης και της αζωτούχου λίπανσης στον ολικό αριθμό και διανομή των μη εμπορεύσιμων πεπονιών

Εφαρμογή	Ολικός αριθμός	Υγρές λωρίδες	Κακό σχήμα	Ρωγμές Ανάπτυξης	Ηλιακό Έγκαυμα	Μικρά Πεπόνια	Φτωχός ιστός
Πεπόνια ανά διάταξη 1962							
Άρδευση							
Ξηρή	53,0 a*	1,1a	2,3a	3,5a	32,7a	20,3b	6,1a
Μέτρια	56,7a	2,6a	2,3a	8,9b	35,5a	10,7a	8,7a
Υγρή	56,5a	2,8a	2,7a	11,8c	35,9a	8,8a	8,8a
Αζωτο (lb/A)							
30	62,9b	1,0a	1,5a	6,7a	44,5b	17,7b	9,1a
80	49,5a	2,2a	2,7a	7,0a	31,3a	10,5a	7,3a
120	53,8a	3,3a	3,2c	10,6a	28,3a	11,6a	7,3a
1963							
Άρδευση							
Ξηρή	67,4a	1,0a	7,5a	1,2a	29,0b	42,0b	13,3a
Μέτρια	56,9a	1,5a	9,0a	2,8a	24,2ab	28,0ab	10,3a
Υγρή	51,4a	2,5a	8,6a	5,8b	20,4a	17,1a	10,7a
Αζωτο (lb/A)							
30	59,9a	0,7a	7,4a	2,8a	23,4a	30,4a	11,9a
80	61,0a	2,2b	9,9a	3,3a	25,7a	31,6a	11,7a
130	57,8a	2,1b	7,8a	3,7a	24,5a	25,4a	10,7a

- Τα μέσα σε κάθε στήλη που συνοδεύονται από ένα κοινό γράμμα δεν είναι σημαντικά διαφορετικά.

Πηγή: Flocker et al

Τα στοιχεία παραγωγής στον πίνακα 7.4 δείχνουν ότι εξαιρετικές σοδιές από πεπόνια υψηλής ποιότητας μπορούν να παραχθούν με σχετικά όχι συχνή άρδευση αν το εδαφικό προφίλ βρίσκεται κοντά στην υδατοϊκανότητα τη στιγμή φύτευσης. Η αντίδραση στην αζωτούχο λίπανση συμφωνούσε με τα αποτελέσματα των προηγούμενων πειραμάτων των Lingle και Wight. Πάλι η κύρια αντίδραση στο Ν παρατηρήθηκε είτε ως αύξηση στο μέγεθος των καρπών ή ως μείωση στους μικρούς ή ηλιοκαμένους καρπούς (Πίνακας 7.5).

Παρ' όλο που οι δυο μεταβλητές δεν έδειξαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις, η ομοιότητα της επίδρασης της καθεμιάς υπέδειξε ότι η διαχείριση των δυο πρέπει να ολοκληρωθεί. Η έντονη άρδευση δεν επανορθώνει μια έλλειψη αζωτούχου λίπανσης και η έντονη λίπανση είναι ανώφελη αν η άρδευση είναι ακατάλληλη.

Η υπερβολική άρδευση ή η αζωτούχος λίπανση οδήγησε στην αύξηση των καρπών που σχετίζεται με το μεγαλύτερο μέγεθός τους (ρωγμές ανάπτυξης).

Από την άλλη πλευρά οι πρακτικές που περιορίζουν την διαθεσιμότητα ή τη χρησιμοποίηση του Ν έτειναν να περιορίζουν την ανάπτυξη του φυτού και να αυξάνουν τους μη εμπορεύσιμους καρπούς που σχετίζονται με την έλλειψη της κάλυψης του φυτού όπως το ηλιακό έγκαυμα ή τους μικρούς καρπούς.

Με την ανάπτυξη της μηχανικής συγκομιδής, η συγκεκριμένη ωριμότητα γίνεται όλο και πιο σημαντική. Η μέτρια άρδευση και η αζωτούχος λίπανση είναι απαραίτητες για την επίτευξη της συγκέντρωσης αυτής. Οι McGlasson και Pratt έδειξαν ότι ο ιστός του καρπού στα πεπόνια τείνει να είναι κυκλικός εξαρτώμενος από την εποχή και από τον ιστό του καρπού στο φυτό. Τα στοιχεία δείχνουν ότι και τα επίπεδα Ν και η άρδευση εντείνουν τις σημειωμένες επιδράσεις της ωριμότητας, άρα και στο σχέδιο ιστού του καρπού οποιοσδήποτε παράγοντας που μπορεί να περιορίσει τα βασικά στοιχεία για την ανάπτυξη όπως το νερό ή το Ν θα προκαλούσε τη συμπεριφορά του φυτού ως ετήσιου αντί για πολυετές και όσο η συμπεριφορά του φυτού πλησιάζει αυτή ενός ετήσιου τόσο αυξάνεται η συγκέντρωση του ιστού των φυτών.

7.6 Επίδραση της λίπανσης κατά τη μεταφύτευση στην ποιότητα και στην πρώιμη παραγωγή των πεπονιών

Οι καθιερωμένες τεχνικές προμεταφυτευτικής λίπανσης (PNC) εκτιμήθηκαν ως προς τις επιδράσεις τους στη βελτίωση της ανεκτικότητάς τους στο «σοκ» της μεταφύτευσης και στην αύξηση της πρώιμης παραγωγής καρπών. Ο Dufault (1986), σε πειράματα αγρού και θερμοκηπίου στο Τέξας στο A και M Πανεπιστημιακό Πειραματικό Σταθμό Naptalam με την ποικιλία *reticulata* L "Magnum 45" εκτίμησε τη χρήση των PNC για την βελτίωση της παραγωγής. Σύμφωνα λοιπόν με αυτόν, παρακάτω, αναφέρεται, η επίδραση των τεχνικών PNC με N-P-K στην ανάπτυξη των φυτών των πεπονιών που προέρχονται από μεταφύτευση, καθώς και η επίδραση αυτών στις περιπτώσεις του μεταφυτευτικού «σοκ», της πρωιμότητας της παραγωγής και της ποιότητας.

7.6.1 Επίδραση N, P και K στην ανάπτυξη των μεταφυτεύσεων

Η σχετική σημασία των N, P και K στην ανάπτυξη των μεταφυτεύσεων καθορίστηκε με διαχωρισμό του ολικού αθροίσματος των τετραγώνων για τις εφαρμογές σε κύριες επιδράσεις και αλληλεπιδράσεις και με έκφραση της ατομικής συνεισφοράς στην αλλαγή ως ποσοστό του αθροίσματος των τετραγώνων για το μοντέλο (Πίνακας 7.6).

Το κυρίως μέρος της αλλαγής στον αριθμό των φύλλων, στα ξηρά βάρη των βλαστών και των ριζών, στο ύψος των φυτών και στη διάμετρο, στο εμβαδόν των φύλλων και οι αναλογίες βλαστών ριζών, αποδίδονται στις κύριες επιδράσεις του N. Σε αντίθεση οι μεταβλητές που αποδίδονται στις κύριες επιδράσεις του P και K και στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των N, P και K αντιστοιχούσαν σε πολύ μικρότερα ποσά. Δεν εμφανίστηκαν ενδείξεις τοξικότητας σε κανένα από τους υψηλούς βαθμούς των N, P και K που εκτιμήθηκαν.

Πίνακας 7.6 Σύνθεση των πηγών της διαφοράς όπως δίνεται στον πίνακα ανάλυσης της διαφοράς

Πηγή της διαφοράς	Df	No φύλλων	Ξηρό βάρος		δενδρύλλια ht	Διάμ/τος στελέχους	Εμβαδόν φύλλων	Αναλογία ξηρών βαρών στελέχους ρίζας
			Στέλεχος	Ρίζα				
Εφαρμογή	29							
Rep	3	0.7	1.2	20.0**	2.3	1.0	0.5	43.4**
N	2	90.8**	87.9**	55.7**	84.6**	87.8**	84.4**	29.2**
P	2	2.1**	2.2**	7.2**	1.8**	2.7**	3.6**	9.2**
K	2	0.2	0.2	0.7	3.4**	3.6**	0.5**	1.4
PK	4	0.5**	1.7**	1.8	0.8*	0.9*	2.0**	1.8
NP	4	3.9**	1.3**	5.4**	2.7**	1.5**	4.3**	6.6*
NK	4	0.1	0.6*	2.2	0.7*	0.5	0.2	4.5
NPK	8	1.7**	4.9**	7.0*	3.7**	2.0**	4.5**	3.9
Modelr ²		0.77	0.69	0.26	0.63	0.67	0.83	0.18

*, ** Σημαντική αξία F σε επίπεδα 5% ή 1% αντίστοιχα
Πηγή: [Robert J. Dufault, 1986].

Γενικά, ενώ ο βαθμός του N αυξανόταν από 10 έως 250 g/l (συνδυαστικά με τους βαθμούς P και K), η ανάπτυξη στελεχών και ριζών αυξήθηκε καμπυλογραμμικά (Πίνακας 7.7).

Παρόλο που το αυξανόμενο N προκάλεσε την αύξηση των ξηρών βαρών των στελεχών οι αναλογίες στελέχους ρίζας αυξήθηκαν με το βαθμό N, υποδεικνύοντας ότι το ξηρό βάρος διαχωρίστηκε σε ένα υψηλότερο βαθμό σε στέλεχη απ' ότι σε ρίζες.

Πίνακας 7.7 Κύριες επιδράσεις των N, P και K στην ανάπτυξη των φυτών πεπονιών

Θρεπτικό Στοιχείο	Ρυθμός (mg/l)	No φύλλων	Φυτά ht (cm)	Ξηρό βάρος		Διάμετρος στελέχους (mm)	Εμβαδόν φύλλων (cm ²)	Αναλογία ξηρών βαρών στελέχους ρίζας
				Στέλεχος	Ρίζα			
N	10	2.1	4	137	22	2.8	18	6,2
	50	3.1	6	286	33	3.6	53	8.7
	250	3.6	7	361	37	3.9	77	9.8
P	5	2.8	5	247	28	3.3	44	8.8
	25	3.0	6	282	31	3.5	56	9.1
	125	2.9	6	256	34	3.5	47	7.5
K	10	2.9	5	262	31	3.3	47	8.5
	50	2.9	6	260	31	3.5	49	8.4
	250	3.0	7	263	32	3.6	51	8.2
Σημασία ²								
N rates		Q**	Q**	Q**	Q*	Q**	Q**	Q**
R rates		Q**	Q**	Q*	L**	Q**	Q**	L**
K rates		NS	L**	NS	NS	L**	L*	NS

*, ** Τεστ ²F σημαντικό στα επίπεδα 5% και 1% ή μη σημαντικό (NS), αντίστοιχα L= γραμμικό, Q = τετραγωνικό

Πηγή: [Robert J. Dufault, 1986].

Η αύξηση του βαθμού P (συνδυαστικά με τους βαθμούς N και K) από 5 έως 25mg/l γενικά προκάλεσε την αύξηση της ανάπτυξης ριζών και στελεχών. Παρ' όλα αυτά, αυξάνοντας το βαθμό από 25 σε 125 mg/l μειώθηκε η ανάπτυξη όλων των μεταβλητών των στελεχών (Πίνακας 7.7). Ο υψηλότερος βαθμός P οδήγησε στην αύξηση της ανάπτυξης των ριζών αυξάνοντας την παραγωγή ξηρού βάρους ρίζας και μειώνοντας την παραγωγή ξηρού βάρους του στελέχους.

Αυξάνοντας το βαθμό K από 10 έως 250 mg/l (συνδυαστικά με τους βαθμούς N και P) γραμμικά αυξήθηκε το ύψος των φυτών, το εμβαδόν των φύλλων και η διάμετρος στελεχών (Πίνακας 7.6). Βαθμοί > 25 μπορεί να αυξήσουν τις δυνατότητες ανάπτυξης των μεταφυτεύσεων των πεπονιών.

7.6.2 ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΤΙΚΟ «ΣΟΚ»

Δώδεκα ημέρες μετά τη μεταφύτευση, η νέκρωση των φύλλων γενικά αυξήθηκε με το ρυθμό PNC (Πίνακες 7.8 και 7.9). Παρ' όλα αυτά οι μεταφυτεύσεις που αναπτύχθηκαν με 250 N - 5P - 10K, έχασαν 43% των φύλλων τους, αλλά αυξάνοντας τα P και K από μεσαία σε υψηλά επίπεδα (250N - 25P - 50K ή 250N - 125P - 250K), μειώθηκε γραμμικά η απώλεια φύλλων σε 31% (ακόμη θεωρείται μέση απώλεια).

