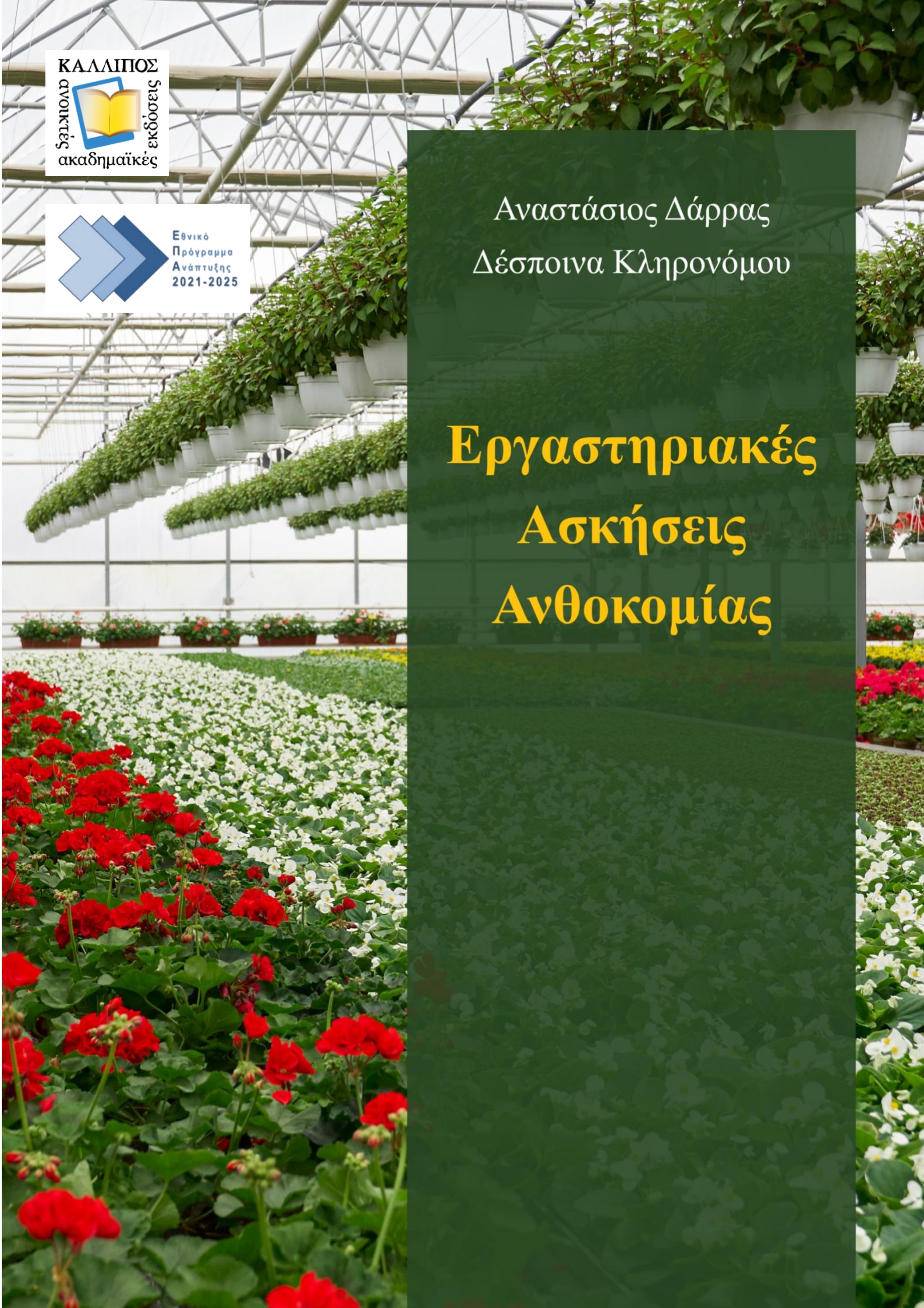


ΚΑΛΛΙΠΟΣ
ανοικτές ακαδημαϊκές εκδόσεις

Εθνικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης 2021-2025

Αναστάσιος Δάρρας
Δέσποινα Κληρονόμου

Εργαστηριακές Ασκήσεις Ανθοκομίας

ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΔΑΡΡΑΣ
Αναπληρωτής Καθηγητής
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΚΛΗΡΟΝΟΜΟΥ
Λέκτορας Εφαρμογών
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Εργαστηριακές Ασκήσεις Ανθοκομίας

ΚΑΛΛΙΠΟΣ
ανοικτές ακαδημαϊκές εκδόσεις

Εργαστηριακές Ασκήσεις Ανθοκομίας

Συγγραφή

Αναστάσιος Δάρρας & Δέσποινα Κληρονόμου

Συντελεστές έκδοσης

Γλωσσική Επιμέλεια: Καλλή Πιτσόλη

Γραφιστική Επιμέλεια: Στέλλα Μπορουτζή

Copyright © 2023, ΚΑΛΛΙΠΟΣ, ΑΝΟΙΚΤΕΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ
(ΣΕΑΒ + ΕΛΚΕ-ΕΜΠ)



Το παρόν έργο αδειοδοτείται υπό τους όρους της άδειας Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή 4.0. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής επισκεφτείτε τον ιστότοπο https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.el

Αν τυχόν κάποιο τμήμα του έργου διατίθεται με διαφορετικό καθεστώς αδειοδότησης, αυτό αναφέρεται ρητά και ειδικώς στην οικεία θέση.

ΚΑΛΛΙΠΟΣ
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780 Ζωγράφου

www.kallipos.gr

ISBN: 978-618-228-039-3

Βιβλιογραφική Αναφορά: Δάρρας, Α., & Κληρονόμου, Δ. (2023). *Εργαστηριακές Ασκήσεις Ανθοκομίας* [Εργαστηριακός Οδηγός]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-271

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας συντομεύσεων-ακρωνυμίων **11**

Εισαγωγή **13**

Κεφάλαιο 1 Λήψη Μετρήσεων, Επεξεργασία και Παρουσίαση των Αποτελεσμάτων **15**

1.1. Εισαγωγικές Έννοιες 15
1.2. Πειραματικά σχέδια 16
1.3. Παράδειγμα 17
1.4. Παρουσίαση και σχολιασμός των αποτελεσμάτων 19

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου **22**

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης **23**

Κεφάλαιο 2 Οδηγίες Συγγραφής Εργασιών **25**

2.1 Δομή της Εργασίας 25
2.1.1. Η σελίδα του τίτλου 25
2.1.2. Περίληψη 26
2.1.3. Πίνακας Περιεχομένων 26
2.1.4. Κυρίως σώμα της εργασίας 27
2.2. Γενικοί Κανόνες Συγγραφής Εργασιών 29
2.2.1 Χαρακτηριστικά 29
2.2.2 Ύφος, τεκμηρίωση και ανάπτυξη 29
2.2.3 Ακαδημαϊκή Δεοντολογία και Αποφυγή Λογοκλοπής 29
2.2.4 Αναφορές, Παραπομπές – το Σύστημα Harvard 30

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου **33**

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης **34**

Κεφάλαιο 3 Εξοπλισμός και Αυτοματισμοί Θερμοκηπίου για Ανθοκομικές Επιχειρήσεις **35**

3.1. Δημιουργία Ελεγχόμενου Περιβάλλοντος Ανάπτυξης 35
3.1.1. Θερμοκρασία 35
3.1.2. Έλεγχος του Φωτισμού 38
3.1.3. Συστήματα Σκίασης, Εξαερισμού και Δροσισμού 40
3.1.4. Εμπλουτισμός με CO_2 43
3.2. Προτεινόμενες Ασκήσεις 44

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου **45**

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης **46**

Κεφάλαιο 4 Άρδευση – Νερό Ποτίσματος **47**

4.1. Εισαγωγή στην Άσκηση 47
4.1.1. Άρδευση 47
4.2. Εκτέλεση της Άσκησης 51
4.2.1 Σκοπός 51
4.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα 51
4.2.3 Μεθοδολογία 52
4.2.4 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις 52

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου **54**

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης **55**

Παράρτημα **56**

Κεφάλαιο 5 Εφαρμογή Φυτορυθμιστικών Ουσιών **61**

5.1. Εισαγωγή στην Άσκηση 61
5.2. Εκτέλεση της Άσκησης 63
5.2.1 Σκοπός 63

5.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα....63
5.2.3 Μεθοδολογία....64
5.2.4 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις....64

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου....66

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης....67

Παράρτημα....68

Κεφάλαιο 6 Υποστρώματα ανάπτυξης....71

6.1. Εισαγωγή στην Άσκηση....71
6.1.1. Ιδιότητες (ανταλλακτική ικανότητα, pH, EC)....71
6.1.2. Έδαφος....72
6.1.3. Οργανικά υποστρώματα ανάπτυξης....72
6.1.4. Ανόργανα υποστρώματα ανάπτυξης....75
6.1.5. Εδαφικά και συνθετικά μείγματα υποστρωμάτων....79
6.2 Εκτέλεση της Άσκησης....80
6.2.1 Σκοπός....80
6.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα....80
6.2.3 Μεθοδολογία....80
6.2.4 Μετρήσεις-Εκτιμήσεις....81

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου....82

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης....83

Παράρτημα....84

Πίνακας Μετρήσεων Ι - Ανάπτυξη....84

Κεφάλαιο 7 Υπολογισμός θρεπτικών στοιχείων για τη λίπανση των ανθοκομικών καλλιεργειών....87

7.1. Εισαγωγή στην Άσκηση....89
7.1.1 Θρέψη-Λίπανση....89
7.2 Εκτέλεση της Άσκησης....90
7.2.1 Σκοπός....90
7.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα....90
7.2.3 Προβλήματα με τη λύση τους....90
7.2.4 Προβλήματα προς επίλυση....93

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου....94

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης....95

Κεφάλαιο 8 Επίδραση της λίπανσης στην ανάπτυξη των ανθοκομικών φυτών....97

8.1. Εισαγωγή στην Άσκηση....97
8.2 Εκτέλεση της Άσκησης....98
8.2.1 Σκοπός....98
8.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα....98
8.2.3 Μεθοδολογία....99
8.2.4 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις....99

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου....101

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης....102

Παράρτημα....103

Κεφάλαιο 9 Κλάδεμα και Κορυφολόγημα Ανθοκομικών Φυτών....107

9.1. Εισαγωγή στην Άσκηση....107
9.1.1 Κλάδεμα παραγωγής....107
9.1.2 Κορυφολόγημα....107
9.1.3. Κλάδεμα φυτών κηποτεχνίας....109
9.1.5 Κλάδεμα ανθοφόρων θάμνων....112
9.1.6 Κλάδεμα καλλωπιστικών δένδρων....112
9.1.7 Εφαρμογή κλαδέματος....112

9.2 Εκτέλεση της Άσκησης 113
9.2.1 Σκοπός 113
9.2.2 Μεθοδολογία 113
9.2.3 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις 114
Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 115
Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης 116
Παράρτημα 117
Κεφάλαιο 10 Εγγενής Πολλαπλασιασμός Ανθοκομικών Φυτών 119
10.1. Εισαγωγή στην Άσκηση 119
10.2 Εκτέλεση της Άσκησης 121
10.2.1 Σκοπός 121
10.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα 121
10.2.3 Μεθοδολογία – Εκτέλεση της Άσκησης 121
10.2.4 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις 127
Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 128
Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης 129
Παράρτημα 130
Κεφάλαιο 11 Πολλαπλασιασμός Ανθοκομικών Φυτών με Μοσχεύματα 133
11.1 Εισαγωγή στην Άσκηση 133
11.1.1 Αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα μαλακού ξύλου 136
11.1.2 Αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα ημίσκληρου ξύλου 137
11.1.3 Αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα σκληρού ξύλου 137
11.1.4 Αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα ποωδών 137
11.2 Εκτέλεση της Άσκησης 137
11.2.1 Σκοπός 137
11.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα 138
11.2.3 Μεθοδολογία 138
11.2.4 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις 145
Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 147
Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης 148
Παράρτημα 149
Κεφάλαιο 12 Ενοφθαλμισμοί - Εγκεντρισμοί 151
12.1. Εισαγωγή στην Άσκηση 151
12.1.2 Σχιστός εγκεντρισμός ή σφηνοειδής εγκεντρισμός 152
12.1.3 Υπόφλοιος εγκεντρισμός 156
12.2 Ενοφθαλμισμός 158
Μεθοδολογία – Διαδικασία εκτέλεσης 159
Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 170
Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης 171
Παράρτημα 172
Κεφάλαιο 13 Μετασυλλεκτική Ποιότητα και Γήρανση Ανθέων 173
13.1. Εισαγωγή στην Άσκηση 173
13.2 Εκτέλεση της Άσκησης 175
13.2.1 Σκοπός 175
13.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα 175
13.2.3 Μεθοδολογία - Εκτέλεση Άσκησης 175
13.2.4. Μετρήσεις –Εκτιμήσεις 175
Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 177
Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης 178

Παράρτημα **179**

Κεφάλαιο 14 Επίδραση των διαλυμάτων συντήρησης στη διατηρησιμότητα ανθέων στο ανθοδοχείο ... **183**

14.1. Εισαγωγή στην Άσκηση 183
14.1.1. Τα διαλύματα συντήρησης 183
14.2 Εκτέλεση της Άσκησης 185
14.2.1 Σκοπός 185
14.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα 185
14.2.3 Μεθοδολογία 186
14.2.4 Μετρήσεις –Εκτιμήσεις 186

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου **188**

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης **189**

Παράρτημα **190**

Κεφάλαιο 15 Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης στη μετασυλλεκτική ζωή δρεπτών ανθέων **193**

15.1. Εισαγωγή στην Άσκηση 193
15.2 Εκτέλεση της Άσκησης 196
15.2.1 Σκοπός 196
15.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα 196
15.2.3 Μεθοδολογία - Εκτέλεση Άσκησης 196
15.2.4 Μετρήσεις –Εκτιμήσεις 196

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου **198**

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης **199**

Παράρτημα **200**

Πίνακας συντομεύσεων-ακρωνυμίων

ΑΤΕ	Άθροισμα Τετραγώνων των Εφαρμογών
ΑΤΣ	Άθροισμα Τετραγώνων του Σφάλματος
ΕΣΔ	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά
ΜΤΕ	Μέσο Τετράγωνο των Εφαρμογών
ΜΤΣ	Μέσο Τετράγωνο του Σφάλματος
K	Αριθμός εφαρμογών
N	Αριθμός επαναλήψεων
DICA	dichloro-isocyanuric acid
Μ.Ο.	Μέσος Όρος
pH	οξύτητα
EC	Electrical conductivity (Ηλεκτρική αγωγιμότητα)
nm	νανόμετρα
I.A.K.	Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων
IBA	Ινδολοβουτυρικό Οξύ
NAA	Ναφθαλοξικό Οξύ
GA	Gibberillic Acid
IAA	Φυσική Αυξίνη
ppm	Parts per million
Σ.Υ.	Σχετική Υγρασία
STS	Silver-thiosulphate (Θειοθειικός άργυρος)
1-MCP	1-methyl-cyclopropane (1-μεθυλο-κυκλο-προπάνιο)
UV-C	Ultraviolet irradiation - C

Εισαγωγή

Η καλλιέργεια και η χρήση ανθοκομικών φυτών έχουν τις ρίζες τους χιλιάδες χρόνια πριν, όπως φαίνεται σε αρχαιολογικά ευρήματα, μύθους και ιστορικά γεγονότα. Η ανθοκομία εξελίχθηκε σε επιστήμη τον 20ό αιώνα από τους λαούς της Βόρειας Ευρώπης.

Στη σύγχρονη εποχή, η ανάγκη των ανθρώπων να έρχονται σε άμεση επαφή με το φυσικό περιβάλλον εκδηλώνεται με τη χρήση ανθοκομικών φυτών σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Ο καλλωπισμός των εσωτερικών χώρων (π.χ. δωματίων, γραφείων) γίνεται με τη βοήθεια ανθοκομικών -είτε γλαστρικών, είτε δρεπτών- φυτών, τα οποία, λόγω των βοτανικών τους χαρακτηριστικών (π.χ. φύλλωμα, άνθη), αποτελούν άριστα στοιχεία διακόσμησης και καλλωπισμού. Αντίστοιχα, ο καλλωπισμός εξωτερικών χώρων (π.χ. πλατειών, κήπων, μπαλκονιών) επιτυγχάνεται με φυτά τα οποία χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με: α) τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου σε ετήσια και πολυετή, β) τα βοτανικά τους χαρακτηριστικά σε ποώδη, δενδρώδη, θαμνώδη και αναρριχώμενα, γ) τη φυσιολογία τους σε αειθαλή και φυλλοβόλα και δ) την εποχή ανθοφορίας τους σε άνοιξης θέρους, φθινοπώρου και χειμώνα.Το παρόν σύγγραμμα Ανθοκομίας περιλαμβάνει βασικές Εργαστηριακές ασκήσεις στο γνωστικό αντικείμενο της ανθοκομίας, οι οποίες έχουν ως στόχο την εξοικείωση των φοιτητών/-τριών με: α) τις τεχνικές καλλιέργειας, πολλαπλασιασμού και συντήρησης, β) τη μελέτη της επίδρασης των περιβαλλοντικών συνθηκών και της θρέψης στην ανάπτυξη των ανθοκομικών φυτών και γ) τον τρόπο καταγραφής μετρήσεων και εξαγωγής συμπερασμάτων, με τη βοήθεια των στατιστικών αναλύσεων. Το σύγγραμμα χωρίζεται σε κεφάλαια και κάθε κεφάλαιο περιλαμβάνει μία άσκηση. Κάθε άσκηση συνοδεύεται από την εισαγωγή, στην οποία περιλαμβάνεται η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και η οποία βοηθά στην κατανόηση του θεωρητικού υποβάθρου της άσκησης. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα υλικά και τα όργανα που χρησιμοποιούνται και περιγράφεται η μεθοδολογία εκτέλεσης της άσκησης. Στο τελευταίο μέρος κάθε κεφαλαίου, παρατίθενται ενδεδειγμένες μετρήσεις/εκτιμήσεις/παρατηρήσεις που χρειάζεται να καταγραφούν, ώστε να παραχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα σχετικά με την άσκηση. Κάθε κεφάλαιο περιλαμβάνει παράρτημα με έτοιμους πίνακες για συμπλήρωση, κενά γραφήματα, τα οποία μπορεί εύκολα να αναπαραχθούν και να βοηθήσουν στην καταγραφή των μετρήσεων, και τεστ αξιολόγησης, το οποίο βοηθά στην κατανόηση του κεφαλαίου.

Το παρόν σύγγραμμα δύναται να χρησιμοποιηθεί για την άρτια διεξαγωγή ασκήσεων ανθοκομίας στο πλαίσιο εκπαιδευτικών προγραμμάτων και Εργαστηρίων στα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα, αλλά και να αξιοποιηθεί από άλλους εκπαιδευτικούς φορείς. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός για την οργάνωση και τη διεκπεραίωση εργαστηριακών πτυχιακών αλλά και μεταπτυχιακών πειραμάτων.

Κεφάλαιο 1
Λήψη Μετρήσεων, Επεξεργασία και Παρουσίαση των Αποτελεσμάτων

Σύνοψη
Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές αρχές οργάνωσης εργαστηριακών ασκήσεων, ώστε να είναι εφικτή και έγκυρη η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται από αυτές. Παρουσιάζονται η διαδικασία της τυχαιοποίησης του πειραματικού σχεδίου, η λήψη των παρατηρήσεων και η επεξεργασία τους με τη χρήση μαθηματικών μοντέλων, τα οποία βοηθούν στη σύγκριση των μέσων όρων των τιμών των παρατηρήσεων. Στο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων μέσω πινάκων ή γραφικών παραστάσεων και εξηγούνται η διαδικασία σχολιασμού τους και η επιστημονική γραφή.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές υπολογιστικές γνώσεις και οι γνώσεις στατιστικής. Επίσης, οι γνώσεις χειρισμού του λογισμικού excel θα βοηθήσουν στη δημιουργία γραφημάτων, μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων. Ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

1.1. Εισαγωγικές Έννοιες

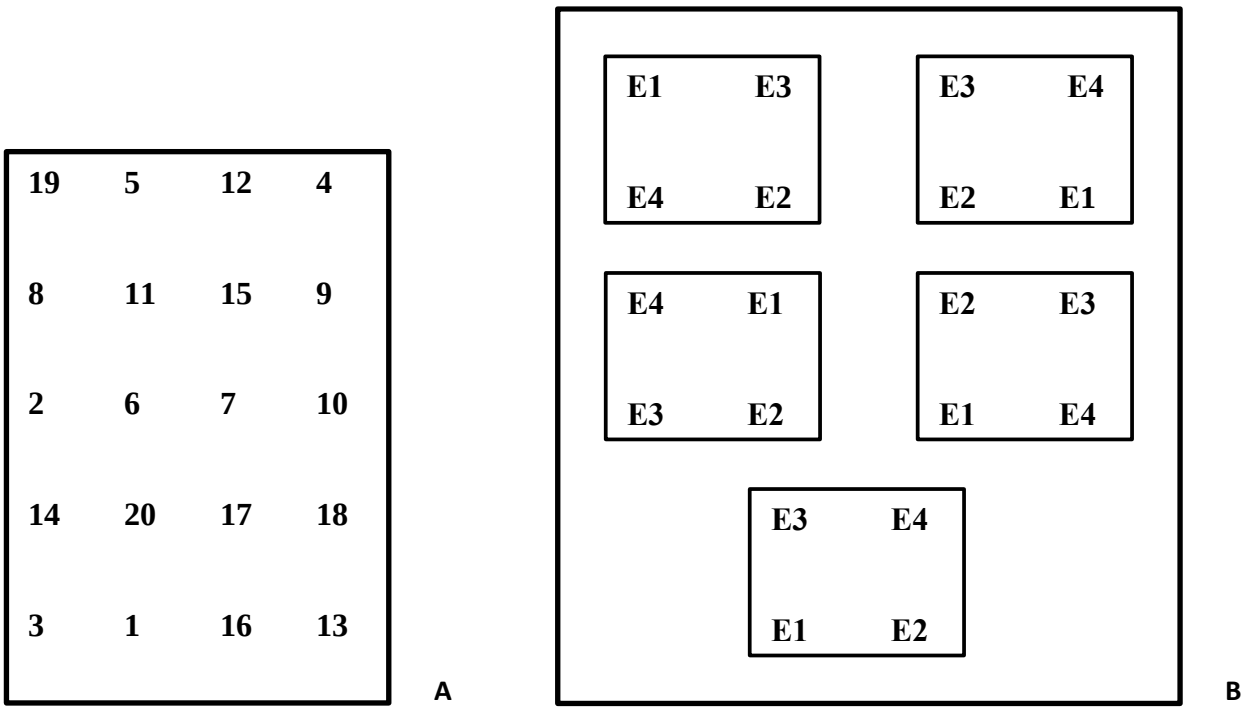
Η επιστήμη της στατιστικής αποτελεί βασικό εργαλείο για την υποστήριξη και την ερμηνεία των παρατηρήσεων στις βιολογικές επιστήμες, όπως είναι η ιατρική, η βιολογία, η γεωπονία κ.ά. (Parker, 1975; Φωτιάδης, 1995). Η διεξαγωγή έρευνας στους παραπάνω κλάδους των βιολογικών επιστημών θεωρείται αδύνατη χωρίς τη βοήθεια των στατιστικών αναλύσεων. Οι αναλύσεις αυτές βασίζονται σε μαθηματικά μοντέλα και τύπους, η χρήση των οποίων καταδεικνύει τις **στατιστικά σημαντικές** και όχι τις αριθμητικές διαφορές μεταξύ συγκεκριμένων εφαρμογών. Για παράδειγμα, η αποτελεσματικότητα ενός φαρμάκου σε ασθενείς καταδεικνύεται μετά από τη λήψη των μετρήσεων και τη στατιστική τους επεξεργασία. Αν κατά τη στατιστική ανάλυση, προκύψουν σημαντικές διαφορές ως προς την ύφεση της ασθένειας στους ασθενείς στους οποίους χορηγήθηκε το φάρμακο, τότε αποδεικνύεται ότι είχε θετική επίδραση στην αντιμετώπιση της ασθένειας. Αν όμως, κατά τη στατιστική ανάλυση, δεν προκύψουν στατιστικές διαφορές μεταξύ των εφαρμογών, τότε η αποτελεσματικότητα του φαρμάκου κρίνεται αμφίβολη.

Στο πλαίσιο διεξαγωγής Εργαστηριακών ασκήσεων που παρουσιάζονται στο παρόν εγχειρίδιο, είναι απαραίτητη η στατιστική ανάλυση προκειμένου να συγκριθούν οι μετρήσεις των διαφορετικών εφαρμογών. Ιδιαίτερα σημαντική είναι και η άρτια, με βάση τους κανόνες έρευνας, **οργάνωση** των ασκήσεων, ώστε να είναι αποδεκτή η στατιστική ανάλυση των παρατηρήσεων που θα καταγραφούν (Φωτιάδης, 1995). Είναι σημαντικό να ορίζονται και να διεξάγονται ασκήσεις και πειράματα με εφαρμογή του κατάλληλου **πειραματικού σχεδίου**. Για την ακρίβεια και την ορθότητα των πειραματικών ασκήσεων πρέπει να εξασφαλίζεται το μικρότερο δυνατό σφάλμα, το οποίο ελαχιστοποιείται με την **τυχαιοποίηση** του πειράματος και την **επανάληψη** των εφαρμογών. Οι χώροι στους οποίους διεξάγονται οι πειραματικές ασκήσεις δεν είναι ποτέ ομογενοποιημένοι. Με την τυχαιοποίηση εξασφαλίζουμε το μικρότερο δυνατό σφάλμα μεταξύ των εφαρμογών, το οποίο πιθανόν θα αυξανόταν αν οι επαναλήψεις των εφαρμογών δεν τυχαιοποιούνταν ως προς τον χώρο. Για παράδειγμα, σε ένα πειραματικό τεμάχιο εδάφους 100 m^2, η επίδραση του ανέμου, της υγρασίας, της θερμοκρασίας της σύστασης του εδάφους και των λοιπών περιβαλλοντικών παραγόντων μπορεί να διαφέρει από τη μια άκρη του πειραματικού τεμαχίου στην άλλη. Η τυχαιοποίηση των εφαρμογών μέσα στο πειραματικό τεμάχιο εξαιρεί αυτούς τους παράγοντες και την επίδρασή τους από την επίδραση των εφαρμογών. Επιπρόσθετα, σε ένα στατιστικά ορθό πείραμα, τα πειραματικά τεμάχια θα πρέπει να είναι περισσότερα του ενός (επανάληψη), ώστε να εξασφαλίζεται ικανό δείγμα και να μειώνεται η

πιθανότητα στατιστικού λάθους. Η επανάληψη των πειραματικών τεμαχίων και των μονάδων που δέχονται τις εφαρμογές (φυτά-επαναλήψεις), μειώνει την πιθανότητα στατιστικού λάθους και αυξάνει την εμπιστοσύνη. Αυτό επαληθεύεται από τον τύπο ο οποίος δίνει το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής των επαναλήψεων μιας εφαρμογής ($S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$), απ' τον οποίο φαίνεται ότι αυξάνοντας τον αριθμό των επαναλήψεων (n) μειώνεται το τυπικό σφάλμα ($S_{\bar{x}}$) της μέσης τιμής των παρατηρήσεων.

1.2. Πειραματικά σχέδια

Τα πειραματικά σχέδια χωρίζονται, ανάλογα με τους παράγοντες που εξετάζουν, σε μονοπαραγοντικά (ένας παράγοντας) και πολυπαραγοντικά (δύο ή περισσότεροι παράγοντες) (Φωτιάδης, 1995; Καλτσίκης, 1997). Οι παράγοντες αποτελούνται από επίπεδα και επηρεάζουν ποσοτικά ή/και ποιοτικά το υποκείμενο που δέχεται την εφαρμογή (π.χ. το φυτό). Για παράδειγμα, η ανάπτυξη και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά ενός ανθοκομικού φυτού μπορούν να μεταβληθούν με τη χορήγηση διαφορετικής ποσότητας λιπασμάτων. Αν το χορηγούμενο λίπασμα είναι ο παράγοντας, τότε οι χορηγούμενες συγκεντρώσεις είναι τα επίπεδα του παράγοντα. Με τη βοήθεια της στατιστικής ανάλυσης είναι δυνατή η μελέτη της επίδρασης των συγκεντρώσεων των λιπασμάτων στις μεταβλητές, δηλαδή στα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά (ύψος, φυλλική επιφάνεια, φωτοσυνθετική δραστηριότητα, παραγωγή ανθέων κ.λπ.) συγκεκριμένου ανθοκομικού φυτού. Τα μονοπαραγοντικά πειράματα μπορούν να ακολουθήσουν τα εντελώς τυχαιοποιημένα σχέδια (Εικόνα 1.1Α), ενώ τα πολυπαραγοντικά πειράματα τα σχέδια πλήρων ομάδων (Εικόνα 1.1Β και Εικόνα 1.2) ή τα σχέδια λατινικού τετραγώνου. Για πειράματα που εφαρμόζονται στον αγρό, τα πειραματικά τεμάχια μπορεί να έχουν τη δομή που φαίνεται στην Εικόνα 1.2.



Εικόνα 1.1 Α: *Διασκορπισμός 20 επαναλήψεων σε εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο.* **Β:** *Διασκορπισμός των τεσσάρων βαθμίδων ενός παράγοντα (Ε1 – Ε4) σε πέντε ομάδες, ίσες με τον αριθμό των επαναλήψεων της κάθε εφαρμογής.*





Εικόνα 1.2 *Πειραματικά τεμάχια ειδικά διαμορφωμένα για να περιλαμβάνουν τις βαθμίδες των παραγόντων (Προσωπικό αρχείο).*

1.3. Παράδειγμα

Για την κατανόηση της στατιστικής ανάλυσης παρατίθεται ενδεικτικό παράδειγμα πειραματικής άσκησης. Η άσκηση μελετά την επίδραση της συγκέντρωσης αζώτου (N) στο ξηρό βάρος φυτών γερανιού (Pelargonium x hortorum). Χορηγήθηκαν στα φυτά 4 συγκεντρώσεις N (0, 100, 250 και 500 ppm) και, στη συνέχεια, κατεγράφη το ξηρό βάρος των φυτών, μετά από περίοδο χορήγησης N για 5 εβδομάδες. Χρησιμοποιήθηκαν 5 φυτά γερανιού (επαναλήψεις) για κάθε εφαρμογή N. Μετά την καταγραφή των παρατηρήσεων, συμπληρώθηκε ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 1.1 *Ξηρό βάρος (gr) φυτών γερανιού, στα οποία χορηγήθηκαν 0, 100, 250 ή 500 ppm N για 5 εβδομάδες. Οι αριθμοί είναι τα ξηρά βάρη στο τέλος της άσκησης. Παρουσιάζονται το άθροισμα των επαναλήψεων και οι μέσοι όροι (Μ.Ο) (ν = 5).*

Συγκέντρωση N (ppm)	**Ξηρό βάρος φυτών (gr)**					**Άθροισμα επαναλήψεων**	**Μέσος Όρος**
	Φυτό επανάληψη						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
0 (μάρτυρας)	18,5	18,0	19,8	19,6	20,2	96,1	19,22
100	23,4	22,3	20,8	20,3	20,8	107,6	21,52
250	20,9	21,5	22,4	24,3	23,2	112,3	22,46
500	25,0	23,5	24,4	25,7	26,2	124,8	24,96

Αρχικά υπολογίζουμε το άθροισμα των επαναλήψεων και τους Μ.Ο., οι οποίοι βρίσκονται από τη διαίρεση του αθροίσματος προς το πλήθος των επαναλήψεων (ν = 5). Με την πρώτη ματιά, φαίνεται ότι υπάρχει αριθμητική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών. Φαίνεται, δηλαδή, ότι η αζωτούχος λίπανση ευνόησε την ανάπτυξη της φυτικής μάζας (ξηρό βάρος). Ωστόσο, δεν είμαστε βέβαιοι αν αυτή η διαφορά είναι και στατιστικά σημαντική. Για να το διαπιστώσουμε, πρέπει να συμπληρώσουμε τα στοιχεία στον Πίνακα 1.2, εκτελώντας ορισμένους υπολογισμούς.

