Υπολογισμός θρεπτικών στοιχείων για τη λίπανση των ανθοκομικών καλλιεργειών

Σύνοψη

Η ανάγκη για μέγιστη απόδοση στις καλλιέργειες ανθοκομικών φυτών, η οποία αποβλέπει στην αύξηση των εσόδων του παραγωγού, προϋποθέτει την ορθολογική διαχείριση των θρεπτικών συστατικών που χορηγούνται με τη μορφή λιπασμάτων. Η παρουσία των αναγκαίων θρεπτικών στοιχείων εξασφαλίζει υψηλή απόδοση και επομένως μεγαλύτερα κέρδη στον παραγωγό. Ωστόσο, η χορήγηση λιπασμάτων σε μια ανθοκομική καλλιέργεια, θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με το είδος της και τη σύσταση του εδάφους ή του υποστρώματος που χρησιμοποιείται. Υπόψη λαμβάνεται το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα του υποστρώματος και του νερού άρδευσης. Στην παρούσα άσκηση ο/η φοιτητής/τρια μαθαίνει τη μεθοδολογία υπολογισμού της ποσότητας των θρεπτικών στοιχείων που πρέπι να χορηγούνται, ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λίπανση των ανθοκομικών φυτών.

7.1. ΘΡΕΨΗ-ΛΙΠΑΝΣΗ

Η κακή διαχείριση των θρεπτικών συστατικών μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα θρέψης όπως η **τροφοπενία** ή η **τοξικότητα** τα οποία εμφανίζονται με τη μορφή μεταχρωματισμών στα φύλλα (π.χ. χλωρώσεις), με περιφερειακές ξηράνσεις στα φύλλα, με καχεξία και περιορισμένη απόδοση (Σάββας 2020; Δάρρας 2022)**.** Η τροφοπενία προκαλείται μετά από την απομάκρυνση θρεπτικών στοιχείων από το υπόστρωμα ανάπτυξης είτε λόγω χρησιμοποίησής τους από τα καλλιεργούμενα φυτά, είτε λόγω έκπλυσης. Συνεπώς, οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που απομακρύνονται εξαρτώνται από το είδος της καλλιέργειας, το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, τη δομή και τη σύσταση του υποστρώματος. Δυσλειτουργία στη θρέψη μπορεί να παρουσιαστεί και λόγω ακινητοποίησης των θρεπτικών στοιχείων, κυρίως λόγω ακραίων τιμών pH και δυσμενούς εδαφικής σύστασης (π.χ. ποσότητα αργίλου, ελεύθερο Ca^{++}, ποσότητα και μέγεθος των τεμαχιδίων του ελεύθερου $CaCO_3$ στο έδαφος κ.α.) (Δάρρας & Κληρονόμου, 2006; Σάββας, 2011; Σάββας, 2020; Δάρρας 2022). Οι παραπάνω παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας.

Τα συμπτώματα τοξικότητας ή τροφοπενίας, τις περισσότερες φορές, δεν είναι άμεσα εμφανή (αφανείς τροφοπενίες – τοξικότητες). Ωστόσο, σε προχωρημένο στάδιο, η έλλειψη κάποιου μακροστοιχείου μπορεί να διαγνωστεί και μακροσκοπικά (με το μάτι). Έτσι, παρατηρούνται μεταχρωματισμοί στα φυτικά όργανα και κυρίως στα φύλλα (π.χ. χλωρώσεις), περιφερειακές ξηράνσεις, νεκρώσεις, παραμορφώσεις και καθολική καθυστέρηση της ανάπτυξης και της άνθισης.

Με τον όρο **υδρολίπανση** αναφερόμαστε στη χορήγηση θρεπτικών στοιχείων στα καλλιεργούμενα φυτά κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας με το νερό του ποτίσματος. Με την υδρολίπανση εξασφαλίζουμε τη συνεχή αναπλήρωση θρεπτικών στοιχείων, τα οποία απομακρύνονται από το υπόστρωμα ανάπτυξης. Τα θρεπτικά στοιχεία απορροφώνται από το ριζικό σύστημα και διευκολύνουν την παραγωγή φυτικής μάζας, συμμετέχουν στις βιοχημικές αντιδράσεις και αποτελούν μέρος των μεγαλομορίων που καθορίζουν την ανάπτυξη των φυτών. Στη σύγχρονη επιχειρηματική ανθοκομία η υδρολίπανση είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική, αφού τα θρεπτικά στοιχεία χορηγούνται σε μορφές άμεσα αφομοιώσιμες και σε ιδανικές συγκεντρώσεις. Μ' αυτόν τον τρόπο, τα θρεπτικά συστατικά αξιοποιούνται πλήρως και προωθούν την ανάπτυξη και την ανθοφορία.