Ιδανικά, το πρώτο επιθυμητό περιστατικό ανάπτυξης μετά τη μεταφύτευση θα πρέπει να είναι η αρχή του κλήματος. Είκοσι τοις εκατό ή περισσότερο από τα φυτά που καλλιεργήθηκαν με τεχνικές PNC που συντίθενται από μεσαία επίπεδα N (50N - 25P - 250K, 50N-125P-50K, ή 50N-25P-50K), άρχισαν να εμφανίζουν πρόωρα αρσενικά άνθη κατά την 12-ήμερη περίοδο εγκατάστασης που ακολούθησε τη μεταφύτευση (Πίνακας 7.8). Η ανάπτυξη αυτή ήταν ανεπιθύμητη, επειδή η άνθιση σε

τόσο πρόωρο στάδιο δεν έχει θετική αξία. Τα περισσότερα από τα φυτά βρισκόταν στο στάδιο των 2 έως 3 - αληθινών ανθέων. Η άνθιση των αρσενικών ήταν αμελητέα στις τεχνικές PNC που συντίθεται από υψηλό N (250N-5P-10K, 250N-25P-50K ή 250N-125P-259K). Παρ' όλο που η απώλεια φύλλων ήταν υπολογίσιμη στις τεχνικές αυτές, το υψηλό N αποθάρρυνε την παραγωγή των αρσενικών ανθέων. Δεκαεπτά ημέρες μετά τη μεταφύτευση, η άνθιση των αρσενικών ήταν ακόμη συχνή στις τεχνικές PNC με χαμηλό N. Μόνο 3% των φυτών που καλλιεργήθηκαν με 250N-125P-250K εμφάνισε αρσενικά άνθη. Η άνθιση των αρσενικών εξισώθηκε σε όλες τις διατάξεις 24 ημέρες μετά τη μεταφύτευση, αλλά μόνο 63% των φυτών στην τεχνική 250N-5P-10K παρήγαγαν αρσενικά άνθη.

7.6.3 Κλήμα (vining)

Το κλήμα των μεταφυτευμένων πεπονιών υποδηλώνει το τέλος της περιόδου εγκατάστασης. Δεκαεπτά ημέρες μετά τη μεταφύτευση, η κατάσταση του κλήματος αυξήθηκε με αυξανόμενες τεχνικές PNC (Πίνακες 7.8 και 7.9). Παρ' όλο που η νέκρωση των φύλλων αυξήθηκε, επίσης λόγω των τεχνικών PNC, τα φυτά που καλλιεργήθηκαν με υψηλές τεχνικές PNC ανέκαμψαν γρήγορα από το «σοκ» και εγκαταστάθηκαν. Το κλήμα 24 ημέρες μετά τη μεταφύτευση ήταν εικονικά πλήρες με όλες τις μέσες τεχνικές PNC (που συντέθηκαν, από μέτρια ως υψηλά επίπεδα N-P-K). Παρ' όλα αυτά, σε χαμηλά επίπεδα PNC [που συντέθηκαν από δυο ή περισσότερα θρεπτικά στοιχεία σε ένα χαμηλό επίπεδο N, P ή K (10N-5P-10K, 250N-5P-10K, 10N-5P-250K και 10N-125P-10K)] είχε να κάνει μόνο με ένα μέρος του κλήματος.

7.6.4 Άνθηση θηλυκών ανθέων

Η πρώτη εμφάνιση των θηλυκών ανθέων συνέβη μεταξύ 25 έως 31 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Η άνθηση των θηλυκών θα πρέπει ιδανικά να ξεκινά μόνο αφού έχει συμβεί η παραγωγή ζωηρών (δυνατών) κλημάτων. Η κατάσταση της άνθησης των θηλυκών αυξήθηκε με τις τεχνικές PNC (Πίνακες 7.8 και 7.9). Όλα τα φυτά που καλλιεργήθηκαν με την τεχνική PNC 250N-125P-250K εμφάνισαν τουλάχιστον ένα θηλυκό άνθος. Οι τεχνικές PNC που ήταν χαμηλές σε 2 ή περισσότερα θρεπτικά στοιχεία (10N-5P-10K, 250N-5P-10K, 10N-5P-250K και 10N-125P-10K) καθυστέρησαν την παραγωγή των πρώιμων θηλυκών ανθέων. Τριάντα οκτώ ημέρες μετά τη μεταφύτευση, σχεδόν όλα τα φυτά στις τεχνικές PNC που συνθέτονταν εξολοκλήρου από μέτρια ως υψηλά θρεπτικά επίπεδα, είχαν εμφανίσει τουλάχιστον ένα θηλυκό άνθος.

7.6.5 Ιστός του καρπού

Ο ιστός του καρπού γίνεται μεταξύ 25 έως 31 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Τα στοιχεία άνθησης που συγκεντρώθηκαν ένα μήνα μετά τη μεταφύτευση υπέδειξαν ότι ο πρώιμος ιστός του καρπού γενικά αυξήθηκε με αυξανόμενες τεχνικές PNC (Πίνακες 7.8 και 7.9). Οι τεχνικές PNC που αποτελούνταν από 2 ή περισσότερους χαμηλούς ρυθμούς σε N, P ή K ήταν πιο αργοί στο σχηματισμό ιστού στον καρπό από τις τεχνικές εκείνες που αποτελούνταν εξολοκλήρου από μέτριους ως υψηλούς ρυθμούς. Ακόμη, 38 ημέρες μετά τη μεταφύτευση, ο ιστός του καρπού στις χαμηλές τεχνικές PNC (10N-5P-10K, 250N-5P-10K, 10N-5P-250K και 10N-125P-10K) καθυστέρησε σε αντίθεση με τις υψηλότερες τεχνικές PNC.

7.6.6 Συγκομιδή

Οι τεχνικές PNC επηρέασαν την πρόωμη συγκομιδή των εμπορεύσιμων πεπονιών (όλων των μεγεθών). Η πρώτη συγκομιδή συνέβη 65 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Καθώς αυξήθηκε η τεχνική PNC, η παραγωγικότητα αυξήθηκε επίσης σημαντικά (Πίνακες 7.8 και 7.9). Οι υψηλότερες σοδειές συνέβησαν με την τεχνική PNC 250N-125P-250K. Τα στερεά διαλυτά ή η διανομή των βαθμών ήταν ανεπηρέαστα από τις τεχνικές PNC σε κάθε στιγμή στην περίοδο συγκομιδής (δεν εμφανίζονται τα στοιχεία). Συνεπώς οι αυξήσεις της συγκομιδής που αναφέρθηκαν γενικά αποδίδονταν σε έναν αυξημένο αριθμό καρπών που παράχθηκαν και όχι σε μια αύξηση στο μέγεθος των καρπών. Γενικά, οι σοδειές στα μέσα της περιόδου αυξήθηκαν ενώ οι τεχνικές PNC μειώθηκαν. Η καθυστέρηση στην παραγωγή μπορεί να οφειλόταν στην αρχική καθυστέρηση στην ανάπτυξη και στην καλλιέργεια που προκλήθηκε από ατέλειες στις τεχνικές PNC κατά την παραγωγή των μεταφυτεύσεων. Οι τεχνικές PNC δεν επηρέασαν την καθυστερημένη ή ολική εποχιακή παραγωγή.

Πίνακας 7.8 Ορθογωνικές αντιπαραβολές της επίδρασης των τεχνικών PNC στο μεταφύτευτικό «σοίκ» την καλλιέργεια, την ανάπτυξη και τη παραγωγή των πεπονιών

Μεταβλητή ανάπτυξης ^z	Αυξανόμενο N,P και K				Αυξανόμενο P και K σε υψηλό N			
	10N 5P 10K	50N 25P 50K	250N 25P 250K	σπουδ /τητα	250N 5P 10K	250N- 25P 50K	250N 125P 250K	σπουδ /τητα
12 μέρες μετά τη μεταφύτευση νεκρά φύλλα (%)	3	22	31	L***	43	34	31	L***
αρσενικά άνθη (%)	8	40	3	Q**	0	0	3	NS
17 ημέρες								
κλίμα (%)	0	34	94	Q**	3	47	94	L***
αρσενικά άνθη (%)	17	40	3	Q**	11	3	3	NS
24 μέρες								
κλίμα (%)	72	100	100	Q**	77	100	100	Q**
αρσενικά άνθη (%)	81	97	89	NS	63	91	89	L***
31 μέρες								
θηλυκά άνθη ^x (%)	56	77	100	L**	23	74	100	L***
ιστός καρπού (%)	17	54	40	Q**	3	26	40	L***
38 μέρες								
θηλυκά άνθη (%)	97	100	100	NS	81	100	100	Q*
ιστός καρπός (%)	81	100	100	Q**	65	97	100	Q*
πρώιμη συγκομιδή ^v (Kg ha ⁻¹)	10,671	15,172	18,728	L**	6,544	14,302	18,728	L***
Μέση συγκομιδή ^μ (Kg ha ⁻¹)	8,256	7,572	4,776	Q**	11,675	7,617	4,776	L*

^z Όλα τα ποσοστιαία στοιχεία εκφράζονται ως το ποσοστό όλων των φυτών να εμφανίσουν ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ανάπτυξης. Το ποσοστό νεκρών φύλλων καθορίζεται ως το ποσοστό όλων των φύλλων σε ένα φυτό που υποφέρει από σοβαρή νέκρωση και προφανώς πεθαίνουν.

^{YNS***} Μη σημαντικά ή σημαντικά σε 5% ή 1% επίπεδα αντίστοιχα.

L= γραμμικά, Q= τετραγωνικά

^x Τα θηλυκά άνθη εμφανίστηκαν τη στιγμή αυτή

^w τουλάχιστον ένας καρπός ανά κλίμα.

^v Συγκομιδές 1 έως 3 από τις συνολικές 18.

^μ Συγκομιδές 4 έως 11 από τις συνολικές 18.

Πηγή: [Robert J. Dufault, 1986].

Πίνακας 7.9 Ορθογωνικές αντιπαραβολές της επίδρασης των τεχνικών PNC στο μεταφύτευτικό «σοκ» την καλλιέργεια, την ανάπτυξη και τη παραγωγή των πεπονιών

Μεταβλητή ανάπτυξης ^z	Αυξανόμενο N και P σε υψηλό K				Αυξανόμενο N και P σε υψηλό K			
	10N-5P-250K	50N-25P-250K	250N-125P-250K	Σπουδαιότητα	10N-12P-10K	50N-125P-50K	250N-125P-250K	σπουδαιότητα
12 μέρες μετά τη μεταφύτευση								
νεκρά φύλλα (%)	7	21	31	L ^{***y}	5	24	31	Q ^{**}
αρσενικά άνθη (%)	17	28	3	Q ^{**}	11	31	3	Q ^{**}
17 ημέρες								
κλήμα (%)	0	17	94	L ^{***}	3	39	94	L ^{***}
αρσενικά άνθη (%)	33	8	3	L ^{***}	22	28	3	Q [*]
24 μέρες								
κλήμα (%)	83	97	100	Q ^{**}	69	100	100	Q ^{**}
αρσενικά άνθη (%)	92	83	89	NS	75	89	89	NS
31 μέρες								
θηλυκά άνθη ^z (%)	42	74	100	L ^{**}	44	47	100	L ^{***}
ιστός καρπού ^w (%)	8	17	40	L ^{***}	11	17	40	L ^{***}
38 μέρες								
θηλυκά άνθη (%)	100	100	100	NS	78	97	100	L ^{***}
ιστός καρπός (%)	83	100	100	Q ^{**}	75	94	100	L ^{***}
πρώιμη συγκομιδή ^v (Kg ha ⁻¹)	5,125	15,929	18,728	Q ^{**}	10,774	14,978	18,728	L ^{***}
Μέση συγκομιδή ^u (Kg ha ⁻¹)	13,254	3,597	4,776	Q ^{**}	4,162	4,573	4,776	NS

^z Όλα τα ποσοστιαία στοιχεία εκφράζονται ως το ποσοστό όλων των φυτών να εμφανίσουν ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ανάπτυξης. Το ποσοστό νεκρών φύλλων καθορίζεται ως το ποσοστό όλων των φύλλων σε ένα φυτό που υποφέρει σοβαρή νέκρωση και προφανώς πεθαίνουν.