Πίνακας 1.2 *Ανάλυση παραλλακτικότητας με βάση τα δεδομένα της άσκησης για τη χορήγηση Ν σε φυτά γερανιού.*

Πηγή παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Τιμή F
Εφαρμογές	Κ – 1	ΑΤε	ΜΤε	ΜΤε/ΜΤσ
Σφάλμα	Κ(ν - 1)	ΑΤσ	ΜΤσ	
Σύνολο	Κν-1			

Ατε: Άθροισμα Τετραγώνων των εφαρμογών
Ατς: Άθροισμα Τετραγώνων του σφάλματος
Μτε: Μέσο Τετράγωνο των εφαρμογών
ΜΤς: Μέσο Τετράγωνο του σφάλματος
Κ: Αριθμός εφαρμογών
ν: Αριθμός επαναλήψεων

Αρχικά, υπολογίζουμε τον Διορθωτικό Όρο (Δ.Ο.), ο οποίος είναι το άθροισμα των τιμών όλων των παρατηρήσεων στο τετράγωνο διά τον αριθμό των παρατηρήσεων. Δηλαδή, $\frac{(\Sigma X)^2}{\nu}$ = $\frac{(18,5+18,0+19,8+19,6+20,2+23,4+22,3+20,8+20,3+20,8+20,9+21,5+22,4+24,3+23,2+25,0+23,5+24,4+25,7+26,2)^2}{20}$ = $\frac{440,8^2}{20}$ = 9715,23

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το **Άθροισμα των Τετραγώνων** (ΑΤ), το οποίο ισούται με ΣX^2 - Δ.Ο. Δηλαδή, ΑΤ = ΣX^2 - Δ.Ο. = ($18,5^2 + 18,0^2 + 19,8^2 + 19,6^2 + 20,2^2 + 23,4^2 + 22,3^2 + 20,8^2 + 20,3^2 + 20,8^2 + 20,9^2 + 21,5^2 + 22,4^2 + 24,3^2 + 23,2^2 + 25,0^2 + 23,5^2 + 24,4^2 + 25,7^2 + 26,2^2$) – 9715,23 = 9821 – 9715,23 = **105,77**

Στο επόμενο στάδιο υπολογίζουμε το **Άθροισμα των Τετραγώνων των Εφαρμογών** (ΑΤε), το οποίο υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο $\Sigma\frac{T^2}{\nu}$ - Δ.Ο., όπου Τ το άθροισμα των τιμών των επαναλήψεων ανά παρατήρηση. Δηλαδή,

ΑΤε = [$(\frac{96,1^2}{5}) + \frac{107,6^2}{5} + \frac{112,3^2}{5} + \frac{124,8^2}{5}$] – 9715,23 = 9799,86 – 9715,23 = **84,63**

Το **Άθροισμα των Τετραγώνων του Σφάλματος** (ΑΤσ) βρίσκεται με την αφαίρεση του ΑΤε από το ΑΤ. Δηλαδή, ΑΤσ = 105,77 – 84,63 = **21,14**

Το **Μέσο Τετράγωνο των Εφαρμογών** (ΜΤε) βρίσκεται από τον τύπο $\frac{ATε}{K-1} = \frac{84,63}{3}$ = **28,21**

Ενώ το **Μέσο Τετράγωνο του Σφάλματος** (ΜΤσ) βρίσκεται από τον τύπο $\frac{ATσ}{K(\nu-1)} = \frac{21,14}{16}$ = **1,32**

Η τιμή του **F** είναι $\frac{MTε}{MTσ} = \frac{\mathbf{28,21}}{\mathbf{1,32}} = \mathbf{21,37}$

Έτσι, μετά τους υπολογισμούς ο Πίνακας 1.2 γίνεται:

Πίνακας 1.3 *Τιμές της ανάλυσης παραλλακτικότητας για τη χορήγηση Ν σε φυτά γερανιού.*

Πηγή παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	Τιμή F	Τιμή F από τους Πίνακες
Εφαρμογές	3	84,63	28,21	21,37	3,24
Σφάλμα	16	21,14	1,32		
Σύνολο	19				

Από την τιμή του F που βρέθηκε με τη βοήθεια των Πινάκων του παραρτήματος, φαίνεται ότι το F της ανάλυσης (21,37) είναι μεγαλύτερο από το F των πινάκων (3,24) και, συνεπώς, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των εφαρμογών. Ωστόσο, δεν γνωρίζουμε μεταξύ ποιων εφαρμογών υπάρχουν διαφορές. Ο προσδιορισμός της διαφοράς μεταξύ των εφαρμογών θα μπορούσε να γίνει βάσει του προσδιορισμού των διαφορών κατά ζεύγη. Όμως, με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η πιθανότητα να διαπράξουμε σφάλμα, θεωρώντας στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ζευγών που στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν. Γι' αυτόν τον λόγο, χρησιμοποιούνται διάφορα τεστ, με τα οποία γίνονται πολλαπλές συγκρίσεις μέσων όρων. Για τη συγκεκριμένη περίπτωση και για τις ασκήσεις του εγχειριδίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σύγκριση της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ). Η τιμή της ΕΣΔ βρίσκεται με τον τύπο:

$$\text{ΕΣΔ} = t_{0.05} \sqrt{\frac{2\text{MT}\sigma}{\nu}},$$

όπου t η τιμή η οποία βρίσκεται από τους πίνακες για επίπεδο σημαντικότητας 5% και K(ν – 1) βαθμούς ελευθερίας. Στους πίνακες (παράρτημα) η τιμή t0.05 = 2,12. Άρα, με βάση τα παραπάνω, η ΕΣΔ = (2,12) (0,727) = 1,54

Χρησιμοποιούμε την τιμή 1,54 για να συγκρίνουμε τους Μ.Ο. ως εξής: όταν η διαφορά των μέσων όρων των εφαρμογών είναι μεγαλύτερη της ΕΣΔ, τότε οι μέσοι όροι είναι στατιστικά διαφορετικοί μεταξύ τους. Στο παραπάνω παράδειγμα, η χορήγηση Ν επέδρασε σημαντικά στην αύξηση του ξηρού βάρους, αφού όταν αυξανόταν η δοσολογία Ν, αυξανόταν το ξηρό βάρος με γραμμική απόκριση. Όλες οι εφαρμογές διέφεραν μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ($P < 0.05$). Οι διαφορές μεταξύ των Μ.Ο. παρουσιάζονται με διαφορετικά γράμματα δίπλα από κάθε Μ.Ο.

1.4. Παρουσίαση και σχολιασμός των αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα οποιασδήποτε πειραματικής άσκησης μπορούν να παρουσιαστούν με πολλούς τρόπους και, συνήθως, με τη μορφή πινάκων ή γραφικών παραστάσεων. Η χρήση φωτογραφιών αποτελεί συμπληρωματικό στοιχείο και όχι μετρήσιμη πηγή. Η παρουσίαση των μετρήσεων σε πίνακα θα είχε τη μορφή του Πίνακα 1.4, χωρίς δηλαδή την παρουσίαση των επαναλήψεων των φυτών, αλλά μόνο των Μ.Ο. Στον Πίνακα 1.4 παρουσιάζονται και άλλες ενδεικτικές μετρήσεις, όπως το ύψος των φυτών, η φυλλική επιφάνεια και ο αριθμός των ανθέων.

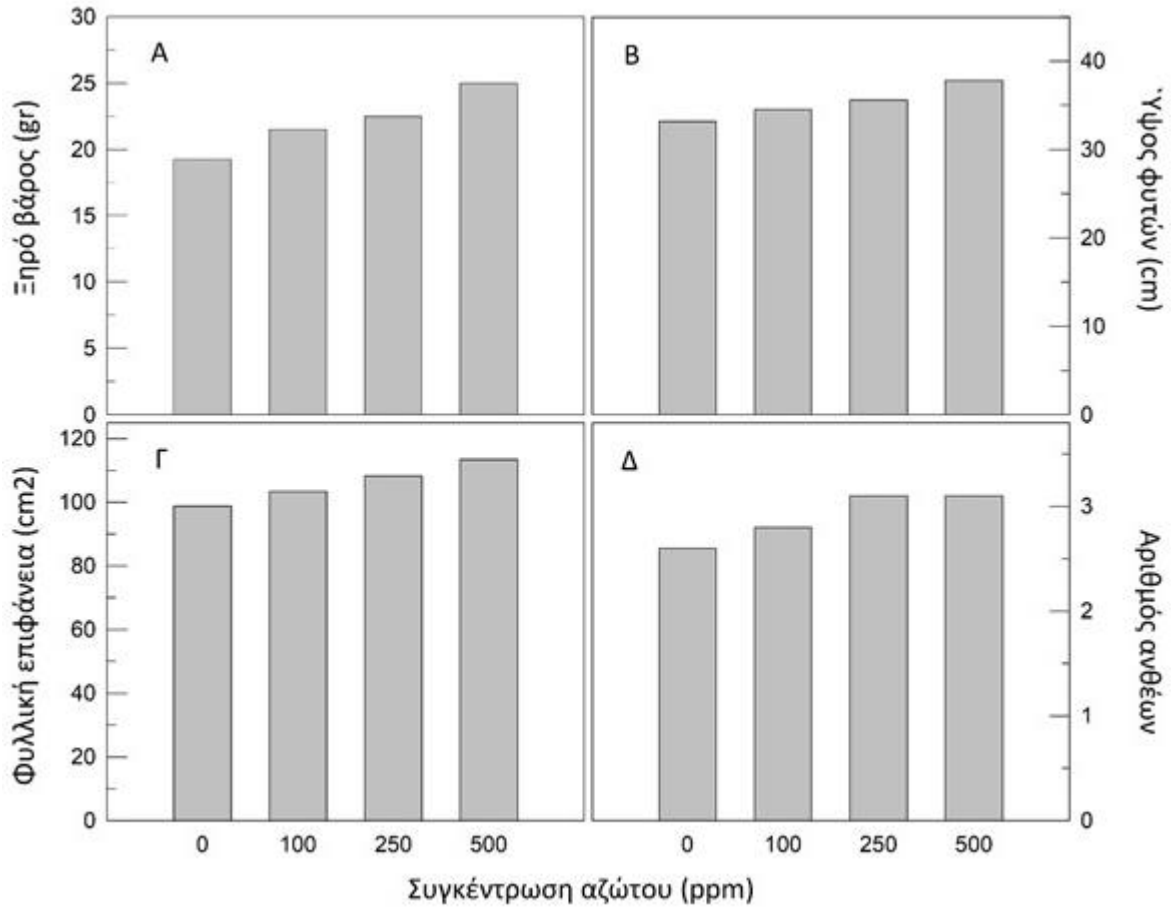
Πίνακας 1.4 *Συγκεντρωτικός πίνακας μετρήσεων από την επίδραση της συγκέντρωσης Ν (0, 100, 250 ή 500 ppm) σε φυτά γερανιού (Pelargonium x hortorum) στο ξηρό βάρος, στο ύψος των φυτών (cm), στη φυλλική επιφάνεια (cm2) και στον αριθμό των ανθέων. Οι αριθμοί είναι Μ.Ο. 5 επαναλήψεων.*

Συγκέντρωση Ν (ppm)	**Ξηρό βάρος φυτών (gr)**	**Ύψος φυτών (cm)**	**Φυλλική επιφάνεια (cm^2)**	**Αριθμός ανθέων**
0 (μάρτυρας)	19,22	33,2	98,8	2,6
100	21,52	34,5	103,4	2,8
250	22,46	35,6	108,3	3,1
500	24,96	37,8	113,3	3,1

Η γραφική αναπαράσταση του ξηρού βάρους, του ύψους, της φυλλικής επιφάνειας και του αριθμού των ανθέων των φυτών σε ιστογράμματα θα είχε τη μορφή της Εικόνας 1.3. Αντίθετα, όταν χρειάζεται να παρουσιαστούν διαδοχικές μετρήσεις για συγκεκριμένη χρονική περίοδο (π.χ. μετρήσεις ανά εβδομάδα για 1 μήνα), τότε είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί διάγραμμα καμπύλης (Εικόνα 1.4), χωρίς να αποκλείεται και η περίπτωση του πίνακα (π.χ. Πίνακας 1.5).

Όταν σχολιάζουμε τα αποτελέσματα που παρατίθενται σε πίνακες ή σε γραφικές παραστάσεις, προσπαθούμε να αναδείξουμε τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Συνήθως, γίνονται συγκρίσεις

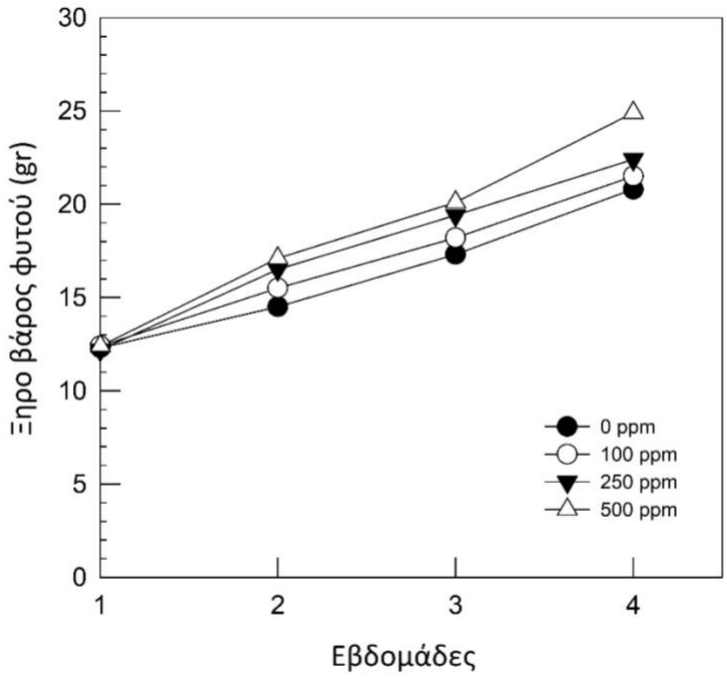
μεταξύ των εφαρμογών και του μάρτυρα, αλλά και μεταξύ των διαφορετικών εφαρμογών, ώστε να καταδειχτεί η βέλτιστη εφαρμογή.



Εικόνα 1.3 *Επίδραση της συγκέντρωσης αζώτου (0, 100, 250 ή 500 ppm) στην παραγωγή ξηρού βάρους (gr), στο ύψος των φυτών (cm), στη φυλλική επιφάνεια (cm^2) και στον αριθμό των ανθέων σε φυτά γερανιού (Pelargonium x hortorum). Οι αριθμοί είναι Μ.Ο. 5 επαναλήψεων.*

Πίνακας 1.5 *Ξηρό βάρος φυτών γερανιού (Pelargonium x hortorum), στα οποία χορηγήθηκε Ν σε πέντε δόσεις (0, 100, 250 ή 500 ppm) για 4 εβδομάδες. Οι αριθμοί είναι Μ.Ο. 5 επαναλήψεων.*

Συγκέντρωση N (ppm)	**Ξηρό βάρος φυτών (gr)**			
	Εβδομάδες			
	1	**2**	**3**	**4**
0 (μάρτυρας)	12,3	14,5	17,3	20,8
100	12,4	15,5	18,2	21,5
250	12,2	16,5	19,4	22,4
500	12,4	17,1	20,1	24,9



Εικόνα 1.4 *Ξηρό βάρος (gr) φυτών γερανιού (Pelargonium x hortorum), στα οποία χορηγήθηκαν διαφορετικές συγκεντρώσεις αζώτου (0, 100, 250 ή 500 ppm). Καταγράφηκαν οι μεταβολές για χρονικό διάστημα 4 εβδομάδων.*

Παρατηρήστε ότι στις λεζάντες των πινάκων και των διαγραμμάτων θα πρέπει να περιλαμβάνονται όλες οι πληροφορίες, ώστε ο αναγνώστης, ακόμα και αν δεν έχει τις πληροφορίες του πειράματος, να μπορεί να κατανοήσει τα βασικά στοιχεία. Συνήθως, περιλαμβάνονται στοιχεία από τις μετρήσεις, τις εφαρμογές, τη χρονική περίοδο των μετρήσεων και πληροφορίες σχετικά με τη στατιστική ανάλυση (π.χ. αριθμός επαναλήψεων, τεστ διαχωρισμού των Μ.Ο. κλπ).

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Καλτσίκης, Π.Ι., 1997. *Απλά πειραματικά σχέδια*. . Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλης..

Φωτιάδης, Ν.Α.,1995. *Εισαγωγή στη στατιστική για βιολογικές επιστήμες*. 2η έκδ.. Θεσσαλονίκη: University Studio Press..

Parker, R.E., 1979. *Introductory statistics for biology*. 2nd ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press..

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των μετρήσεων καταδεικνύουν και τις στατιστικά σημαντικές διαφορές.

   Σωστό ή **Λάθος**

2. Συμπληρώστε τη φράση: «Είναι σημαντικό να ορίζονται και να διεξάγονται ασκήσεις και πειράματα με εφαρμογή του κατάλληλου ……...……
   ……..……
   …...»

3. Για να πετύχουμε ακρίβεια και ορθότητα στις πειραματικές εργασίες πρέπει
   I. να έχουμε τυχαιοποίηση.
   II. να λαμβάνουμε παρατηρήσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα.
   III. να μετράμε μόνο τις πρωινές ώρες.
   IV. να έχουμε όσο το δυνατόν λιγότερες επαναλήψεις.

4. Συμπληρώστε τη φράση: «Με την τυχαιοποίηση εξασφαλίζουμε το μικρότερο δυνατό……
   ….……...……
   …»

5. Το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής των επαναλήψεων μιας εφαρμογής δίνεται από τον τύπο: ……...……
   …

6. Τα πειραματικά σχέδια χωρίζονται ανάλογα με τους παράγοντες που εξετάζουν σε …… και ……
   ……..……
   ……

7. Τα μονοπαραγοντικά πειράματα μπορούν να ακολουθήσουν τα …… σχέδια.

8. Σε ένα πείραμα, όταν έχουμε πολλές επαναλήψεις υπολογίζουμε πρώτα τον μέσο όρο.

   Σωστό ή **Λάθος**

9. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων ενός πειράματος μπορεί να γίνει με:……
   …...……...……
   ……
   …….

10. Στις λεζάντες των διαγραμμάτων και των πινάκων πρέπει να αναφέρονται
    I. όσο το δυνατόν λιγότερες και με συνοπτικό τρόπο πληροφορίες.
    II. όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες.
    III. ό,τι χρειάζεται σύμφωνα με την άποψη του συγγραφέα.

Κεφάλαιο 2
Οδηγίες Συγγραφής Εργασιών

Σύνοψη
Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές αρχές συγγραφής εργασιών στο πλαίσιο των Εργαστηριακών Ασκήσεων και των πτυχιακών. Με τις παρακάτω οδηγίες, καθοδηγείται ο/η φοιτητής/-τρια για την απαραίτητη εύρεση βιβλιογραφίας, την οργάνωση της δομής και της συγγραφής των επιμέρους τμημάτων που αποτελούν την επιστημονική εργασία.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου, είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις συγγραφής εργασιών. Οι αναγνώστες θα πρέπει να μπορούν να συνθέσουν τις εργασίες τους, ακολουθώντας τα απαραίτητα μοτίβα, τις οδηγίες και τους κανόνες που παρουσιάζονται. Για επιπλέον πληροφορίες, οι αναγνώστες μπορούν να ανατρέξουν στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

2.1 Δομή της Εργασίας

Οι επιστημονικές εργασίες συντάσσονται σε διακριτά τμήματα, τα οποία αποτελούν το τελικό κείμενο. Η σειρά που παρουσιάζονται στην εργασία είναι η εξής:

- Σελίδα τίτλου – Εξώφυλλο (πρώτη σελίδα)
- Περίληψη
- Πίνακας περιεχομένων

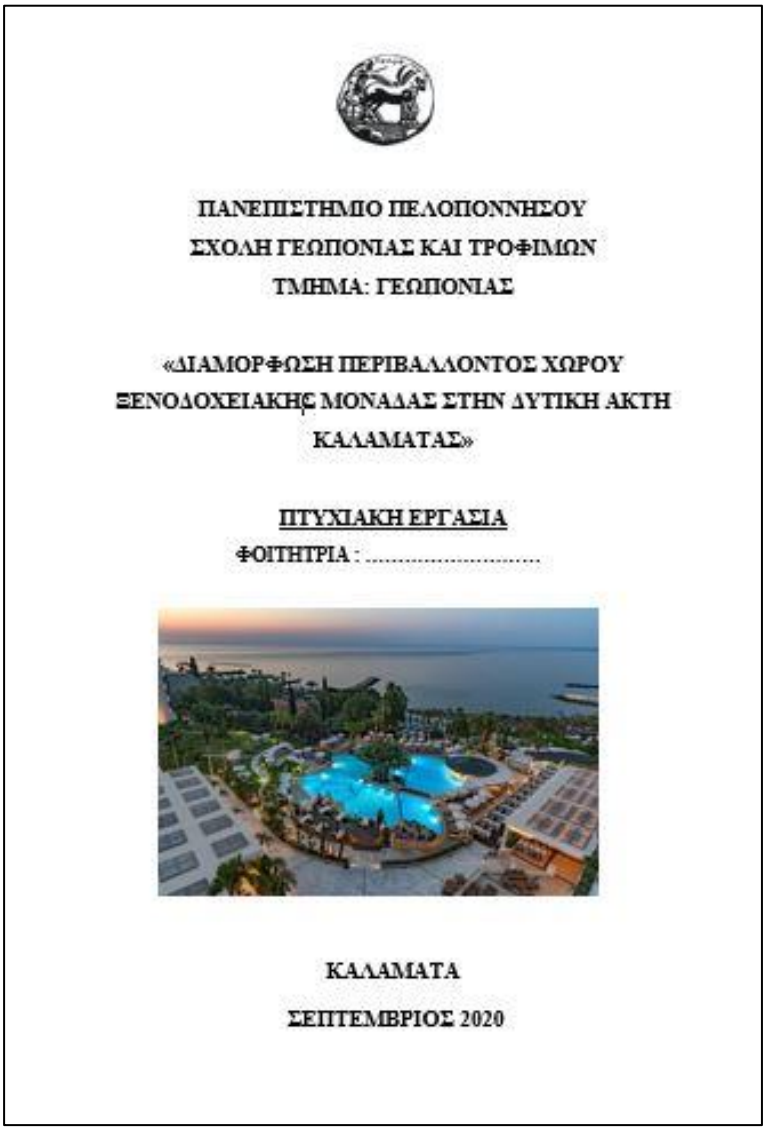
ΚΥΡΙΩΣ ΣΩΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Εισαγωγή
- Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας
- Ερευνητικά ερωτήματα
- Μεθοδολογία
- Ανάλυση, αποτελέσματα και συζήτηση
- Συμπεράσματα
- Βιβλιογραφία

2.1.1. Η σελίδα του τίτλου

Το εξώφυλλο θα πρέπει να περιλαμβάνει τις απαραίτητες πληροφορίες (Εικόνα 2.1). Στο εξώφυλλο αναγράφονται:

- Το Εκπαιδευτικό Ίδρυμα και το εργαστήριο, στο πλαίσιο του οποίου εκπονείται η εργασία.
- Ο τίτλος της εργασίας (συνήθως 10-12 λέξεις)
- Προσθήκη εικόνας (προαιρετικό).
- Το όνομα του συγγραφέα (ή των συγγραφέων αν είναι περισσότεροι του ενός).
- Το όνομα του επιβλέποντος καθηγητή.
- Τόπος και ημερομηνία.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

«ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΤΗΝ ΔΥΤΙΚΗ ΑΚΤΗ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ»

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ : .....

ΚΑΛΑΜΑΤΑ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2020

Εικόνα 2.1 *Σελίδα τίτλου (πρώτη σελίδα).*

2.1.2. Περίληψη

Η έκταση της περίληψης εξαρτάται από την έκταση της εργασίας. Η σύντομη περίληψη τοποθετείται μετά την πρώτη σελίδα και πριν τα περιεχόμενα. Στην περίληψη περιγράφεται η εργασία σε όλη της την έκταση, σύντομα και περιεκτικά, και παρουσιάζονται τα βασικότερα αποτελέσματα και συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία.

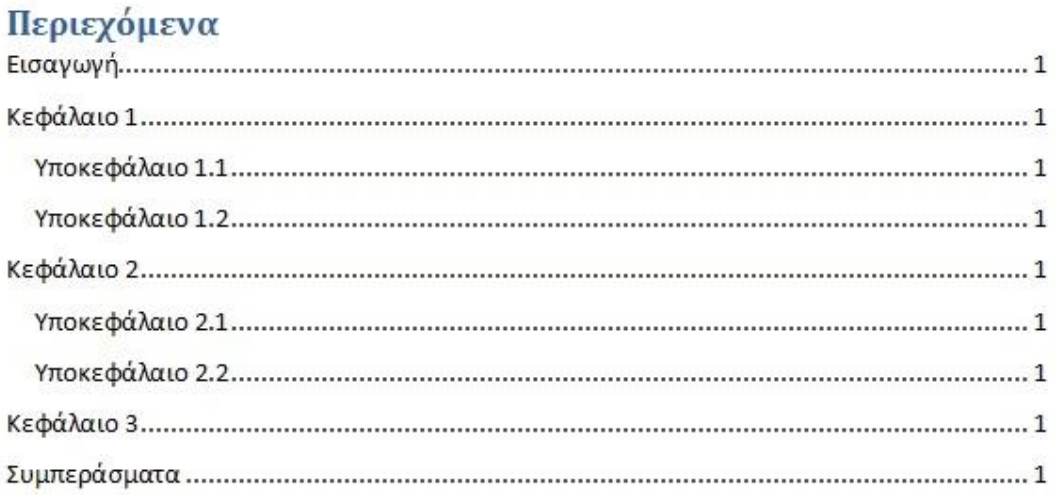
Η περίληψη είναι συνήθως ένα από τα δυσκολότερα κομμάτια της εργασίας που πρόκειται να γραφούν. Προσοχή: η περίληψη δεν γράφεται στην αρχή αλλά στο τέλος της εργασίας, αφού έχουν ήδη αντληθεί και γραφεί τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα.

Η περίληψη **δεν** έχει βιβλιογραφικές αναφορές. Θα πρέπει να προσελκύει την προσοχή του αναγνώστη και να είναι συνοπτική (σπάνια ξεπερνά τη μία σελίδα με διπλό διάστιχο). Η περίληψη δεν θα πρέπει να συγχέεται με την εισαγωγή της εργασίας. Μετά την περίληψη, ο/η συγγραφέας της εργασίας μπορεί να συμπεριλάβει λέξεις – κλειδιά, για τους αναγνώστες που θέλουν να βρουν σχετικές πληροφορίες.

2.1.3. Πίνακας Περιεχομένων

Ο πίνακας περιεχομένων είναι μία λίστα με όλες τις επικεφαλίδες (όλων των επιπέδων) που περιλαμβάνονται στην εργασία, εκτός από το εξώφυλλο (πρώτη σελίδα). Ο πίνακας περιεχομένων

αποτυπώνει επακριβώς τη σειρά με την οποία βρίσκονται οι τίτλοι των τμημάτων μέσα στο κείμενο (Εικόνα 2.2). Οι σύγχρονοι κειμενογράφοι, όπως για παράδειγμα το Word, δίνουν τη δυνατότητα στον/στη συγγραφέα να δημιουργήσει τον πίνακα περιεχομένων αυτόματα. Η χρήση του αυτοματισμού αυτού συνιστάται, γιατί η δυνατότητα μεταβολών είναι ευκολότερη και μειώνεται η πιθανότητα λάθους.



Εικόνα 2.2 *Παράδειγμα πίνακα περιεχομένων.*

2.1.4. Κυρίως σώμα της εργασίας

Εισαγωγή

Η εισαγωγή έχει σκοπό να κατατοπίσει τον αναγνώστη για τα κύρια σημεία της εργασίας, προκειμένου να φτάσει στο ζητούμενο. Περιλαμβάνει το αντικείμενο της εργασίας και το επιστημονικό πεδίο στο οποίο εντάσσεται. Σε αυτήν γίνεται αναφορά σε προϋπάρχουσες σχετικές εργασίες και έρευνες, καθώς και στην κριτική προσέγγιση αυτών, έτσι ώστε να αναδειχθούν αφενός οι λόγοι επιλογής του θέματος, αφετέρου η αναγκαιότητα υλοποίησης της συγκεκριμένης εργασίας.

Στην εισαγωγή αναφέρεται εάν το νέο έργο καλύπτει κάποιο κενό στη σχετική βιβλιογραφία, εάν είναι πρωτότυπο και σε ποια σημεία βρίσκεται η πρωτοτυπία. Περιγράφεται ακόμα και η μεθοδολογία της εργασίας. Γίνεται αναφορά στα επιμέρους θέματα που θα αναπτυχθούν και στα κεφάλαια που αποτελούν το κύριο μέρος της εργασίας. Παρατίθενται, ακόμα, οι ορισμοί των κυριότερων όρων που χρησιμοποιήθηκαν. Η εισαγωγή αποτελεί πολύ σημαντικό κομμάτι μιας εργασίας, αφού με συνοπτικό αλλά ολοκληρωμένο τρόπο ενημερώνει τον αναγνώστη για όσα θα διαβάσει στο κυρίως κείμενο. Είναι πολύ σημαντική, γιατί βοηθά τον αναγνώστη να καταλάβει τι περιλαμβάνει η εργασία και αποτελεί τον προσανατολισμό του. Συνήθως, και ανάλογα με την έκταση της εργασίας, η εισαγωγή καταλαμβάνει από 1 ως και 4 σελίδες.

Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας γίνεται παρουσίαση των ευρημάτων και των συμπερασμάτων παρεμφερών ή συναφών ερευνών με το θέμα της εργασίας. Ουσιαστικά, ο/η συγγραφέας, αντλώντας πληροφορίες από την υπάρχουσα βιβλιογραφία, αναζητά και καταγράφει τα ερευνητικά αποτελέσματα συναφών ερευνών, μέσα από τις οποίες καθορίζονται οι παράγοντες που επιδρούν στο υπό μελέτη θέμα.

Η παρουσίαση των ευρημάτων από τη βιβλιογραφία, ο τρόπος παρουσίασης και η κριτική σύνθεσή τους, καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό και την ποιότητα της εργασίας. Σε γενικές γραμμές η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας πρέπει να είναι λεπτομερής και να καλύπτει το προς διερεύνηση πρόβλημα, σε όλη του την έκταση. Το σώμα της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας χωρίζεται σε κεφάλαια, υποκεφάλαια και παραγράφους που αριθμούνται με την ενιαία δεκαδική κατάταξη, π.χ.

2.1.4. (2 = αριθ. κεφαλαίου, 1 = αριθμός υποκεφαλαίου, 4 = αριθμός παραγράφου). Οι ενότητες και οι μικρές υποενότητες χρειάζονται κατάλληλο τίτλο σε καθεμία.