Η εφαρμογή της υδρολίπανσης γίνεται με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού με τον οποίο αναμειγνύονται, σε ιδανικές αναλογίες, πυκνά λιπάσματα με το νερό της άρδευσης. Στις περισσότερες ανθοκομικές καλλιέργειες, ιδιαίτερα στο θερμοκήπιο χρησιμοποιούνται είτε **απλοί υδρολιπαντήρες** είτε **δοσομετρικές αντλίες**. Το θρεπτικό διάλυμα που προκύπτει από τη διάλυση των λιπασμάτων στο νερό, παρέχεται στα φυτά μέσω του συστήματος άρδευσης.

Σκοπός της άσκησης είναι να εξοικειωθούν οι φοιτητές και οι φοιτήτριες με τους μαθηματικούς υπολογισμούς των θρεπτικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται σε παραγωγικές μονάδες καλλιέργειας. Παρακάτω παρατίθενται προβλήματα προς λύση.

7.2. Υλικα, Συσκευες και Όργανα

Οι παρακάτω ασκήσεις γίνονται σε αίθουσα με τη χρήση πίνακα, όπου ο/η διδάσκων/ουσα και οι φοιτητές/τριες υπολογίζουν με απλούς μαθηματικούς τύπους τις χορηγούμενες ποσότητες λιπασμάτων. Η χρήση αριθμομηχανής είναι απαραίτητη.

7.3. Προβληματα

1. **Εταιρία που παράγει το σύνθετο λίπασμα 20-20-20 συνιστά πότισμα με διάλυμα 1 kg λιπάσματος σε 1 m^3 νερού. Α) Τι ποσότητα λιπάσματος πέφτει σε 1 στρέμμα και πόση σε 1 m^2 σε κάθε πότισμα με τη διάλυση αυτή, αν υποθέσουμε ότι σε κάθε στρέμμα παρέχονται 15 m^3 νερού; Β) Σε πόσες λιπαντικές μονάδες ανά στρέμμα αντιστοιχεί η ποσότητα αυτή; Γ) Υπολογίστε το ίδιο με παροχή 10 m^3 κατά στρέμμα.**

Λύση
Α) Σε κάθε m^3 περιέχεται 1 kg λιπάσματος, στα 15 m^3 νερού περιέχονται 15 kg λιπάσματος που θα χορηγηθούν σε 1 στρέμμα. Στο 1 m^2 θα πέσουν 15 kg : 1000 = 15 g.

Β) Υπολογίζουμε τις λιπαντικές μονάδες του αζώτου ανά στρέμμα

Στα 100 kg λιπάσματος περιέχονται 20% ή 20 kg ή 20 λιπαντικές μονάδες αζώτου
Στα 15 kg λιπάσματος περιέχονται Χ = ; λιπαντικές μονάδες αζώτου

$X = 20x\frac{15}{100}$ = 3 kg ή 3 λιπαντικές μονάδες ανά στρέμμα.
Η ίδια ποσότητα καλίου και φωσφόρου αντιστοιχεί σε κάθε στρέμμα.

Γ) Με εφαρμογή 10 m^3 νερού ανά στρέμμα θα πέσουν 10 kg λιπάσματος, τα οποία περιέχουν από 2 λιπαντικές μονάδες αζώτου, καλίου και φωσφόρου.

2. **Τι ποσότητες θειϊκής αμμωνία (21-0-0), φωσφορικού μονοαμμώνιου (11-48-0) και νιτρικού καλίου (13-0-44) θα χρησιμοποιήσουμε για να έχουμε 240 ppm από κάθε στοιχείο στο νερό του ποτίσματος;**

Λύση
Τις περισσότερες φορές, για να υπολογίσουμε την ποσότητα ενός θρεπτικού στοιχείου χρησιμοποιούμε τον όρο ppm (parts per million) ή μέρη στο εκατομμύριο, ο οποίος ορίζεται ως η ποσότητα του λιπαντικού στοιχείου σε 1.000.000 μέρη νερού. Δηλαδή, 1 ppm σημαίνει 1 g στοιχείου (π.χ. αζώτου, καλίου κ.λπ) σε

1.000.000 cm^3 (1 m^3) νερού. Τα ppm αντιστοιχούν σε ποσότητα mg στοιχείου / lt νερού.