^{yNS***} Μη σημαντικά ή σημαντικά σε 5% ή 1% επίπεδα αντίστοιχα.

L= γραμμικά, Q= τετραγωνικά

^z Τα θηλυκά άνθη εμφανίστηκαν τη στιγμή αυτή

^w τουλάχιστον ένας καρπός ανά κλίμα.

^v Συγκομιδές 1 έως 3 από τις συνολικές 18.

^u Συγκομιδές 4 έως 11 από τις συνολικές 18.

Πηγή: [Robert J. Dufault, 1986].

7.6.7 Συμπεράσματα

Η επιλογή μιας κατάλληλης τεχνικής PNC για την ανάπτυξη μεταφυτεύσεων δεν πρέπει να βασίζεται μόνο στην οπτική εμφάνιση της ανάπτυξης των μεταφυτεύσεων όπως συμβαίνει συχνά για εμπορικούς λόγους. Οι βέλτιστες θρεπτικές τεχνικές N,P και K για τη μεταφυτευτική παραγωγή, ιδανικά θα πρέπει να επιλέγονται από αυτές τις τεχνικές PNC που μειώνουν την κατάσταση του μεταφυτευτικού «σοκ», που ενθαρρύνουν τη γρήγορη ανάκαμψη και βελτιώνουν την πρωιμότητα.

Η κατάσταση του μεταφυτευτικού «σοκ» (νέκρωση των φύλλων) αυξήθηκε καθώς ο βαθμός του N αυξήθηκε, υποδεικνύοντας ότι οι τεχνικές PNC συμπεριλαμβανομένου του υψηλού ποσού N πρέπει να αποφεύγονται. Ο Sapper αναφέρει ότι το υψηλό ποσό N μείωσε την ανεκτικότητα της θερμοκρασίας και οι τεχνικές PNC υψηλού ποσού N εξάλειψαν την πρόωρη άνθηση αρσενικών, το οποίο ήταν ένα επιθυμητό αποτέλεσμα.

Η καλύτερη ένδειξη της ανάκαμψης από το μεταφυτευτικό «σοκ» ήταν το πρόωρο κλήμα. Παρ' όλο που η υψηλότερη τεχνική PNC με 250N-125P-250K υπέφερε σημαντική πρόωρη νέκρωση φύλλων, η πρόωρη άνθηση των αρσενικών ήταν αμελητέα, το κλήμα ήταν σχεδόν 94% και ολοκληρώθηκε μέσα σε 17 ημέρες μετά τη μεταφύτευση.

Παρ' όλο που η ολική συγκομιδή δεν επηρεάστηκε από τις τεχνικές PNC, η πρωιμότητα και η ομοιόμορφη ωριμότητα αυξήθηκε καθώς οι τεχνικές PNC αυξήθηκαν. Περισσότερο από 50% της ολικής παραγωγής καρπών με την τεχνική 250N-125P-250 PNC παρήχθησαν στις 3 πρώτες συγκομιδές (Πίνακας 7.10).

Πίνακας 7.10 Το ποσοστό της ολικής συγκομιδής που συνέβη πρώιμα, στο μέσον και αργά στην εποχή^Z

Τεχνικές PNC (mg liter ⁻¹)	Ολική συγκομιδή		
	Πρώιμα	Στο Μέσον	Αργά
250N-125P-250K	51	13	36
50N-125P-50K	44	25	31
50N-25P-250K	44	10	46
50N-25P-50K	40	20	39
250N-25P-50K	32	17	51
10N-125P-10K	29	11	60
10N-5P-10K	26	20	54
250N-5P-19K	16	29	55
10N-5P-250K	14	37	49

^ZΝωρίς= 1 έως 3 συγκομιδές - Μέσον= 4 έως 11 συγκομιδές

Αργά= 12 έως 18 συγκομιδές 18 ολικές συγκομιδές

Πηγή: Dufault (1986).

Καθώς μειώθηκε η τεχνική PNC, το ποσοστό της πρώιμης παραγωγής επίσης μειώθηκε. Στις τεχνικές PNC οι οποίες αποτελούνταν από 2 ή περισσότερα θρεπτικά στοιχεία σε χαμηλά επίπεδα, η κύρια ποσότητα της παραγωγής τους συνέβη μεταξύ των συγκομιδών 12 - 18. Συνεπώς, ένα υψηλό επίπεδο PNC προδιέθεσε τη μεταφύτευση να ανακάμψει από το «σοκ» και να ανακτήσει την ανάπτυξη νωρίτερα από αυτές με χαμηλά επίπεδα PNC. Άρα, η τεχνική PNC που συνδυάζει 250N-125P-

250K (mg/l) είχε την καλύτερη προοπτική για χρήση στην παραγωγή πεπονιών, βασισμένη στο πρώιμο κλήμα, στην ανάκαμψη από το μεταφυτευτικό «σοκ», την άνθηση των θηλυκών ανθέων, των ιστών των καρπών και τη παραγωγή.

7.7 Παράγοντες που καθορίζουν το σχεδιασμό της λίπανσης

Λόγω των πολλών παραμέτρων που επηρεάζουν τη λίπανση είναι αδύνατον να αναφερθεί ένα γενικό πρόγραμμα λίπανσης για όλες τις περιπτώσεις. Αντίθετα για κάθε περίπτωση θα πρέπει να γίνει μια προσεκτική ανάλυση των διαφόρων παραγόντων που επηρεάζουν τις θρεπτικές ανάγκες της καλλιέργειας, ώστε να επιτευχθεί ικανοποιητική προσέγγιση στην ιδανική λίπανση. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

1. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους (φυσικές ιδιότητες και χημική σύσταση)
2. Η σύσταση του αρδευτικού νερού (κυρίως νιτρικά και ηλεκτρική αγωγιμότητα)
3. Η τεχνική καλλιέργειας και η αναμενόμενη παραγωγή (αρδευόμενη ή μη αρδευόμενη, πρώιμη ή όψιμη, κάλυψη εδάφους με μαύρο πλαστικό, ποικιλία, καλλιέργεια σε κάλυψη από πλαστικό)

7.8 Υπολογισμός της λίπανσης

7.8.1 Άζωτο (N)

Όπως όλα τα Κολοκυνθοειδή έτσι και το πεπόνι παρουσιάζουν μεγάλη αντίδραση στην οργανική λίπανση και ιδιαίτερα στην κοπριά. Η κοπριά θα πρέπει να είναι καλά χωνεμένη και να ενσωματωθεί στο έδαφος πολύ πριν την μεταφύτευση. Ο υπολογισμός της δόσης του αζωτούχου λιπάσματος βασίζεται στο θρεπτικό ισοζύγιο του εδάφους. Θα πρέπει να υπολογιστούν όλες οι πιθανές πηγές αζώτου (εισροές) καθώς και οι πιθανές απώλειες (εκροές), δηλαδή θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- Το άζωτο που απορροφούν τα φυτά (βλέπε πίνακα 7.1)
- Το άζωτο που χάνεται (απονιτροποίηση, δέσμευση)
- Το ανόργανο άζωτο (N_{av}) στο βάθος του ριζοστρώματος πριν την εφαρμογή της βασικής λίπανσης
- Το άζωτο που θα απελευθερωθεί κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου από την ανοργανοποίηση. Η ποσότητα αυτή εξαρτάται από την ποσότητα και το είδος των φυτικών υπολειμμάτων, αλλά και από το σύνολο της οργανικής ουσίας του εδάφους.
- Ιδιαίτερα θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ποσότητα αζώτου που θα προστεθεί στο έδαφος από το νερό άρδευσης με βάση τον παρακάτω τύπο:

$$AZΩTO(KG/ΣΤΡ.)=Νερό (κυβ/στρ.) χ νιτρικά (mg/l) / 4.400$$

Όταν δεν υπάρχουν τα παραπάνω στοιχεία, μια κατ' εκτίμηση λίπανση είναι η χορήγηση 3-7Kg N/στρ. στη βασική λίπανση και 7-10Kg N/στρ. με την υδρολίπανση με μια παραγωγή 3-4 ton/στρ.

Ο ρυθμός χορήγησης του αζώτου θα πρέπει να συμβαδίζει με τις απαιτήσεις των φυτών. Γενικά, μπορεί να προταθεί ότι χορηγείται 20-30% του ολικού αζώτου στη βασική λίπανση με αμμωνιακά λιπάσματα ή ουρία και το υπόλοιπο επιφανειακά με την υδρολίπανση σε δόσεις, έχοντας ως οδηγό ότι οι απαιτήσεις της πεπονιας σε άζωτο είναι 5% από τη σπορά μέχρι τη μεταφύτευση, 30% από τη μεταφύτευση μέχρι την αρχή της γονιμοποίησης, 35% από την αρχή της γονιμοποίησης μέχρι την διόγκωση των καρπών και 30% από την διόγκωση μέχρι την ωρίμανση των καρπών. Τα αποτελέσματα της εργασίας του Panagiotopoulos (1999) στην υδρολίπανση της πεπονιας έδειξαν ότι η συχνή χορήγηση 50 - 80 ppm N αμέσως μετά την εγκατάσταση των φυταριών και μέχρι την ωρίμανση είναι αρκετή για την επίτευξη υψηλής απόδοσης πρώιμης καλλιέργειας. Υδρολίπανση και φυλλοδιαγνωστική είναι δυο βασικοί παράγοντες για την έγκαιρη κάλυψη των αναγκών της πεπονιας σε θρεπτικά στοιχεία. Η ποσότητα του νερού άρδευσης θα πρέπει να υπολογίζεται με σχετική ακρίβεια για να περιορίζονται οι απώλειες από έκπλυση νιτρικών.

7.8.2 Φώσφορος (P)

Η λίπανση με φώσφορο πάντοτε θα πρέπει να υπολογίζεται με βάση την ανάλυση του εδάφους και τα δεδομένα του πίνακα (Πίνακας 7.11).

Πίνακας 7.11 Επίπεδα Φωσφόρου και Καλίου στο έδαφος για την ερμηνεία της ανάλυσης του εδάφους

Επίπεδα	Φώσφορος P (ppm - Olsen)			Ανταλλάξιμο Κάλιο K (ppm)		
	αμμώδες	πηλώδες	αργιλώδες	αμμώδες	πηλώδες	αργιλώδες
Πολύ μικρό	<6	<8	<10	<78	<94	<109
Μικρό	12	16	20	137	156	176
Κανονικό	18	24	30	215	293	332
Υψηλό	28	36	44	332	430	508
Πολύ υψηλό	>28	>36	>44	>489	>587	>665

Πηγή: Gros και Dominguez (1992)

Σε εδάφη με υψηλό επίπεδο φωσφόρου η δόση εφαρμογής θα πρέπει να μειωθεί στο 50% της δόσης συντήρησης μέχρι να φθάσει σε κανονικά (μεσαία) επίπεδα στο έδαφος. Σε εδάφη με κανονικά επίπεδα φωσφόρου (18-30ppm - Olsen) χορηγείται η δόση συντήρησης (10-15KgP₂O₅/στρ.), ενώ στα φτωχά ή πολύ φτωχά εδάφη μπορεί να δοθεί η δόση συντήρησης και μια επιπλέον ποσότητα 25-50% για να εμπλουτιστεί το έδαφος μέχρι το κανονικό επίπεδο. Αυτή η επιπλέον ποσότητα μπορεί να υπολογιστεί εάν λάβουμε υπόψη ότι για την αύξηση του διαθέσιμου φωσφόρου στο έδαφος κατά 1ppm απαιτούνται 1,15 KgP₂O₅/στρ. (Simonis, 1986). Η ολική ποσότητα του φωσφόρου χορηγείται στη βασική λίπανση στις περισσότερες περιπτώσεις. Μπορεί όμως να χορηγηθεί σε δόσεις σε εδάφη φτωχά σε P που είναι ανάγκη να εφαρμοστούν μεγάλες ποσότητες ή σε ασβεστούχα εδάφη που ακινητοποιούν τον φώσφορο. Στα τελευταία εδάφη θα πρέπει να προτιμάται η φωσφορική αμμωνία από το απλό υπερφωσφορικό λίπασμα.