Σκοπός και στόχοι

Σε αυτό το σημείο, οι συγγραφείς αναφέρουν τον σκοπό και τους επιμέρους στόχους της εργασίας. Ο σκοπός και οι στόχοι αφορούν τα ερευνητικά ερωτήματα και αποτελούν σύντομη ενότητα στην εργασία. Γίνεται παράθεση των ερευνητικών ερωτημάτων, ώστε η υλοποίηση της εργασίας να δώσει τις απαραίτητες απαντήσεις μέσω των ευρημάτων της.

Μεθοδολογία, όργανα και υλικά

Στη μεθοδολογία παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο διεξήχθη η έρευνα ή το πείραμα της εργασίας. Η ενότητα της μεθοδολογίας θα πρέπει να ολοκληρώνεται με αναφορά σε περιορισμούς που θα πρέπει να λάβει υπόψη του ο αναγνώστης, δηλαδή οριοθέτηση ζητημάτων που αφορούν τη διεξαγωγή της έρευνας. Εκτός από τη μεθοδολογία, αναφέρονται αναλυτικά τα όργανα και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία, οι προμηθευτές και οι περιοχές προέλευσής τους.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Το σημείο των αποτελεσμάτων αποτελεί, ίσως, το σημαντικότερο μέρος της εργασίας, γιατί σε αυτό παρουσιάζεται η προσωπική συνεισφορά του ερευνητή. Τα σημαντικότερα ευρήματα, όπως προέκυψαν από τις μετρήσεις, αναλύονται και παρουσιάζονται με τη μορφή πινάκων και γραφημάτων. Τα αποτελέσματα σχολιάζονται με κείμενο και παρουσιάζονται αυτά τα οποία είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά. Παρατίθενται αριθμητικές μεταβολές και συγκρίσεις μεταξύ των εφαρμογών και των μαρτύρων (των υποκειμένων που δεν δέχτηκαν εφαρμογή).

Μετά την παράθεση των αποτελεσμάτων, ο συγγραφέας πρέπει να κάνει σχολιασμό των αποτελεσμάτων, με χρήση βιβλιογραφίας στην οποία έχουν διερευνηθεί παρόμοια θέματα. Στη συζήτηση ο/η συγγραφέας αναφέρει αν τα αποτελέσματα της εργασίας του συμβαδίζουν και συμφωνούν με αυτά άλλων ερευνητών ή αν υπάρχει διαφωνία. Με τη χρήση των κατάλληλων αναφορών, ο/η συγγραφέας μπορεί να υποστηρίξει τη θέση του και να επιβεβαιώσει του αρχικούς στόχους της εργασίας.

Συμπεράσματα

Στα συμπεράσματα διατυπώνονται συνοπτικά τα ευρήματα της εργασίας, τα οποία έχουν προκύψει μετά την ανάλυση που έχει γίνει στη συζήτηση. Τα συμπεράσματα μπορεί να αναλύονται σε κοινό κεφάλαιο με τη συζήτηση. Αν η συζήτηση συντάσσεται με το κεφάλαιο των αποτελεσμάτων, τότε η έκταση των συμπερασμάτων πρέπει να είναι μικρή. Στα συμπεράσματα δεν υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές και δεν εισάγονται νέα δεδομένα ή αναφορά σε πίνακες και γραφήματα.

Βιβλιογραφία

Σε όλες τις εργασίες η παράθεση των βιβλιογραφικών αναφορών γίνεται με 2 τρόπους: Με τις παρενθετικές παραπομπές (εντός κειμένου/in-text referencing) και την παράθεση της βιβλιογραφίας (τοποθετείται στις τελευταίες σελίδες της εργασίας/Βιβλιογραφία - Reference List). Συνήθως, τηρείται το πρότυπο σύστημα του Πανεπιστημίου του Χάρβαρντ (Harvard System of Referencing) για την παράθεση των βιβλιογραφικών αναφορών και των παραπομπών. Στην παράθεση της βιβλιογραφίας καταγράφονται μόνο και αποκλειστικά οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν στο κείμενο, μέσα από τις παρενθετικές παραπομπές. Η παράθεση γίνεται αλφαβητικά και μόνο (χωρίς αρίθμηση, κουκκίδες ή άλλα σύμβολα) (βλέπε αναλυτικά παρακάτω).

Είναι δυνατόν να γραφεί ξεχωριστά η ελληνόγλωσση βιβλιογραφία και να ακολουθεί η ξενόγλωσση. Στο τέλος, αφού ολοκληρωθεί η εργασία, ελέγχονται οι παραπομπές με τις αναφορές στη βιβλιογραφία και αντιστρόφως. Η βιβλιογραφία παρατίθεται στις τελευταίες σελίδες της εργασίας και συμπεριλαμβάνεται στα περιεχόμενα.

2.2. Γενικοί Κανόνες Συγγραφής Εργασιών

2.2.1 Χαρακτηριστικά

- Η εργασία θα πρέπει να δακτυλογραφείται σε μέγεθος σελίδας Α4.
- Η γραφή γίνεται στη μία όψη της σελίδας.
- 1½ ή διπλό διάστιχο σε όλη την έκτασή της.
- Τα περιθώρια είναι τα εξ ορισμού ρυθμισμένα (δηλαδή τα κανονικά) από τον επεξεργαστή κειμένου Microsoft Word, δηλαδή: 2,54 εκατοστά επάνω και κάτω, 3,18 εκατοστά αριστερά και δεξιά.
- Οι συνήθεις γραμματοσειρές είναι οι Times New Roman, Arial, Calibri, Courier κ.ά. με μέγεθος 10-12 pt.
- Το κείμενο είναι πλήρως στοιχισμένο, εξαιρουμένων των τίτλων, όπου αυτό είναι απαραίτητο.
- Ο συλλαβισμός με διαχωρισμό (-) των λέξεων στο τέλος των γραμμών θα πρέπει να είναι απενεργοποιημένος.

2.2.2 Ύφος, τεκμηρίωση και ανάπτυξη

Μια γραπτή εργασία θα πρέπει να έχει αρχή, μέση και τέλος και οι επιμέρους θέσεις, επισημάνσεις, διαπιστώσεις και επιχειρήματα να συνδέονται μεταξύ τους, ώστε να υπηρετούν τον βασικό στόχο του κειμένου. Όλες οι απόψεις ή οι παρατηρήσεις που παρατίθενται θα πρέπει να έχουν σύνδεση μεταξύ τους και να τεκμηριώνονται με κατάλληλες βιβλιογραφικές αναφορές.

Κατά τη συγγραφή **δεν είναι επιτρεπτό** να χρησιμοποιείται πρώτο ενικό πρόσωπο. Το τρίτο (ή πρώτο) πληθυντικό αλλά, κυρίως, η παθητική σύνταξη είναι ο σωστός τρόπος γραφής για την εργασία. Π.χ.: «Πραγματοποιή**θηκε** λίπανση στα φυτά τριανταφυλλιάς στα οποία χορηγή**θηκε**….» ή «Πραγματοποιή**σαμε** λίπανση στα φυτά τριανταφυλλιάς στα οποία χορηγή**σαμε**……».

Η ακαδημαϊκή εργασία δεν αποτελεί μέσο κατάθεσης προσωπικών ιδεών, για αυτό και επιβάλλεται τα πάντα να υποστηρίζονται από τη βιβλιογραφία, ταυτόχρονα με την παράθεση των προσωπικών απόψεων.

2.2.3 Ακαδημαϊκή Δεοντολογία και Αποφυγή Λογοκλοπής

Κατά την ακαδημαϊκή γραφή θεωρείται αυτονόητη η τεκμηρίωση κάθε πληροφορίας με παραπομπές σε βιβλιογραφικές πηγές. Σε αντίθετη περίπτωση, ο/η φοιτητής/-τρια κινδυνεύει να καταστεί υπαίτιος/-α του αδικήματος της λογοκλοπής, δηλαδή της συγγραφής με ιδέες και ευρήματα άλλων, χωρίς παραπομπή στους δημιουργούς.

Η λογοκλοπή μπορεί να είναι «άμεση», δηλαδή να είναι μια απλή αντιγραφή με την απουσία παραπομπών, ή «έμμεση», ως προϊόν σύνθεσης αποσπασματικά μεταφερομένων αυτούσιων κειμένων. Μπορεί να έχει τον χαρακτήρα «παράφρασης», η οποία στην ουσία είναι μια κλοπή απόψεων και επιστημονικών τοποθετήσεων και αποτελεί τη «μετατροπή» ή «τροποποίηση» του πρωτοτύπου στην περίπτωση που δεν δίνεται παραπομπή. Μπορεί, επίσης, να είναι μια ελλιπής αναφορά και αναγνώριση της πηγής, στην περίπτωση που δίνεται μεν παραπομπή, αλλά μόνο για ένα μέρος του μεταφερόμενου κειμένου, ενώ το υπόλοιπο εξακολουθεί να είναι προϊόν λογοκλοπής.

Αποτελεί υποχρέωση των φοιτητών/φοιτητριών, κατά τη συγγραφή μιας εργασίας ή της διατριβής τους, να παρέχουν πλήρεις και συστηματικές παραπομπές στο κείμενό τους. Παραπομπές παρατίθενται σε φράσεις ή σε αποσπάσματα, σε γραφήματα, πίνακες, εικόνες, βίντεο, σε σχέδια και σκαριφίματα, σε μουσική ή σε άλλο οπτικοακουστικό υλικό που ανήκει σε τρίτους. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αν το υλικό δεν είναι ελεύθερο προς χρήση, πρέπει να αναζητηθεί γραπτή συναίνεση του συγγραφέα ή του εκδοτικού οίκου που κατέχει τα δικαιώματα του έργου. Η χρήση πνευματικής ιδιοκτησίας άλλων δημιουργών ή συγγραφέων δεν είναι απλή υπόθεση και η παραβίασή της διώκεται βάσει νόμου σε επίπεδο κακουργηματικής πράξης.

Είναι εφικτό να χρησιμοποιούνται αυτούσια στοιχεία, αποσπάσματα και φράσεις από έντυπη ή ηλεκτρονική πηγή, με την προϋπόθεση, όμως, να τοποθετούνται σε διπλά εισαγωγικά («...») και να σημειώνεται η πηγή και η σελίδα από την οποία προέρχονται. Σε κάποιες περιπτώσεις, αν το προς χρήση εδάφιο είναι μεγαλύτερης έκτασης, τότε θα πρέπει να εμφανίζεται όχι μόνο σε εισαγωγικά, αλλά σε ξεχωριστή παράγραφο και με μεγαλύτερο περιθώριο αριστερά και δεξιά από το κυρίως κείμενο.

Όταν γίνεται αναφορά σε «δευτερεύουσες πηγές», δηλαδή σε στοιχεία ή παραθέματα ενός συγγραφέα που αναφέρονται σε κάποιον άλλον, τότε ο/η φοιτητής/φοιτήτρια πρέπει να παραπέμψει στην πηγή του, την οποία χρησιμοποιεί. **Να σημειωθεί ότι η χρήση εικονικών παραπομπών αποτελεί μια από τις πιο ένοχες παρατυπίες κατά τη συγγραφή εργασιών και, στην ουσία, πρόκειται για εξαπάτηση.**

2.2.4 Αναφορές, Παραπομπές – το Σύστημα Harvard

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, η παράθεση των πηγών γίνεται με τις παρενθετικές παραπομπές (αναφορές εντός κειμένου) και με την παράθεση της βιβλιογραφίας (που τοποθετείται στις τελευταίες σελίδες της εργασίας). Το ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα αναφορών και βιβλιογραφίας είναι το σύστημα Harvard. Κατά το σύστημα αυτό οι εν λόγω πληροφορίες ακολουθούν κάποιους κανόνες συγγραφής. Το στυλ Harvard εμφανίζεται με διάφορες υλοποιήσεις, κυρίως σε σχέση με την εμφάνιση (π.χ. σημεία στίξης), αλλά όποια υλοποίηση και αν επιλεχθεί, θα πρέπει να εφαρμοστεί με συνέπεια σε όλη την εργασία και σε όλες τις εγγραφές.

Έτσι, π.χ. όταν τοποθετούνται μέσα στο κείμενο ιδέες κάποιου άλλου συγγραφέα, αναφέρεται αμέσως η πηγή εντός παρενθέσεως, δηλαδή μέσα στο κείμενο (in-text referencing). Αναφέρεται πάντα μόνο το επίθετο του συγγραφέα και η ημερομηνία έκδοσης (χωρίς τη χρήση ούτε το μικρού ονόματος του συγγραφέα, ούτε του αρχικού γράμματος του μικρού ονόματός του) (π.χ. Παπαδόπουλος, 2005 ή Παπαδόπουλος κ.ά. 2005 ή Παπαδόπουλος και Παπαδοπούλου, 2003, αντίστοιχα για ξενόγλωσσες βιβλιογραφίες: Papadopoulos, 2005, Papadopoulos et al. 2005, Papadopoulos and Papadopoulou, 2003).

Το δεύτερο σημείο αναφοράς της βιβλιογραφίας είναι τοποθετημένο στο τέλος της εργασίας, με τη μορφή Βιβλιογραφικών Παραπομπών (Reference List), η οποία περιλαμβάνει αναλυτική καταγραφή όλων των πηγών που έχουν αναφερθεί στο σώμα της εργασίας ως παρενθετικές αναφορές. Η λίστα των Βιβλιογραφικών Παραπομπών περιέχει εγγραφές σε αλφαβητική σειρά με το όνομα του συγγραφέα. Οι εγγραφές αυτές, εκτός από το ονοματεπώνυμο του συγγραφέα, θα πρέπει να αναγράφουν και όλες τις λεπτομέρειες που τις αφορούν (τίτλο εργασίας, εκδοτικό οίκο, τόμος, σελίδες κλπ).

Αναλυτικά παραδείγματα και για τις δύο περιπτώσεις ακολουθούν παρακάτω:

Παρενθετικές παραπομπές (αναφορές εντός κειμένου/in-text referencing) - Παραδείγματα:

- Όταν ο συγγραφέας δεν αναφέρεται στη ροή του κειμένου και παραφράζουμε τις ιδέες του, τότε τον αναφέρουμε εντός παρένθεσης, μαζί με τη χρονολογία έκδοσης του έργου του: …ο αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα δεν εφαρμόζεται σε φυτά ζέρμπερας (Miller, 2006).
- Όταν ο συγγραφέας αναφέρεται στη ροή του κειμένου και παραφράζουμε τις ιδέες του, εντός της παρένθεσης υπάρχει μόνο η χρονολογία έκδοσης:…Ο Τσαλικίδης (1993) θεωρεί ότι η Αρχιτεκτονική Τοπίου στην Ελλάδα ……Αν χρησιμοποιούμε αυτούσια τα λόγια του συγγραφέα, εντός παρένθεσης, μαζί με τη χρονολογία έκδοσης του έργου, προστίθεται και η σελίδα από την οποία αντλήθηκε το απόσπασμα: …όπως ο ορισμός του Δάρρα (2006, σ. 35), «βολβώδη καλούνται τα φυτά εκείνα που…».
- Αν το όνομα του συγγραφέα έχει αναφερθεί ξανά στην ίδια παράγραφο, δεν χρειάζεται επανάληψη της χρονολογίας:…βολβώδη καλούνται τα φυτά εκείνα που …Ο Δάρρας τόνισε επίσης πως…
- Για έργο με δύο ή τρεις συγγραφείς:…μέσα από την εδαφολογική ανάλυση διαπιστώνεται αν… (Χατζηστάθης και (ή &) Ισπακούδης, 2005). …Οι Χατζηστάθης και Ισπακούδης (2005) θεωρούν ότι μέσα από την εδαφολογική ανάλυση διαπιστώνεται αν……

- Για έργο με περισσότερους από τέσσερις συγγραφείς, χρησιμοποιήστε τα αρχικά κ.ά. (et al.): …και δεν αποτελεί τρόπο πολλαπλασιασμού για την πατάτα (Χρήστου κ.ά., 1995).
- Αν περιλαμβάνετε στην εργασία σας εικόνες, πίνακες, διαγράμματα, αναφέρετε εντός παρένθεσης το όνομα του συγγραφέα/δημιουργού και την ημερομηνία έκδοσης/δημιουργίας της πηγής. Αυτή η αναφορά πρέπει να υπάρχει και κάτω από τον πίνακα/διάγραμμα/εικόνα και στη ροή του κειμένου, ανάλογα με την αναφορά:

  - Η αναφορά κάτω από την εικόνα: Εικόνα 1: Εμβολιασμός με ανάποδο Τ (Κληρονόμου, 2006).

  - Η αναφορά εντός κειμένου: στην Εικόνα 1 (Κληρονόμου, 2006) φαίνεται η μέθοδος……

  - Για αναφορά σε πληροφορίες από ιστοσελίδες είναι απαραίτητη η καταγραφή της συγγραφικής υπευθυνότητας (π.χ. συλλογικό όργανο) και της χρονολογίας (π.χ. copyright σελίδας): π.χ. (agrotypos, 2016)

Βιβλιογραφικές Παραπομπές (Reference List/References):

Οι βιβλιογραφικές παραπομπές έχουν ως σκοπό να επιτρέψουν στον αναγνώστη να βρει τα πλήρη στοιχεία των αναφορών εντός κειμένου, ώστε να εντοπίσει τα αναφερόμενα έργα. Για αυτόν τον λόγο οι εγγραφές πρέπει να είναι πλήρεις και ακριβείς.

Οι Βιβλιογραφικές Παραπομπές ξεκινούν σε ξεχωριστή σελίδα στο τέλος της εργασίας, που φέρει τον τίτλο: «Βιβλιογραφικές Παραπομπές».

- Όλες οι εγγραφές ταξιθετούνται αλφαβητικά με το επίθετο του συγγραφέα (ή του επιμελητή) ή με την πρώτη λέξη του τίτλου (για έργα χωρίς συγγραφέα).
- Τα ονόματα των συγγραφέων εμφανίζονται σε συντομευμένη μορφή, δηλαδή επίθετο, αρχικά ονομάτων (π.χ. Δάρρας, Α.Ι.). Δεν καταγράφονται αρχικά τίτλων ευγενείας ή αξιωμάτων.
- Τα ονόματα των ξένων συγγραφέων γράφονται με λατινικούς χαρακτήρες.
- Όλοι οι συγγραφείς ενός έργου εμφανίζονται σε μία εγγραφή (ενώ στην παρενθετική αναφορά για περισσότερους από τέσσερις υπάρχει η ένδειξη et al.).
- Για τις ηλεκτρονικές πηγές αναφέρετε διεύθυνση εντοπισμού URL ή το DOI και την ημερομηνία πρόσβασης.

Βιβλίο με έναν (1) συγγραφέα:

Βιβλιογραφική παραπομπή

Επίθετο, αρχικό ονόματος. Έτος έκδοσης. Τίτλος βιβλίου: υπότιτλος. Τόπος έκδοσης: Εκδότης.

π.χ. Ανανιάδου – Τζημοπούλου, Μ. 2018. Αρχιτεκτονική Αστικού Τοπίου, Τόμοι Α', Β'. Αθήνα: Ζήτη Πελαγία & Σια Ι.Κ.Ε.

Παραπομπή εντός κειμένου (παρενθετική αναφορά)

Επίθετο (έτος, σελίδες) ή (Επίθετο, έτος, σελίδες) ή (Επίθετο, έτος)

π.χ. Η Ανανιάδου-Τζημοπούλου (2018, σ. 87) αναφέρει… ή

……. (Ανανιάδου-Τζημοπούλου, 2018, σ. 87) ..… ή

…….. (Ανανιάδου-Τζημοπούλου, 2018) ……

Βιβλίο με δύο (2) συγγραφείς:

Βιβλιογραφική παραπομπή

Επίθετο, αρχικό ονόματος. & Επίθετο, αρχικό ονόματος. Έτος έκδοσης. Τίτλος βιβλίου: υπότιτλος. Τόπος έκδοσης: Εκδότης.

π.χ. Χατζηστάθης ΑΘ. και Ισπακούδης Ι. 1995. Προστασία της φύσης και αρχιτεκτονική τοπίου. Αθήνα: Γιαχούδης.

Παραπομπή εντός κειμένου (παρενθετική αναφορά)

Επίθετο 1^{ου} συγγραφέα και Επίθετο 2^{ου} συγγραφέα (έτος, σελίδες) ή

(Επίθετο 1^{ου} συγγραφέα και Επίθετο 2^{ου} συγγραφέα, έτος, σελίδες) ή

(Επίθετο 1^{ου} συγγραφέα και Επίθετο 2^{ου} συγγραφέα, έτος)

π.χ. Οι Χατζηστάθης και Ισπακούδης (2018, σ. 87) αναφέρουν… ή

…… Χατζηστάθης και Ισπακούδης, 2018, σ. 87) ……..… ή

…….. (Χατζηστάθης & Ισπακούδης, 2018) ……

Βιβλίο με τρεις (3) ή περισσότερους από τρεις (3) συγγραφείς:

Βιβλιογραφική παραπομπή

Επίθετο, αρχικό ονόματος., Επίθετο, αρχικό ονόματος., Επίθετο, αρχικό ονόματος. και Επίθετο, αρχικό ονόματος. έτος έκδοσης. Τίτλος βιβλίου: υπότιτλος. Τόπος έκδοσης: Εκδότης.

π.χ. Smith, N.Z., Donovan, R.D. & Palmer, G.P. 1987. Pruning Roses. Ames, IA: Civil Society Publishing.

Σημείωση: Οι συγγραφείς χωρίζονται με κόμμα και ο τελευταίος με «και ή &»

Παραπομπή εντός κειμένου (παρενθετική αναφορά)

Επίθετο 1ου συγγραφέα et al. (έτος, σελίδες) ή
(Επίθετο 1ου συγγραφέα et al., έτος, σελίδες) ή
(Επίθετο 1ου συγγραφέα et al., έτος)
π.χ. Οι Smith et al. (1995, σ. 87) αναφέρουν…
……. (Smith et al., 1984, σ. 87) ……..
……. (Smith et al., 1984) ……

Άρθρο έντυπου περιοδικού με έναν (1) συγγραφέα:

Βιβλιογραφική παραπομπή

Επίθετο, αρχικό ονόματος. Έτος έκδοσης. Τίτλος άρθρου. Τίτλος περιοδικού, αριθμός τόμου (αριθμός τεύχους), σελίδες.

π.χ. Τσαλικίδης, Α., 2009. Αξιολόγηση: Η αρχιτεκτονική Τοπίου στην Ελλάδα, 76 (861), σ. 62-64.

Παραπομπή εντός κειμένου (παρενθετική αναφορά)

Επίθετο (έτος) ή
(Επίθετο, έτος)

Άρθρο έντυπου περιοδικού με δύο (2) συγγραφείς:

Βλέπε περίπτωση Βιβλίο με δύο συγγραφείς (για τη σειρά των συγγραφέων)
Βλέπε περίπτωση Άρθρο έντυπου περιοδικού με έναν συγγραφέα (για την υπόλοιπη εγγραφή).

Άρθρο έντυπου περιοδικού με περισσότερους από τρεις (3) συγγραφείς:

Βλέπε περίπτωση Βιβλίο με περισσότερους από τρεις (3) συγγραφείς (για τη σειρά συγγραφέων).
Βλέπε περίπτωση Άρθρο έντυπου περιοδικού με έναν συγγραφέα (για την υπόλοιπη εγγραφή).

Ιστοσελίδα / webpage:

Βιβλιογραφική παραπομπή

Συλλογικό Όργανο, έτος. Τίτλος σελίδας. Διαθέσιμο στο: url [Ημερομηνία πρόσβασης]

π.χ. Chandler, S. & Tanaka, Y. 2007. Genetic Modification in Floriculture.
[online] Available at: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07352680701429381 [Accessed on 08 October 2021].

Σημείωση: Σε περίπτωση που δεν υπάρχει ημερομηνία έκδοσης, χρησιμοποιείται [χ.χ.] (ή [n.d], για ξενόγλωσσες εγγραφές). Το ίδιο ισχύει και για τις αναφορές εντός κειμένου.

Παραπομπή εντός κειμένου (παρενθετική αναφορά)

Επίθετο 1ου συγγραφέα και Επίθετο 2ου συγγραφέα (έτος) ή
(Επίθετο 1ου συγγραφέα και Επίθετο 2ου συγγραφέα, έτος) ή
π.χ. Οι Chandler & Tanaka (2007) αναφέρουν…… ή
…….. (Chandler & Tanaka, 2007) ……

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Γεωργογιάννης, Π., Σπανού, Αικ., Κορέση, Ν, Μελιτζάνη, Ειρ. και Σκούρτη, Β., 2019. *Μέθοδος συγγραφής επιστημονικών εργασιών*.[online]. Διαθέσιμο στο: http://periodiko.inpatra.gr/guidelines/guidelines_gr.pdf [Ημερομηνία πρόσβασης: 08 Οκτωβρίου 2021].

Μιχαλοπούλου, Κ., Riboli, D., Γκαζή, Α., Σαπουνάκη – Δρακάκη, Λ. και Κακάλη, Κ., 2016. *Οδηγίες για τη συγγραφή πτυχιακών ή διπλωματικών εργασιών και Διδακτορικών διατριβών*[online]. Αθήνα: Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών Διαθέσιμο στο: https://macommunication.ddounas.com/images/guidelines_ergasion.pdf [Ημερομηνία πρόσβασης 08 Οκτωβρίου 2021].

Οικονόμου, Α., Παυλόπουλος, Β. και Ρούσσος, Π., 2009. *Οδηγός Συγγραφής Πτυχιακής Εργασίας*. [online]. Αθήνα: Πρόγραμμα Ψυχολογίας. Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής & Ψυχολογίας, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Διαθέσιμο στο: [Ημερομηνία πρόσβασης: 08 Οκτωβρίου 2021].

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Το κυρίως κείμενο πρέπει να περιλαμβάνει την περίληψη και τον πίνακα περιεχομένων.

   Σωστό ή **Λάθος**

2. Η περίληψη θα πρέπει
   I. να έχει έκταση περισσότερη από 1 σελίδα.
   II. να έχει βιβλιογραφίες.
   III. να είναι συνοπτική και να προσελκύει την προσοχή.
3. Στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ο/η συγγραφέας αντλεί πληροφορίες από ……
   ……
   ...
4. Κατά τη συγγραφή χρησιμοποιείται πρώτο ενικό πρόσωπο.

   Σωστό ή **Λάθος**

5. Η αντιγραφή κειμένων από βιβλιογραφικές πηγές είναι απόλυτα φυσιολογική αρκεί ο/η συγγραφέας να αναφέρει την πηγή.

   Σωστό ή **Λάθος**

Κεφάλαιο 3
Εξοπλισμός και Αυτοματισμοί Θερμοκηπίου για Ανθοκομικές Επιχειρήσεις

Σύνοψη
Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται οι μονάδες παραγωγής των καλλωπιστικών φυτών (φυτωριακές μονάδες), οι οποίες αποτελούν τις πλέον εξελιγμένες μορφές γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Με πλήρως ή μερικώς αυτοματοποιημένες μονάδες θερμοκηπίων, η παραγωγή των καλλωπιστικών φυτών γίνεται βάσει πρωτοκόλλων ανάπτυξης και υψηλής τεχνογνωσίας, ώστε το τελικό προϊόν να είναι ανταγωνιστικό σε μια παγκοσμιοποιημένη αγορά.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου, είναι απαραίτητες βασικές γνώσεις αυτοματισμών και εξοπλισμού των θερμοκηπίων, οι οποίοι βοηθούν στον έλεγχο του μικροκλίματος και δημιουργούν τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη των καλλωπιστικών φυτών. Παράλληλα, για την καλύτερη ερμηνεία της επίδρασης των αυτοματισμών, είναι απαραίτητη η γνώση φυσιολογίας φυτών και, πιο συγκεκριμένα, οι επιδράσεις των παραγόντων του περιβάλλοντος στην ανάπτυξη και στην άνθιση. Για επιπλέον πληροφορίες, οι αναγνώστες μπορούν να ανατρέξουν στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

3.1. Δημιουργία Ελεγχόμενου Περιβάλλοντος Ανάπτυξης

3.1.1. Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία στο περιβάλλον του θερμοκηπίου καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τον ρυθμό ανάπτυξης και άνθισης των ανθοκομικών φυτών. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας στο περιβάλλον του θερμοκηπίου γίνεται για να διατηρούνται οι τιμές εντός του ιδανικού εύρους ανάπτυξης των φυτών και να αποφεύγεται η παραμονή τους σε ακραίες χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες, οι οποίες προκαλούν την υποβάθμιση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο προϋποθέτει την κατανάλωση ενέργειας, χρησιμοποιώντας πρώτες ύλες όπως το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, το ηλεκτρικό ρεύμα κ.ά., που επηρεάζουν σημαντικά το κόστος παραγωγής. Σε εμπορικές καλλιέργειες ανθοκομικών φυτών, όπως είναι οι ορχιδέες Phalaenopsis, οι ποϊνσέτιες και οι τριανταφυλλιές, η ενέργεια που απαιτείτο για τη θέρμανση των χώρων ανάπτυξης κατά την περίοδο του χειμώνα αποτελούσε τον βασικότερο παράγοντα αύξησης του κόστους παραγωγής (Darras, 2020). Για παράδειγμα, σε υδροπονικές καλλιέργειες γαριφαλιάς στην Κολομβία, η κατανάλωση ενέργειας σε θερμαινόμενα και μη-θερμαινόμενα θερμοκήπια ήταν 14,51 MJ/στέλεχος/έτος και 14,38 MJ/στέλεχος/έτος αντίστοιχα (Parrado et al., 2011). Η κατανάλωση ενέργειας σε θερμοκήπια στην Ολλανδία ήταν 20,1 MJ/στέλεχος/έτος, χωρίς να συνυπολογιστεί η κατανάλωση ενέργειας για τη μεταφορά των προϊόντων. Η διαφορά στην κατανάλωση ενέργειας στην Ολλανδία ήταν περίπου 28% υψηλότερη σε σχέση με την Κολομβία και 88% υψηλότερη σε σχέση με την Κένυα, γεγονός που σχετίζεται με το σημαντικά χαμηλότερο κόστος παραγωγής στις χώρες της Λατινικής Αμερικής και της Αφρικής. Η υψηλή κατανάλωση ενέργειας στα Ολλανδικά θερμοκήπια οφειλόταν αποκλειστικά στη θέρμανση κατά την περίοδο του χειμώνα.

3.1.1.1. Κεντρικό σύστημα θέρμανσης

Η θερμότητα παράγεται στον καυστήρα, που τοποθετείται σε μόνιμη θέση, μέσα ή έξω από το θερμοκήπιο, και μεταφέρεται με ζεστό νερό από σύστημα σωληνώσεων στον χώρο του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 2017; Σάββας, 2020) (Εικόνα 3.1). Μπορεί να θερμάνει ικανοποιητικά τον αέρα και το έδαφος του θερμοκηπίου αλλά καθυστερεί την αύξηση της θερμοκρασίας λόγω υψηλής αδράνειας. Το κεντρικό σύστημα θέρμανσης αποτελείται από λέβητα, στον οποίο καίγεται η καύσιμη

ύλη, ζεσταίνοντας το νερό που βρίσκεται στους σωλήνες (Εικόνα 3.1). Το ζεστό νερό προωθείται στις σωληνώσεις, οι οποίες είναι εγκατεστημένες στο έδαφος και κατά μήκος των γραμμών καλλιέργειας.