Αρχικά πρέπει να μετατρέψουμε το ποσοστό περιεκτικότητας σε κάλιο και σε φώσφορο που υπάρχει στα παραπάνω λιπάσματα ως K_2O και P_2O_5, αντίστοιχα. Το ποσοστό Κ είναι 0,83 . % K_2O και το ποσοστό Ρ είναι 0,44 . % P_2O_5.

Υπολογίζουμε πρώτα τις ποσότητες φωσφόρου και καλίου.
Τα 240 ppm φωσφόρου αντιστοιχούν σε 240 g στο 1 m^3 νερού.

Τα 100 g φωσφορικού μονοαμμώνιου (11-48-0) περιέχουν 48 g P_2O_5, (x 0,44) = 21,12 g P
Τα X = ; g φωσφορικού μονοαμμώνιου περιέχουν 240 g P

X = 1136,4 g φωσφορικού μονοαμμώνιου

Για το κάλιο ισχύουν ακριβώς τα ίδια

Τα 100 g νιτρικού καλίου (13-0-44) περιέχουν 44 g K_2O (x 0,83) = 36,52 g K
Τα X = ; gr φωσφορικού καλίου περιέχουν 240 g K

X = 657,2 g νιτρικού καλίου

Στη συνέχεια υπολογίζουμε την ποσότητα αζώτου που θα καλυφθεί από τα δυο λιπάσματα που ήδη έχουμε προσθέσει.

Τα 100 g φωσφορικού μονοαμμωνίου (11-48-0) περιέχουν 11 g N
Τα 500 g φωσφορικού μονοαμμώνιου περιέχουν X = ; g N

X = 55 g αζώτου

Τα 100 g νιτρικού καλίου (13-0-44) περιέχουν 13 g N
Τα 545.5 g νιτρικού καλίου περιέχουν X = ; g N

X = 70.9 g N
Δηλαδή από το φωσφορικό μονοαμμώνιο και από το νιτρικό κάλιο προστίθενται 55 + 70.9 g N = 125.9 g N. Απομένουν δηλαδή να προστεθούν 240 – 125.9 = 114.1 g N.

Τα 100 g θειϊκής αμμωνίας (21-0-0) περιέχουν 21 g N
Τα X = ; gr θειϊκής αμμωνίας περιέχουν 114.1 g N

X = 543 g θειϊκής αμμωνίας.

Δηλαδή για να έχουμε 240 ppm από κάθε στοιχείο σε 1 m^3 νερού, πρέπει να προσθέσουμε 534 g θειϊκής αμμωνίας, 1136,4 g φωσφορικού μονοαμμώνιου και 657,2 g νιτρικού καλίου.

3. **Μια δεξαμενή που χρησιμοποιείται για το πότισμα χρυσανθέμων σε γλάστρες έχει χωρητικότητα 8,5 m^3. Αν θέλουμε να λιπάνουμε την καλλιέργεια με το νερό του ποτίσματος και με διάλυμα από 400 ppm αζώτου και καλίου, χρησιμοποιώντας ασβεστούχο νιτρική αμμωνία (20,5-0-0) και νιτρικό κάλιο (13-0-44), τι ποσότητα από κάθε ένα θα διαλύσουμε στη δεξαμενή;**

Λύση
Υπολογίζουμε πρώτα την ποσότητα καλίου που θα χορηγηθεί μέσω του νιτρικού καλίου. Τα 400 ppm K είναι 440 g K σε 1 m^3 νερό.

Τα 100 g νιτρικού καλίου (13-0-44) περιέχουν 44 g K_2O (x 0,83) = 36,52 g K
Τα X = ; g νιτρικού καλίου περιέχουν 400 g K

X = 1095,3 g νιτρικού καλίου/m^3

Η παραπάνω ποσότητα νιτρικού καλίου περιέχει και 1095,3 g x 0.13 (13%) = 142.4 g N. Για να καλύψουμε την υπόλοιπη ποσότητα αζώτου (400 g – 142,4 g = 257,6 g) χρησιμοποιούμε νιτρική αμμωνία

Τα 100 g νιτρικής αμμωνίας (20.5-0-0) περιέχουν 20.5 g N
Τα X = ; g νιτρικής αμμωνίας περιέχουν 257,6 g N