7.8.3 Κάλιο (K)

Κατά τον υπολογισμό της δόσης λίπανσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ποσότητες που απομακρύνονται από το έδαφος με τα συγκομισμένα προϊόντα (Πίνακας 7.1) καθώς και οι ποσότητες που προστίθενται στο έδαφος με την κοπριά ή άλλες οργανικές ουσίες. Τα καλιούχα λιπάσματα προστίθενται στη βασική λίπανση όλα (αργιλώδη εδάφη) ή ένα τμήμα αυτών (25- 35%) προστίθεται επιφανειακά (αμμώδη, πηλώδη εδάφη). Για τον υπολογισμό της ποσότητας καλιούχου λιπάσματος ακολουθείται η ίδια τακτική όπως στο φωσφόρο. Σαν οριακές συγκεντρώσεις καλίου στο έδαφος μπορούν να ληφθούν οι αναφερόμενες στον Πίνακα 7.11 σαν κανονικές, δηλαδή 215-323 ppm K, αν και μπορεί να θεωρηθούν λίγο αυξημένες. Για την αύξηση του καλίου του εδάφους κατά 10 ppm K θα πρέπει να προστεθούν 3,6 Kg K₂O ανά στρέμμα (Simonis 1981). Σαν δόση συντήρησης με βάση τα δεδομένα των Πινάκων 7.1 και 7.2 μπορεί να ληφθεί η ποσότητα των 20-25 Kg K/στρ. Στα εδάφη που δεσμεύουν κάλιο θα πρέπει ο εμπλουτισμός του εδάφους να φθάσει σε υψηλά επίπεδα. Ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης δίδεται από τον Panagiotopoulos (1995^α)

Το κάλιο χορηγείται 50% στην βασική λίπανση και το υπόλοιπο 50% με την υδρολίπανση. Στην εργασία του Panagiotopoulos (1999) η εφαρμογή 100ppm K₂O ήταν αρκετή για τη συγκομιδή φρούτων με Ολικά Διαλυτά Στερεά γύρω στο 12%.

7.8.4 Μαγνήσιο

Όταν από την ανάλυση του εδάφους εντοπισθεί διαθέσιμο μαγνήσιο μικρότερο από 1,5 meq/100 g εδάφους ή όταν το ανταλλάξιμο ασβέστιο είναι δέκα φορές μεγαλύτερο από το Mg ή το έδαφος έχει υψηλά επίπεδα διαθέσιμου καλίου για να αποφευχθεί η ελλιπής απορρόφηση, λόγω ανταγωνισμού, είναι απαραίτητη η χορήγηση 4 - 6 Kg MgO/στρ. στη βασική λίπανση. Αν εμφανιστεί τροφопενία Mg θα πρέπει να γίνει ψεκασμός με 2% EPSOM SALT.

7.8.5 Τοξικότητα Μαγγανίου (Mn)

Το πεπόνι και το καρπούζι είναι ευαίσθητα στα όξινα εδάφη. Το pH θα πρέπει να διατηρείται με ασβέστωση πάνω από 6,0. Εδάφη πλούσια σε Mn με pH μικρότερο από 5,5 συχνά προκαλούν τοξικότητα Mn. Στην περίπτωση αυτή η συγκέντρωση μαγγανίου στα φύλλα είναι μεγαλύτερη από 800ppm Mn.

7.9 Ενδεικτικά προγράμματα υδρολίπανσης πεπτονιού

Σύμφωνα με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σχετικά με την υδρολίπανση του πεπτονιού, έχουν καταρτιστεί ενδεικτικά προγράμματα υδρολίπανσης που το καθένα αναφέρεται σε συγκεκριμένες αναλογίες θρεπτικού διαλύματος και συγκεκριμένης έκτασης. Ορισμένα από τα οποία είναι τα παρακάτω.

1^ο ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης πεπτονιού με χαμηλή κάλυψη

Το ενδεικτικό πρόγραμμα που θα αναφερθεί παρακάτω έχει καταρτιστεί αφού προηγουμένως έχουν ληφθεί υπόψη τα εξής:

- Η μεταφύτευση στον αγρό γίνεται όταν τα φυτά έχουν εκπτύξει το 3^ο - 4^ο φύλλο. Επομένως, δεν χρειάζεται λίπανση κατά τη διάρκεια της προβλάστησης.
- Το προτεινόμενο πρόγραμμα υδρολίπανσης αφορά κυρίως πεπονιά τύπου "Galía".

Πίνακας 7.12 Ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης

είας	Σχόλια	Συγκέντρωση Θ.Σ. στο διάλυμα εφαρμογής (ppm)			Λιπάσματα	Ποσότητες λιπασμάτων (g/m ³ νερού άρδευσης)	Συχνότητα εφαρμογής	Συνολική ποσότητα διαλ/τος κατά στάδιο (m ³ /στρ.) ⁵	Λιπαντικές μονάδες υδρολίπανσης ⁵				
		N	K ₂ O	MgO					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
λίπανση με	40 Kg/στρ.	21-0-0	δηλαδή	N	10 μονάδες								
	80 Kg/στρ.	0-20-0	δηλαδή	P ₂ O ₅	16 μονάδες								
	50 Kg/στρ.	0-0-48	δηλαδή	K ₂ O	24 μονάδες								
	30 Kg/στρ.	κιζερίτη	δηλαδή	MgO	8 μονάδες								
τη υση	Επιδιώκεται η χορήγηση υδατοδιαλυτού P κοντά στις ρίζες του νεαρού φυταρίου για τη γρήγορη ανάπτυξη των ριζών ώστε να επιτευχθεί προίμηση	*2	*2		Λίπασμα με υδατοδιαλυτό P του τύπου:10-(40-50)-15	3000 (Δόση 0,5l/φυτό) στο λάκκο μεταφύτευσης	Γίνονται 2 ριζοπότισμα-τα (το 2 ^ο μετά από 10 ημέρες)	0,3	αμελητέες				
ην νυσ	Στο στάδιο αυτό επιδιώκεται η γρήγορη και μεγάλη βλάστηση των φυτών. Τα φυτά θα πρέπει να εφοδιαστούν καλά κυρίως με N. Η ποσότητα N στη βασική λίπανση καθορίζει τη συγκέντρωση N στην υδρολίπανση	100	80	25 ³	34,5-0-0 13-0-46 MgSO ₄ ·7H ₂ O	225 174 156	Σε κάθε άρδευση	40	4	-	3,2	1	
ύ ν ης των	Στο στάδιο αυτό οι απαιτήσεις σε N δεν είναι μεγάλες. Η αύξηση της συγκέντρωσης του K στην υδρολίπανση συμβάλλει στην αύξηση των σακχάρων στον χυμό των καρπών.	80	120	25 ³	34,5-0-0 13-0-46 MgSO ₄ ·7H ₂ O	134 260 156	Κάθε 2-3 αρδεύσεις ⁴	80	6,4	-	9,6	2	
ό το μένο μέχρι ς της ιής	Δεν απαιτείται να χορηγηθούν θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος	Χορηγείται μόνο νερό					Αραιά ποτίσματα						
Λιπαντικών μονάδων με την υδρολίπανση									10,4	-	12,8	3	

⁽¹⁾ Η σωστή βασική λίπανση θα πρέπει να στηρίζεται στην ανάλυση του εδάφους. Οι προτεινόμενες δόσεις αφορούν διασπορά σ' όλο τον αγρό και εδάφη που δεν έχουν καλλιεργηθεί πρόσφατα με κητευτικά (ανεπαρκώς εφοδιασμένα με P,K και Mg). Οι γραμμές φύτευσης καλύπτονται με μαύρο πλαστικό.

⁽²⁾ Χορηγείται πυκνό θρεπτικό διάλυμα (δόση 0,5l/φυτό) και αμέσως μετά ακολουθεί πότισμα, οπότε πρακτικά η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στο εδαφοδιάλυμα μειώνεται στα κανονικά επίπεδα (δεν μπορεί επομένως να προσδιοριστεί ακριβώς).

⁽³⁾ Mg χορηγείται μόνο όταν υπάρχει έλλειψη του στοιχείου στα φύλλα (φυλλοδιαγνωστική) ή εμφανιστούν συμπτώματα τροφοπενίας.

⁽⁴⁾ Το προτεινόμενο σχήμα αφορά καλλιέργεια που θα καταστραφεί όταν συγκομιστούν όλοι οι μαζικά αναπτυχθέντες καρποί και δεν θα συνεχιστεί για τη λήψη και δεύτερης μαζικής παραγωγής.

⁽⁵⁾ Η ποσότητα του θρεπτικού διαλύματος και επομένως ο αριθμός των λιπαντικών μονάδων εξαρτάται από την εποχή φύτευσης, τον τύπο εδάφους και τις κλιματικές συνθήκες. Γενικά από την ποσότητα του χορηγούμενου αρδευτικού νερού.

Πηγή: Παναγιωτόπουλος 1995

- Η πεπονιά αναπτύσσεται σε όλους τους τύπους εδαφών. Πρώιμη παραγωγή όμως δίδει σε εδάφη αμμοπηλώδη και για τα εδάφη αυτά προτείνεται το πρόγραμμα.
- Στην πρωίμιση της καλλιέργειας βασικό ρόλο παίζει ο καλός έφοδιασμός του εδάφους με αφομοιώσιμο P, στα αρχικά στάδια του φυτού, καθώς επίσης και με N μέχρι την καρπόδεση.
- Η αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (αλατότητας) του εδαφικού διαλύματος κατά την περίοδο της ταχείας ανάπτυξης των καρπών συμβάλλει στην αύξηση της γλυκύτητας του χυμού. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα όμως του εκχυλίσματος κορεσμού του εδάφους δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 3 - 4 mmhos/cm.
- Οι τροφοπενίες Mg,P αντιμετωπίζονται όπως στη τομάτα.
- Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η κάλυψη του εδάφους με μαύρο πλαστικό ανεβάζει την θερμοκρασία του και επιταχύνει το ρυθμό ανοργανοποίησης της οργανικής ουσίας καθώς και τη νιτροποίηση του αμμωνιακού N.
- Ιχνοστοιχεία χορηγούνται μόνο όταν υπάρχει έλλειψη, με βάση τα αποτελέσματα φυλλοδιαγνωστικής, (Πίνακας 7.16).
- Τοξικότητα Mn.
- Η ύπαρξη δικτύου στον καρπό και 11-14% brix είναι χαρακτηριστικά άριστης ποιότητας.

2^ο ενδεικτικό πρόγραμμα υδρολίπανσης πεπονιάς

Οι χορηγήσεις λιπασμάτων που θα αναφερθούν παρακάτω γίνονται είτε με τη βασική λίπανση είτε με επιφανειακές λιπάνσεις.

Ενδεικτικά η συνιστώμενη λίπανση του πεπονιού είναι η εμφανιζόμενη στους παρακάτω πίνακες.

Υπαίθρια καλλιέργεια

Πίνακας 7.13 Λιπαντικές μονάδες για υπαίθρια καλλιέργεια

Λιπαντικές μονάδες (Kg/στρ)			
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
15-20	8-15	18-20	7-10

Πηγή: Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 9.1995

Το άζωτο εφαρμόζεται σε 3 δόσεις:

1. 30% με την εγκατάσταση της καλλιέργειας
2. 35% με την εμφάνιση των ανθέων και
3. 35% λίγο πριν οι καρποί αποκτήσουν το μισό περίπου του τελικού μεγέθους τους.

Ο φωσφόρος, το κάλιο και το μαγνήσιο μπορεί να εφαρμόζονται με την εγκατάσταση της καλλιέργειας.

Επίσης, γίνεται βασική λίπανση με 5-10 τόνους/στρ., κοπριά.

Καλλιέργεια με χαμηλή κάλυψη

Πίνακας 7.14 Λιπαντικές μονάδες για καλλιέργεια με χαμηλή κάλυψη

Λιπαντικές μονάδες (Kg/στρ)			
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
20-25	10-15	20-25	8-12

Πηγή : Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 9.1995

Το άζωτο εφαρμόζεται σε 3 δόσεις όπως και στην περίπτωση της υπαίθριας καλλιέργειας.

Ο φώσφορος εφαρμόζεται κατά το 70-80% της δόσης του πριν ή κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας και το υπόλοιπο κατά το στάδιο που εφαρμόζεται η δεύτερη δόση του αζώτου.

Το κάλιο και το μαγνήσιο εφαρμόζονται κατά 50-70% της δόσης τους μαζί με την πρώτη δόση του φωσφόρου και το υπόλοιπο στο στάδιο που εφαρμόζεται η δεύτερη δόση του αζώτου και του φωσφόρου.

Στη βασική λίπανση χορηγείται όλη η ποσότητα της κοπριάς που είναι 8 τόνοι/στρ., κοπριά.