Εικόνα 3.1 *Σύστημα θέρμανσης με σωλήνες στον χώρο του θερμοκηπίου (Prins Greenhouses, CC BY-NC-SA).*

3.1.1.2. Αερόθερμα

Αποτελεί τη φθηνότερη εγκατάσταση με την υψηλότερη αποδοτικότητα, αφού, λόγω μικρής αδράνειας, μεταβάλλει τη θερμοκρασία του θερμοκηπίου ταχύτατα, χωρίς να σπαταλά περίσσεια ενέργειας. Ωστόσο, ένα βασικό μειονέκτημα των αερόθερμων είναι ότι δεν καταφέρνουν να θερμάνουν επαρκώς το έδαφος. Τα αερόθερμα χωρίζονται σε ηλεκτρικά, ατμού ή ζεστού νερού και καυσίμων. Τα ηλεκτρικά αερόθερμα αποτελούνται από έναν ηλεκτρικό ανεμιστήρα και ηλεκτρικές αντιστάσεις. Οι αντιστάσεις θερμαίνονται και, καθώς ο ανεμιστήρας ωθεί τον αέρα προς τις αντιστάσεις, ο αέρας εξέρχεται ζεστός στον χώρο του θερμοκηπίου. Ο αέρας μεταφέρεται στο θερμοκήπιο είτε με αερόθερμα που κρέμονται στην οροφή του θερμοκηπίου και ωθούν κατακόρυφα τον αέρα, είτε με διάτρητους σωλήνες κατά μήκος των γραμμών καλλιέργειας στο έδαφος ή στην οροφή του θερμοκηπίου (Εικόνα 3.2). Στα αερόθερμα ατμού, ο ατμός παράγεται από έναν λέβητα και διοχετεύεται σε ένα σύστημα πλαστικών διάτρητων σωλήνων. Ένας ηλεκτροκίνητος ανεμιστήρας ωθεί τον αέρα του θερμοκηπίου ώστε, περνώντας αυτός απ’ τους σωλήνες, να θερμαίνεται.



Εικόνα 3.2 *Σύστημα θέρμανσης με αερόθερμα (Termotechnica PERICOLI, CC BY-NC-SA).*

3.1.1.3. Επιεδάφια θέρμανση

Η θέρμανση του υποστρώματος επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη των ανθοκομικών φυτών. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας στο υπόστρωμα γίνεται με τη βοήθεια αντιστάσεων ρεύματος, με τη χρήση ζεστού ατμού ή με θερμικούς πίνακες (Εικόνα 3.3). Αυτός ο εξοπλισμός είναι κατάλληλος για πάγκους καλλιέργειας, για ριζωτήρια, για καλλιέργειες εδάφους ή/και για θέρμανση του υποστρώματος σε υδροπονικά συστήματα. Οι αντιστάσεις και ο ζεστός ατμός θερμαίνει κυρίως το υπόστρωμα και το ριζικό σύστημα. Οι θερμικοί πίνακες λειτουργούν με τη μεταφορά θερμικής ενέργειας προς τα φυτά και αυξάνουν τη θερμοκρασία του υποστρώματος και του φυτού ακόμα και 3-5°C υψηλότερα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Οι θερμικοί πίνακες συνδέονται με ένα κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο ζεσταίνει νερό που κυκλοφορεί με σωληνώσεις και εντός των πινάκων.



Εικόνα 3.3. *Σύστημα θέρμανσης του υποστρώματος (CC BY-NC-SA).*

3.1.2. Έλεγχος του Φωτισμού

Ο έλεγχος της φωτοπεριόδου και της έντασης του φωτός με τη χρήση τεχνητού φωτισμού συμβάλλει στην αυτοματοποίηση της καλλιέργειας των ανθοκομικών φυτών (Μαυρογιαννόπουλος, 2015; Σάββας, 2020) (Εικόνα 3.4).



Εικόνα 3.4 *Φωτισμός για αύξηση της φωτοπεριόδου σε παραγωγικά θερμοκήπια (Grow span, greenhouse structures, CC BY-NC-SA).*

Οι διάφορες πηγές τεχνητού φωτισμού που χρησιμοποιούνται στα παραγωγικά θερμοκήπια είναι:

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως: Αποδίδουν το 7 – 12% της ηλεκτρικής ενέργειας σε ορατό φως (400 – 700 nm), ενώ το 20% σε υπέρυθρο (735 nm). Γι' αυτό οι λάμπες πυρακτώσεως δεν χρησιμοποιούνται για την αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, παρά μόνο για την αύξηση της φωτοπεριόδου (αύξηση του μήκους της ημέρας), δηλαδή για την ενεργοποίηση του φυτοχρώματος. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με λάμπες φθορισμού, για τον καλύτερο έλεγχο των συνθηκών φωτισμού στο θερμοκήπιο.

Λαμπτήρες φθορισμού: Περιλαμβάνουν απλούς λαμπτήρες φθορισμού, Gro Lux, Daylight, λαμπτήρες υψηλής πίεσης υδραργύρου, cool white, warm white κ.λπ. Αποδίδουν περίπου το 20% της ηλεκτρικής ενέργειας εντός του ορατού φάσματος (400 – 700 nm), ενώ εκπέμπουν μικρό σχετικά ποσοστό στην περιοχή του υπέρυθρου. Δεν χρησιμοποιούνται για την αύξηση της φωτοπεριόδου, αλλά για την αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας. Ωστόσο, λόγω της μικρής ισχύος, συχνά αυξάνουν το κόστος κατανάλωσης ρεύματος.

Λαμπτήρες υψηλής και χαμηλής πίεσης νατρίου: Είναι λαμπτήρες φθορισμού μεγάλης ισχύος και χρησιμοποιούνται για την αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών και όχι για την αύξηση της φωτοπεριόδου. Μπορούν, όμως, να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με λάμπες πυρακτώσεως, για τον καλύτερο και πιο ολοκληρωμένο έλεγχο του φωτισμού. Μετατρέπουν το 35% της ηλεκτρικής ενέργειας σε ορατή ακτινοβολία, ενώ το φάσμα εκπομπής τους εκτείνεται από 400 ως 850 nm.

Λάμπες LED (light emitting diode): Οι λαμπτήρες LED επιτρέπουν την εφαρμογή συγκεκριμένων μήκων κύματος σε εντάσεις τέτοιες, ώστε να υπάρχει ταυτόχρονα πρόσληψη του κύματος από τους φωτοϋποδοχείς και μειωμένη κατανάλωση ρεύματος (Singh et al., 2015). Η χρήση των φασμάτων στις ιδανικές εντάσεις προκαλεί ενεργοποίηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας και όλων των φωτομορφογενετικών μεταβολών που σχετίζονται με το φάσμα του φωτός, όπως η επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων, η άνθιση κ.λπ. Η αποδοτικότητα των LED οφείλεται στη μειωμένη απώλεια σε θερμότητα που έχουν οι κοινές λάμπες. Γι' αυτόν τον λόγο, η διάρκεια ζωής τους κυμαίνεται μεταξύ 30000-50000 ωρών, όταν οι λάμπες πυρακτώσεως έχουν περίπου 1000 ώρες.

Η χρήση του τεχνητού φωτισμού στα θερμοκήπια της Βόρειας Ευρώπης σε καλλιέργειες ανθοκομικών φυτών αποτελεί συνήθη καλλιεργητική πρακτική. Ο τεχνητός φωτισμός για την αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας μπορεί να είναι κυκλικός ή συνεχής, με σειρές λαμπτήρων κατά μήκος των γραμμών καλλιέργειας. Για την αύξηση της φωτοπεριόδου τις εποχές με μικρή διάρκεια ημέρας, χρησιμοποιούνται λάμπες πυρακτώσεως κυρίως αργά τη νύχτα. Τοποθετείται 1 λάμπα/1,20 m κατά μήκος των γραμμών σε ύψος μέχρι 1,50 m. Το κόστος του φωτισμού μπορεί να μειωθεί δραστικά (έως και 75%), αν, αντί για συνεχή φωτισμό, χρησιμοποιηθεί διακοπτόμενος κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Για τον έλεγχο του φωτοπεριοδισμού σε περιόδους μεγάλων ημερών, όταν θέλουμε να καλλιεργήσουμε φυτά μικρής ημέρας, είναι αναγκαία η εφαρμογή σκοταδιού στο θερμοκήπιο με χρήση μαύρων κουρτινών (Εικόνα 3.5). Οι κουρτίνες που χρησιμοποιούνται συχνότερα είναι από μαύρο πανί ή πλαστικό και ανοιγοκλείνουν αυτόματα ή χειροκίνητα. Τοποθετούνται πάνω από τις γραμμές ή τα τραπέζια καλλιέργειας ή/και κατά μήκος στις πλαϊνές πλευρές του θερμοκηπίου. Οι κουρτίνες είναι αποδοτικές όταν ανοίξουν στο διάστημα ωρών από τις 17:00 ως και τις 08:00 ή από τις 16:00 ως τις 22:00 κ.λπ. ανάλογα με την περίοδο του έτους και τις θερμοκρασίες που επικρατούν κάτω από τις κουρτίνες.



Εικόνα 3.5 *Χρήση μαύρων κουρτινών για την επίτευξη αναθοφορίας σε φυτά χρυσανθέμου (C. Shumacher, CC BY-NC-SA).*

3.1.3. Συστήματα Σκίασης, Εξαερισμού και Δροσισμού

3.1.3.1. Συστήματα σκίασης/θερμοκουρτίνες

Τα συστήματα σκίασης προσφέρουν μείωση της φωτεινής ενέργειας που εισέρχεται στο θερμοκήπιο και, ως εκ τούτου, βοηθούν στη μείωση της θερμοκρασίας. Οι κουρτίνες σκίασης είναι κατασκευασμένες από διαφανείς ακρυλικές ίνες, πλεγμένες με διαφορετικές πυκνότητες, ώστε να δημιουργούν διαβαθμισμένα επίπεδα σκίασης, τα οποία κυμαίνονται από 10 ως και 60% (Εικόνα 3.6). Η επιλογή πυκνότητας στις ίνες των κουρτινών καθορίζεται από τον τύπο της καλλιέργειας. Για παράδειγμα, τα φυτά εσωτερικού χώρου αναπτύσσονται σε υψηλά ποσοστά σκίασης, σε αντίθεση με τις περισσότερες καλλιέργειες δρεπτών ανθέων που χρειάζονται υψηλές εντάσεις φωτισμού. Η μείωση της έντασης φωτισμού προκαλεί μείωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, γι' αυτό η χρήση των κουρτινών σκίασης θα πρέπει να γίνεται τις ώρες με τη μεγαλύτερη ένταση φωτός. Οι διαφορές στην εφαρμογή σκίασης είναι τεράστιες μεταξύ των Βόρειων και των Νότιων χωρών στην Ευρώπη, στην Αμερική κ.λπ. Η εφαρμογή σκίασης στο θερμοκήπιο γίνεται συνήθως με αυτοματισμό, ώστε να ανοίγουν και να κλείνουν συγκεκριμένες ώρες την ημέρα.

Εκτός από τις κουρτίνες σκίασης, οι θερμοκουρτίνες χρησιμοποιούνται για την εξοικονόμηση ενέργειας στα θερμοκήπια. Σύμφωνα με μελέτη των Sethi & Gupta (2004), οι θερμοκουρτίνες μπορεί να μειώσουν την ενέργεια που καταναλώνεται για θέρμανση κατά 45%. Χρησιμοποιούνται στην οροφή ή/και στις πλαϊνές πλευρές του θερμοκηπίου, ώστε να εγκλωβίζουν τον θερμό αέρα που δημιουργείται από την ηλιακή ενέργεια κατά τις πρωινές ώρες, για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Είναι γεγονός ότι η θερμοκρασία στο περιβάλλον του θερμοκηπίου μειώνεται γρήγορα τις απογευματινές ώρες και προς το βράδυ. Οι θερμοκουρτίνες επιβραδύνουν αυτή τη διαδικασία. Ταυτόχρονα, αντανακλούν τη φωτεινή ενέργεια που εισέρχεται στο θερμοκήπιο, άρα συμβάλουν στη μείωση της θερμοκρασίας. Έτσι, λειτουργούν ταυτόχρονα ως κουρτίνες σκίασης και ως μονωτές της θερμικής ενέργειας, άλλοτε εγκλωβίζοντας τη θερμότητα και άλλοτε αντανακλώντας την. Σύμφωνα με τους Sethi & Sharma (2007), η θερμοκουρτίνα που αντανακλά το φως μπορεί να μειώσει τη θερμοκρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου σε μια καλοκαιρινή ημέρα κατά 4-6°C. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμικής καταπόνησης των φυτών και τη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.



Εικόνα 3.6. *Θερμοκουρτίνα αλουμινίου που αντανακλά την ηλιακή ακτινοβολία (CC BY-NC-SA).*

3.1.3.2. Εξαερισμός

Ο εξαερισμός του θερμοκηπίου αποσκοπεί στη μείωση της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Τα συστήματα εξαερισμού μπορεί να είναι παθητικά ή δυναμικά. Η παθητική ροή φρέσκου αέρα εντός του θερμοκηπίου γίνεται μέσω των πλαϊνών ή των παραθύρων οροφής. Το άνοιγμα και το κλείσιμό τους γίνεται αυτόματα ή χειροκίνητα, ανάλογα με τους αυτοματισμούς. Ο δυναμικός εξαερισμός γίνεται με

ανεμιστήρες τοποθετημένους στις προσόψεις, αντικρυστά, κατά μήκος του θερμοκηπίου ή ανάλογα με την κατασκευή, και αποσκοπεί στη δυναμική είσοδο αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό του θερμοκηπίου ή από το εσωτερικό προς τα έξω (Εικόνα 3.7).



Εικόνα 3.7 *Ανεμιστήρες δυναμικού εξαερισμού (CC BY-NC-SA).*

Η χρήση δυναμικού εξαερισμού βοηθά στην ανακύκλωση του αέρα και, συνεπώς, στη μείωση της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Η δυναμική κίνηση του αέρα εντός του θερμοκηπίου γίνεται με ανεμιστήρες τοποθετημένους με τέτοιο τρόπο, ώστε να διευκολύνεται η συνεχής κίνηση των αέριων μαζών. Ο δυναμικός εξαερισμός σε συνδυασμό με τη χρήση θερμοκουρτίνων και συστημάτων δροσισμού βοηθάει στη σημαντική μείωση της θερμοκρασίας τους καλοκαιρινούς μήνες.

3.1.3.3. Δροσισμός

Η χρήση συστήματος δροσισμού είναι απαραίτητη τις περιόδους του χρόνου που η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας ξεπερνά τους 30°C. Τις θερμές περιόδους του χρόνου, όταν η θερμοκρασία εκτός θερμοκηπίου είναι υψηλότερη από αυτή στο εσωτερικό, ο μόνος τρόπος να μειωθεί η εσωτερική θερμοκρασία είναι με την εξάτμιση νερού. Τα συστήματα δροσισμού που χρησιμοποιούνται είναι οι υγρές παρειές και η ομίχλη από ειδικούς σταλάκτες που προσαρτώνται σε σωληνώσεις στις δομές του θερμοκηπίου, πάνω από τις καλλιέργειες (Εικόνα 3.8).





Εικόνα 3.8 *Σύστημα δροσισμού με υγρή παρειά (αριστερά) και ομίχλη (δεξιά) (Προσωπικό αρχείο).*

Η χρήση δυναμικών συστημάτων δροσισμού χρησιμοποιείται ταυτόχρονα με τα άλλα συστήματα, όπως είναι οι κουρτίνες σκίασης και ο εξαερισμός, που βοηθούν στη διατήρηση της θερμοκρασίας σε χαμηλότερα επίπεδα. Το σύστημα της υγρής παρειάς αποτελείται από μια επιφάνεια πορώδους υλικού, η οποία διαβρέχεται με νερό. Η επιφάνεια αυτή βρίσκεται στη μία πλευρά του θερμοκηπίου. Στην απέναντι πλευρά, είναι τοποθετημένοι ανεμιστήρες δυναμικού εξαερισμού, οι οποίοι δημιουργούν αρνητική πίεση στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, διώχνοντας τον αέρα προς τα έξω. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ο εξωτερικός αέρας να περνά μέσα από τη βρεγμένη επιφάνεια από τη μεριά της παρειάς και να εισέρχεται εντός του θερμοκηπίου σημαντικά ψυχρότερος.

Τα συστήματα ομίχλης ψεκάζουν πολύ λεπτά σταγονίδια νερού, με αποτέλεσμα την αύξηση της σχετικής υγρασίας. Η υγρασία στο περιβάλλον του θερμοκηπίου εγκλωβίζει τη θερμότητα και μειώνει τη θερμοκρασία του χώρου. Τα συστήματα τεχνητής ομίχλης χρησιμοποιούνται και στους χώρους πολλαπλασιασμού, πάνω από τους πάγκους καλλιέργειας (Εικόνα 3.9).



Εικόνα 3.9 *Πάγκοι καλλιέργειας και σύστημα υδρονέφωσης (Προσωπικό Αρχείο).*

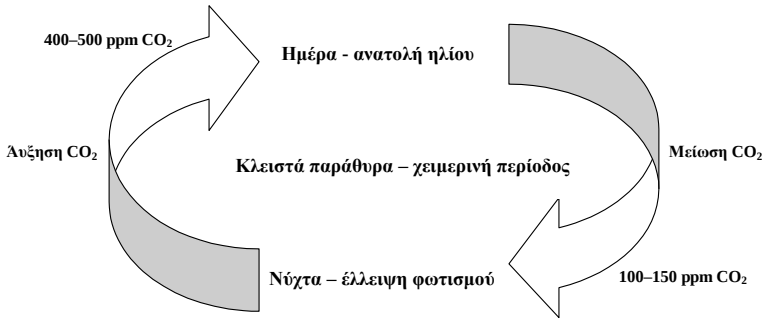
3.1.4. Εμπλουτισμός με CO_2

Στις Η.Π.Α. και στη Β. Ευρώπη, η χειμωνιάτικη παραγωγή τριαντάφυλλων αυξάνεται μέχρι και 53%, μετά τον εμπλουτισμό με 1000 ppm CO_2. Στο χρυσάνθεμο παρατηρείται πρωίμηση της συγκομιδής μέχρι και 2 εβδομάδες, ενώ ο εμπλουτισμός με CO_2 επιφέρει αύξηση της παραγωγής στα γαρίφαλα μέχρι και 38%. Ο εμπλουτισμός του θερμοκηπίου έχει νόημα όταν όλοι οι παράγοντες ανάπτυξης (θερμοκρασία, υγρασία εδάφους, φωτισμός) βρίσκονται σε ιδανικά επίπεδα. Εμπλουτισμός του θερμοκηπίου με CO_2 γίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, όταν συντελείται η φωτοσύνθεση, και με τα παράθυρα κλειστά (Εικόνα 3.10). Οι βασικότερες μέθοδοι εμπλουτισμού με CO_2 είναι:

Με καύση προπανίου σε καυστήρες τέλειας καύσης: Οι καυστήρες προπανίου, φυσικού αερίου ή κηροζίνης, κρέμονται από την οροφή του θερμοκηπίου και λειτουργούν αυτόματα με τη βοήθεια φωτοκύτταρου και χρονοδιακόπτη.

Εξάτμιση υγρού CO_2: Το υγρό CO_2 βρίσκεται σε δεξαμενή υπό κατάλληλη πίεση και διοχετεύεται με διάτρητους σωλήνες στον χώρο του θερμοκηπίου.

Εξάχνωση στερεού CO_2: Το στερεοποιημένο CO_2 σε μορφή ξηρού πάγου κατανέμεται ανά διαστήματα στον χώρο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 3.10 *Ο κύκλος του CO2 σε ένα παραγωγικό θερμοκήπιο την περίοδο του χειμώνα.*

3.2. Προτεινόμενες Ασκήσεις

Για την πρακτική εφαρμογή της παραπάνω θεωρίας, προτείνονται οι παρακάτω ενδεικτικές ασκήσεις για τους φοιτητές:

1) Επίσκεψη σε παραγωγικό θερμοκήπιο και παρατήρηση των συστημάτων διαχείρισης του μικρο-περιβάλλοντος και των συνθηκών ανάπτυξης. Γίνονται καταγραφή και φωτογράφιση, συζήτηση και σχολιασμός της λειτουργίας και της χρήσης των συστημάτων θέρμανσης, δροσισμού, φωτισμού κ.λπ.
2) Εκπόνηση ατομικής εργασίας από τους φοιτητές σχετικά με τα συστήματα θέρμανσης, φωτισμού, δροσισμού κ.λπ. και την επίδρασή τους στην ανάπτυξη των ανθοκομικών φυτών.
3) Κατάρτιση κατάλληλης πειραματικής άσκησης ή μελέτης η οποία να συγκρίνει:
   i. Τη λειτουργία και χρήση του συστήματος θέρμανσης στην ανάπτυξη καλλωπιστικών φυτών. Καταγράφονται τα δεδομένα ανάπτυξης και άνθισης με ή χωρίς τη χρήση θέρμανσης. Εκτός από τις παραμέτρους ανάπτυξης, καταγράφεται η ενέργεια που καταναλώνεται από τα συστήματα, ώστε να γίνει υπολογισμός του κόστους παραγωγής.
   ii. Υπολογισμός του κόστους παραγωγής, ο οποίος λαμβάνει υπόψη τη χρήση των συστημάτων σε σχέση με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και την τιμή πώλησης του προϊόντος.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Μαυρογιαννόπουλος, Γ.Ν., 2017. *Τεχνολογία Θερμοκηπίων*. Αθήνα: Εκδόσεις UNIBOOKS..

Σάββας, Δ., 2020. *Γενική Ανθοκομία*. Αθήνα: Εκδόσεις Πεδίο..

Darras, A.I., 2020. Implementation of sustainable practices to ornamental plant cultivation worldwide: A critical review. *Agronomy*, 10(10), pp. 1570.

Parrado, C.A., Bojacá, C.R. and Schrevens, E., 2011. Exploring more sustainable technological alternatives for the greenhouse cut flowers industry in Colombia. *Acta Horticulturae*, 893, pp. 1125–1132

Sethi, V.P. and Gupta, Y.P., 2004. Reduction of greenhouse temperature using reflector sheet. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 35(2), pp. 51-54.

Sethi, V.P. and Sharma, S.K., 2007. Survey of cooling technologies for worldwide agricultural greenhouse applications. *Solar Energy*, 81(12), pp. 1447-1459.

Singh, D., Basu, C., Meinhardt-Wollweber, M. and Roth, B., 2015. LEDs for energy efficient greenhouse lighting. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, pp. 139-147.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Για τον έλεγο της θερμοκρασίας στον χώρο του θερμοκηπίου, ανεξάρτητα από το γεωγραφικό πλάτος παραγωγής, απαιτούνται μεγάλα ποσά ενέργειας.

   Σωστό ή **Λάθος**

2. Το πλεονέκτημα της θέρμανσης με αερόθερμα είναι

   I. η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

   II. η ταχεία μεταβολή της θερμοκρασίας.

   III. το μικρό κόστος εγκατάστασης.

3. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο γίνεται με τα παρακάτω συστήματα: ……...……
   ……...……

4. Ο έλεγχος του φωτισμού στο θερμοκήπιο γίνεται με τις παρακάτω λάμπες: ……...……
   ……..…….

5. Οι λάμπες LED θεωρούνται ως οι καταλληλότερες για χρήση στα θερμοκήπια, γιατί έχουν χαμηλό κόστος αγοράς.

   Σωστό ή **Λάθος**

6. Οι λάμπες πυρακτώσεως χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της φωτοπεριόδου.

   Σωστό ή **Λάθος**

7. Οι λάμπες LED εκπέμπουν σε διαφορετικά φάσματα και χρησιμοποιούνται ως εξειδικευμένες λύσεις, ανάλογα με την καλλιέργεια.

   Σωστό ή **Λάθος**

8. Οι θερμοκουρτίνες χρησιμοποιούνται στο θερμοκήπιο

   I. για τη μείωση της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο.

   II. για τη σκίαση του θερμοκηπίου.

   III. για όλα τα παραπάνω.

9. Τα συστήματα δροσισμού που χρησιμοποιούνται είναι οι ……. και η …… από ειδικούς σταλάκτες, που προσαρτώνται σε σωληνώσεις στις δομές του θερμοκηπίου, πάνω από τις καλλιέργειες.

10. Ο εμπλουτισμός με CO2 βοηθά όλα τα ανθοκομικά είδη να αναπτύσσονται γρηγορότερα. **Σωστό** ή **Λάθος**

Κεφάλαιο 4
Άρδευση – Νερό Ποτίσματος

Σύνοψη
Η άρδευση των ανθοκομικών καλλιεργειών και τα υποστρώματα ανάπτυξης αποτελούν βασικά θέματα έρευνας και μελέτης για τη βελτιστοποίηση της ποιότητας και της ποσότητας παραγωγής στα ανθοκομικά προϊόντα. Ο καλλιεργητής οφείλει να διατηρεί τα επίπεδα υδατικής ισορροπίας στα κύτταρα, ώστε να διευκολύνονται η ενυδάτωση και η θρέψη.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις συστημάτων άρδευσης και φυσιολογίας. Με αυτά καλύπτεται το πρακτικό μέρος εφαρμογής των συστημάτων άρδευσης, καθώς και η επίδραση του νερού στην ανάπτυξη των καλλωπιστικών φυτών. Ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

4.1. Εισαγωγή στην Άσκηση

4.1.1. Άρδευση

Η εδαφική υγρασία αποτελεί βασικό παράγοντα για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών. Συνεπώς, η άρδευση και οι πρακτικές της αποτελούν καθοριστικής σημασίας δραστηριότητες κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας. Ωστόσο, υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στις ποιότητες του νερού άρδευσης, στις ανάγκες των διαφορετικών καλλωπιστικών φυτών και στα στάδια ανάπτυξής τους. Η άρδευση σε παραγωγικές μονάδες οργανώνεται με βάση τις παραπάνω παραμέτρους. Επίσης, τα υποστρώματα ανάπτυξης και οι καιρικές συνθήκες λαμβάνονται υπόψη στην κατάρτιση προγράμματος άρδευσης των φυτών.

Η άρδευση των καλλωπιστικών φυτών σε μονάδες παραγωγή και σε έργα κηποτεχνίας πραγματοποιείται κατά τις πρωινές ώρες. Αυτό ισχύει για 3 βασικούς λόγους: α) Κατά τις πρωινές ώρες συντελείται η φωτοσύνθεση, παρουσία φωτός, διοξειδίου του άνθρακα και νερού. Κατά τη φωτοσύνθεση, τα φυτά προσθέτουν φυτική μάζα και αναπτύσσονται. Η έλλειψη νερού τις πρωινές ώρες δυσχεραίνει τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα και, τελικά, μειώνει τον ρυθμό ανάπτυξης. β) Η θερμοκρασία του αέρα συνήθως μειώνεται αισθητά κατά τις βραδινές ώρες, ελαττώνοντας έτσι και τις ανάγκες των φυτών σε υγρασία. Συνεπώς, οποιαδήποτε πλεονάζουσα υγρασία στο έδαφος δυσχεραίνει τον αερισμό των ριζών και διευκολύνει την ανάπτυξη ασθενειών. γ) Ειδικότερα οι ασθένειες αυτές ευνοούνται από τα υψηλά ποσοστά υγρασίας στο έδαφος ή στην ατμόσφαιρα. Μετά την άρδευση, σταγόνες νερού κάθονται στην επιφάνεια των φυτών, γεγονός που διευκολύνει την ανάπτυξή τους κατά τις βραδινές ώρες.

Ποιότητα του νερού άρδευσης

Το νερό που χρησιμοποιείται για την άρδευση των ανθοκομικών καλλιεργειών έχει συγκεκριμένη σύσταση, η οποία θα πρέπει να εξετάζεται σοβαρά, καθώς μπορεί να επηρεάσει την επιτυχία της καλλιέργειας. Πριν τη χρήση του νερού σε παραγωγικές μονάδες, υπάρχουν συγκεκριμένες παράμετροι που πρέπει να ελέγχονται, όπως το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα (Electrical Conductivity-EC) και τα διαλυμένα συστατικά, τα οποία πρέπει να υπολογίζονται κατά το πρόγραμμα θρέψης. Η ύπαρξη ακατάλληλου νερού στο σημείο της καλλιέργειας αποτελεί βασικό, αποτρεπτικό παράγοντα υλοποίησης της γεωργικής εκμετάλλευσης. Μεταξύ των παραπάνω παραμέτρων, η EC είναι η σημαντικότερη και χρησιμοποιείται ως γενική ένδειξη για τη χρήση του νερού. Τιμές της EC από 0,1 ως 0,5 dS/m, αποτελούν ένδειξη εξαιρετικής ποιότητας νερού, με το οποίο ο καλλιεργητής μπορεί να εφαρμόσει κατάλληλο πρόγραμμα λίπανσης, χωρίς να αντιμετωπίζει προβλήματα. Στα ανθοκομικά

φυτά, τα νεαρά φυτάρια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην υψηλή EC, ενώ προτείνονται στη βιβλιογραφία τιμές <0,3 dS/m (Dole & Wilkins, 2005).

Το pH του νερού, επίσης, αποτελεί ένδειξη ποιότητας και συγκέντρωσης στοιχείων, όπως το ανθρακικό ασβέστιο. Συνήθως, το pH του νερού άρδευσης έχει τιμές 6,0-8,0, ωστόσο, οι κατάλληλες τιμές κυμαίνονται μεταξύ 6,0 και 7,0. Η αλκαλικότητα του νερού, οφείλεται κυρίως στη συγκέντρωση του ανθρακικού ασβεστίου. Το διττανθρακικό μαγνήσιο και το διττανθρακικό νάτριο επίσης συμβάλουν στην αύξηση της αλκαλικότητας. Η υψηλή αλκαλικότητα του νερού άρδευσης επηρεάζει το pH του υποστρώματος ανάπτυξης και μπορεί να δυσχεράνει την πρόσληψη συγκεκριμένων θρεπτικών στοιχείων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η καλλιέργεια των οξύφιλων φυτών, όπως η αζαλέα (*Rhododendron* sp.) και η ορτανσία (*Hydrangea* sp.), τα οποία απαιτούν pH υποστρώματος 4,5-5,5 και είναι ιδιαίτερα δύσκολο να καλλιεργηθούν με νερό υψηλής αλκαλικότητας. Η αλκαλικότητα του νερού άρδευσης δεν σχετίζεται πάντα με υψηλές τιμές pH. Μπορεί το νερό να έχει χαμηλό pH αλλά υψηλή αλκαλικότητα. Σε περιπτώσεις νερού υψηλής αλκαλικότητας, η χρήση λιπασμάτων με υψηλή οξύτητα ή η χρήση οξέος (νιτρικό, φωσφορικό ή θειικό) για τιμές αλκαλικότητας >8 meq/L μπορεί να βελτιώσει το πρόβλημα. Εφαρμογή συστημάτων αντίστροφης ώσμωσης στο νερό μπορεί να μειώσει δραστικά τα διαλυτά άλατα που αυξάνουν την αλκαλικότητα και την EC του νερού. Η αντίστροφη ώσμωση συγκρατεί το 90-99% των διαλυμένων αλάτων, μειώνοντας το pH σε τιμές ≈5 και την αλκαλικότητα σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Συνήθως, το νερό που προκύπτει μετά την ώσμωση είναι «καθαρό» και μπορεί να χρειάζεται διόρθωση μέσω ανάμειξης με μη-φιλτραρισμένο νερό. Αυτό βοηθά στην αύξηση του pH και της αλκαλικότητας σε κατάλληλα επίπεδα για καλλιέργεια.