X = 1256,6 g νιτρικής αμμωνίας/m^3

Για 8.5 m^3 νερού χρειάζονται
1095,3 g x 8.5 m^3 = 9310 g νιτρικού καλίου
1256,6 g x 8.5 m^3 = 10681 g νιτρικής αμμωνίας

4. Σύμφωνα με την άσκηση 3, αν το νερό της δεξαμενής χρησιμοποιήθηκε για να ποτίσει 0,5 στρέμματα χρυσανθέμων, πόσες λιπαντικές μονάδες N και K έπεσαν στην καλλιέργεια;

Λύση
Σύμφωνα με την άσκηση 3 έπεσαν 9,3 kg νιτρικού καλίου και 10,681 kg νιτρικής αμμωνίας.

Τα 100 kg νιτρικής αμμωνίας (20.5-0-0) περιέχουν 20.5 kg – λιπαντικές μονάδες N
Τα 10,681 kg νιτρικής αμμωνίας περιέχουν X = ; λιπαντικές μονάδες N

X = 2,19 λιπαντικές μονάδες αζώτου

Τα 100 kg νιτρικού καλίου (13-0-44) περιέχουν 13 kg – λιπαντικές μονάδες N
Τα 9,3 kg νιτρικού καλίου περιέχουν X = ; λιπαντικές μονάδες N

X = 1,21 λιπαντικές μονάδες N

Όμοια βρίσκουμε τις λιπαντικές μονάδες του καλίου, από τη χορήγηση του νιτρικού καλίου.

Τα 100 kg νιτρικού καλίου (13-0-44) περιέχουν 44 kg K_2O x 0,83 = 36,52 kg K
Τα 9,3 kg νιτρικού καλίου περιέχουν X = ; kg K

X = 3.40 λιπαντικές μονάδες K

5. **Σε αναγραφή υγρού σκευάσματος λιπάσματος για ανθοκαλλιεργητές που κυκλοφορεί στο εμπόριο και έχει σύνθεση 14-4-6 (συν ιχνοστοιχεία), συνίσταται πότισμα με διάλυση 250 cm^3/40 L νερού. Πόσα ppm από κάθε στοιχείο περιέχει αυτό το νερό του ποτίσματος;**

   Λύση
   Το σκεύασμα περιέχει 14, 4 και 6 g N, P και K αντίστοιχα, σε 100 cm^3. Σε 250 cm^3 περιέχονται 35, 10 και 15 g N, P και K, αντίστοιχα.

   Στα 40 lt νερού προσθέτουμε 250 cm^3 σκευάσματος ή 35 g N
   Στα 1000 lt νερού υπάρχουν X = ; g N

   X = 875 g N/lt, που αντιστοιχούν σε 875 ppm αζώτου

   Με τον ίδιο τρόπο βρίσκουμε ότι στα 250 cm^3 διαλυμένα στα 40 lt νερού, υπάρχουν 250 και 375 ppm P και K, αντίστοιχα.

7.4. Προβλήματα προς λυση

1. Πόση νιτρική αμμωνία πρέπει να διαλυθεί σε δεξαμενή 25 cm^3 για να υπάρχουν 200 ppm αζώτου στο νερό του ποτίσματος;
2. Σε καλλιέργεια γαριφαλιάς χορηγήθηκαν με το νερό του ποτίσματος λιπάσματα σε αναλογία 500 g νιτρικής αμμωνίας και 500 g νιτρικού καλίου σε κάθε m^3 νερού. Πόσα ppm σε υγρό σκεύασμα με σύνθεση 7,2 – 2,5 – 6,16 συνίσταται πότισμα με διάλυση 250 cm^3 του σκευάσματος σε 40 lt νερού; Πόσα ppm από κάθε στοιχείο περιέχονται στο νερό του ποτίσματος;

Βιβλιογραφια Κεφαλαιου

Δάρρας Α.Ι. & Κληρονόμου, Δ. 2006. *Ανθοκομία - Εργαστηριακές Ασκήσεις*. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα
Δάρρας Α.Ι. 2022. *Γενική Ανθοκομία. Βασικές Αρχές Παραγωγής και Διαχείρισης των Καλλωπιστικών Φυτών*. Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις Κάλλιπος
Σάββας Δ. 2011. *Καλλιέργειες εκτός εδάφους. Υδροπονία, Υποστρώματα*. Εκδόσεις Αγροτύπος, Αθήνα.
Σαββας Δ. 2020. *Γενική Ανθοκομία*. Εκδόσεις Πεδίο, Αθήνα.