Καλλιέργεια σε θερμοκήπιο

Πίνακας 7.15 Λιπαντικές μονάδες για καλλιέργεια σε θερμοκήπιο

Λιπαντικές μονάδες (Kg/στρ)			
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
30-35	10-15	40-45	10-15

Πηγή : Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 9.1995

Κατά κανόνα το μεγαλύτερο ποσοστό του αζώτου ή και ολόκληρη η δόση του εφαρμόζεται με υδρολίπανση. Αντίθετα, ένα μεγάλο ποσοστό των δόσεων του φωσφόρου, του καλίου και του μαγνησίου (60%-70%) εφαρμόζεται σαν βασική λίπανση και το υπόλοιπο με υδρολίπανση.

Το πεπόνι είναι πολύ ευαίσθητο στην έλλειψη μαγνησίου καθώς και στην έλλειψη των ιχνοστοιχείων μαγγάνιο, σίδηρος και μολυβδαίνιο. Για το λόγο αυτό πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην πρόληψη τροφοπενιών των παραπάνω στοιχείων.

Στη βασική λίπανση χορηγούνται 5-10 τόνοι/στρ, κοπριά.

7.10 Φυλλοδιαγνωστική

Η ανάλυση των φύλλων μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην εφαρμογή της ιδανικής λίπανσης. Οι Geraldson και Tyler (1990) προτείνουν πρώτη δειγματοληψία την στιγμή της γονιμοποίησης των πρώτων καρπών για την εφαρμογή διορθωτικής λίπανσης και δεύτερη δειγματοληψία κατά την ωρίμανση των πρώτων καρπών για έλεγχο της λίπανσης που εφαρμόστηκε, αφού τα χρονικά περιθώρια είναι μικρά για ουσιαστικές παρεμβάσεις. Οι ερευνητές δίδουν πίνακες με κανονικά επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων για την ερμηνεία της ανάλυσης των φύλλων.

Τα αποτελέσματα των εργασιών των Wilcox (1973) και Panagiotopoulos, (1999) υποστηρίζουν ότι στόχος θα πρέπει να είναι η συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα της πεπονιάς (4^ο -6^ο από την κορυφή) κατά την βλαστική ανάπτυξη και την έναρξη της καρπόδεσης να υπερβαίνει το 4,5 - 5,0 % N για την εξασφάλιση βέλτιστης απόδοσης.

Πίνακας 7.16 Προτεινόμενες τιμές για εφαρμογή φυλλοδιαγνωστικής στο πεπόνι^(*)

Θρεπτικό στοιχείο	Επάρκεια
N(%) ^(*)	2,0-3,0
NO ₃ -N(%) ^(**)	0,90
PO ₄ -P(%) ^(*)	0,25
K(%) ^(**)	>4
Ca(%) ^(**)	3,0-5,0
Mg(%) ^(**)	0,7-1,0
Zn(ppm) ^(*)	30-50
B(ppm) ^(*)	30-80

^(*) Έλασμα πρώτου ώριμου φύλλου.

^(**) Μίσχοι του 6^{ου} φύλλου από την κορυφή στο στάδιο της ωρίμανσης του πρώτου καρπού.

Πηγή: Παναγιωτόπουλος 1995

8

ΠΑΤΑΤΑ

8.1 Γενικά

Η λίπανση της πατάτας καθορίζεται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Γονιμότητα του εδάφους όπως εκτιμάται από την εδαφολογική ανάλυση αντιπροσωπευτικού δείγματος.
- Την ακολουθούμενη αμειψισπορά.
- Την εφαρμοζόμενη τεχνική καλλιέργειας και κυρίως τη μέθοδο άρδευσης, τον τρόπο εφαρμογής των λιπασμάτων (διασπορά σ' όλο τον αγρό ή εντοπισμένη λίπανση στις γραμμές φύτευσης).
- Την εποχή φύτευσης (ανοιξιάτικη ή φθινοπωρινή καλλιέργεια)
- Τις απαιτήσεις της καλλιεργούμενης ποικιλίας.
- Την εφαρμογή ή όχι οργανικής ουσίας και ιδιαίτερα κοπριάς.

8.2 Απαιτήσεις θρεπτικών στοιχείων της πατάτας

Άζωτο

Γενικά, το άζωτο επιταχύνει το ρυθμό ανάπτυξης των βλαστών και του φυλλώματος με συνέπεια τη γρήγορη αύξηση της φυλλικής επιφάνειας του φυτού ιδιαίτερα κατά το στάδιο αμέσως μετά τη φύτευση. Η παράμετρος αυτή είναι καθοριστική για την επίτευξη πρώιμης και μεγάλης παραγωγής.

Όμως το μέγεθος του φυλλώματος θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο στις ποικιλίες με μακρύ βλαστικό κύκλο σε σχέση με εκείνες μικρού κύκλου. Η αναλογία της φυλλικής επιφάνειας σε σχέση με το ρυθμό και την ανάπτυξη των κονδύλων είναι καθοριστική για επίτευξη μεγάλων αποδόσεων. Η απόδοση όμως δεν εξαρτάται μόνο από τη δόση της αζωτούχου λίπανσης αλλά και από την ποικιλία, τις κλιματολογικές συνθήκες και την άρδευση. Στόχος θα πρέπει να είναι η αποφυγή υπερβλάστησης ώστε η κονδυλοποίηση και η ωρίμανση των κονδύλων να γίνει φυσιολογικά.

Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση καθυστερεί την ωρίμανση των κονδύλων (οψίμιση καλλιέργειας), μειώνει το βάρος τους και αυξάνει τον αριθμό των μη εμπορεύσιμων κονδύλων (μικροί, κακοσχηματισμένοι). Η επίδραση αυτή είναι εντονότερη σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών, αφθόνου άρδευσης και όταν επικρατούν μακράς διάρκειας ημέρες. Δεν φαίνεται όμως να έχει το άζωτο καμία απ' ευθείας επίδραση στην αύξηση της ξηράς ουσίας των κονδύλων.

Τα φυτά της πατάτας απορροφούν από την 50η μέχρι την 80η ημέρα μετά τη φύτευση το 70% περίπου του Ν που χρειάζονται για να καλύψουν τις συνολικές ανάγκες τους. Οι απαιτήσεις σε άζωτο μιας καλλιέργειας πατάτας είναι περίπου 13 -

18 Kg/στρ. N για παραγωγή 2,5 - 3,0 τον/στρ. ή 14 - 23 Kg/στρ N για παραγωγή 5,0 - 6,0 τον/στρ.

Αποτελέσματα πειραμάτων λίπανσης πατάτας στον Ελλαδικό χώρο (ταχύρυθμο πρόγραμμα, πειράματα λίπανσης σε Ερευνητικά Ινστιτούτα) συνηγορούν ότι η ευνοϊκότερη δόση αζωτούχου λίπανσης για ελαφριά εδάφη και ποικιλίες μεγάλων αποδόσεων είναι 20 - 30 Kg/στρ. N όταν η διασπορά γίνεται σε όλο τον αγρό. Από την ποσότητα αυτή περισσότερο από το μισό άζωτο χορηγείται στη βασική λίπανση με αμμωνιακή μορφή (θεική αμμωνία, ουρία,) και το υπόλοιπο επιφανειακά με την εφαρμογή νιτρικής αμμωνίας (ουδέτερα ή ελαφρώς αλκαλικά εδάφη) ή ασβεστούχου νιτρικής αμμωνίας ή νιτρικής ασβέστου (όξινα εδάφη). Η επιφανειακή λίπανση χορηγείται είτε σε μια δόση κατά το σκάλισμα (10 Kg/στρ. N) είτε σε δυο δόσεις οπότε η πρώτη γίνεται στο σκάλισμα (5 Kg/στρ. N) και ακολουθεί η εφαρμογή άλλων 5 μονάδων N, 30-40 ημέρες αργότερα, συνήθως μαζί με το αρδευτικό νερό. Όταν εφαρμόζεται τεχνητή βροχή, το αρδευτικό νερό θα πρέπει να είναι καλής ποιότητας και να ακολουθεί την εφαρμογή του λιπάσματος (ξέπλυμα του φυλλώματος με καθαρό νερό για την αποφυγή εγκαυμάτων στα φύλλα). Στην τελευταία περίπτωση μπορεί να χορηγηθούν 1 - 2 Kg/στρ. N κάθε εβδομάδα ιδιαίτερα σε αμμώδη εδάφη.

Φώσφορος

Είναι γενικά αποδεκτό ότι ο φώσφορος επιταχύνει την ωρίμανση των κονδύλων αλλά δεν φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση της ξηράς ουσίας των κονδύλων. Υπάρχουν ενδείξεις ότι καλά εφοδιασμένα με φώσφορο πατατόφυτα παράγουν κονδύλους με σκληρή επιδερμίδα με συνέπεια να μη τραυματίζονται κατά την εξαγωγή και τη μεταφορά.

Οι απαιτήσεις μιας καλλιέργειας πατάτας σε φώσφορο είναι μικρότερες από εκείνες σε άζωτο και κάλιο. Μια καλλιέργεια πατάτας απορροφάει 3-7Kg/στρ. φωσφόρου (P_2O_5). Μεταξύ της 50ης και 80ης ημέρας από τη φύτευση, τα φυτά απορροφούν το 60% των συνολικών αναγκών τους.

Είναι γνωστό ότι ο φώσφορος είναι δυσδιάλυτος στο έδαφος και ένα μεγάλο μέρος της ποσότητας που εφαρμόζεται σε αυτό (έως και 75%) δεν απορροφάται από τα φυτά. Έτσι η ποσότητα του φωσφορικού λιπάσματος που θα πρέπει να εφαρμοστεί εξαρτάται από τον τύπο της αμειψισποράς, τις ποσότητες φωσφόρου που έχουν χορηγηθεί τα προηγούμενα της φύτευσης χρόνια (υπολειμματικός φώσφορος) και τον τύπο του εδάφους.

Είναι προφανές ότι η δόση της φωσφορικής λίπανσης θα πρέπει να καθορίζεται μετά από ανάλυση του εδάφους. Αυτή κυμαίνεται από 0-20 Kg/στρ. P_2O_5 . Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε ένα έδαφος με P κατά Olsen μεταξύ 25-30ppm θεωρείται επαρκής η χορήγηση φωσφόρου 10 Kg/στρ. P_2O_5 (λίπανσης συντήρησης).

Εάν δεν υπάρχουν δεδομένα ανάλυσης εδάφους, η χορήγηση 10-15 Kg/στρ. P_2O_5 με τη μορφή του αραιού υπερφωσφορικού (0-20-0) ή ενός σύνθετου λιπάσματος και ενσωμάτωση σ' όλο τον αγρό, τουλάχιστον δυο εβδομάδες πριν τη φύτευση, θεωρείται ικανοποιητική για την πατάτα. Αν η ενσωμάτωση γίνει στις γραμμές φύτευσης, η ποσότητα αυτή θα πρέπει να μειωθεί κατά το ένα τέταρτο περίπου.

Κάλιο

Τα πατατόφυτα απορροφούν κάλιο σε ποσότητες μεγαλύτερες από εκείνες του αζώτου και του φωσφόρου. Η πατάτα είναι από τα πιο καλιόφιλα φυτά. Το κάλιο δεν έχει πάντοτε επίδραση στην αύξηση των αποδόσεων, αλλά έχει συγκριτικά πολύ μεγαλύτερη επίδραση στη ποιότητα των κονδύλων. Παράμετροι όπως η περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία των κονδύλων, η μαύρη κηλίδωσή τους, ο

μεταχρωματισμός κατά το βράσιμο και η αντοχή στην αποθήκευση επηρεάζονται από τον βαθμό εφοδιασμού των φυτών με κάλιο.

Η πατάτα απορροφά 35 Kg/στρ. K_2O για παραγωγή 3,0-4,0 τον./στρ. Μεταξύ της 50ης και της 80ης ημέρας από τη μεταφύτευση τα φυτά απορροφούν 78% των συνολικών αναγκών τους σε κάλιο. Το 60-70% της ποσότητας αυτής μεταφέρεται στους κονδύλους. Γενικά, οι ανάγκες σε καλιούχο λίπανση είναι μεγαλύτερες στα αμμώδη εδάφη σε σχέση με τα πηλώδη.