Η χρήση κατάλληλης ποιότητας νερού αποτελεί πρωταρχικής σημασίας παράγοντα για την επιτυχία της καλλιέργειας και την παραγωγή ποιοτικών ανθοκομικών προϊόντων. Όπως προαναφέρθηκε, σε παραγωγή σπορόφυτων ή ριζοβολημένων μοσχευμάτων, η ποιότητα του νερού είναι καθοριστική. Το ίδιο ισχύει και για είδη ευαίσθητα στις υψηλές EC και σε ομάδες φυτών που απαιτούν εξειδικευμένα προγράμματα λίπανσης (π.χ. στα οξύφιλα). Η διόρθωση της ποιότητας του νερού προϋποθέτει τεχνογνωσία και κατανάλωση πόρων, γεγονός που συντελεί στην αύξηση του κόστους παραγωγής. Σε περιπτώσεις πολύ χαμηλής ποιότητας νερού, ο καλλιεργητής μπορεί να ψάξει εναλλακτικές πηγές υδροδότησης (π.χ. νέες γεωτρήσεις, εφαρμογή ώσμωσης, χρήση νερού βροχής κ.λπ.), αντί να προσπαθεί να διορθώσει το υπάρχον νερό.

Η ύπαρξη μικροβίων και παθογόνων μικροοργανισμών (π.χ. είδη του γένους *Pythium, Phytophthora, Peronospora* κ.λπ.) στο νερό άρδευσης, μπορεί να οδηγήσει στην καταστροφή μέρους της καλλιέργειας και ιδιαίτερα των νεαρών φυταρίων (τήξη φυταρίων). Η αντιμετώπιση του προβλήματος γίνεται με τεχνικές διαχείρισης του νερού, όπως με χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C, με χρήση όζοντος, με φιλτράρισμα με ειδικά φίλτρα που συγκρατούν μικροοργανισμούς, με χρήση χλωρίνης και με θέρμανση (Dole & Wilkins, 2005). Η διατήρηση της υγιεινής κατάστασης του νερού άρδευσης χωρίς μικρόβια αποτελεί βασική προϋπόθεση και για τις υδροπονικές καλλιέργειες παραγωγής ανθέων. Εκεί το πρόβλημα παρουσιάζεται συχνότερα και χρήζει άμεσης και αποτελεσματικής παρέμβασης, για την αποφυγή απωλειών της παραγωγής.

Συστήματα άρδευσης

Πριν την εγκατάσταση αρδευτικού συστήματος, απαραίτητη είναι η μελέτη για την επιλογή σωλήνων πολυαιθυλενίου, σταλακτών, ηλεκτροβανών, προγραμματιστών και υδρολιπαντήρων ή κεφαλών λίπανσης. Οι προγραμματιστές και οι κεφαλές λίπανσης συνδέονται με την παροχή νερού και ελέγχουν την τροφοδότηση σε νερό και θρεπτικά στοιχεία. Προγραμματίζεται η συχνότητα άρδευσης, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές συνθήκες, το στάδιο ανάπτυξης, τα υποστρώματα ανάπτυξης και το είδος του φυτού. Παρ' όλο που τα υλικά, τα όργανα και ο εξοπλισμός των συστημάτων άρδευσης είναι ίδια, η επιλογή του συστήματος από τη μεριά του καλλιεργητή σχετίζεται με παράγοντες όπως είναι οι εξής: α) το είδος της καλλιέργειας (γλαστρικά φυτά, δρεπτά άνθη, σπορόφυτα), β) οι βασικές υποδομές (υπαίθρια, διχτυοκήπια, θερμοκήπια), γ) οι αυτοματισμοί ελέγχου του μικροκλίματος της υποδομής (συστήματα θέρμανσης-δροσισμού-υδρονέφωση) και δ) η επιλογή του υποστρώματος ανάπτυξης (εδαφικά ή συνθετικά μείγματα).

Άρδευση με τα χέρια

Αποτελεί την απλούστερη μορφή ποτίσματος, η οποία όμως στις ανθοκομικές καλλιέργειες χρησιμοποιείται αρκετά (Dole & Wilkins, 2005). Πρόκειται για εφαρμογή χωρίς αυτοματισμούς, με χρήση παροχής νερού (λάστιχο ποτίσματος), η οποία όμως απαιτεί πολλές ώρες σε εργατικά, αυξάνοντας το αντίστοιχο κόστος. Η μέθοδος δεν χρειάζεται εξοπλισμό, είναι ιδανική και για τα σημεία λιανικής πώλησης (π.χ. κέντρα κήπου και φυτώρια), ενώ βοηθά στην επίβλεψη των φυτών για πιθανές προσβολές από φυτοπαράσιτα, τροφοπενίες κ.λπ. Ωστόσο, η μέθοδος έχει πολλά αρνητικά στοιχεία, όπως είναι το υψηλό εργατικό κόστος, η υπερβολική κατανάλωση νερού, η έκπλυση θρεπτικών συστατικών και υποστρώματος από τις οπές απορροής και η διαβροχή του φυλλώματος με νερό, η οποία συμβάλλει στην ανάπτυξη ασθενειών.

Άρδευση με σταλακτοφόρους σωλήνες

Χρησιμοποιείται σύστημα εύκαμπτων σταλακτοφόρων σωλήνων από πολυαιθυλένιο, οι οποίοι φέρουν στο μήκος τους οπές-σταλάκτες, σε διαφορετικές αποστάσεις (Εικόνα 4.1). Χρησιμοποιούνται στις γραμμές καλλιέργειας, ώστε κάθε σταλάκτης να εξυπηρετεί την άρδευση ενός φυτού ή φυτοδοχείου. Συνήθως, το σύστημα χρησιμοποιείται στις καλλιέργειες ανθοκομικών φυτών στο έδαφος για την παραγωγή ανθέων. Στις περιπτώσεις καλλιέργειας σε υπερυψωμένα «κρεβάτια/beds», οι σταλακτοφόροι σωλήνες απλώνονται κατά μήκος της καλλιέργειας και δεν κατανέμεται 1 σταλάκτης/φυτό, αλλά χορηγούν νερό σε επιφάνεια εδάφους. Η άρδευση με σταλακτοφόρους σωλήνες χρησιμοποιείται εντατικά και στα έργα πρασίνου, για την άρδευση των ομαδικών φυτεύσεων σε σημεία του κήπου και σε παρτέρια. Βασικό μειονέκτημα των σταλακτοφόρων σωλήνων είναι το φράξιμο των οπών, το οποίο συμβαίνει από το υπόστρωμα ή τα άλατα του νερού και οδηγεί στη μειωμένη αρδευτική απόδοση.



Εικόνα 4.1 *Σταλακτοφόρος σωλήνας με οπές σε διαφορετικές αποστάσεις.*

Άρδευση με σταγόνα από σταλάκτες

Στο σύστημα αυτό χρησιμοποιείται σταλάκτης που καρφώνεται πάνω σε τυφλό κεντρικό σωλήνα και ρυθμίζει την εκροή νερού. Επίσης, ο σταλάκτης μπορεί να συνδεθεί με μικροσωλήνα (spaghetti tube) (Εικόνα 4.2), ώστε να υπάρχει εύκολη τοποθέτηση της παροχής νερού σε διαφορετικές θέσεις. Οι σταλάκτες είναι ρυθμιζόμενοι και ελέγχεται η ποσότητα του νερού που αποδεσμεύουν, κάνοντας το συγκεκριμένο σύστημα απόλυτα ελεγχόμενο.



Εικόνα 4.2 *Ρυθμιζόμενοι σταλάκτες και μικροσωλήνας.*

Οι μικροσωλήνες, πάνω στους οποίους τοποθετούνται οι σταλάκτες, φέρονται στους κεντρικούς πλαστικούς σωλήνες παροχής νερού ανά διαστήματα, ανάλογα με τη θέση των φυτών (Εικόνα 4.3). Βασικό πλεονέκτημα είναι ότι παρέχονται οι αναγκαίες ποσότητες νερού ακριβώς στην περιοχή κοντά στη ριζόσφαιρα. Αυτό εξασφαλίζει οικονομία και ορθή διαχείριση του νερού. Επίσης, μπορεί να ρυθμίζονται για χρήση σε διαφορετικά είδη φυτών, με διαφορετικές απαιτήσεις. Μειονεκτήματα αποτελούν το υψηλό κόστος αγοράς και οι πιθανές απώλειες νερού από τις συνδέσεις με τους κεντρικούς σωλήνες παροχής νερού.



Εικόνα 4.3 *Γραμμές φύτευσης με μικροσωλήνες και σταλάκτες (Προσωπικό Αρχείο).*

Αρδευόμενοι πάγκοι (Ebb and flow system)

Το συγκεκριμένο σύστημα άρδευσης είναι ιδανικό για την καλλιέργεια γλαστρικών ανθοκομικών φυτών. Η καλλιέργεια γίνεται σε ειδικούς, υδατοστεγείς πάγκους οι οποίοι γεμίζονται με νερό ή θρεπτικό διάλυμα για ένα χρονικό διάστημα μέχρι την απορρόφηση του διαλύματος από τα φυτά (Εικόνα 4.4) Το νερό ή το θρεπτικό διάλυμα κινείται ανοδικά από τις οπές απορροής των φυτοδοχείων σε όλο το υπόστρωμα με τριχοειδή κίνηση. Το νερό που μένει συλλέγεται, εμπλουτίζεται με θρεπτικά συστατικά και επαναχρησιμοποιείται. Βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η ταυτόχρονη άρδευση και λίπανση, σε ένα κλειστό σύστημα υδροπονικής καλλιέργειας, το οποίο προσφέρει οικονομία νερού και θρεπτικών συστατικών (Dole & Wilkins, 2005). Αρνητικά στοιχεία αποτελούν το κόστος της εγκατάστασης και η συσσώρευση αλάτων σε βάθος χρόνου, η οποία αυξάνει την EC του διαλύματος. Επίσης, είναι απαραίτητη η απολύμανση του διαλύματος για την αποφυγή εμφάνισης και ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών.



Εικόνα 4.4 *Αρδευόμενοι πάγκοι.*

Άρδευση αστικού και περιαστικού πρασίνου

Τα έργα κηποτεχνίας απαιτούν εξειδικευμένες λύσεις άρδευσης, ώστε να υποστηρίζεται η βιωσιμότητα των φυτών. Χωρίς αυτή, μειώνεται η καλλωπιστική αξία των φυτών μεμονωμένα και του έργου συνολικά (Δάρρας, 2010). Ωστόσο, σε αντίθεση με τις ελεγχόμενες συνθήκες των θερμοκηπίων, τα έργα πρασίνου έχουν ως παράγοντα βιωσιμότητας τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Ο γεωπόνος-αρχιτέκτονας τοπίου οφείλει να χρησιμοποιεί τα κατάλληλα φυτά ανάλογα με τις κλιματικές ζώνες. Συχνά, για την εξυπηρέτηση των σχεδιαστικών αναγκών, στα έργα επιλέγονται φυτά με αντικειμενικές δυσκολίες προσαρμογής. Σε αυτό το σύστημα που πρέπει να εξυπηρετήσει διαφορετικές ανάγκες σε νερό, σε εδαφικό υπόστρωμα και σε κλιματικές μεταβολές, η αποδοτικότητα του αρδευτικού συστήματος είναι μέγιστης σημασίας. Γενικότερα, για την εγκατάσταση ενός αρδευτικού συστήματος σε έργο κηποτεχνίας, ο γεωπόνος πρέπει να λάβει υπόψη τα παρακάτω:

Είδος/-η φυτών που θα χρησιμοποιηθούν. Πολλές φορές είναι σκόπιμο να ομαδοποιούνται με βάση τις ανάγκες τους σε νερό.

Τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Οι συνθήκες θερμοκρασίας, το ποσοστό υγρασίας και το επίπεδο βροχής επηρεάζουν σημαντικά την επιλογή και τις ρυθμίσεις του αρδευτικού συστήματος.

Η εναλλαγή των εποχών επιφέρει αλλαγές στις περιβαλλοντικές συνθήκες και, επομένως, το σύστημα άρδευσης πρέπει να ρυθμίζεται κατάλληλα.

Το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.

Το είδος του ανθοκομικού φυτού επηρεάζει τη συχνότητα των ποτισμάτων και τη συνολική χορηγούμενη ποσότητα νερού. Ορισμένα ανθοκομικά είδη (π.χ. τα αρωματικά φυτά) είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στην ξηρασία. Αντίθετα, είδη μη ανθεκτικά στις συνθήκες χαμηλής εδαφικής υγρασίας χρειάζονται συχνότερα ποτίσματα. Η δυσκολία εφαρμογής ενός καθολικού προγράμματος άρδευσης, όταν υπάρχουν μεικτές φυτεύσεις, αποτελεί βασική πρόκληση για τον γεωπόνο-αρχιτέκτονα τοπίου.

4.2. Εκτέλεση της Άσκησης

4.2.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας άσκησης είναι να καταγραφεί η κατάλληλη ποσότητα νερού που πρέπει να χορηγηθεί στα ανθοκομικά φυτά ώστε αυτά να παρουσιάσουν άρτια ανάπτυξη και ανθοφορία. Μέσα από την πειραματική διαδικασία, οι φοιτητές παρατηρούν τις μεταβολές που συντελούνται στα φυτά, όταν εφαρμόζονται διαφορετικά επίπεδα υγρασίας στο υπόστρωμα ανάπτυξης. Καταγράφουν τα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία, επεξεργάζονται τα αποτελέσματα και τα συγκρίνουν με αντίστοιχες μελέτες από την εγχώρια και διεθνή βιβλιογραφία (Δάρρας & Κληρονόμου, 2006).

4.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα

- 12 φυτά πετούνιας (Petunia x hybrid)
- 12 πλαστικά φυτοδοχεία 2,5 Lt

- Τύρφη (pH 5,5-6,0)
- Περλίτης
- Όργανο μέτρησης της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας (π.χ. ADC Bioscientific ltd.)
- Όργανο μέτρησης του χρώματος (π.χ. Minolta colourimeter)
- Όργανο μέτρησης του φθορισμού χλωροφύλλης (π.χ. OptiSciences Inc.)

4.2.3 Μεθοδολογία

Για τις ανάγκες της άσκησης χρησιμοποιείται υπόστρωμα αποτελούμενο από τύρφη και περλίτη σε αναλογία 3:1. Φυτοδοχεία χωρητικότητας 2,5 Lt (διαμέτρου 15 cm) γεμίζονται με το παραπάνω υπόστρωμα. Συνολικά χρησιμοποιούνται 3 φυτά (επαναλήψεις) πετούνιας (*Petunia x hybrid*) ανά εφαρμογή άρδευσης (σύνολο 12 φυτά), τα οποία χωρίζονται σε 4 ομάδες:

Τρία φυτά σε κορεσμένο υπόστρωμα
Τρία φυτά με άρδευση κάθε 2 ημέρες
Τρία φυτά με άρδευση κάθε 7 ημέρες
Τρία φυτά με άρδευση κάθε 14 ημέρες

Σε κάθε γλάστρα αναγράφονται, με ανεξίτηλο μαρκαδόρο, ο αριθμός της επανάληψης και η εφαρμογή (π.χ. φυτό 1 – κορεσμένο υπόστρωμα, φυτό 2 – πότισμα κάθε 2 ημέρες κ.λπ.). Μετά το πρώτο πότισμα, τα φυτά τοποθετούνται σε θερμοκήπιο ή σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας (20±5°C) και φωτισμού (12h φωτός/12h σκότους). Τα φυτά ποτίζονται μέχρι το σημείο απορροής. Τα φυτά με κορεσμένο υπόστρωμα τοποθετούνται σε δοχείο με νερό, ώστε να καλύπτονται τα ¾ της γλάστρας. Η άσκηση διαρκεί 6 εβδομάδες, κατά τις οποίες λαμβάνονται μετρήσεις σε εβδομαδιαία βάση.

4.2.4 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις

Τα φυτά τοποθετούνται στο θερμοκήπιο ή στον θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών σε τελείως τυχαιοποιημένο σχέδιο (Κεφάλαιο 1). Η άσκηση μελετά τις επιδράσεις του παράγοντα **επίπεδο άρδευσης**. Το επίπεδο άρδευσης χωρίζεται, όπως φαίνεται παραπάνω, σε τέσσερις ομάδες: κορεσμένο υπόστρωμα, άρδευση κάθε 2 ή κάθε 7 ή κάθε 14 ημέρες.

Λαμβάνονται μετρήσεις για τα εξής:

1. Ύψος του φυτού (cm), βάσει του οποίου υπολογίζεται η ποσοστιαία αύξηση, σύμφωνα με τον τύπο:

   $$(\frac{T.Y. - A.Y.}{A.Y.})100$$

   (όπου T.Y. = τελικό ύψος, A.Y. = αρχικό ύψος)
2. Αριθμός νέων βλαστών
3. Αριθμός ανθέων
4. Φωτοσυνθετική δραστηριότητα (As: μmol/m^2. sec)
5. Στοματική αγωγιμότητα (gs: mmol/m^2. sec)
6. Διαπνοή (E: mmol/m^2. sec)
7. Χρώμα των φύλλων ή/και των ανθέων (a*, b*, C, h, L)
8. Φθορισμός χλωροφύλλης (Fv/Fm)

Με τις παραπάνω μετρήσεις εκτιμάται η ανταπόκριση των φυτών στα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης, καταγράφονται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα, η διαπνοή, η στοματική αγωγιμότητα και οι αλλαγές στο χρώμα των φύλλων, οι οποίες συνιστούν αλλαγές στην παραγωγή χρωστικών. Το επίπεδο υδατικής καταπόνησης καταγράφεται με τον δείκτη Fv/Fm, ο οποίος χαρακτηρίζει τη ζημιά στο φωτοσύστημα II (PSII) των κυττάρων.

Οι μετρήσεις λαμβάνονται κάθε 7 ημέρες για 6 εβδομάδες και, σε κάθε μέτρηση, συμπληρώνεται από τους φοιτητές ο πίνακας του παραρτήματος. Επίσης, σημειώνονται παρατηρήσεις σε σχέση με την εμφάνιση των φυτών, καθώς και με τη διεξαγωγή της άσκησης. Μετά τη λήψη των μετρήσεων, γίνεται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων, βρίσκονται οι μέσοι όροι, συμπληρώνεται πίνακας με την ανάλυση παραλλακτικότητας και βρίσκονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών (Κεφάλαιο 1). Τα δεδομένα τοποθετούνται στο Excel, ώστε να γίνουν γραφικές παραστάσεις.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Δάρρας Α.Ι. και Κληρονόμου, Δ., 2006. *Ανθοκομία - Εργαστηριακές Ασκήσεις*. Αθήνα: ΕκδόσειςΕμβρυο..

Dole, J.M. and Wilkins, H.F., 2005. *Floriculture: principles and species*. USA, NJ: Prentice-Hall Inc.,.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Η άρδευση των καλλωπιστικών φυτών κηποτεχνίας πρέπει, και κατά την παραγωγή, να γίνεται τις πρωινές ώρες.

   Σωστό ή **Λάθος**

2. Η ποιότητα του νερού για την άρδευση καθορίζεται από

   I. τις τιμές του pH.

   II. τις τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC).

   III. τα διαλυμένα συστατικά.

   IV. όλα τα παραπάνω.

3. Η άρδευση των καλλιεργειών των καλλωπιστικών φυτών γίνεται με τις παρακάτω μεθόδους:
   ……
   ……

4. Η άρδευση με σταλακτοφόρους σωλήνες χρησιμοποιείται εντατικά και στα:
   ……
   ……..……

5. Στην άρδευση με σταλάκτες μπορούμε να ρυθμίσουμε την ποσότητα νερού που χορηγείται στα φυτά.

   Σωστό ή **Λάθος**

6. Μειονέκτημα της χρήσης των σταλακτών και των μικροσωλήνων αποτελεί το υψηλό κόστος αγοράς.

   Σωστό ή **Λάθος**

7. Οι αρδευόμενοι πάγκοι χρησιμοποιούνται ιδανικά για την καλλιέργεια γλαστρικών ανθοκομικών φυτών.

   Σωστό ή **Λάθος**

8. Με το σύστημα των αρδευόμενων πάγκων μπορούμε

   I. να δημιουργήσουμε ένα υδροπονικό σύστημα.

   II. να υπολογίζουμε ακριβώς την ποσότητα νερού που χορηγείται στα φυτά.

   III. να εξοπλίσουμε το θερμοκήπιο, αφού έχουν μικρό κόστος αγοράς.

9. Για την εγκατάσταση ενός αρδευτικού συστήματος σε έργο κηποτεχνίας, ο γεωπόνος πρέπει να λάβει υπόψη
   ……
   ……

10. Για τη ρύθμιση του νερού ποστίσματος σε ένα έργο αστικού πρασίνου λαμβάνουμε υπόψη την εποχή του χρόνου.

    Σωστό ή **Λάθος**

Παράρτημα

Πίνακας Μετρήσεων Ι - Ανάπτυξη

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Ποσότητα Άρδευσης	Φυτό	Μετρήσεις									
		Ύψος φυτών (cm)	Μ.Ο.	Μεταβολή ύψους (%)	ΜΜ. Ο.	Αριθμός πλάγιων βλαστών	ΜΜ. Ο.	Μέρες μέχρι την ανθοφορία	ΜΜ. Ο.	Αριθμός ανθέων	ΜΜ. Ο.
Κορεσμένο υπόστρωμα	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Άρδευση κάθε 2 ημέρες	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Άρδευση κάθε 7 ημέρες	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Άρδευση κάθε 14 ημέρες	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

Πίνακας Μετρήσεων ΙΙ – Φωτοσύνθεση, Καταπόνηση

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Ποσότητα Άρδευσης	Φυτό	Μετρήσεις							
		As	M.O.	gs	M.O.	E	M.O.	Fv/Fm	M.O.
Κορεσμένο υπόστρωμα	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
Άρδευση κάθε 2 ημέρες	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
Άρδευση κάθε 7 ημέρες	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
Άρδευση κάθε 14 ημέρες	1								
	2								
	3								
	4								
	5								

Πίνακας Μετρήσεων ΙΙΙ - Χρώμα

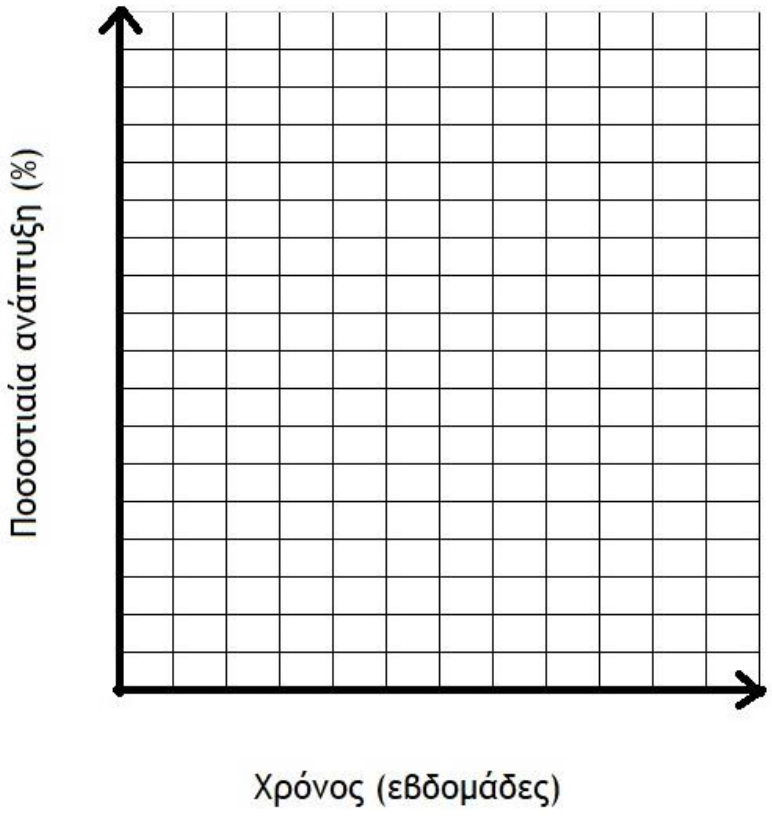
Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Ποσότητα Άρδευσης	**Φυτό**	**Μετρήσεις**									
		a*	**Μ.Ο.**	**b***	**Μ.Ο.**	**C**	**Μ.Ο.**	**h°**	**Μ.Ο.**	**L**	**Μ.Ο.**
Κορεσμένο υπόστρωμα	**1**										
	2										
	3										
	4										
	5										
Άρδευση κάθε 2 ημέρες	**1**										
	2										
	3										
	4										
	5										
Άρδευση κάθε 7 ημέρες	**1**										
	2										
	3										
	4										
	5										
Άρδευση κάθε 14 ημέρες	**1**										
	2										
	3										
	4										
	5										

Γραφική Απεικόνιση Ι

Το παρακάτω κενό διάγραμμα είναι ενδεικτικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εβδομαδιαία καταγραφή των Μ.Ο. των μετρήσεων. Παρόμοιοι πίνακες μπορεί να σχεδιαστούν για την απεικόνιση του αριθμού των ανθέων, του αριθμού των πλάγιων βλαστών, της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, του Fv/Fm κ.ο.κ. Παρατίθεται, επίσης, και ενδεικτικός τίτλος λεζάντας, ο οποίος πρέπει να συμπληρωθεί με τις κατάλληλες πληροφορίες.

Διάγραμμα ….:



Ποσοστιαία ανάπτυξη (%) των φυτών ……. μετά την εφαρμογή διαφορετικών ποσοτήτων νερού άρδευσης.

Κεφάλαιο 5
Εφαρμογή Φυτορυθμιστικών Ουσιών

Σύνοψη
Οι φυτορυθμιστικές ουσίες χρησιμοποιούνται στην επιχειρηματική ανθοκομική καλλιέργεια. Το κεφάλαιο 5 περιλαμβάνει μία πρακτική άσκηση σχετική με την εφαρμογή φυτορυθμιστικών ουσιών στην παραγωγική ανθοκομία. Πιο συγκεκριμένα, η άσκηση έχει ως στόχο την εξοικείωση των φοιτητών με τη γραφική απεικόνιση (graphical tracking) της ανάπτυξης φυτών ποϊνσέτιας, τα οποία έχουν δεχτεί παρεμποδιστές ανάπτυξης. Η διαδικασία αποτελεί εξειδικευμένη καλλιεργητική πρακτική σε αρκετά ανθοκομικά είδη, όπως είναι η γαρδένια (Gardenia jasminoides), το γεράνι (Pelargonium x hortorum), το ιμπάσιενς (Impatiens sp.) κ.ά. Καταγράφεται η εξέλιξη της ανάπτυξης των φυτών μετά την εφαρμογή της φυτορυθμιστικής ουσίας και γίνονται διορθωτικές επεμβάσεις, όταν απαιτείται. Λαμβάνονται μετρήσεις κάθε εβδομάδα για την περίοδο διεξαγωγής της άσκησης και γίνονται επεξεργασία των αποτελεσμάτων και παρουσίαση με πίνακες και με γραφικές παραστάσεις.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις φυσιολογίας και, πιο συγκεκριμένα, γνώσεις που αφορούν τις φυτορυθμιστικές ουσίες, τη δράση τους και την επίδραση από την εξωγενή εφαρμογή. Για την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση, οι αναγνώστες μπορούν να ανατρέξουν στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

5.1. Εισαγωγή στην Άσκηση

Η ανάπτυξη των ανθοκομικών φυτών εξαρτάται από το γενετικό τους υλικό, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες ανάπτυξης (θερμοκρασία, υγρασία, φωτισμός, CO_2, κ.ά.), τη θρέψη και τις καλλιεργητικές φροντίδες (άρδευση, κλάδεμα, κ.ά.). Στις καλλιεργητικές φροντίδες-επεμβάσεις συμπεριλαμβάνεται η χρήση φυτορυθμιστικών ουσιών. Οι φυτορυθμιστικές ουσίες, ή φυτοορμόνες, είναι οργανικές ενώσεις οι οποίες, σε μικρές ποσότητες (>1 mM), προάγουν, παρεμποδίζουν ή τροποποιούν ποσοτικά ή ποιοτικά την ανάπτυξη των φυτών (Πασπάτης, 1998). Οι φυτορυθμιστικές ουσίες χωρίζονται σε **φυσικές** και **συνθετικές**. Οι φυσικές παράγονται σε συγκεκριμένα σημεία του φυτού, μετακινούνται μέσω του ηθμαγγειώδους συστήματος και προκαλούν βιοχημικές και μορφολογικές μεταβολές. Οι συνθετικές παράγονται εργαστηριακά, έχουν ίδιο χημικό τύπο με τις φυσικές και προκαλούν πανομοιότυπες αντιδράσεις και μεταβολές. Στην επιχειρηματική καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία επιθυμητών, εμπορικών χαρακτηριστικών (Dole & Wilkins, 2005; Whipker, 2008). Υπάρχουν τέσσερις μεγάλες ομάδες σύνθετων φυτορυθμιστικών ουσιών που χρησιμοποιούνται στη γεωργική πρακτική: οι αυξίνες, οι γιββερελλίνες, οι κυτοκινίνες και οι επιβραδυντές ανάπτυξης.

Από τις συνθετικές αυξίνες, το ναφθυλοξικό οξύ (NAA), το ινδολοβουτυρικό οξύ (IBA) και το 2,4-D χρησιμοποιούνται στα θρεπτικά υποστρώματα για την καλλιέργεια ιστών *in-vitro*, για τη ριζοβολία μοσχευμάτων και ως επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων. Οι φυσικές (gibberellic acid, GA_3) και οι συνθετικές (gibberellin A_4 και gibberellin A_7) γιββερελλίνες χρησιμοποιούνται για την πρωίμηση και τον έλεγχο της άνθισης και για την αύξηση του μήκους του ανθικού στελέχους, σε ανθοκομικά είδη στα οποία το μήκος των ανθοφόρων στελεχών αποτελεί βασικό κριτήριο ποιότητας (Dole & Wilkins, 2005; Whipker, 2008). Ενδεικτικά αναφέρονται το τριαντάφυλλο (*Rosa hybrida*) και το χρυσάνθεμο (*Dedranthema x grandiflorum*). Στις καλλιέργειες χρυσανθέμου χρησιμοποιείται και για τον έλεγχο της άνθισης σε συνθήκες ακατάλληλου φωτισμού (π.χ. μακρά φωτοπερίοδο). Οι συνθετικές κυτοκινίνες (kinetin, N-6-benzyl-9-terahydropyrane adenine) χρησιμοποιούνται στα υποστρώματα ιστοκαλλιέργειας για την παραγωγή βλαστών στα έκφυτα. Η χρήση των κυτοκινινών επηρεάζει την ανάπτυξη των πλάγιων βλαστών και την ανθοφορία σε συγκεκριμένα

ανθοκομικά είδη (Richards, 1985). Οι επιβραδυντές ανάπτυξης ανταγωνίζονται τη δράση των γιββερελλινών, επιβραδύνουν την κυτταρική διαίρεση και την επιμήκυνση των βλαστών, προκαλώντας βράχυνση και πάχυνση (Εικόνα 5.1.). Επίσης, έχει φανεί ότι παρεμποδίζουν τον σχηματισμό ριζών και επιταχύνουν τον σχηματισμό ανθέων (Πίνακας 5.1.). Η μείωση του ύψους του φυτού αποτελεί βασικό κριτήριο ποιότητας για πολλά ανθοκομικά είδη. Έτσι, η χρήση επιβραδυντών ανάπτυξης είναι απαραίτητη για τη δημιουργία ελκυστικών προϊόντων. Οι κυριότεροι επιβραδυντές ανάπτυξης που χρησιμοποιούνται στην επιχειρηματική ανθοκομία είναι οι: chloromequat chloride, chlorphonium chloride, daminozide, piproctanyl bromide, paclobutrazol και ethephon. Οι παραπάνω χρησιμοποιούνται σε διάφορα καλλωπιστικά είδη, όπως είναι η αζαλέα (*Rhododendron obtusum*), το χρυσάνθεμο (*Chrysanthemum x grandiflorum*), η βιγκόνια (*Begonia* sp.), η ποϊνσέτια (*E. pulcherrima*), το γεράνι (*Pelargonium x hortorum*), η γαρδένια (*Gardenia jasminoides*) κ.ά. (Πίνακας 5.1.). Στην ποϊνσέτια (*Euphorbia pulcherrima*) χρησιμοποιείται η γραφική απεικόνιση του ύψους (graphical tracking), κατά την οποία ελέγχεται η προοδευτική αύξησή του, ώστε να γίνονται το κορυφολόγημα και η εφαρμογή φυτορυθμιστικής ουσίας την κατάλληλη στιγμή (Fisher & Heins, 1995).



Εικόνα 5.1 *Επίδραση της φυτοορμόνης daminozide σε γλαστρικά φυτά πετούνιας. Φαίνεται η σταδιακή μείωση της φυτικής μάζας του φυτού, καθώς αυξάνεται η δοσολογία (CC BY-NC-SA).*

Πίνακας 5.1 *Εφαρμογή φυτορυθμιστικών ουσιών σε επιλεγμένα ανθοκομικά είδη (Whipker, 2008; Πασπάτης, 1998).*

Είδος φυτού	Φυτορυθμιστική ουσία	Συγκέντρωση	Τρόπος εφαρμογής	Αποτέλεσμα
Γαρδένια (*Gardenia jasminoides*)	Daminozide	4,5 g/L	Ψεκασμός όταν τα φυτά είναι στα 2/3 του ύψους τους	Μείωση ύψους
Γαρίφαλο (*Dianthus caryophyllus*)	Chlormequat chloride	2,5-3,0 g/L	Ψεκασμός κάθε 10-15 ημέρες	Βράχυνση και ισχυροποίηση των βλαστών
Γεράνι (*Pelargonium x hortorum*)	Chlolormequat chloride	2,5 g/L	Διαβροχή του εδαφικού μείγματος	Μείωση του ύψους των φυτών
	Gibberellic acid	5 mg/L	Ψεκασμός των φυτών	Ζωηρότερη ανάπτυξη, καλύτερη ανθοφορία
Καλαγχόη (*Kalanchoe blossfeldiana*)	Daminozide	5 g/L	Ψεκασμός όταν οι μασχαλιαίοι οφθαλμοί έχουν μήκος 4-5 cm	Περιορισμός ύψους
Ποϊνσέτια (*Euphorbia pulcherrima*)	Chlormequat chloride	450-900 g/m^3	Ανάμειξη με το εδαφικό μείγμα	Μείωση ύψους των φυτών
Τριανταφυλλιά (*Rosa hybrida*)	Ethephon	750 mg/L	Ψεκασμός των φυτών 1 εβδομάδα μετά την έναρξη της άνθισης	Αύξηση των διακλαδώσεων των φυτών
Χρυσάνθεμο (*Dedranthema x grandiflorum*)	Gibberellic acid	100 mg/L	Ψεκασμός πριν τις μικρές ημέρες	Αύξηση του μήκους του ανθικού στελέχους
	Daminozide	2,5-5,0 g/L	Ψεκασμός των κορυφών του φυλλώματος	Μείωση του ύψους ισχυροποίηση του ανθοφόρου στελέχους

5.2. Εκτέλεση της Άσκησης

5.2.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας άσκησης είναι να μελετηθεί η επίδραση της φυτορυθμιστικής ουσίας chlormequat chloride σε φυτά ποϊνσέτιας. Η δραστική ουσία θα εφαρμοστεί σε 4 συγκεντρώσεις και θα επιλεχθεί η καταλληλότερη σε σχέση τα ποιοτικά χαρακτηριστικά ανάπτυξης του φυτού.

5.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα

- 15 ριζοβολημένα μοσχεύματα ποϊνσέτιας (E. Pulcherrima)
- Φυτορυθμιστική ουσία chlormequat chloride

- Υδατοδιαλυτό λίπασμα (π.χ. 15-8-15)
- Υπόστρωμα ανάπτυξης τύρφη: περλίτης σε αναλογία 3:1
- Πλαστικά φυτοδοχεία 2,5 lt
- Ψεκαστική συσκευή
- Θερμο-υδρογράφος για την καταγραφή θερμοκρασίας και υγρασίας στο θερμοκήπιο
- Ζυγαριά ακριβείας
- Υάλινος εξοπλισμός εργαστηρίου (ογκομετρικοί κύλινδροι κ.ά.)

5.2.3 Μεθοδολογία

Η συγκεκριμένη άσκηση μπορεί να πραγματοποιηθεί στο χειμερινό ακαδημαϊκό εξάμηνο, σε περίοδο η οποία συμπίπτει χρονικά με την περίοδο εμπορικής παραγωγής της ποϊνσέτιας. Η φύτευση των ριζοβολημένων μοσχευμάτων στα πλαστικά φυτοδοχεία μπορεί να πραγματοποιηθεί στις αρχές Σεπτεμβρίου. Για τις ανάγκες της άσκησης τα ριζοβολημένα μοσχεύματα ποϊνσέτιας μεταφυτεύονται σε πλαστικά φυτοδοχεία 2,5 lt , σε υπόστρωμα τύρφης (περλίτης 3:1, ο/ο). Παρασκευάζονται τα διαλύματα της φυτορυθμιστικής ουσίας chlormequat chloride (Cycocel) στις συγκεντρώσεις 0, 400, 800 και 1200 g/m^3 (ppm), διαλύοντας την κατάλληλη ποσότητα του σκευάσματος σε απεσταγμένο νερό. Για κάθε εφαρμογή χρησιμοποιούνται 5 φυτά ποϊνσέτιας (επαναλήψεις) και συνολικά 15 φυτά, τα οποία χωρίζονται σε 4 ομάδες. Στις 15 ημέρες μετά τη φύτευση πραγματοποιείται κορυφολόγημα (βλέπε Κεφάλαιο 8). Ο ψεκασμός των φυτών γίνεται 25 ημέρες μετά τη μεταφύτευση στα φυτοδοχεία. Τα φυτά ψεκάζονται μέχρι απορροής με κατάλληλη ψεκαστική συσκευή. Σε κάθε φυτοδοχείο αναγράφονται με ανεξίτηλο μαρκαδόρο η εφαρμογή και η επανάληψη κάθε φυτού [π.χ. φυτό 1 (0 g/L)]. Τα φυτά αναπτύσσονται σε θερμοκήπιο ή σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας (20±5°C) και φωτισμού (14h φωτός/10h σκοτάδι για 6 εβδομάδες και στη συνέχεια 10h φωτός/14h σκοτάδι, μέχρι την ανθοφορία). Γίνονται πότισμα των φυτών καθημερινά και λίπανση με υδατοδιαλυτό σύνθετο λίπασμα 1 φορά την εβδομάδα, καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής της άσκησης. Η άσκηση διαρκεί έως και 5 μήνες, κατά τις οποίες λαμβάνονται μετρήσεις 1 φορά την εβδομάδα.

5.2.4 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις

Τα φυτά τοποθετούνται στον θάλαμο ανάπτυξης ή στο θερμοκήπιο, σε τελείως τυχαιοποιημένο σχέδιο (βλέπε Κεφάλαιο 1). Η άσκηση μελετά την επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων της φυτορυθμιστικής ουσίας (0, επίπεδο 1, επίπεδο 2, επίπεδο 3). Καταγράφονται οι παρακάτω μεταβολές:

1. Ύψος του φυτού (cm) και παρακολούθηση με γραφική απεικόνιση (graphical tracking) (Διάγραμμα 5.1. & 5.2.). Συμπληρώνονται τα σημεία στη γραφική παράσταση.
2. Ποσοστιαία αύξηση του ύψους σύμφωνα με τον τύπο

   $$(\frac{T.Y. - A.Y.}{A.Y.})100$$

   (όπου Τ.Υ. = τελικό ύψος, Α.Υ. = αρχικό ύψος)
3. Αριθμός πλάγιων βλαστών
4. Ημέρες μέχρι την ανθοφορία
5. Αριθμός ταξιανθιών

Οι μετρήσεις λαμβάνονται 1 φορά την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Μετά τη λήψη των μετρήσεων, γίνεται επεξεργασία των αποτελεσμάτων, βρίσκονται οι μέσοι όροι των επαναλήψεων, συμπληρώνεται πίνακας με

την ανάλυση παραλλακτικότητας και υπολογίζονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών σε επίπεδο 5% (Κεφάλαιο 1). Τα δεδομένα παρουσιάζονται με τη μορφή πινάκων και με γραφικές παραστάσεις.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Πασπάτης, Ε., 1998. *Φυτορυθμιστικές ουσίες (φυτοορμόνες)*. Αθήνα: ΕκδόσειςΑγροτύπος..

Dole, J.M. and Wilkins, H.F., 2005. *Floriculture: principles and species*. USA, NJ: Prentice-Hall Inc. ,.

Fisher, P.R. and Heins, R.D., 1995. A process-control approach to poinsettia height control. *HortTechnology*, 5(1), pp. 57-63.

Richards, D., 1985. Effect of cytokinin application and environment on growth and flowering of *Boronia heterophylla* F. Meull. *Scientia horticulturae*, 27(3-4), 325-334.

Whipker, B.E., 2008. Keys to managing plant growth. In PGR Guide, 2008. *GrowerTalks* supplement, 72(6), pp. 1-55.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Οι φυτορυθμιστικές ουσίες, ή φυτοορμόνες, είναι οργανικές ενώσεις οι οποίες, σε μικρές ποσότητες (>1 mM), προάγουν, παρεμποδίζουν ή τροποποιούν ποσοτικά ή ποιοτικά την ανάπτυξη των φυτών.

   Σωστό ή **Λάθος**

2. Στην επιχειρηματική καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία επιθυμητών, εμπορικών χαρακτηριστικών οι παρακάτω φυτοορμόνες

   I. αμπσισικό οξύ.

   II. αιθυλένιο.

   III. γιββερελλίνες.

   IV. όλα τα παραπάνω.

3. Στην καλλιέργεια των ανθοκομικών φυτών οι γιββερελλίνες χρησιμοποιούνται για ……
   ……..

4. Οι συνθετικές κυτοκινίνες χρησιμοποιούνται: ……
   ……..……

5. Οι επιβραδυντές ανάπτυξης ανταγωνίζονται τη δράση των γιββερελλινών, επιβραδύνουν την κυτταρική διαίρεση και την επιμήκυνση των βλαστών.

   Σωστό ή **Λάθος**

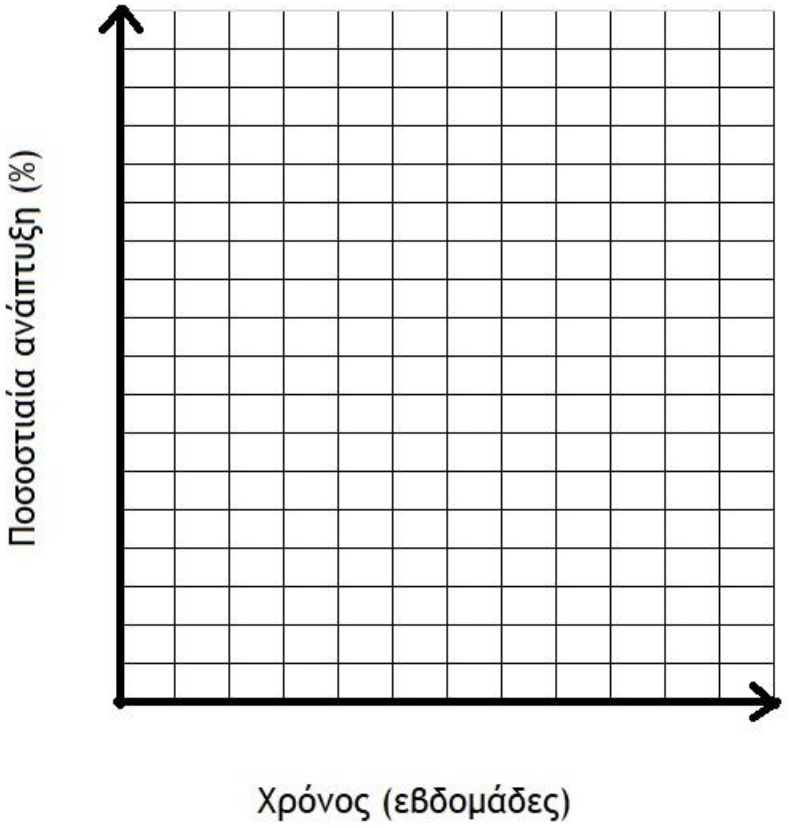
Παράρτημα

Πίνακας Μετρήσεων
Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Συγκέντρωση φυτοορμόνης (g/L)	**Φυτό**	**Μετρήσεις**									
		Ύψος φυτών (cm)	**Μ.Ο.**	**Μεταβολή ύψους (%)**	**Μ.Ο.**	**Αριθμός πλάγιων βλαστών**	**Μ.Ο.**	**Μέρες μέχρι την ανθοφορία**	**Μ.Ο.**	**Αριθμός ανθέων**	**Μ.Ο.**
Μάρτυρας	**1**										
	2										
	3										
	4										
	5										
Επίπεδο 1	**1**										
	2										
	3										
	4										
	5										
Επίπεδο 2	**1**										
	2										
	3										
	4										
	5										
Επίπεδο 3	**1**										
	2										
	3										
	4										
	5										

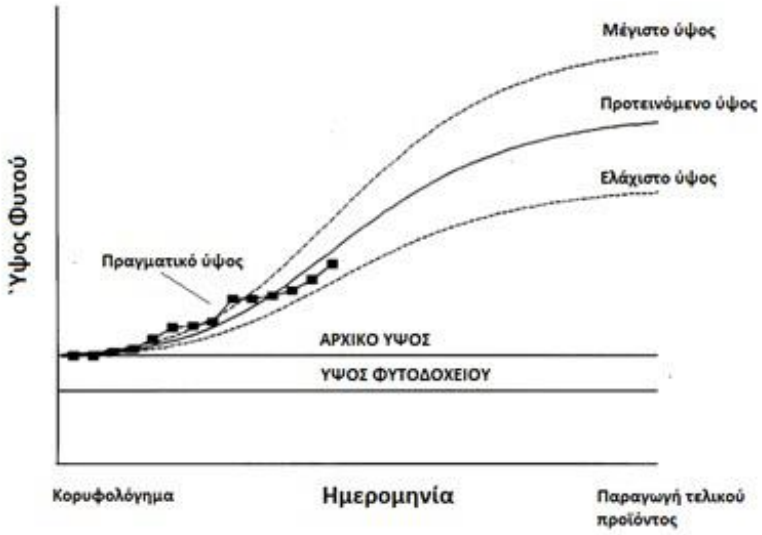
Γραφική Απεικόνιση Ι

Το παρακάτω κενό διάγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εβδομαδιαία καταγραφή των Μ.Ο. των μετρήσεων. Μπορεί να εφαρμοστεί στην απεικόνιση της ποσοστιαίας ανάπτυξης ύψους, στον αριθμό των ανθέων, στον αριθμό των πλάγιων βλαστών κ.ο.κ. Παρατίθεται, επίσης, και ενδεικτικός τίτλος λεζάντας, ο οποίος πρέπει να συμπληρωθεί με τις κατάλληλες πληροφορίες.

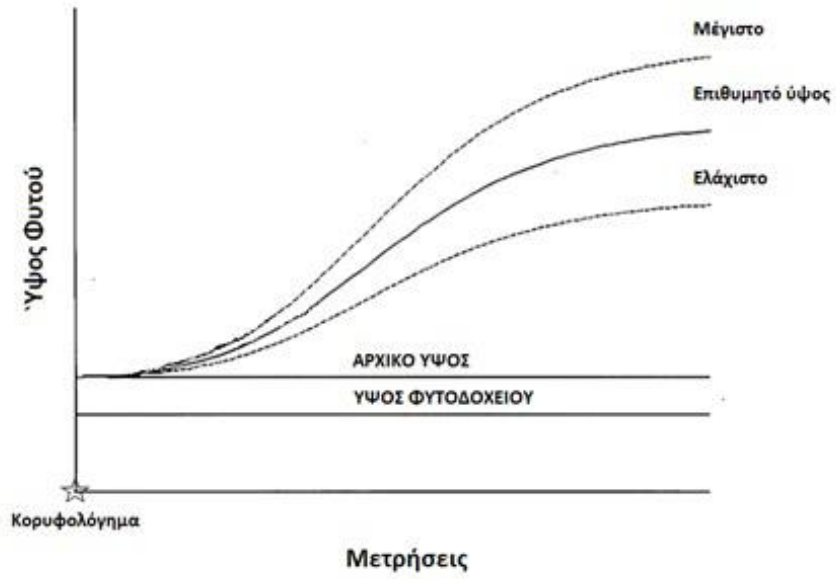


Διάγραμμα ….: Ποσοστιαία ανάπτυξη (%) των φυτών …….μετά την εφαρμογή ….., ….., ……, και ……. g/L φυτοορμόνης.

Γραφική Απεικόνιση ΙΙ
Τα παρακάτω διαγράμματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως ενδεικτικά για τον έλεγχο του ύψους των καλλωπιστικών φυτών.



Γραφική απεικόνιση (graphical Tracking) στην οποία καταγράφονται οι πραγματικές τιμές ύψους των φυτών, εντός των ανώτατων και κατώτατων ορίων. Παρουσιάζεται το σημείο κορυφολογήματος στην αρχή της άσκησης, 15 ημέρες μετά τη φύτευση.



Ενδεικτικό κενό διάγραμμα για συμπλήρωση από τους φοιτητές. Οι φοιτητές θα πρέπει να χωρίσουν τους άξονες και στη συνέχεια να τοποθετούν τις μετρήσεις τους στο γράφημα. Το επιθυμητό ύψος θα πρέπει να παραμένει εντός του μέγιστου και του ελάχιστου.

Κεφάλαιο 6
Υποστρώματα ανάπτυξης

Σύνοψη

Τα υποστρώματα ανάπτυξης είναι τα απαραίτητα μέσα στα οποία θα αναπτυχθεί το ριζικό σύστημα των ανθοκομικών φυτών. Η δομή, η σύσταση και η ποιότητα του υποστρώματος θα καθορίσουν σε μεγάλο βαθμό την επιτυχία της καλλιέργειας. Κάθε ανθοκομικό είδος έχει διαφορετικές απαιτήσεις σε υπόστρωμα και σε σχέση με το pH, τη δομή και την ικανότητα να συγκρατεί νερό, θρεπτικά στοιχεία και οξυγόνο. Η μελέτη της επίδρασης του υποστρώματος στην ανάπτυξη και στην ανθοφορία των καλλωπιστικών φυτών αποτελεί το βασικό αντικείμενο μελέτης στο παρόν κεφάλαιο.

Προαπαιτούμενη γνώση

Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου, είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις εδαφολογίας και φυσιολογίας, οι οποίες θα επιτρέψουν την κατανόηση εννοιών που αφορούν την επίδραση του υποστρώματος ανάπτυξης στα καλλωπιστικά φυτά. Για την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση, μπορείτε να ανατρέξετε στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

6.1. Εισαγωγή στην Άσκηση

6.1.1. Ιδιότητες (ανταλλακτική ικανότητα, pH, EC)

Η καταλληλότητα των υποστρωμάτων ανάπτυξης για την καλλιέργεια καλλωπιστικών φυτών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν τη διαθεσιμότητα του νερού και του οξυγόνου στις ρίζες, έχουν κατάλληλη οξύτητα και ηλεκτρική αγωγιμότητα, οργανική ουσία και θρεπτικά συστατικά (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011). Ένα κατάλληλο υπόστρωμα θα πρέπει να συγκρατεί ποσότητες νερού και θρεπτικών συστατικών και να τα αποδίδει στη ρίζα, όταν χρειάζεται. Η ικανότητα συγκράτησης και αποδέσμευσης στοιχείων από την επιφάνεια των κρυσταλλικών μέσων των υποστρωμάτων αποτελεί την ανταλλακτική ικανότητα κατιόντων (I.A.K.) του υποστρώματος και μετριέται σε meq/100 gr ή σε mmol/kg υποστρώματος. Η ανταλλακτική ικανότητα των οργανικών υποστρωμάτων δεν είναι σταθερή και εξαρτάται από τις τιμές pH, αλλά σε γενικές γραμμές χαρακτηρίζονται από υψηλή I.A.K. (800-1600 mmol/kg). Τα υποστρώματα τα οποία δεν έχουν ικανότητα για ανταλλαγή κατιόντων ονομάζονται «χημικά αδρανή» και χρησιμοποιούνται ευρέως στις υδροπονικές καλλιέργειες.

Το pH στο περιβάλλον των ριζών αποτελεί βασικό παράγοντα για τη θρέψη των ανθοκομικών φυτών (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011). Το pH μεταβάλλεται στα χημικώς ενεργά υποστρώματα και επηρεάζεται από την ίδια την αρχική οξύτητα του υποστρώματος και από το θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιείται για τη λίπανση. Στα χημικά ενεργά υποστρώματα, όπως η τύρφη, η διόρθωση του pH γίνεται εύκολα, με έκπλυση του υποστρώματος με απιονισμένο νερό ή με χρήση αραιού οξέος για τη μείωση ή με προσθήκη CaCO3 για την αύξηση του pH. Η διατήρηση των τιμών pH εντός της ζώνης καταλληλότητας, όπως αυτή ορίζεται για κάθε καλλωπιστικό φυτό, αποτελεί βασικό παράγοντα επιτυχίας της καλλιέργειας. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, το pH του υποστρώματος μεταβάλλεται. Αυτό οφείλεται στην επιλεκτική πρόσληψη κατιόντων ή ανιόντων από το ριζικό σύστημα. Για παράδειγμα, σε πειραματική καλλιέργεια των φυτών *Pelargonium x hortorum, Impatiens wallerana, Petunia x hybrid, Solenostemon cutellariodes, Pentas lanceolata, Antihirrum majus, Verbena hybrid, Catharanthus roseus, Eustoma grandiflorum, Tagetes erecta, Senecio cineraria, Viola tricolor, Salvia splendens, Impatiens hawker* και *Zinnia elegans* σε υπόστρωμα τύρφης:περλίτης (70%:30%) και pH = 5,84, μετρήθηκε η μεταβολή του pH μετά από 33 ημέρες (Dickson et al., 2017). Τα φυτά P. *x hortorum* και S. *scutellariodes* μείωσαν το pH, τα φυτά E. *grandiflorum,* Z. *elegans,* V. *tricolor,* C. *roseus* και S. cineraria το αύξησαν, ενώ τα υπόλοιπα δεν το επηρέασαν (Dickson et al., 2017).

Η EC αναφέρεται στη συγκέντρωση αλάτων στο υπόστρωμα ανάπτυξης και σχετίζεται με την ποιότητα του νερού άρδευσης και με το πρόγραμμα λίπανσης που ακολουθείται από τον καλλιεργητή (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011). Γενικότερα, όσο χαμηλότερη είναι η τιμή της EC, τόσο πιο διαχειρίσιμη είναι η καλλιέργεια και ο παραγωγός έχει περισσότερες επιλογές για την κατάρτιση του προγράμματος λίπανσης. Υψηλές τιμές EC περιορίζουν τις επιλογές αυτές και, επειδή δυσχεραίνουν την ανάπτυξη, θα πρέπει να διορθώνονται με έκπλυση του υποστρώματος με νερό χαμηλής EC. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν διαβαθμίσεις στην αντοχή και την ευαισθησία των φυτών στις τιμές EC. Για παράδειγμα, η ανάπτυξη σπορόφυτων δεν μπορεί να γίνει σε τιμές >1 dS/m.

6.1.2. Έδαφος

Το έδαφος αποτελεί ένα πολύπλοκο σύστημα με μικροοργανισμούς, οργανικά και ανόργανα συστατικά, τα οποία χαρακτηρίζουν τη γονιμότητά του, και διαφορετικά σωματίδια, τα οποία προσδίδουν συγκεκριμένη σύσταση (Δάρρας, 2010). Τα σωματίδια που χαρακτηρίζουν τη μηχανική σύσταση του εδάφους είναι τριών ειδών: άμμος (0,05 – 2 mm), ιλύς (0,02 - 0,05 mm) και άργιλος (<0,02 mm). Έχουν μικρούς και μεγάλους πόρους και υπάρχουν ως μείγμα σε κάθε έδαφος. Για παράδειγμα, όταν το έδαφος έχει μεγάλη ποσότητα άμμου, τα κενά που σχηματίζονται μεταξύ των τεμαχίων της είναι μεγάλα. Αντίθετα, τα κενά που σχηματίζονται μεταξύ των τεμαχίων της αργίλου είναι σημαντικά μικρότερα, με αποτέλεσμα να σχηματίζονται μικρότεροι πόροι. Στους πόρους μεταξύ των τεμαχίων του εδάφους παραμένουν ποσότητες νερού ή αέρα. Το νερό παραμένει στους μικρότερους πόρους, αφού παρασύρεται προς τα βαθύτερα στρώματα, με τη βοήθεια της βαρύτητας. Οι μεγάλοι πόροι αδειάζουν από το νερό και γεμίζουν με αέρα, απαραίτητο για τον αερισμό των ριζών. Γι' αυτό, τα αμμώδη εδάφη δεν συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού, στραγγίζουν εύκολα και διευκολύνουν τον αερισμό στη ριζόσφαιρα. Αντίθετα, τα αργιλώδη εδάφη είναι βαριά, δύσκολα στραγγιζόμενα και δεν επιτρέπουν τη σωστή κυκλοφορία αέρα. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι τα αμμώδη εδάφη χρειάζονται συχνότερα ποτίσματα απ' ό,τι τα πηλώδη ή αργιλώδη. Για την ανάπτυξη των καλλωπιστικών φυτών στα φυτοδοχεία χρησιμοποιείται έδαφος με κατάλληλη μηχανική σύσταση, pH και EC, ή χρησιμοποιούνται εδαφικά μείγματα σε κατάλληλες αναλογίες εδάφους και άλλων οργανικών και ανόργανων υλικών, τα οποία βελτιώνουν την τελική δομή, δίνοντας στο μείγμα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Με αυτόν τον τρόπο, δημιουργείται κατάλληλο υπόστρωμα ανάπτυξης. Η χρήση εδάφους συνιστάται σε αρκετές καλλιέργειες καλλωπιστικών φυτών, όπως είναι τα αρωματικά φυτά και οι καλλωπιστικοί θάμνοι.

6.1.3. Οργανικά υποστρώματα ανάπτυξης

Τύρφη (peat, peat moss)

Η τύρφη είναι φυσικό υλικό το οποίο προέρχεται από την αποδόμηση φυτικών υλικών σε συγκεκριμένα μικροκλίματα με υψηλή υγρασία και χαμηλές θερμοκρασίες (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011) (Εικόνα 5.7). Σε αυτές τις συνθήκες, φυτά του γένους *Sphagnum* αποδομούνται ταχέως, καθώς ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο σε σύντομο χρονικό διάστημα, και εναποτίθενται στο ανώτερο στρώμα εδάφους. Η συνεχής συσσώρευση αυτών των βοτανικών υλικών έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή της τύρφης, η οποία χαρακτηρίζεται από μερικώς αποδομημένη φυτική ύλη, με διατήρηση βασικών στοιχείων, όπως ινώδη σύσταση, πλούσια σε λιγνίνη και κυτταρίνη. Στην αγορά υπάρχουν διαφορετικά είδη και ποιότητες τύρφης, ανάλογα με τον τύπο του βοτανικού υλικού απ' το οποίο προέρχονται, τον βαθμό αποδόμησης του υλικού και τις συνθήκες στις οποίες γίνεται η αποδόμηση. Το σημαντικότερο είδος τύρφης είναι αυτό που προέρχεται από φυτά του γένους *Sphagnum* και αυτή ονομάζεται «Sphagnum peat moss». Η τύρφη από είδη Sphagnum προέρχεται από βαλτότοπους και όξινα εδάφη, με τις τιμές του pH να κυμαίνονται από 3,5 – 4,5. Περιέχει τουλάχιστον 90% οργανική ουσία και έχει ισχυρή ικανότητα συγκράτησης του νερού. Άλλου είδους τύρφες είναι εκείνες που προέρχονται κυρίως από βρυόφυτα του γένους *Hypnum* και ονομάζεται «Hypnum peat moss». Έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με της Sphagnum. Ωστόσο, διαφέρει στο επίπεδο αποδόμησης (που είναι μικρότερο), στην υδρόφοβη υφή και στην παρουσία μικροοργανισμών και σπόρων ζιζανίων. Έτσι, παρόλο που πωλείται συνήθως σε

χαμηλότερες τιμές στην αγορά, δεν προτιμάται από τους καλλιεργητές, λόγω της χαμηλότερης ποιότητας και ευχρηστίας.



Εικόνα 5.7 *Τύρφη από είδη του γένους Sphagnum*.

Η ξανθιά τύρφη έχει ινώδη υφή, σταθερή δομή και υψηλό ποσοστό απορρόφησης του νερού. Έχει υποστεί μικρότερο βαθμό αποδόμησης από τα είδη μαύρης τύρφης (*Sphagnum* και *Hypnum*) και προέρχεται από εξορύξεις σε χώρες της βαλτικής, τη Ρωσία, τη Σκανδιναβία, τον Καναδά και τη Γερμανία. Στην επιχειρηματική ανθοκομία, τα είδη τύρφης χρησιμοποιούνται για την παραγωγή γλαστρικών φυτών περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο υλικό υποστρώματος. Τα χαρακτηριστικά, η δομή, το μικρό βάρος και η απουσία μικροοργανισμών και σπόρων ζιζανίων, καθιστούν την τύρφη ιδανικό υπόστρωμα ανάπτυξης ανθοκομικών φυτών.

Κομπόστα (Compost)

Η κομπόστα είναι προϊόν αποσύνθεσης οργανικών υπολειμμάτων που προέρχονται από φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011) (Εικόνα 5.8). Παράγεται μετά από διαδικασία κομποστοποίησης των οργανικών υπολειμμάτων, τα οποία υπόκεινται σε παρεμβάσεις, όπως σε εμπλουτισμό με ανόργανα λιπάσματα και μικροοργανισμούς, ώστε να ολοκληρωθεί η διαδικασία της αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων. Λόγω του εύρους υλικών που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για αποδόμηση, η σύσταση της κομπόστας μπορεί να διαφέρει. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση, η κομπόστα περιέχει υψηλές ποσότητες χούμου και οργανικής ουσίας, ινώδεις ουσίες και μικρή περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία. Λόγω της διαφορετικής σύστασης των αρχικών υλικών που αποδομούνται, το pH, η EC, η ανταλλακτική ικανότητα και τα θρεπτικά στοιχεία των διαφορετικών τύπων κομπόστας μπορεί να διαφέρουν σημαντικά. Σε γενικές γραμμές, η κομποστοποίηση φυτικών και ζωικών υποπροϊόντων ως διαδικασία αποτελεί πρακτική φιλική προς το περιβάλλον και προωθείται τα τελευταία χρόνια ως λύση για την εν μέρει αντικατάσταση στη χρήση τύρφης. Τα χαρακτηριστικά της κομπόστας είναι ιδανικά για καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών σε φυτοδοχεία, για τη βλάστηση σπόρων και για την παραγωγή νεαρών φυταρίων. Ως αρνητικά μπορεί να αναφερθούν η διακύμανση της σύστασης και η υψηλότερη τιμή αγοράς.