Η καλιούχος λίπανση θα πρέπει να υπολογίζεται με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης αντιπροσωπευτικού δείγματος εδάφους. Έδαφος με 120-150 ppm K_2O συνήθως χρειάζεται λίπανση με κάλιο σε ποσότητα 20-25 Kg/στρ K_2O (λίπανση συντήρησης). Τα περισσότερα πειράματα έχουν δείξει ότι μια δόση 20-30 Kg/στρ. K_2O είναι ικανοποιητική για τα ελαφρά εδάφη, που καλλιεργείται πατάτα στη χώρα μας, με διασκόρπιση σε όλο τον αγρό.

Η εφαρμογή γίνεται πριν τη φύτευση υπό τη μορφή θειικού καλίου (0-0-48) ή καλιομαγνησίου. Το χλωριούχο κάλιο αποφεύγεται στη λίπανση της πατάτας γιατί μειώνει την περιεκτικότητα των κονδύλων σε ξηρά ουσία. Η επίδραση αυτή είναι εντονότερη στις παραλιακές περιοχές όπου συνήθως το αρδευτικό νερό έχει αυξημένη συγκέντρωση χλωριόντων.

Συμπληρωματικά, σε περιπτώσεις που διαπιστωθεί απόκλιση από τα κανονικά επίπεδα καλίου με τη φυλλοδιαγνωστική, μπορεί να χορηγηθεί νιτρικό κάλιο ή νιτρικό μαγνήσιο με το αρδευτικό νερό.

Μαγνήσιο

Τα περισσότερα εδάφη που καλλιεργείται η πατάτα είναι όξινα και ελαφρά και το μαγνήσιο έχει εκπλυθεί από τα επιφανειακά στρώματα, ιδιαίτερα στη Δυτική Ελλάδα, λόγω των βροχοπτώσεων και των μεγάλων αρδευτικών δόσεων επί σειρά ετών. Επομένως στα εδάφη αυτά που είναι φτωχά σε μαγνήσιο και λόγω του ανταγωνισμού από τις μεγάλες ποσότητες καλίου αλλά και αμμωνίου που εφαρμόζονται, η έλλειψη μαγνησίου στα πατατόφυτα είναι συνήθης. Στις περιπτώσεις αυτές η χορήγηση μαγνησίου στη βασική λίπανση είναι επιβεβλημένη.

Η πατάτα απορροφά 3,0 Kg/στρ. MgO για παραγωγή 3,0 τον/στρ. Η ποσότητα του μαγνησίου που θα χορηγηθεί καθορίζεται:

- Από τις διαθέσιμες ποσότητες μαγνησίου, καλίου και ασβεστίου στο έδαφος.
- Από τη σχέση K / Mg που δεν πρέπει να υπερβαίνει την αναλογία 4:1 και
- Από το βαθμό κορεσμού με Mg της Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων (ΙΑΚ) που θα πρέπει να είναι 10-12%.

Συνήθως χορηγείται μαγνήσιο σε ποσότητα 10 Kg/στρ. MgO που όμως σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι ικανοποιητική. Το μαγνήσιο χορηγείται σαν θειικό μαγνήσιο μόνο του ή σε συνδυασμό με το κάλιο (π.χ., θειικό καλιομαγνήσιο 30% K_2O , 10% MgO).

8.3 Τροφοπενίες

Αζωτο

Η τροφοπενία του αζώτου χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση μικρών και πρασινοκίτρινων νέων φύλλων και από την έντονη μείωση της ανάπτυξης των πατατοφύτων. Σε έντονη έλλειψη, ολόκληρο το έλασμα των φύλλων γίνεται ανοιχτό

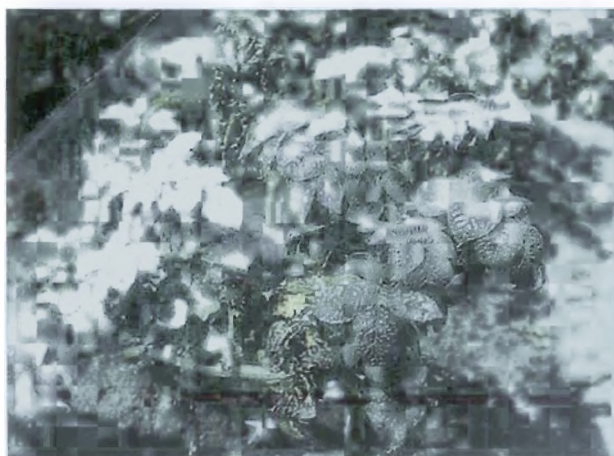
κίτρινο και είναι πιθανόν να παρατηρηθεί φυλλόπτωση στα κατώτερα φύλλα. Δεν είναι συχνή έλλειψη λόγω των συνήθως μεγάλων αζωτούχων δόσεων που εφαρμόζονται. Η διόρθωση γίνεται με τη χορήγηση αζώτου (34,5-0-0 ή 26-0-0) κατά τη διάρκεια των αρδεύσεων.

Φώσφορος

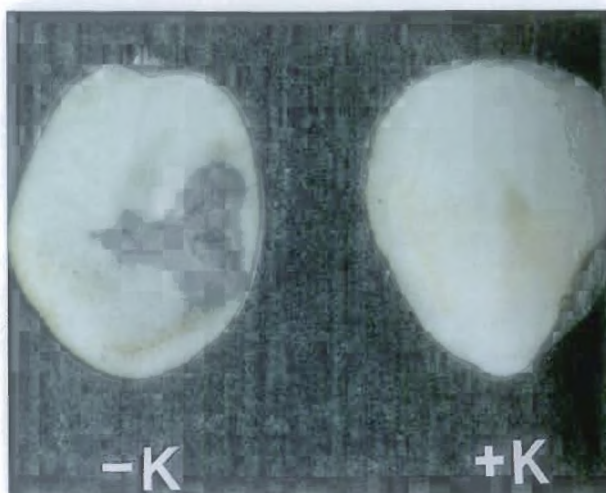
Σε έλλειψη φωσφόρου, στην αρχή τα φύλλα εμφανίζουν βαθυπράσινο χρωματισμό και στη συνέχεια τα κατώτερα φύλλα γίνονται βαθυκόκκινα. Οι μίσχοι, όπως και η περιφέρεια των ελασμάτων στρέφονται προς τα πάνω. Οι βλαστοί είναι λεπτοί και τα φυτά έχουν καθυστερημένη ανάπτυξη. Δεν είναι συχνή η τροφопενία και εμφανίζεται σε εδάφη που δεσμεύουν φώσφορο.

Κάλιο

Σε έλλειψη καλίου τα κατώτερα φύλλα των πατατοφύτων αποκτούν χρώμα κίτρινο ή ορειχάλκινο. Ο μεταχρωματισμός αρχίζει από την κορυφή και την περιφέρεια των φύλλων και βαθμιαία επεκτείνεται σε όλη την επιφάνεια του ελάσματος. Σε έντονη έλλειψη παρατηρούνται ξηράνσεις στην περιφέρεια του ελάσματος. Οι στόλונες είναι βραχείς και οι κόνδυλοι λίγοι και μικροί. Αντιμετωπίζεται με τη χορήγηση καλιούχων λιπασμάτων.



Εικ. 8. 1 Τροφопενία καλίου



Εικ. 8. 2 Τροφопενία καλίου

Μαγνήσιο

Είναι η πιο συχνά εμφανιζόμενη έλλειψη στην πατάτα. Στην αρχή εμφανίζεται περιφερειακό κιτρίνισμα του ελάσματος στα κατώτερα φύλλα και στη συνέχεια επεκτείνεται η χλώρωση μεσονεύρια προς το εσωτερικό του ελάσματος. Σε έντονη έλλειψη, οι χλωρωτικές κηλίδες εξελίσσονται σε νεκρωτικές. Τα φύλλα τρίβουν εύκολα. Τα ανώτερα φύλλα δεν εμφανίζουν συμπτώματα.



Εικ. 8. 3 Τροφοπενία μαγνησίου

Η αντιμετώπιση κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών γίνεται με ψεκασμούς με θεικό μαγνήσιο (Epsom Salt) 1-2%. Η εφαρμογή όμως μαγνησίου στη βασική λίπανση είναι η πιο αποτελεσματική.

Βόριο

Εμφανίζεται σε περιπτώσεις ασβέτωσης των εδαφών για τη διόρθωση του pH. Τα συμπτώματα είναι τα τυπικά της έλλειψης βορίου όπως νέκρωση του ακραίου οφθαλμού και ανάπτυξη πλαγίων βλαστών, βραχεία μεσογονάτια, η περιφέρεια του ελάσματος των κατώτερων φύλλων συστρέφεται προς τα πάνω και πιθανόν να εμφανισθεί πορφυρός μεταχρωματισμός. Η τροφοπενία αντιμετωπίζεται με προσθήκη βόρακα σε ποσότητα 2-3 Kg/στρ.



Εικ. 8. 4 Τροφοπενία βορίου



Εικ. 8. 5 Τροφοπενία βορίου

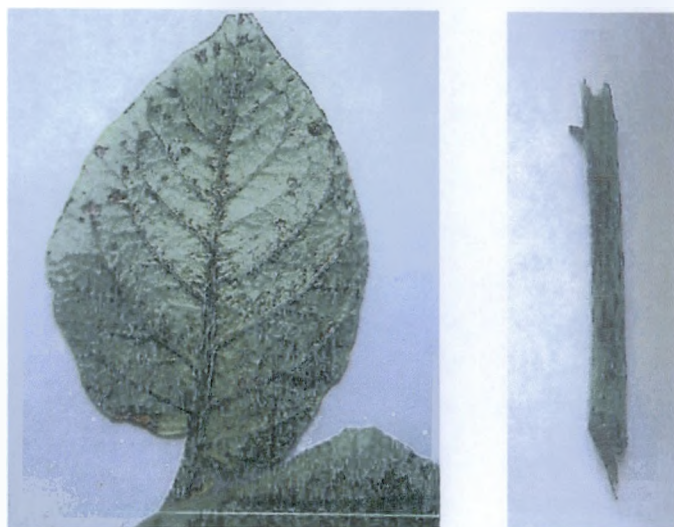
Μαγγάνιο, Ασβέστιο, Ψευδάργυρος

Επειδή η καλλιέργεια της πατάτας γίνεται σε ασβεστούχα εδάφη, ελλείψεις των στοιχείων αυτών δεν εμφανίζονται συχνά.

Τοξικότητα Μαγγανίου. Η τοξικότητα Μn εμφανίζεται συχνά σε όξινα εδάφη (με pH κάτω από 5,0) πλούσια σε οξείδια του μαγγανίου και προκαλεί σοβαρή μείωση της παραγωγής μέχρι και πλήρη καταστροφή της καλλιέργειας. Τα φυτά απορροφούν το μαγγήσιο σαν δισθενές κατιόν (Mn^{+2}) και επομένως όλες οι εδαφικές συνθήκες που ευνοούν την αναγωγή των Mn^{+4} και Mn^{+3} σε δισθενές συμβάλλουν στην εμφάνιση τοξικότητας μαγγανίου. Η κακή στράγγιση του εδάφους, η ύπαρξη αργλικού στρώματος σε μικρό βάθος και οι πολλές αρδεύσεις είναι οι σπουδαιότεροι παράγοντες που δημιουργούν αναγωγικό περιβάλλον και ευνοούν την εμφάνιση της τοξικότητας.

Η τοξικότητα εκδηλώνεται με την εμφάνιση καστανών κηλίδων στα φύλλα, τους μίσχους και τους βλαστούς. Τα φύλλα είναι εύθραυστα και τελικά ξηραίνονται. Η αντιμετώπιση της τοξικότητας γίνεται με ασβέστωση του εδάφους με δολομίτη ή ανθρακικό ασβέστιο (συνήθως μαρμαρόσκονη) ή σβησμένη άσβεστο [$Ca(OH)_2$] ή οξείδιο του ασβεστίου (CaO) ώστε το pH του εδάφους να ανυψωθεί σε τιμή μεγαλύτερη από 5,5.

Οι ποσότητες της ασβέστου υπολογίζονται μετά από ανάλυση του εδάφους και θα πρέπει τα επόμενα δυο χρόνια από τη διασπορά να μην ακολουθήσει καλλιέργεια πατάτας για την αποφυγή έντονης προσβολής των κονδύλων από ακτινομύκωση. Παράλληλα, θα πρέπει να εξασφαλιστεί καλή στράγγιση του εδάφους, «σπάσιμο» τυχόν αργλικού στρώματος με υπεδαφοκαλλιεργητή και αποφυγή υπεραρδεύσεων. Όλα τα παραπάνω μέτρα έχουν δώσει θεαματικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση της τοξικότητας μαγγανίου στη Δυτική Πελοπόννησο.