Εικόνα 5.8 *Κομπόστα από φυτικά υπολείμματα και έτοιμη για χρήση.*

Κόκος (Coir dust) ή κοκόχωμα (cocosoil)

Ο κόκος αποτελεί εν μέρει κομποστοποιημένο προϊόν του ινώδους περιβλήματος της ινδικής καρύδας (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011) (Εικόνα 5.9). Είναι από τα πλέον διαδεδομένα υλικά που χρησιμοποιούνται ως υπόστρωμα ανάπτυξης καλλωπιστικών φυτών, μαζί με την τύρφη. Το περίβλημα του καρπού του κοκκοφοίνικα αποτελεί παραπροϊόν επεξεργασίας και, παραδοσιακά, αντιμετωπιζόταν ως απόβλητο που απορριπτόταν στο περιβάλλον. Αυτό το υλικό, μετά από επεξεργασία και κομποστοποίηση, αποκτά επιθυμητά χαρακτηριστικά για χρήση ως υπόστρωμα καλλιέργειας φυτών. Η επεξεργασία, η κομποστοποίηση και η προέλευση του αρχικού υλικού καθορίζουν τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά, τα οποία διαφέρουν, αλλά σε γενικές γραμμές ενδείκνυται για τις ανθοκομικές καλλιέργειες (κυρίως για υποστρώματα σε συστήματα υδροπονίας). Η EC δεν υπερβαίνει τα 0,5 dS/m και το pH κυμαίνεται μεταξύ 5,2 και 7,0. Πωλείται συσκευασμένος σε σάκους ή συμπιεσμένος σε μορφή μακρόστενων πλακών για χρήση σε κανάλια υδροπονικού συστήματος.



Εικόνα 5.9 *Λεπτόκοκο κοκόχωμα για χρήση ως υπόστρωμα ανάπτυξης καλλωπιστικών φυτών ή σε υδροπονικά συστήματα (Προσωπικό αρχείο).*

Η χρήση του κοκοχώματος ως υποστρώματος ανάπτυξης καλλωπιστικών φυτών παρουσίασε, σε ορισμένες περιπτώσεις, μειονεκτήματα (de Kreij & van Leeuwen, 2001). Η ανάπτυξη φυτών βεγόνιας, χρυσάνθεμου, σεφλέρας και καλαγχόης ήταν μειωμένη, σε σχέση με αυτή σε υπόστρωμα τύρφης, και αυτό οφειλόταν

στις τροφοπενίες Ca και Mg που σχετίζονταν με την υψηλή συγκέντρωση K και Na στο κοκόχωμα. Όταν εμπλουτίστηκε το κοκόχωμα με Ca και Mg, η ανάπτυξη και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτών ήταν όμοια με εκείνων που αναπτύχθηκαν σε υπόστρωμα τύρφης. Η αντικατάσταση 30-50% της τύρφης στο υπόστρωμα ανάπτυξης με κοκόχωμα δεν επηρέασε την ανάπτυξη και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά φυτών αζαλέας (Berruti & Scariot, 2011).

Φλοιοί δέντρων (bark)

Αποτελούν υλικά και παραπροϊόντα της επεξεργασίας ξύλου και χαρτιού (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011) (Εικόνα 5.10). Για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε καλλιέργειες, πρέπει πρώτα να αλεστούν και να κομποστοποιηθούν. Η κομποστοποίηση βελτιώνει τη δομή, τη χημική σύσταση και την ικανότητα συγκράτησης νερού. Μετά την κομποστοποίηση, οι φλοιοί παρουσιάζουν μικρή ικανότητα συγκράτησης θρεπτικών συστατικών και δεν επηρεάζονται από μικροβιακά φορτία. Λόγω της ετερογένειας του πρωτογενούς υλικού και της διαδικασίας της κομποστοποίησης, οι παραγόμενοι φλοιοί δεν έχουν σταθερή σύσταση. Ωστόσο, πάντα έχουν υψηλή αεροπερατότητα και μικρή ανταλλακτική ικανότητα. Χρησιμοποιούνται αποκλειστικά στην καλλιέργεια των επίφυτων (π.χ. φυτά ορχιδέας, βρωμελιώδη κ.ά.) τα οποία σε φυσικές συνθήκες αναπτύσσουν το ριζικό τους σύστημα σε κορμούς δέντρων και σε παρόμοια υποστρώματα. Οι φλοιοί δέντρων μπορεί να χρησιμοποιηθούν και διακοσμητικά για την κάλυψη της επιφάνειας εδάφους σε έργα κηποτεχνίας.



Εικόνα 5.10 *Φλοιοί δέντρων σε διαφορετικά μεγέθη (Προσωπικό αρχείο).*

6.1.4. Ανόργανα υποστρώματα ανάπτυξης

Περλίτης

Ο περλίτης είναι ηφαιστειακό, υαλώδες αργιλοπυριτικό πέτρωμα (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011) (Εικόνα 5.12). Το πρωτογενές ορυκτό, όταν θερμανθεί για σύντομο χρονικό διάστημα στους 1200 – 1300°C, διογκώνεται και σχηματίζει μια αφρώδη μάζα. Η επεξεργασία του οδηγεί στη δημιουργία ενός κοκκώδους υλικού με πλούσιο πορώδες, το οποίο έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού. Το νερό συγκρατείται κυρίως στους μικρούς πόρους που βρίσκονται στην επιφάνειά του, ενώ ο αέρας παραμένει στους μεγαλύτερους πόρους που σχηματίζονται μεταξύ των κόκκων. Στην Ελλάδα υπάρχουν σημαντικά κοιτάσματα περλίτη στα νησιά Μήλο, Αντίπαρο, Νίσυρο και Κω. Το μέγεθος των κόκκων (η διάμετρός τους), που συνιστάται για χρήση στις καλλιέργειες, για τα υδροπονικά συστήματα, για ριζοβόληση πολλαπλασιαστικού υλικού και ως μέρος των μειγμάτων καλλιέργειας σε φυτοδοχεία, είναι 0 – 3 mm. Ο περλίτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υδροπονική καλλιέργεια τοποθετημένος σε σάκους, σε φυτοδοχεία

ή απλωμένος σε υδρορροές, οι οποίες στη συνέχεια καλύπτονται με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου. Το σύστημα αυτό παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα, κυριότερο από τα οποία είναι η ανάγκη χρησιμοποίησης μεγαλύτερων ποσοτήτων περλίτη ανά φυτό. Η χρήση του περλίτη ως μέρους των συνθετικών μειγμάτων που χρησιμοποιούνται στην επιχειρηματική ανθοκομία είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο. Συνήθως, χρησιμοποιείται μαζί με τύρφη ή κομπόστα.



Εικόνα 5.12 *Τεμαχίδια περλίτη για χρήση σε υποστρώματα ανάπτυξης καλλωπιστικών φυτών ή σε υδροπονική καλλιέργεια (Προσωπικό αρχείο).*

Ελαφρόπετρα

Αποτελεί αργιλοπυριτικό ηφαιστιογενές ορυκτό, το οποίο έχει εκτεταμένο πορώδες σε όλη του τη μάζα, γεγονός που του προσδίδει χαμηλό βάρος, και τελικά αυτό το χαρακτηριστικό όνομα (Σάββας, 2011) (Εικόνα 5.13). Στην Ελλάδα υπάρχουν κοιτάσματα του πετρώματος σε διάφορα νησιά του Αιγαίου και ως εκ τούτου η διαθεσιμότητα του πετρώματος στην Ελληνική αγορά είναι ικανοποιητική. Η ελαφρόπετρα διατίθεται στην Ελλάδα στα μεγέθη 0-3 mm, 0-8 mm και 2-10 mm και σε ικανοποιητικές τιμές. Σε πειράματα που έχουν γίνει για τη χρήση της ελαφρόπετρας ως υποστρώματος για υδροπονική καλλιέργεια τριανταφυλλιάς, η επιλογή της βοήθησε στην παραγωγή ποιοτικών ανθέων (Syros et al., 2001). Η χρήση της σε υδροπονικά συστήματα και ως συμπληρωματικού υλικού για την παραγωγή συνθετικών μειγμάτων ανάπτυξης έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια. Έτσι, η Ελληνική ελαφρόπετρα, με μέγεθος κόκκου >4,75 mm και pH 7, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με τύρφη ή την κομπόστα σε αναλογίες 1:1, 2:1 ή 3:1 (τύρφη:ελαφρόπετρα), ώστε να βελτιώσει τη δομή και τα χαρακτηριστικά του μείγματος.



Εικόνα 5.13 *Μεγάλα σωματίδια ελαφρόπετρας για χρήση σε μείγματα υποστρωμάτων και σε υδροπονική καλλιέργεια (Προσωπικό αρχείο).*

Άμμος (sand)

Συνήθως χρησιμοποιείται κρυσταλλική άμμος προερχόμενη από την κοίτη ποταμών, η οποία έχει περιεκτικότητα άνω του 50% σε διοξείδιο του πυριτίου και πρακτικά μηδενική ανταλλακτική ικανότητα (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011). Η άμμος τοποθετείται σε ατομικά ή ομαδικά φυτοδοχεία, σε σάκους ή σε υδρορροές, για την εξυπηρέτηση υδροπονικής καλλιέργειας. Η άμμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως εδαφο-βελτιωτικό της δομής του υποστρώματος καλλιέργειας. Η επιφάνεια των κόκκων της άμμου έχει μικρό έως μηδαμινό πορώδες και, επομένως, δεν μπορεί να συγκρατήσει νερό. Η άμμος ως σύνολο σχηματίζει εκτεταμένο πορώδες στα μεσοδιαστήματα μεταξύ των κόκκων. Επειδή, όμως, η άμμος είναι ένα σχετικά χονδρόκοκκο υλικό (0.2 – 4.0 mm) παρουσιάζει και μικρή ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, συγκρινόμενη με άλλα υποστρώματα. Γι' αυτόν τον λόγο, υποστρώματα ανάπτυξης με άμμο πρέπει να ποτίζονται τακτικά και επαναλαμβανόμενα. Αυτό, όμως, συνεπάγεται και σημαντικές απώλειες του θρεπτικού διαλύματος και των στοιχείων που χορηγούνται κατά τη λίπανση. Ένα επιπλέον μειονέκτημα της άμμου είναι το βάρος της για χρήση σε φυτοδοχεία. Πλεονεκτήματα αποτελούν ο καλός αερισμός του ριζικού συστήματος, το φθηνό κόστος αγοράς και η μεγάλη διάρκεια ζωής. Για την αποφυγή εξάπλωσης εδαφογενών ασθενειών, η άμμος θα πρέπει να απολυμαίνεται πριν από κάθε χρήση. Η απολύμανσή της γίνεται εύκολα και αποτελεσματικά με ατμό.

Πετροβάμβακας (rockwool)

Ο πετροβάμβακας είναι το πλέον διαδεδομένο υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών. Είναι ένα ανόργανο ινώδες υλικό, το οποίο παράγεται με θερμική επεξεργασία μείγματος αποτελούμενου από 60% διαβάση, 20% ασβεστόλιθο και 20% άνθρακα (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011) (Εικόνα 5.14). Μετά από θερμική επεξεργασία στους 1600ºC παράγεται ένα ελαφρύ προϊόν, με μεγάλο πορώδες και βαμβακώδη εμφάνιση. Έχει περίπου 92 – 96 % πορώδες, ειδικό βάρος ≈60 – 100 kgr/m^3 και μπορεί να λάβει οποιοδήποτε σχήμα. Για χρήση στη γεωργία χρησιμοποιούνται συνήθως ορθογώνιες πλάκες ή κύβοι για την καλλιέργεια των φυτών και την απευθείας μεταφύτευση. Οι κύβοι πετροβάμβακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προβλάστηση σπόρων και την παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού. Οι ορθογώνιες πλάκες σε διαφορετικές διαστάσεις χρησιμοποιούνται σε συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας.



Εικόνα 5.14 *Πλάκες και κύβοι πετροβάμβακα σε διαφορετικά μεγέθη και σχήματα, που εξυπηρετούν διαφορετικές ανάγκες και χρήσεις (CC BY-NC-SA).*

Χημικά ο πετροβάμβακας συνίσταται σε οξείδια διαφόρων ανοργάνων στοιχείων και, κυρίως, πυριτίου, ασβεστίου, σιδήρου, μαγνησίου και αργιλίου. Τα στοιχεία που συμμετέχουν στη σύνθεση του πετροβάμβακα είναι πρακτικά αδιάλυτα σε pH θρεπτικού 5,5 - 6,5. Επιπρόσθετα, κανένα από τα παραπάνω οξείδια δεν φέρει θέσεις ελεύθερων ηλεκτρικών φορτίων, όπως τα κολλοειδή του εδάφους. Επομένως ο πετροβάμβακας στερείται ανταλλακτικής ικανότητας και θεωρείται ένα χημικά αδρανές υλικό. Έτσι, η θρέψη των φυτών που αναπτύσσονται σε υπόστρωμα πετροβάμβακα είναι πλήρως ελεγχόμενη, μέσω κατάλληλου θρεπτικού διαλύματος. Μολονότι ο πετροβάμβακας, σε όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας, συμπεριφέρεται ως ένα χημικά αδρανές υλικό, κατά την αρχική του διαβροχή με θρεπτικό διάλυμα η τιμή του pH ανυψώνεται κατά 1 – 2 μονάδες. Έχει διάρκεια ζωής περίπου 2- 3 έτη και θα πρέπει να αντικαθίσταται, γιατί με την πάροδο του χρόνου αλλοιώνεται η δομή και χάνονται οι ιδιότητές του.

Βερμικουλίτης (vermiculite)

Είναι κρυσταλλικό αργιλικό ορυκτό, κοιτάσματα του οποίου απαντώνται στη Β. Αμερική και στην Αφρική (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011) (Εικόνα 5.15). Ο βερμικουλίτης που χρησιμοποιείται στη γεωργία παράγεται μετά από επεξεργασία σε υψηλές θερμοκρασίες (≈1000°C) για μικρό χρονικό διάστημα, ώστε να διογκωθεί περίπου 15-20 φορές από το αρχικό του μέγεθος. Έχει σημαντική ανταλλακτική ικανότητα (≈ 20-27 meq/L) και pH 6,3 – 7,8, γεγονός που τον κάνει ιδανικό υλικό για καλλιέργεια φυτών με ανάγκες σε υψηλότερο pH ή για χρήση σε μείγματα υποστρωμάτων με τύρφη σε διαφορετικές αναλογίες. Στην επιφάνειά του περιέχει σημαντικές ποσότητες καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου, γεγονός που τον κάνει ιδανικό για την παραγωγή σπορόφυτων και την προβλάστηση σπόρων.



Εικόνα 5.15 *Σωματίδια βερμικουλίτη (Προσωπικό αρχείο).*

Διογκωμένη άργιλος (calcined clay)
Η διογκωμένη άργιλος που χρησιμοποιείται στη γεωργική πρακτική, προέρχεται από τη θέρμανση του αργίλου ή του σχιστόλιθου στους 1200°C (Dole & Wilkins, 2005; Σάββας, 2011) (Εικόνα 5.16). Μετά από αυτή τη διεργασία, παράγεται ένα διογκωμένο, πορώδες υλικό, βιολογικά αδρανές και απαλλαγμένο από άλλους οργανισμούς (π.χ. μικροοργανισμούς). Παράγεται σε πλήθος μεγεθών 0-2, 2-4, 4-8, 4-10, 4-12 και 8-16 mm με αυτό των 0-4 και 4-8 mm να χρησιμοποιείται για τις υδροπονικές καλλιέργειες και για την καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών σε φυτοδοχεία. Η διογκωμένη άργιλος έχει υψηλή αεροπερατότητα, αλλά μικρή ικανότητα συγκράτησης νερού προς διάθεση στη ρίζα. Συνεπώς, η χρήση της περιορίζεται. Ένα δεύτερο μειονέκτημα σε σύγκριση με άλλα υποστρώματα είναι η υψηλή τιμή αγοράς. Μπορεί, ωστόσο, να χρησιμοποιηθεί στα μείγματα υποστρωμάτων μαζί με τύρφη, περλίτη, ελαφρόπετρα κ.ά. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως διακοσμητικό υλικό στην επιφάνεια των φυτοδοχείων ή σε μικρά παρτέρια.



Εικόνα 5.16 *Διογκωμένη άργιλος σε μεγάλης διαμέτρου σωματίδια για χρήση σε φυτοδοχεία (CC BY-NC-SA).*

6.1.5. Εδαφικά και συνθετικά μείγματα υποστρωμάτων

Τα **εδαφικά μείγματα** είναι εκείνα που έχουν ως βάση τους το έδαφος, με το οποίο αναμειγνύονται ανόργανα ή οργανικά υποστρώματα, όπως η κομπόστα, η τύρφη, ο περλίτης, η άμμος, κ.ά., και βοηθούν στη βελτίωση της δομής και της χημικής σύστασης του εδάφους που χρησιμοποιήθηκε ως βάση (Dole & Wilkins, 2005; Δάρρας, 2010). Η βελτίωση της δομής έγκειται στη δημιουργία μεγαλύτερων πόρων που διευκολύνουν την ύπαρξη αέρα στους πόρους του υποστρώματος. Τις περισσότερες φορές, τα ανόργανα συστατικά, όπως ο περλίτης, η άμμος και ο βερμικουλίτης, δεν βελτιώνουν τη θρεπτική ικανότητα του εδαφικού μείγματος, αφού είναι πρακτικά αδρανή και με μηδενική ανταλλακτική ικανότητα. Αντίθετα, τα οργανικά υποστρώματα, όπως η κομπόστα και η τύρφη, περιέχουν ποσότητες θρεπτικών στοιχείων και μπορεί να βελτιώσουν τη χημική σύσταση του μείγματος. Ορισμένες ειδικές κατηγορίες εδαφών που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη κυρίως των οξύφιλων φυτών είναι το καστανόχωμα, το ερεικόχωμα, το ελατόχωμα και το βρυόχωμα. Τα παραπάνω μπορούν να χρησιμοποιηθούν, είτε μεμονωμένα, είτε σε αναλογία 40-60%, σε εδαφικά μείγματα για την ανάπτυξη των οξύφιλων. Στα υπόλοιπα εδαφικά μείγματα, το έδαφος αναμειγνύεται με 20-50% τύρφη ή κομπόστα και με 10-40% άμμο ή περλίτη. Η μείξη των υλικών εξαρτάται από το καλλωπιστικό είδος και τις απαιτήσεις του σε pH. Για τη μείωση της οξύτητας του μείγματος χρησιμοποιείται καστανόχωμα, ερεικόχωμα, ελατόχωμα και βρυόχωμα ή τύρφη με pH 3,5 – 4,5. Αντίθετα, για τη δημιουργία αλκαλικών μειγμάτων, προτιμάται η ανάμειξη κομπόστας με έδαφος υψηλότερου pH, στο 6,0 – 7,0. Τα πλεονεκτήματα των εδαφικών μειγμάτων είναι το χαμηλό κόστος αγοράς και η χημική τους σύσταση (θρεπτικά στοιχεία, Ι.Α.Κ.). Το βασικό μειονέκτημά τους είναι η πιθανή ύπαρξη

παθογόνων μικροοργανισμών, οι οποίοι εν δυνάμει μπορεί να προκαλέσουν ασθένειες και απώλεια παραγωγής. Το πρόβλημα λύνεται με την αποστείρωση του εδαφικού μείγματος με ζεστό ατμό (70°C) ή με χημικά, πριν από κάθε νέα καλλιέργεια.

Τα **συνθετικά μείγματα** αποτελούνται από ανόργανα και οργανικά υλικά, χωρίς την προσθήκη εδάφους (Dole & Wilkins, 2005; Δάρρας, 2010). Χαρακτηριστικό παράδειγμα συνθετικού μείγματος είναι ο συνδυασμός τύρφης με περλίτη σε διάφορες αναλογίες (π.χ. 1:1, 2:1, 3:1 τύρφη:περλίτη κ.λπ.). Η τύρφη συνδυάζεται εξαιρετικά και με άλλα ανόργανα υποστρώματα, όπως η άμμος, ο βερμικουλίτης, το κομπόστ και η ελαφρόπετρα. Για παράδειγμα, ο εμπλουτισμός της τύρφης με 25% κομπόστ είχε ως αποτέλεσμα την αύξησης του ξηρού βάρους και του αριθμού ανθέων στα φυτά Begonia X semperorens, Mimulus hybridus, Salvia splendens και Tagetes patula, σε σχέση με φυτά που αναπτύχθηκαν σε μείγμα μαύρης και ξανθής τύρφης. Ένα βασικό πλεονέκτημα των συνθετικών μειγμάτων είναι ότι δεν χρειάζονται αποστείρωση, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά, διότι έχουν υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία κατά τη μεταποίησή τους. Είναι εύκολα στη μεταχείριση, λόγω του χαμηλού τους βάρους, και επιτρέπουν τον ιδανικό αερισμό του ριζικού συστήματος. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα των συνθετικών μειγμάτων είναι α) η έλλειψη θρεπτικών στοιχείων, τα οποία πρέπει να προστίθενται με τη μορφή λιπασμάτων και β) το κόστος αγοράς. Γενικότερα, η επιλογή των υλικών για την παρασκευή μειγμάτων καθορίζεται από το είδος που καλλιεργείται και τις ανάγκες του, τη διαθεσιμότητα και το κόστος των υλικών. Σε κάθε περίπτωση, ως βάση των συνθετικών μειγμάτων χρησιμοποιείται η τύρφη, η οποία, σε συνδυασμό με άλλα υλικά, μπορεί να αποτελέσει εξαιρετικό υπόστρωμα για την καλλιέργεια των περισσότερων γλαστρικών καλλωπιστικών φυτών.

6.2 Εκτέλεση της Άσκησης

6.2.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας άσκησης είναι να εξεταστεί η ανταπόκριση διαφορετικών ανθοκομικών φυτών σε διαφορετικά εδαφικά και συνθετικά υποστρώματα. Για τον λόγο αυτό, οι φοιτητές/-τριες παρασκευάζουν εδαφικά και συνθετικά μείγματα ανάπτυξης, φυτεύουν ανθοκομικά φυτά και καταγράφουν την ανταπόκριση και τις διαφορές στην ανάπτυξη και στην άνθιση. Ως προέκταση της παρούσας εργασίας μπορεί να πραγματοποιηθούν ασκήσεις με διαφορετικά επίπεδα pH, διαφορετικές συστάσεις και συνδυασμούς υλικών.

6.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα

- 12 φυτά ρίγανης (*Origanum vulgare*) ή/και δεντρολίβανου (*Rosmarinus officinalis*)
- 12 πλαστικά φυτοδοχεία 2,5 Lt
- Τύρφη (pH 5,5-6,0)
- Περλίτης
- Έδαφος (pH 6,0 – 7,0)
- Όργανο μέτρησης της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας (π.χ. ADC Bioscientific ltd.)
- Όργανο μέτρησης του χρώματος (π.χ. Minolta colourimeter)
- Όργανο μέτρησης του φθορισμού χλωροφύλλης (π.χ. OptiSciences Inc.)

6.2.3 Μεθοδολογία

Αρχικά γίνεται ανάμειξη των υποστρωμάτων, ώστε να δημιουργηθούν 4 διαφορετικά μείγματα. Αυτά μπορεί να μεταβάλλονται και να αλλάζουν ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των υλικών και τα είδη φυτών.

Στη συγκεκριμένη άσκηση θα χρησιμοποιηθούν συνθετικά και εδαφικά μείγματα και θα γίνει σύγκριση της αποτελεσματικότητάς τους σε αρωματικά φυτά. Έτσι, παρασκευάζονται τα παρακάτω υποστρώματα:

Έδαφος 100%
Έδαφος: τύρφη 1:1
Έδαφος: τύρφη : περλίτης 1:1:1
Τύρφη: περλίτης 1:1

Χρησιμοποιούνται φυτοδοχεία χωρητικότητας 2,5 Lt (διαμέτρου 15 cm) και γεμίζονται με τα παραπάνω υποστρώματα. Συνολικά χρησιμοποιούνται 3-5 φυτά (επαναλήψεις) ανά εφαρμογή υποστρώματος (σύνολο 12-20 φυτά). Σε κάθε φυτοδοχείο αναγράφονται, με ανεξίτηλο μαρκαδόρο, ο αριθμός της επανάληψης και η εφαρμογή (π.χ. φυτό 1 – υπόστρωμα: έδαφος κ.ο.κ.). Τα φυτά μεταφυτεύονται στα φυτοδοχεία και ποτίζονται μέχρι απορροής. Στη συνέχεια, τοποθετούνται σε θερμοκήπιο ή σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας (20±5°C) και φωτισμού (12h φωτός/12h σκότους). Μετά την πρώτη εβδομάδα, όλα τα φυτά λιπαίνονται με πλήρες υδατοδιαλυτό λίπασμα 20-15-15 (150 ml/φυτοδοχείο) και κάθε 15 ημέρες. Η άσκηση διαρκεί 8 εβδομάδες, κατά τις οποίες λαμβάνονται μετρήσεις σε εβδομαδιαία βάση.

6.2.4 Μετρήσεις-Εκτιμήσεις

Τα φυτά τοποθετούνται στο θερμοκήπιο ή στον θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών σε τελείως τυχαιοποιημένο σχέδιο (Κεφάλαιο 1). Η άσκηση μελετά τις επιδράσεις του παράγοντα **υποστρώματα ανάπτυξης** σε 4 επίπεδα-υποστρώματα.
Λαμβάνονται μετρήσεις για τα εξής:

- Ύψος του φυτού (cm), βάσει του οποίου υπολογίζεται η ποσοστιαία αύξηση σύμφωνα με τον τύπο:
- $(\frac{T.Y. - A.Y.}{A.Y.})100$

  (όπου $T.Y.$ = τελικό ύψος, $A.Y.$ = αρχικό ύψος)
- Αριθμός νέων βλαστών
- Αριθμός ανθέων
- Φωτοσυνθετική δραστηριότητα (As: μmol/m^2. sec)
- Στοματική αγωγιμότητα (gs: mmol/m^2. sec)
- Διαπνοή (E: mmol/m^2. sec)
- Χρώμα των φύλλων ή/και των ανθέων (a*, b*, C, h, L)

Με τις παραπάνω μετρήσεις εκτιμάται η ανταπόκριση των φυτών στα διαφορετικά υποστρώματα, καταγράφονται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα, η διαπνοή, η στοματική αγωγιμότητα και οι αλλαγές στο χρώμα των φύλλων, οι οποίες συνιστούν αλλαγές στην παραγωγή χρωστικών.

Οι μετρήσεις λαμβάνονται κάθε 7 ημέρες για 8 εβδομάδες και σε κάθε μέτρηση οι φοιτητές συμπληρώνουν τον πίνακα του παραρτήματος. Επίσης, σημειώνονται παρατηρήσεις σε σχέση με την εμφάνιση των φυτών, καθώς και με τη διεξαγωγή της άσκησης. Μετά τη λήψη των μετρήσεων, γίνεται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων, βρίσκονται οι μέσοι όροι, συμπληρώνεται πίνακας με την ανάλυση παραλλακτικότητας και υπολογίζονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών (Κεφάλαιο 1). Τα δεδομένα τοποθετούνται στο Excel, ώστε να γίνουν γραφικές παραστάσεις, όπου χρειάζεται.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Δάρρας, Α.Ι., 2010. *Κήποι-Βεράντες-Οροφόκηποι. Ανθοκομία – Κηποτεχνία καλλωπιστικών φυτών στο αστικό περιβάλλον*. Αθήνα: ΕκδόσειςΕμβρυο..

Σάββας, Δ., 2011. Καλλιέργειες εκτός εδάφους: Υδροπονία, Υποστρώματα. Αθήνα: Εκδόσεις Αγροτύπος..

Berruti, A. and Scariot, V., 2011) Coconut fiber: a peat-like substrate for acidophilic plant cultivation. In *International Symposium on Advanced Technologies and Management Towards Sustainable Greenhouse Ecosystems,* 2011*: Greensys, 952,* pp. 629-635.

De Kreij, C. and Van Leeuwen, G. J. L., 2001. Growth of pot plants in treated coir dust as compared to peat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis,* 32(13-14), pp. 2255-2265.

Dickson, R. W., Fisher, P. R. and Argo, W. R., 2017. Quantifying the Acidic and Basic Effects of Fifteen Floriculture Species Grown in Peat-based Substrate. *HortScience,* 52(8), pp. 1065-1072.

Dole J. and Wilkins, H., 2005 *Floriculture. Principles and Species*. USA: Prentice Hall Inc..

Syros, T., Economou, A., Galaftis, A., Tsicritsis, G. and Ralli, P., 2001. A comparative study of rose cultivation on coco-soil and pumice with re-circulation of the nutrient solution. *Acta Hortic*. pp. 619-624.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Ένα κατάλληλο υπόστρωμα θα πρέπει να συγκρατεί ποσότητες νερού και θρεπτικών συστατικών και να τα αποδίδει στη ρίζα, όταν χρειάζεται.

   Σωστό ή **Λάθος**

2. Η ικανότητα συγκράτησης και αποδέσμευσης στοιχείων από την επιφάνεια των κρυσταλλικών μέσων των υποστρωμάτων

   I. εξαρτάται από τις τιμές της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ).

   II. δεν σχετίζεται με τις τιμές του pH του υποστρώματος.

   III. δεν μεταβάλλεται.

   IV. όλα τα παραπάνω.

3. Το pH μεταβάλλεται στα χημικώς ενεργά υποστρώματα και επηρεάζεται ……
   ……..

4. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) του υποστρώματος αναφέρεται στη συγκέντρωση ……
   ……..……

5. Η χρήση εδάφους δεν συνιστάται στις καλλιέργειες καλλωπιστικών φυτών.

   Σωστό ή **Λάθος**

6. Η τύρφη από είδη Sphagnum προέρχεται από βαλτότοπους και όξινα εδάφη, με τις τιμές του pH να κυμαίνονται από 3,5 – 4,5.

   Σωστό ή **Λάθος**

7. Η χρήση του περλίτη ως μέρους των συνθετικών μειγμάτων που χρησιμοποιούνται στην επιχειρηματική ανθοκομία είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη.

   Σωστό ή **Λάθος**

8. Τα ανόργανα υποστρώματα ανάπτυξης που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών είναι τα …….