Εικ. 8. 6 Τοξικότητα μαγγανίου



Εικ. 8. 7 Τοξικότητα μαγγανίου

Επίλογος

Σύμφωνα λοιπόν με τα όσα αναφέρθηκαν, μπορούμε να πούμε ότι η υδρολίπανση είναι μια μέθοδος χορήγησης λιπασμάτων η οποία συνεχώς εξαπλώνεται και εξελίσσεται. Στην πορεία αυτή, καθοριστικό ρόλο διαδραματίζουν οι βελτιώσεις στον απαιτούμενο για την εφαρμογή της μεθόδου μηχανολογικό εξοπλισμό.

Συγκεκριμένα, οι μέθοδοι υδρολίπανσης μπορούν να καταταχθούν, από υδραυλικής πλευράς, σε μεθόδους διαφορικής πίεσης και σε μεθόδους άντλησης. Οι αντλίες που χρησιμοποιούμε στη μέθοδο άντλησης, υπερτερούν σε σχέση με τους υδρολιπαντήρες, που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο της διαφορικής πίεσης, διότι απορροφούν το θρεπτικό διάλυμα από απλό, ανοικτό και μεγάλο δοχείο, ώστε να χωρά όλη την ποσότητα, είναι εύκολα εποπτευόμενο και ανατροφοδοτούμενο, ενώ η πυκνότητα του διαλύματος δεν μεταβάλλεται, παρά μόνο αν το θελήσουμε. Μπορούν να υδρολιπαίνουν με όλα τα συστήματα άρδευσης και να διοχετεύουν μεγάλη γκάμα χημικών στοιχείων, σε αντίθεση με τους υδρολιπαντήρες, στους οποίους το δοχείο έχει υψηλό κόστος και η συγκέντρωση του θρεπτικού διαλύματος μειώνεται, όχι αναλογικά, κατά τη διάρκεια της υδρολίπανσης. Από τις αντλίες λίπανσης, οι καταλληλότερες είναι οι δοσομετρικές υδραυλικές αντλίες κατάθλιψης του λιπαντικού διαλύματος, οι οποίες όχι μόνο επιτυγχάνουν αναλογική χορήγηση του λιπάσματος, αλλά χρησιμοποιούν την ίδια την πίεση του νερού του δικτύου άρδευσης (υδραυλική ενέργεια) εξοικονομώντας έτσι ενέργεια, ενώ ο ρυθμός άντλησης σχετίζεται άμεσα με την πίεση και την παροχή του δικτύου και γίνεται άμεσα αντιληπτή τυχόν μεταβολή του.

Χάρης στην ελεγχόμενη και οικονομική διανομή του νερού που κάνουν τα δίκτυα αυτά, παρέχεται το λίπασμα όταν και όσο χρειάζεται. Επιτυγχάνεται έτσι, η καλύτερη αξιοποίηση του λιπάσματος, εξοικονομείται χρόνος, ενέργεια, διευκολύνεται η εκτέλεση άλλων εργασιών, δεν ευνοούνται τα ζιζάνια και οι ασθένειες, ενώ τέλος αποφεύγονται φαινόμενα διάβρωσης και ελλιπούς αερισμού του εδάφους στο θερμοκήπιο. Αυτό που επίσης έχει ιδιαίτερη σημασία για την εφαρμογή της μεθόδου, είναι το μειωμένο κόστος εργασίας και ενέργειας. Εδώ σημαντικό ρόλο παίζουν και τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται, εφόσον η επιλογή τους βασίζεται στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους και αλλά και στο κόστος τους. Σύμφωνα λοιπόν, με όσα έχουν αναφερθεί σχετικά με τα κριτήρια αυτά, μπορούμε να πούμε ότι τα πιο κατάλληλα για την προσθήκη αζώτου και καλίου λιπάσματα είναι η ουρία, η νιτρική αμμωνία και το νιτρικό κάλιο. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα ολόκληρη η ποσότητα φωσφόρου χορηγείται στην βασική λίπανση και δεν χορηγείται καθόλου με την υδρολίπανση, εκτός εάν παρατηρηθεί έλλειψη.

Ανάλογα με τις ανάγκες των φυτών, τις ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που απομακρύνονται όταν παίρνουμε την προσδοκώμενη παραγωγή και την επάρκεια του εδάφους σε θρεπτικά συστατικά, βάσει της εδαφικής ανάλυσης, υπολογίζουμε προσεγγιστικά τις ανάγκες των λιπαντικών μονάδων ανά στρέμμα. Έτσι, σύμφωνα με τα προγράμματα υδρολίπανσης που προκύπτουν για τις χορηγούμενες ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων για την κάθε καλλιέργεια χωριστά, ισχύουν τα παρακάτω:

Τομάτα

Η τομάτα είναι ευαίσθητη στην έλλειψη ή ανισορροπία στοιχείων και είναι φυτό μέτριας ανθεκτικότητας στην αλατότητα του εδάφους. Χρειάζεται σχεδόν διπλάσια

ποσότητα Κ από το Ν και τετραπλάσια από το Ρ. Στα θερμοκήπια, η νιτρική αμμωνία, το νιτρικό ασβέστιο και το νιτρικό κάλιο, θεωρούνται κατάλληλα για προσθήκη αζώτου. Μέγιστη παραγωγή τομάτας μπορεί να επιτευχθεί με σχετικά μεγάλο επίπεδο καλίου. Το επιθυμητό pH είναι μεταξύ 6 και 6,8, διαφορετικά επηρεάζεται η ανάπτυξη των φυτών. Η θερμοκρασία και ηλιακή ακτινοβολία επηρεάζουν την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων. Η μικρή αλατότητα εδάφους, η χαμηλή υγρασία εδάφους, η χαμηλή σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας καθώς και η έλλειψη Ca στον καρπό, εντείνουν το πρόβλημα της «ξηρής κορυφής». Η άρση των αιτιών αυτών και ψεκάσμος με CaCl_2 βοηθούν στην αποφυγή της «ξηρής κορυφής».

Η σωστή λίπανση της τομάτας, συνήθως απαιτεί τη χορήγηση σε κανονική βάση Ν, Ρ, Κ και Mg. Συνίσταται στην υδρολίπανση σχέση Ν/Κ₂Ο 1:1,5 από την καρπόδεση της 1^{ης} μέχρι 5^{ης} ταξιανθίας, ενώ μετά την καρπόδεση της 5^{ης} σχέση Ν/Κ₂Ο 1:2. Η βιομηχανική τομάτα προτιμά εδάφη με pH 6,0-7,3. Βρέθηκε ότι η μέση δόση λιπάσματος Κ που εφαρμόζεται είναι 2.2 Kg Κ/στρ., ενώ δεν αντιδρά όταν το ανταλλάξιμο Κ είναι περισσότερο από 136 ppm Κ. Μελέτες έδειξαν ότι για μέγιστη παραγωγή συνιστάται χορήγηση 30 Kg Ν/στρ. και 20 Kg Ρ₂Ο₅/στρ. Στη θερμοκηπιακή τομάτα χορηγούνται οι ίδιες συνολικά μονάδες θρεπτικών στοιχείων, όπως και στην υπαίθρια επιτραπέζια.

Αγγούρι

Τα αγγούρια απορροφούν και χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων και είναι ευαίσθητα στην αλατότητα. Την ίδια στιγμή μπορεί εύκολα να υποστούν βλάβες στις ρίζες από υπερβολική χρήση λιπασμάτων ή από ευρεία ποικιλία στην παροχή τους. Τα θρεπτικά στοιχεία που συμβάλλουν στην ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των αγγουριών είναι το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το ασβέστιο και το μαγνήσιο καθώς και ιχνοστοιχεία τα οποία είναι το ίδιο σημαντικά.

Γενικά συνιστώμενες συγκεντρώσεις για το αγγούρι είναι 100 ppm Ν και 100 ppm Κ₂Ο σε κάθε άρδευση. Ανάλογα όμως, με την ανάπτυξη των φυτών είναι δυνατόν τόσο το Ν όσο και το Κ₂Ο να χορηγούνται μέχρι 150 ppm. Για διορθώσεις τροφωπενιών οι συγκεντρώσεις μπορεί να ανέλθουν μέχρι 300 ppm για μικρό χρονικό διάστημα.

Καρπούζι.

Όπως όλα τα κολοκυνθοειδή έτσι και το καρπούζι είναι φυτό μεγάλων θρεπτικών απαιτήσεων. Γι' αυτό η εκλογή των τύπων των λιπασμάτων, των χρόνων και των τρόπων χορήγησης καθώς και των δόσεων πρέπει να είναι προσεκτικότερη από εκείνη που απαιτείται από άλλες καλλιέργειες.

Όσο αφορά τη λίπανση με κάλιο, φώσφορο και μαγνήσιο ισχύουν ότι και για το πεπόνι. Στην λίπανση με άζωτο όμως διαφοροποιείται. Γενικά, προτείνεται η χορήγηση 5-8 Kg Ν/στρ. στις λωρίδες φύτευσης και εφαρμογή 12-20 υδρολιπάνσεων από την άνθηση μέχρι την έναρξη της συγκομιδής με 80-100 ppm Ν. Η συχνότητα των λιπάνσεων αυξάνει με την καρπόδεση. Η συνολική ποσότητα που θα χορηγηθεί επιφανειακά μπορεί να κυμανθεί από 8-12 Kg/στρ Ν.

Πεπόνι

Οι ανάγκες της πεπονιάς σε θρεπτικά στοιχεία κυμαίνονται ανάλογα με τις συνθήκες καλλιέργειας. Βάσει δεδομένων προκύπτει ότι το κάλιο είναι ποσοτικά το σημαντικότερο στοιχείο ακολουθούμενο από το άζωτο, το φώσφορο και το μαγνήσιο, ενώ η μεταξύ τους αναλογία είναι Ν:1, Ρ₂Ο₅:0.4, Κ₂Ο:1,7, Mg:0,4.

Τα θρεπτικά στοιχεία που επηρεάζουν περισσότερο την ανάπτυξη της πεπονιας είναι το άζωτο και ο φώσφορος. Η έλλειψη αζώτου προκαλεί μειωμένη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Υπερβολική χορήγηση αζώτου ή ανεπάρκεια φωσφόρου προκαλούν μείωση των αρσενικών, αλλά και των ερμαφρόδιτων άνθεων. Το κάλιο και το μαγνήσιο έχουν λιγότερες επιπτώσεις στην άνθηση. Ανεπάρκεια αζώτου και μαγνησίου μειώνει τη γονιμοποίηση των άνθεων. Το καθοριστικό στοιχείο για την επίτευξη μέγιστης απόδοσης είναι το άζωτο. Για εφαρμογή υδρολίπανσης από 50 μέχρι 240 ppm N και χωρίς τη χορήγηση βασικής αζωτούχου λίπανσης, βρέθηκε ότι δόση 5,0-6,0 Kg N/στρ. δίνει τη μέγιστη πρώιμη παραγωγή. Η εφαρμογή 4,8 Kg P₂O₅/στρ. και 18,8 Kg K₂O/στρ. έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα. Το K και ο P έχουν σημαντική συνεισφορά στην ποιότητα του πεπονιού με μια δόση συντήρησης 20-25 Kg K₂O/στρ. και 10-15 Kg P₂O₅/στρ. αντίστοιχα, ενώ εφαρμογή 100 ppm K₂O είναι αρκετή. Ένα υψηλό επίπεδο PNC (250 N – 125 P – 250 K mg/l) οδηγεί τα φυτά στην υπερνίκηση του σοκ της μεταφύτευσης, στην αύξηση της πρώιμης παραγωγής καρπών και στην παραγωγή υψηλής ποιότητας φυτών για μεταφύτευση.

Πατάτα

Η λίπανση της πατάτας καθορίζεται από την γονιμότητα του εδάφους, την ακολουθούμενη αμειψισπορά, την μέθοδο άρδευσης, τις απαιτήσεις της καλλιεργούμενης ποικιλίας καθώς και την εφαρμογή ή όχι οργανικής ουσίας ή κοπριάς. Σύμφωνα λοιπόν, με αυτούς τους παράγοντες και με τις απαιτήσεις του φυτού καθορίζονται οι δόσεις λίπανσης.

Σύμφωνα με αποτελέσματα πειραμάτων λίπανσης στην Ελλάδα η προτεινόμενη δόση αζωτούχου λίπανσης είναι 20-30 Kg/στρ. N από την οποία μισό άζωτο χορηγείται στην βασική λίπανση με αμμωνιακή μορφή και το άλλο μισό με υδρολίπανση. Η δόση της φωσφορικής λίπανσης κυμαίνεται από 0-20 Kg/στρ. και καθορίζεται μετά από ανάλυση του εδάφους αφού ως γνωστόν ο φώσφορος είναι δυσδιάλυτος στο έδαφος και ένα μεγάλο μέρος του δεν απορροφάται από τα φυτά.

Τέλος έχει παρατηρηθεί ότι τα φυτά της πατάτας απορροφούν κάλιο σε μεγαλύτερες ποσότητες από εκείνες του αζώτου και του φωσφόρου και μια δόση λίπανσης κυμαίνεται από 20-30 Kg/στρ. K₂O.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bar-Yosef, B. and Sagiv B., 1982. Response of tomatoes to N and water applied via a trickle irrigation system. I. Nitrogen. *Agron. J.*, 74: 633-637.
2. Bhella, H. S. and Wilcox, G. E., 1986. Yield and composition of muskmelon as influenced by preplant and trickle applied nitrogen. *HortScience*, 21: 86-88.
3. Branson, R. L. Gustafson, C. D., Marsh, A. N., Davies, S., Strohman, R. A., 1974. Monitoring soil salinity and leaf nutrient levels in a young avocado orchard under drip irrigation. Proc. II Intl. drip irrigation congress, July 7-14 San Diego, California, USA.
4. Brinen, G. H., Locasio, S. J. and Elmstrom, G. W., 1979. Plant and row spacing, mulch and fertilizer rate effects on watermelon production. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 104: 724-726.
5. DeBuchananne, D. E. and Taber, H. G., 1985. Method of nitrogen application for muskmelons. *J. Plant Nutr.* 8(3): 265-275.
6. Dufault, R. J., 1986. Influence of nutritional conditioning on muskmelon transplant quality and early yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 111(5) : 698 – 703.
7. Flocker, W. J., Lingle, J.C., Davis, R. M and Miller, R.J., 1965. Influence of Irrigation and nitrogen fertilisation on yield, quality and Sire of cantaloupes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 86 : 421 – 432.
8. Geraldson, C. M. and Tyler, K. B., 1990. Plant analysis as an aid in fertilizing vegetable crops. In Westerman, R. L. (ed.). *Soil testing and plant analysis*. Soil Sci. Soc. Am. Madison.
9. Gimenez, M. and Castilla, N., 1987. Requesta al abonado nitrogenado del melon en invernadero plastico con riego por goteo. *Actas del I Simposio Nacional de Fertilizacion en Riego Localizado*. Almeria, 9-12 de Junio: 12-20.
10. Goldberg, S.D., Ben-Asher, I., and Cornat, B., 1971. The physical status of irrigation water under sprinkling and trickling in the sand dunes of northern Sinai - Drip and automated irrigation in Israel. Proc. Intl. Experts Panel. Sept., 6-13, 1971 Minist. Agr. Tel Aviv.
11. Grobbelaar. H. L. and Lourens, F., 1974. Fertilizer application with drip irrigation. Proc. II Intl. drip irrigation congress, July 7-14 San Diego, California, USA.
12. Gros, A. and Dominguez, A., 1992. *Abonos- Guia Practica de la Fertilization*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
13. Hartz, T. K., Miyao, G., Mullen, R. G., Cahn, M. D., Valencia, J. and Brittan, K. L., 1999. Potassium requirements for maximum yield and fruit quality of processing tomato. *J. American Society of Horticultural Science*, 124(2): 199-204.
14. Huguet, C., Cornillion, P. and Dumas, P., 1971. Connaissances actuelles sur la croissance et la nutrition du melon. *PHM Revue Horticol*, No 113, janvier, : 13-23.
15. Keller, J. and Karmeli, D. 1974a. Trickle irrigation design. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, Glendora California 91740 pp: 182.
16. Keller, J. and Karmeli, D. 1974b. Trickle irrigation design for optimal soil wetting. . Proc. II Intl. drip irrigation congress, July 7-14 San Diego, California, USA.
17. Locasio, S. J. and Smajtrla, A.G., 1989. Drip irrigated tomato as affected by water quantity and N and K application timing. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.*, 102: 307-309.

18. Martin, W. E., 1953. Do fertilizers ruin sprinkler system? Proc. Irrig. Sprinkler Conf. University of California.
19. Mitchell, W. H., 1981. Subsurface irrigation and fertilization of field corn. *Agron. J.* 73: 913-916.
20. Odet, J, 1985. Le melon. Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes.
21. Panagiotopoulos, L., 1999. Effects of nitrogen fertigation on growth, yield, quality and leaf nutrient composition of melon (*Cucumis melo* l.). *Acta Hort.*, Proceedings of the ENVEG/ISHS 3rd Conference, Potsdam, Germany.
22. Papadopoulos, A. P, 1994. Growing greenhouse seedless cucumbers in soil and in soilless media Nutritional needs, Research Report, Harrow Research Station of Agriculture, ISBN 0-662-22118-4 :23- 35.
23. Papadopoulos, I., 1986. Nitrogen Fertigation of greenhouse – grown cucumber. *Plant and Soil*, 93: 87 –93.
24. Pier, J. W. and Doerge, T. A., 1995. Nitrogen and water interactions in trickle irrigated watermelon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 59: 145-150.
25. Pomares, F., 1995. Fertilization del melon. En Cultivo del Melon Fundacion Caja Rural de Valencia, pp. 53-65.
26. Rolston, D. E., Rauschkold, R. S., Hoffman, D. L., 1974. Use of glycerophosphate for fertilization through trickle irrigation systems, Proc. II Intl. drip irrigation congress, July 7-14 San Diego, California, USA.
27. Rolston, D., Miller, R. and Schulbach, H., 1986. Management principles , Fertilization, In “Trickle Irrigation for crop production” Ed. Nakayama and Bucks Elsevier, Amsterdam.
28. Roorda van Eysinga, J.P.K. and Smilde, K. W., 1969. Nutritional disorders in cucumbers and gherkins under glass. PUDOC, Wageningen, The Netherlands.
29. Sapper, I., 1935. Versuche zur Hitzresistenz der Pflanzen (in German). *Planta* 23: 518-556.
30. Simoes. A. M., Calouro. M. D., Antunes, 1990. Reposta da cultura de melao en estufa a aplicacao de quatro niveis de fosforo e de potassio em adubacao de cobertura. *Actas I Congreso Iberico de Ciencias Hortícolas*, vol. 1: 325-330.
31. Simonis, A. D., 1986. Phosphorus fixation parameters of representative soils and their relationships to soil properties. *Proc. Athens academy.* 61: 411-422.
32. Stark, J. C., Jarrell, W. M., Letey, J. and Valoras, N., 1983. Nitrogen use efficiency of trickle irrigated tomatoes receiving continuous injection of N. *Agron. J.*, 75: 672-676.
33. Wilcox, G. E., 1973. Muskmelon response to rates and sources of nitrogen. *Agron. J.*, 65: 694-697.
34. Θεοδώρου, Μ., Πασχαλίδης, Χ., 1999. Εγχειρίδιο καλλιεργητή . Λίπανση των καλλιεργειών. Κηπευτικά. Αγγούρι : 135 – 137.
35. Θεοδώρου, Μ., Πασχαλίδης, Χ., 1999. Εγχειρίδιο καλλιεργητή . Λίπανση των καλλιεργειών. Κηπευτικά. Καρπούζι : 140 – 144.
36. Θεοδώρου, Μ., Πασχαλίδης, Χ., 1999. Εγχειρίδιο καλλιεργητή . Λίπανση των καλλιεργειών. Κηπευτικά. Πατάτα : 154 - 156
37. Θεοδώρου, Μ., Πασχαλίδης, Χ., 1999. Εγχειρίδιο καλλιεργητή . Λίπανση των καλλιεργειών. Κηπευτικά. Πεπόνι : 157 – 159.
38. Θεοδώρου, Μ., Πασχαλίδης, Χ., 1999. Εγχειρίδιο καλλιεργητή . Λίπανση των καλλιεργειών. Κηπευτικά. Τομάτα : 163 – 165.
39. Θεοδοσιάδου, Ε., 1995. Γενικά για την υδρολίπανση. Γεωργία – Κτηνοτροφία, Τεύχος 9 : 12 – 13.

40. Κατερίνης, Σ., 1995. Εξοπλισμός Υδρολίπανσης. Γεωργική Τεχνολογία, Τεύχος 2 : 30 – 43.
41. Κατερίνης, Σ., 1995. Μερικά μοντέλα σύγχρονων μηχανισμών υδρολίπανσης στην Ελληνική αγορά. Γεωργική Τεχνολογία, Τεύχος 2 : 46 – 51.
42. Κατσάνος, Χ., 1997. Γενικά για την υδρολίπανση. Γεωργική Τεχνολογία, Τεύχος : 58 – 67.
43. Μιχελάκης, Ν., 1988. Συστήματα αυτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες. Κεφάλαιο 8, Υδρολίπανση : 167 – 190.
44. Μπράντης, Κ., 1995. Η υδρολίπανση. Γεωργική Τεχνολογία, Τεύχος 2 : 16 – 20.
45. Μπράντης, Κ., 1995. Περιθώρια για δραστική μείωση του κόστους με την υδρολίπανση. Γεωργική Τεχνολογία, Τεύχος 2 : 22 – 27.
46. Παναγιωτόπουλος, Λ. Ι., 1986. Επίδραση της υδρολίπανσης στη καρπουζιά. Σελ. 613-624. Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου, Τόμος Β, Ναύπλιο, 1996, Ελληνική Εδαφολογική Εταιρεία.
47. Παναγιωτόπουλος, Λ., 1995. Η λίπανση της αγγουριάς στα θερμοκήπια. Γεωργία – Κτηνοτροφία, Τεύχος 9 : 250 – 256.
48. Παναγιωτόπουλος, Λ., 1995. Θρέψη και λίπανση της τομάτας. Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 9 : 241 – 248.
49. Παναγιωτόπουλος, Λ., 1995. Λίπανση της πατάτας. Γεωργία – Κτηνοτροφία, Τεύχος 9 : 227 – 231.
50. Παναγιωτόπουλος, Λ., 1995. Πεπόνι – Καρπούζι. Ενδεικτικό Πρόγραμμα υδρολίπανσης. Γεωργική Τεχνολογία, Τεύχος 2 : 102 - 104.
51. Παναγιωτόπουλος, Λ., 1995. Τομάτα - Αγγούρι. Ενδεικτικό Πρόγραμμα υδρολίπανσης. Γεωργική Τεχνολογία, Τεύχος 2 : 93 – 97.
52. Παρασκευόπουλος, Α και Μπέσσα, Σπ., 1995. Λίπανση πεπονιού. Γεωργία – Κτηνοτροφία, Τεύχος 9 : 268.
53. Παρασκευόπουλος, Α και Μπέσσα, Σπ., 1995. Λίπανση καρπουζιού για καλλιέργεια σε χαμηλή κάλυψη. Γεωργία – Κτηνοτροφία, Τεύχος 9 : 258 – 266.
54. Πιστόλης, Λ. Τ. και Σιμώνης, Α. Δ., 1995. Η υδρολίπανση στην πράξη. Κατάρτιση προγραμμάτων. Γεωργική Τεχνολογία, Τεύχος 2 : 84 – 91.
55. Προτάσεις της εταιρίας «Ελληνικές Υδροκαλλιέργειες», 2001. Συστήματα υδρολίπανσης . Γεωργική Τεχνολογία, Τεύχος 1 : 58 – 59.
56. Σιμώνης, Α. Δ., 1981. Εκτίμηση της ικανότητας των εδαφών να εφοδιάζουν με Κ τις καλλιέργειες. ΙΙ. Προσδιορισμός παραμέτρων διαθέσιμου καλίου των εδαφών. Γεωργική Έρευνα V: 161-170.
57. Γεωργική Τεχνολογία, 95. Το πρόβλημα των εμφράξεων. Αφιέρωμα Λίπανση-Θρέψη Τεύχος 2 : 61 – 63.
58. Χάρδας, Γ. και Αθανασόπουλος Α., 1979. Πειράματα Ν, Ρ, Κ, λιπάνσεως τομάτας. Γεωργική Έρευνα, ΙΙΙ: 319-328.