9. Τα εδαφικά μείγματα είναι εκείνα που

   I. περιέχουν στη σύστασή τους μόνο έδαφος.

   II. περιέχουν έδαφος και ανόργανα υποστρώματα.

   III. περιέχουν έδαφος και οργανικά υποστρώματα.

   IV. περιέχουν έδαφος και οργανικά ή ανόργανα υποστρώματα, σε διάφορες αναλογίες.

10. Τα συνθετικά μείγματα υποστρωμάτων είναι εκείνα που

    I. περιέχουν στη σύστασή τους μικρές ποσότητες εδάφους.

    II. περιέχουν ανόργανα και οργανικά υλικά, χωρίς την προσθήκη εδάφους.

    III. περιέχουν έδαφος και οργανικά υποστρώματα.

    IV. περιέχουν μόνο ανόργανα υποστρώματα, σε διάφορες αναλογίες.

Παράρτημα

Πίνακας Μετρήσεων Ι - Ανάπτυξη

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Υπόστρωμα ανάπτυξης	Φυτό	Μετρήσεις									
		Ύψος φυτών	Μ.Ο.	Μεταβολή	Μ.Ο.	Αριθμός	Μ.Ο.	Μέρες μέχρι	Μ.	Αριθμός	Μ.Ο.
Έδαφος 100%	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Έδαφος : Τύρφη 1:1	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Έδαφος : Τύρφη : Περλίτης 1:1:1	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Τύρφη : Περλίτης 1:1	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

Πίνακας Μετρήσεων ΙΙ – Φωτοσύνθεση, καταπόνηση

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

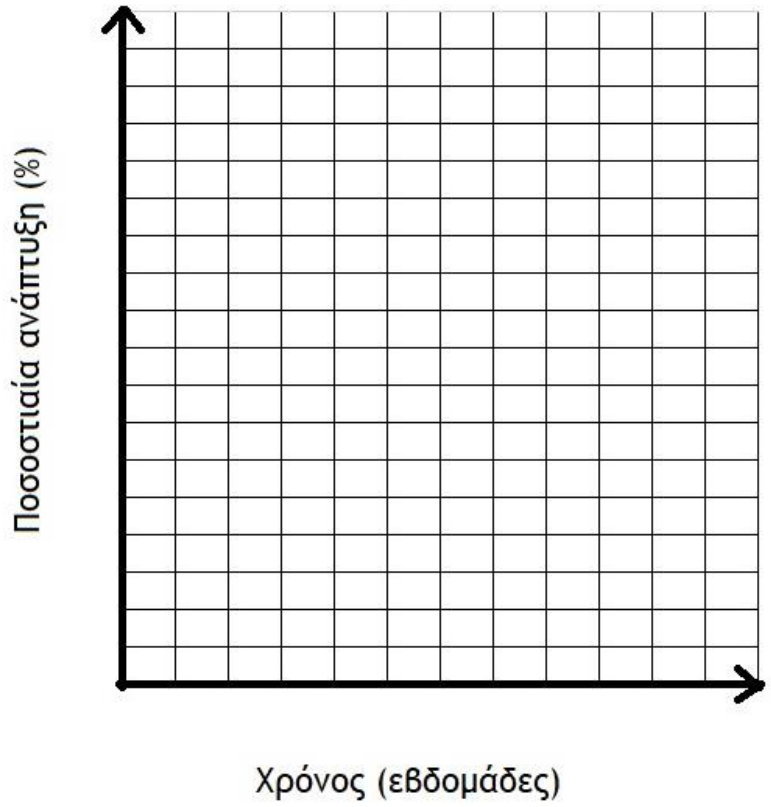
Υπόστρωμα ανάπτυξης	**Φυτό**	**Μετρήσεις**							
		As	**M.O.**	**gs**	**M.O.**	**E**	**M.O.**	**Fv/Fm**	**M.O.**
Έδαφος 100%	**1**								
	2								
	3								
	4								
	5								
Έδαφος: Τύρφη 1:1	**1**								
	2								
	3								
	4								
	5								
Έδαφος: Τύρφη: Περλίτης 1:1:1	**1**								
	2								
	3								
	4								
	5								
Τύρφη: Περλίτης 1:1	**1**								
	2								
	3								
	4								
	5								

Πίνακας Μετρήσεων ΙΙΙ - Χρώμα

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Υπόστρωμα ανάπτυξης	Φυτό	Μετρήσεις									
		a*	M.O	b*	M.O.	C	M.O.	h°	M.O.	L	M.O.
Έδαφος 100%	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Έδαφος : Τύρφη 1:1	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Έδαφος : Τύρφη : Περλίτης 1:1:1	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Τύρφη : Περλίτης 1:1	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

Το παρακάτω κενό διάγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εβδομαδιαία καταγραφή των Μ.Ο. των μετρήσεων. Μπορεί να εφαρμοστεί για την απεικόνιση της ποσοστιαίας ανάπτυξης ύψους, τον αριθμό των ανθέων, τον αριθμό των πλάγιων βλαστών της φωτοσυνθετική δραστηριότητας κ.ο.κ. Παρατίθεται, επίσης, και ενδεικτικός τίτλος λεζάντας, ο οποίος πρέπει να συμπληρωθεί με τις κατάλληλες πληροφορίες.



Διάγραμμα ….: Ποσοστιαία ανάπτυξη (%) των φυτών ……. σε υποστρώματα ανάπτυξης ……, …… και ……

Κεφάλαιο 7
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. Λαμβάνονται υπόψη 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 πρέπει να χορηγούνται, ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λίπανση των ανθοκομικών φυτών.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις λιπασματολογίας και υπολογισμού δοσολογιών θρέψης των φυτών. Στα παραδείγματα που παρουσιάζονται παρακάτω, οι φοιτητές/-τριες θα εξοικειωθούν με τη λύση προβλημάτων υπολογισμού των απαραίτητων δοσολογιών θρέψης των φυτών. Σε κάθε πρόβλημα παρουσιάζεται η μεθοδολογία της λύσης και στο τέλος του κεφαλαίου υπάρχουν επιπλέον ασκήσεις προς επίλυση, που θα βοηθήσουν στην εξάσκηση των φοιτητών/-τριών.

7.1. Εισαγωγή στην Άσκηση

7.1.1 Θρέψη-Λίπανση

Η κακή διαχείριση των θρεπτικών συστατικών μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα θρέψης, όπως είναι 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 με 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.ά.) (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.

7.2 Εκτέλεση της Άσκησης

7.2.1 Σκοπός

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 επίλυση.

7.2.2 Υλικά, Συσκευές 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.

7.2.3 Προβλήματα με τη λύση τους

1. Εταιρεία 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 m2 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 K είναι 0,83 % K_2O και το ποσοστό P 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 δύο 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 m3. 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), συνιστάται 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.

7.2.4 Προβλήματα προς επίλυση

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 συνίστανται για πότισμα με διάλυση 250 cm^3 του σκευάσματος σε 40 lt νερού; Πόσα ppm από κάθε στοιχείο περιέχονται στο νερό του ποτίσματος;

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Δάρρας, Α.Ι. και Κληρονόμου, Δ. 2006. *Ανθοκομία - Εργαστηριακές Ασκήσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Έμβρυο.

Δάρρας, Α.Ι., 2022. *Γενική Ανθοκομία: Βασικές Αρχές Παραγωγής και Διαχείρισης των Καλλωπιστικών Φυτών*. Κάλλιπος: Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.

Σάββας, Δ., 2011. *Καλλιέργειες εκτός εδάφους: Υδροπονία, Υποστρώματα*. Αθήνα: Εκδόσεις Αγροτύπος.

Σαββας, Δ., 2020. *Γενική Ανθοκομία*. Αθήνα: ΕκδόσειςΠεδίο.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Η κακή διαχείριση των θρεπτικών συστατικών μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα θρέψης, όπως είναι η τροφοπενία ή η τοξικότητα.

   Σωστό ή **Λάθος**

2. Η τροφοπενία κατά την καλλιέργεια προκαλείται από

   I. μείωση των θρεπτικών συστατικών στο υπόστρωμα.

   II. απότομες αλλαγές στο pH του υποστρώματος.

   III. κακή μηχανική σύσταση που δυσχεραίνει την απορρόφηση.

   IV. όλα τα παραπάνω.

3. Οι τροφοπενίες εμφανίζονται στα φυτά με ……
   ……...……
   ……

4. Με τον όρο «υδρολίπανση» αναφερόμαστε στη χορήγηση θρεπτικών στοιχείων στα καλλιεργούμενα φυτά στην αρχή της καλλιέργειας.

   Σωστό ή **Λάθος**

5. Στις περισσότερες ανθοκομικές καλλιέργειες, ιδιαίτερα στο θερμοκήπιο, για την υδρολίπανση των φυτών χρησιμοποιούνται: ……
   ……
   ……

Κεφάλαιο 8
Επίδραση της λίπανσης στην ανάπτυξη των ανθοκομικών φυτών

Σύνοψη
Η χορήγηση των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών στις ανθοκομικές καλλιέργειες αποτελεί κύρια καλλιεργητική πρακτική, η οποία σχετίζεται με την απόδοση παραγωγής και, συνεπώς, με τα έσοδα του παραγωγού. Η χορήγηση των λιπασμάτων γίνεται είτε κατά την εγκατάσταση των φυτών στο έδαφος (βασική λίπανση) ή σε υδροπονικές καλλιέργειες και σε ανάπτυξη σε φυτοδοχεία, με τη χρήση θρεπτικού διαλύματος (υδρολίπανση). Ο παραγωγός πρέπει να υπολογίσει τις ποσότητες των λιπασμάτων που θα χρειαστεί, και στη συνέχεια να τις εφαρμόσει με το νερό της άρδευσης. Για την αποφυγή λαθών που θα οδηγήσουν σε μειωμένη ανάπτυξη, τροφοπενίες ή τοξικότητες, ο παραγωγός πρέπει να παρακολουθεί τα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία της χορήγησης λιπασμάτων. Αυτά είναι οι μεταχρωματισμοί στα φύλλα, οι περιφερειακές ξηράνσεις, η ηλεκτρική αγωγιμότητα και το pH του διαλύματος απορροής.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις φυσιολογίας και, πιο συγκεκριμένα, αυτές που αφορούν τη θρέψη των καλλωπιστικών φυτών. Απαραίτητη είναι η γνώση λιπασματολογίας, η οποία θα βοηθήσει στην κατανόηση της επίδρασης των λιπασμάτων στην ανάπτυξη και στην άνθιση. Για την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση, οι αναγνώστες μπορούν να ανατρέξουν στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

8.1. Εισαγωγή στην Άσκηση

Τα θρεπτικά στοιχεία είναι απαραίτητα για όλους τους ζώντες οργανισμούς. Ο άνθρακας, το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι οι δομικοί λίθοι των υδατανθράκων και των άλλων οργανικών μορίων, που αποτελούν τη βιομάζα του φυτού. Τα παραπάνω δομικά στοιχεία προσλαμβάνονται από το CO_2 και το νερό (H_2O). Τα μακροστοιχεία αποτελούν τα συστατικά μακρομορίων, συμπεριλαμβανομένων των πρωτεϊνών και των ενζύμων. Επίσης, τα ιχνοστοιχεία, προσλαμβάνονται σε μικρές ποσότητες, ωστόσο αποτελούν, αναπόσπαστα τμήματα των ενζύμων και έτσι έχουν ιδιαίτερο ρόλο στη λειτουργία του φυτικού κυττάρου. Τα ανθοκομικά φυτά χρησιμοποιούν για την ανάπτυξή τους τα θρεπτικά συστατικά που υπάρχουν στο εδαφικό διάλυμα. Στην επιχειρηματική ανθοκομία, η χρήση αδρανών υποστρωμάτων ανάπτυξης προϋποθέτει τη χορήγηση όλων των απαραίτητων στοιχείων με τη μορφή λιπασμάτων. Τα **κύρια θρεπτικά στοιχεία** που προσλαμβάνονται σε μεγάλες ποσότητες είναι το άζωτο (N), ο φώσφορος (P) και το κάλιο (K). Τα **δευτερεύοντα θρεπτικά στοιχεία** είναι το ασβέστιο (Ca), το θείο (S) και το μαγνήσιο (Mg), τα οποία προσλαμβάνονται σε μικρότερες ποσότητες, και τα **ιχνοστοιχεία,** όπως ο σίδηρος (Fe), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu), το βόριο (Bo) το μαγγάνιο (Mn), το μολυβδαίνιο (Pb) και το χλώριο (Cl), τα οποία απορροφώνται σε πολύ μικρές ποσότητες. Μέγιστη απόδοση των φυτών λόγω σωστής θρέψης επιτυγχάνεται μόνο όταν και οι λοιποί καλλιεργητικοί παράγοντες, όπως η εδαφική υγρασία, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ο κατάλληλος φωτισμός κ.λπ., βρίσκονται σε ιδανικά επίπεδα (Δάρρας & Κληρονόμου 2006, Δάρρας 2022).

Οι διαταραχές στη θρέψη αφορούν την έλλειψη θρεπτικών στοιχείων (τροφοπενία) ή στην υπερβολική συγκέντρωσή τους στο εδαφικό διάλυμα (τοξικότητα), οπότε δημιουργούνται συνθήκες καταπόνησης. Στις περιπτώσεις των τροφοπενιών, συγκεκριμένες λειτουργίες του φυτού, στις οποίες συμμετέχουν τα υπολειπόμενα θρεπτικά στοιχεία, επιβραδύνονται ή καταστέλλονται. Κατά την καλλιέργεια, οι προχωρημένες ελλείψεις στοιχείων εμφανίζονται με χαρακτηριστικά συμπτώματα, από τα οποία ο παραγωγός αναγνωρίζει την έλλειψη του στοιχείου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι χλωρώσεις στα φύλλα, οι οποίες οφείλονται στην ανικανότητα του φυτού να συνθέσει χλωροφύλλη, ως αποτέλεσμα της έλλειψης στοιχείων, όπως το μαγνήσιο, το οποίο αποτελεί συστατικό του μορίου της χλωροφύλλης. Τα συμπτώματα από την έλλειψή του εμφανίζονται ως διάχυτη χλώρωση στις μεσονεύριες περιοχές των παλαιότερων φύλλων. Παρόμοιες χλωρώσεις εμφανίζονται και με τις

τροφοπενίες σιδήρου, ο οποίος αποτελεί βασικό συστατικό σιδηροπρωτεϊνών, που συμμετέχουν στη μεταφορά ηλεκτρονίων κατά τη φωτοσύνθεση (Αϊβαλάκης κ.ά. 2016). Η εμφάνιση τροφοπενιών σχετίζεται με πολλούς παράγοντες, όπως ο ανταγωνισμός μεταξύ των στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα, η οξύτητα, τα επίπεδα φωτισμού και η θερμοκρασία του εδάφους. Πολλές φορές, τα συμπτώματα από τροφοπενίες συγχέονται με προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς και χρειάζονται ειδικές γνώσεις αναγνώρισης των συμπτωμάτων. Επίσης, η διαγνωστική κατάσταση ενός φυτού μια δεδομένη χρονική στιγμή μπορεί να περιλαμβάνει συμπτωματολογία από πολλούς, διαφορετικούς, βιοτικούς ή αβιοτικούς παράγοντες καταπόνησης, αυξάνοντας τη δυσκολία της διάγνωσης.

Οι ελλείψεις των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά αντιμετωπίζονται με τη χρήση λιπασμάτων. Ωστόσο, τα φυτά διαρκώς αντιμετωπίζουν προβλήματα θρέψης, καθώς η μεταβολή της συγκέντρωσης των στοιχείων στους ιστούς είναι δυναμική και μεταβάλλεται διαρκώς. Τα φυτά διαθέτουν μηχανισμούς αντιμετώπισης των τροφοπενιών μέχρι έναν βαθμό. Η διαδικασία ονομάζεται επανακινητοποίηση θρεπτικών στοιχείων και αφορά τη μετακίνησή τους από όργανα ελάσσονος σημασίας (π.χ. υπερώριμα φύλλα) σε ζωτικά όργανα με υψηλές ανάγκες, όπως οι κορυφές και τα άνθη (Αϊβαλάκης κ.ά. 2016). Στόχος αυτής της μεταβολικής προσπάθειας του φυτού είναι η ολοκλήρωση του βιολογικού του κύκλου. Η επανακινητοποίηση αφορά συγκεκριμένα θρεπτικά στοιχεία, τα οποία δεσμεύονται χαλαρότερα στις χημικές ενώσεις και διαθέτουν την ικανότητα μετακίνησης μεταξύ των ιστών. Αυτά τα στοιχεία ονομάζονται ευκίνητα και περιλαμβάνουν το άζωτο, το φώσφορο, το κάλιο και το μαγνήσιο. Οι τροφοπενίες των παραπάνω εμφανίζονται στα παλαιότερα φύλλα. Αντίθετα, το ασβέστιο, ο σίδηρος, ο χαλκός, το βόριο, ο ψευδάργυρος και το μολυβδαίνιο δεν μπορούν να μετακινηθούν, γι' αυτό τα συμπτώματα έλλειψης εμφανίζονται στα νεότερα φύλλα (Αϊβαλάκης κ.ά. 2016).

8.2 Εκτέλεση της Άσκησης

8.2.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εξοικείωση των φοιτητών/-τριών με τη χορήγηση λιπασμάτων σε καλλιεργούμενα ανθοκομικά φυτά. Επίσης, στόχος είναι η παρατήρηση α) της επίδρασης των θρεπτικών στοιχείων στην ανάπτυξη των ανθοκομικών φυτών, β) της εμφάνισης τροφοπενιών και γ) των πιθανών διαταραχών στη θρέψη.

8.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα

- 15 φυτά γερανιού (Pelargonium hortorum)
- Τύρφη
- Περλίτης
- Γλάστρες όγκου 2,5 lt
- Θειϊκή αμμωνία (21-0-0)
- Απλό υπερφωσφορικό (0-20-0)
- Θειϊκό κάλιο (0-0-50)
- Ζυγός ακριβείας (0.1 – 1000 gr)
- Υάλινος εξοπλισμός εργαστηρίου (ογκομετρικοί κύλινδροι κ.ά.)
- pHμετρο
- Αγωγιμόμετρο (EC: mS/cm)
- Όργανο μέτρησης της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας (π.χ. ADC Bioscientific ltd.)
- Όργανο μέτρησης του χρώματος (π.χ. Minolta colourimeter)
- Όργανο μέτρησης του φθορισμού χλωροφύλλης (π.χ. OptiSciences Inc.)

8.2.3 Μεθοδολογία

Για τις ανάγκες της άσκησης χρησιμοποιείται υπόστρωμα αποτελούμενο από τύρφη και περλίτη, σε αναλογία 3:1. Φυτοδοχεία χωρητικότητας 2,0-2,5 Lt (διαμέτρου 15-20 cm) γεμίζονται με το παραπάνω υπόστρωμα. Υπολογίζονται οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων, σύμφωνα με τα διαθέσιμα λιπάσματα, και δημιουργείται το θρεπτικό διάλυμα, το οποίο στη συνέχεια χορηγείται με το νερό του ποτίσματος με τη βοήθεια υδρολιπαντήρα. Οι υδρολιπαντήρες ενσωματώνονται στο δίκτυο του ποτίσματος και τροφοδοτούν το τρεχούμενο στους σωλήνες νερό με υδατοδιαλυτό λίπασμα. Το θρεπτικό διάλυμα που εκρέει από τα ακροφύσια (μπέκ) των σωλήνων άρδευσης χορηγεί τα αναγκαία θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών. Ένας υδρολιπαντήρας έχει τη μορφή της Εικόνας 8.1. (Δάρρας, 2022).



Εικόνα 8.1 *Υδρολιπαντήρας και δοχεία με πυκνό θρεπτικό διάλυμα. Το σύστημα λειτουργεί με αντλία Venturi* (Nikolai Sokolov, Bugwood.org**)**.

Για τη δημιουργία του θρεπτικού διαλύματος υπολογίζονται οι ποσότητες των λιπασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν (βλέπε παραδείγματα Κεφάλαιο 7). Οι απαιτούμενες ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων υπολογίζονται στα 0, 250, 500 και 1000 mg/lt από N, P, K (βλέπε παραδείγματα Κεφάλαιο 7).

Τα φυτά χωρίζονται σε 4 ομάδες των 5 φυτών, ανάλογα με την εφαρμογή:

Πέντε φυτά μάρτυρες 0 mg/lt N, P, K
Πέντε φυτά 250 mg/lt N, P, K
Πέντε φυτά 500 mg/lt N, P, K
Πέντε φυτά 1000 mg/lt N, P, K

Μετά την εφαρμογή, αναγράφονται με ανεξίτηλο μαρκαδόρο σε κάθε φυτοδοχείο η εφαρμογή και η επανάληψη κάθε φυτού [π.χ. φυτό 1 (0 mg/lt)]. Η χορήγηση των θρεπτικών συστατικών γίνεται 2 φορές την εβδομάδα για 8 εβδομάδες και οι μετρήσεις λαμβάνονται εβδομαδιαίως, μέχρι το τέλος της άσκησης.

8.2.4 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις

Τα φυτά τοποθετούνται στο θερμοκήπιο σε τελείως τυχαιοποιημένο σχέδιο (Κεφάλαιο 1). Η άσκηση μελετά τις επιδράσεις του παράγοντα «λίπανση» στα διαφορετικά επίπεδα θρεπτικών στοιχείων. Ο παράγοντας «λίπανση» έχει 4 επίπεδα, όπως φαίνεται παραπάνω.

Λαμβάνονται μετρήσεις για τα εξής:

1. Ύψος του φυτού (cm), βάσει του οποίου υπολογίζεται η ποσοστιαία αύξηση σύμφωνα με τον τύπο:

   $$(\frac{T.Y. - A.Y.}{A.Y.})100$$

   (όπου $T.Y.$ = τελικό ύψος, $A.Y.$ = αρχικό ύψος)
2. Αριθμός νέων βλαστών
3. Αριθμός ανθέων
4. Ηλεκτρική αγωγιμότητα (dS/m)
5. pH
6. Φωτοσυνθετική δραστηριότητα (As: μmol/m^2. sec)
7. Στοματική αγωγιμότητα (gs: mmol/m^2. sec)
8. Διαπνοή (E: mmol/m^2. sec)
9. Χρώμα των φύλλων ή/και των ανθέων (a*, b*, C, h, L)
10. Φθορισμός χλωροφύλλης (Fv/Fm)

Με τις παραπάνω μετρήσεις εκτιμάται η ανταπόκριση των φυτών στα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης, καταγράφεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα, η διαπνοή, η στοματική αγωγιμότητα και οι αλλαγές στο χρώμα των φύλλων, οι οποίες συνιστούν αλλαγές στην παραγωγή των χρωστικών, ως αποτέλεσμα τροφοπενίας. Το επίπεδο υδατικής καταπόνησης καταγράφεται με τον δείκτη Fv/Fm, ο οποίος χαρακτηρίζει τη ζημιά στο φωτοσύστημα II (PSII) στα κύτταρα.

Οι μετρήσεις στην EC και στο pH λαμβάνονται με φορητά όργανα μέτρησης στο διάλυμα απορροής (Whipker et al. 2003, Dole & Wilkins 2005, Δάρρας 2022). Αναλυτικότερα, για τη μέτρηση της EC και του pH χορηγείται νερό στο υπόστρωμα μέχρι τον κορεσμό. Στη συνέχεια, χορηγείται το θρεπτικό διάλυμα και συλλέγεται το πλεονάζον διάλυμα που εκρέει από τις οπές αποστράγγισης. Το υπόστρωμα πιέζεται προσεκτικά, μέχρι την πλήρη εκροή διαλύματος από τις οπές αποστράγγισης, και συλλέγεται για μέτρηση EC και pH. Η συλλογή του διαλύματος γίνεται 30-60’ αργότερα. Θα πρέπει να λαμβάνεται δειγματοληπτικά διάλυμα από φυτοδοχεία σε όλο το μήκος της γραμμής λίπανσης, ώστε να υπάρχει ενδεικτική τιμή EC και pH για όλο το δίκτυο λίπανσης.

Σε κάθε μέτρηση συμπληρώνονται οι πίνακες του παραρτήματος. Επίσης, σημειώνονται παρατηρήσεις σε σχέση με την εμφάνιση των φυτών, καθώς και με τη διεξαγωγή της άσκησης. Μετά τη λήψη των μετρήσεων, γίνεται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων, βρίσκονται οι μέσοι όροι, συμπληρώνεται πίνακας με την ανάλυση παραλλακτικότητας και υπολογίζονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών (Κεφάλαιο 1). Τα δεδομένα τοποθετούνται στο Excel, ώστε να γίνουν γραφικές παραστάσεις.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Αϊβαλάκης, Γ., Καραμπουρνιώτης Γ., και Λιακόπουλος Γ., 2016. *Φυσιολογία Φυτών*. Αθήνα: Εκδόσεις Έμβρυο.

Δάρρας, Α.Ι. και Κληρονόμου, Δ., 2006. *Ανθοκομία - Εργαστηριακές Ασκήσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Έμβρυο.

Δάρρας, Α.Ι., 2022. *Γενική Ανθοκομία: Βασικές Αρχές Παραγωγής και Διαχείρισης των Καλλωπιστικών Φυτών*. Κάλλιπος: Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.

Σαββας, Δ., 2020. *Γενική Ανθοκομία*. Αθήνα: ΕκδόσειςΠεδίο.

Dole, J.M., and Wilkins, H.F., 2005. *Floriculture: principles and species*. USA, NJ: Prentice-Hall Inc.

Whipker et al. 2003. *Plant Nutrition*. In Hamrick, D. (ed).., 17th edition. Ball Publishing, Batavia, USA, pp. 29-37.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Τα μακροστοιχεία αποτελούν τη βιομάζα του φυτού.

   Σωστό ή **Λάθος**

2. Στην επιχειρηματική ανθοκομία, η χρήση αδρανών υποστρωμάτων ανάπτυξης προϋποθέτει
   ……
   ……...…...……..
   ……

3. Τα κύρια θρεπτικά στοιχεία που προσλαμβάνονται σε μεγάλες ποσότητες από τα φυτά είναι τα
   ……
   …...…..……...…
   ……

4. Τα κύρια θρεπτικά στοιχεία είναι το ασβέστιο (Ca), το θείο (S) και το μαγνήσιο (Mg).

   Σωστό ή **Λάθος**

5. Η εμφάνιση τροφοπενιών σχετίζεται με πολλούς παράγοντες, όπως είναι ο ανταγωνισμός μεταξύ των στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα, η οξύτητα, τα επίπεδα φωτισμού και η θερμοκρασία του εδάφους.

   Σωστό ή **Λάθος**

6. Οι ελλείψεις των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά αντιμετωπίζονται με ……
   ……...
   ……
   ……...

7. Η διαδικασία της επανακινητοποίησης θρεπτικών στοιχείων αφορά
   I. την κίνηση των θρεπτικών συστατικών από το υπόστρωμα στις ρίζες.
   II. την πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών από το έδαφος.
   III. τη μετακίνηση των θρεπτικών συστατικών από όργανα ελάσσονος σημασίας (π.χ. υπερώριμα φύλλα) σε ζωτικά όργανα με υψηλές ανάγκες.
   IV. όλα τα θρεπτικά στοιχεία.

Παράρτημα

Πίνακας Μετρήσεων Ι - Ανάπτυξη

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Συγκέντρωση N, P, K (mg/lt)	Φυτό	Μετρήσεις				
		Ύψος φυτών (cm)	Μεταβολή ύψους (%)	Αριθμός πλάγιων βλαστών	Ημέρες μέχρι την ανθοφορία	Αριθμός ανθέων
0 mg/lt	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
Μ.Ο.						
250 mg/lt	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
Μ.Ο.						
500 mg/lt	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
Μ.Ο.						
1000 mg/lt	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
Μ.Ο.						

Πίνακας Μετρήσεων ΙΙ – Φωτοσύνθεση, καταπόνηση

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Συγκέντρωση N, P, K (mg/lt)	Φυτό	Μετρήσεις			
		As	gs	E	Fv/Fm
0 mg/lt	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
M.O.					
250 mg/lt	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
M.O.					
500 mg/lt	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
M.O.					
1000 mg/lt	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
M.O.					

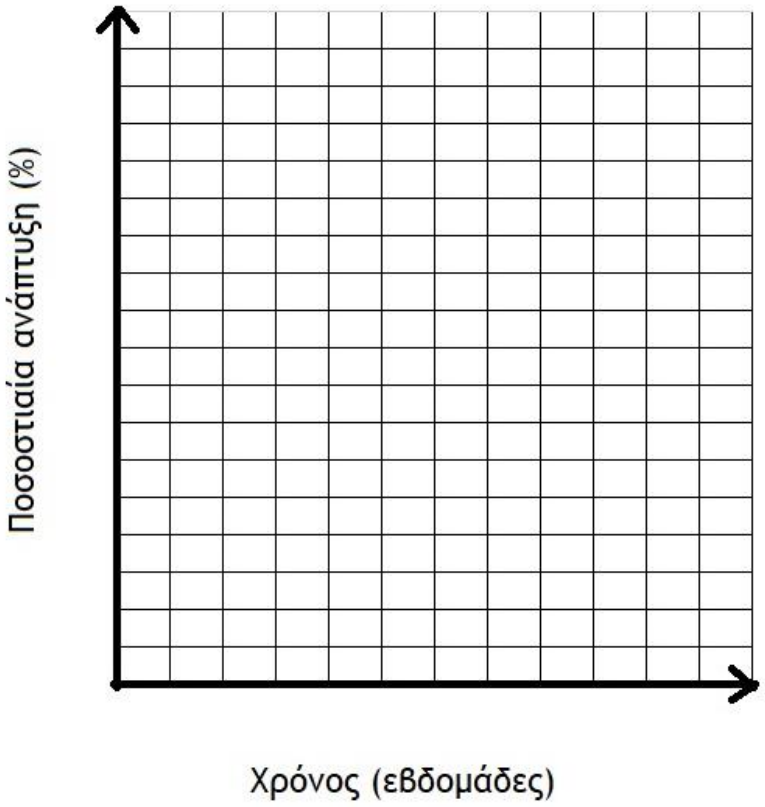
Πίνακας Μετρήσεων ΙΙΙ - Χρώμα

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Συγκέντρωση N, P, K (mg/lt)	**Φυτό**	**Μετρήσεις**				
		a*	**b***	**C**	**h^o**	**L**
0 mg/lt	**1**					
	2					
	3					
	4					
	5					
Μ.Ο.						
250 mg/lt	**1**					
	2					
	3					
	4					
	5					
Μ.Ο.						
500 mg/lt	**1**					
	2					
	3					
	4					
	5					
Μ.Ο.						
1000 mg/lt	**1**					
	2					
	3					
	4					
	5					
Μ.Ο.						

Γραφική Απεικόνιση Ι

Το παρακάτω κενό διάγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εβδομαδιαία καταγραφή των Μ.Ο. των μετρήσεων. Μπορεί να εφαρμοστεί για την απεικόνιση της ποσοστιαίας ανάπτυξης του ύψους, τον αριθμό των ανθέων, τον αριθμό των πλάγιων βλαστών, τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα, τη σχέση Fv/Fm κ.ο.κ. Παρατίθεται, επίσης, και ενδεικτικός τίτλος λεζάντας, ο οποίος πρέπει να συμπληρωθεί με τις κατάλληλες πληροφορίες.



Διάγραμμα: Ποσοστιαία ανάπτυξη (%) των φυτών ……. μετά την εφαρμογή ….., ….., ……, και ……. mg/lt N, P, K.

Κεφάλαιο 9
Κλάδεμα και Κορυφολόγημα Ανθοκομικών Φυτών

Σύνοψη
Το κλάδεμα στα καλλωπιστικά ανθοκομικά φυτά δεν περιλαμβάνει μόνο την αφαίρεση των ξυλοποιημένων βλαστών και τη μείωση του μήκους εκείνων που μένουν, αλλά και τις εργασίες που έχουν ως σκοπό τη διαχείριση της κόμης και τη βελτίωση της διακοσμητικής τους αξίας. Το κλάδεμα είναι μια απαραίτητη καλλιεργητική φροντίδα, η οποία αποσκοπεί στον έλεγχο της βλάστησης και της ανθοφορίας και βελτιώνει τη λειτουργικότητα των φυτών στον χώρο. Εφαρμόζεται σε φυτά που καλλιεργούνται για παραγωγικούς σκοπούς (δρεπτά άνθη, γλαστρικά φυτά), αλλά, κυρίως, σε φυτά κηποτεχνίας, που χρησιμοποιούνται στη διαμόρφωση των χώρων πρασίνου. Οι επεμβάσεις που πραγματοποιούνται κατά το κλάδεμα είναι η αφαίρεση ή σύντμηση βλαστών, η αφαίρεση φύλλων και η αφαίρεση ανθέων.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις φυσιολογίας που σχετίζεται με την επίδραση των ορμονών στην ανάπτυξη (κυριαρχία της κορυφής). Η γνώση του απαραίτητου εξοπλισμού και η χρήση του στα έργα πρασίνου είναι βασικές προϋποθέσεις για την πρακτική εφαρμογή των κανόνων κλαδέματος. Για την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση, οι αναγνώστες μπορούν να ανατρέξουν στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

9.1. Εισαγωγή στην Άσκηση

9.1.1 Κλάδεμα παραγωγής

Το κλάδεμα παραγωγής έχει ως στόχο τον έλεγχο της βλάστησης και της ανθοφορίας (Δάρρας & Κληρονόμου 2006). Όπως συμβαίνει και με το κορυφολόγημα, το κλάδεμα αποσκοπεί στην ομοιόμορφη κατανομή της ανθοφορίας και στη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων ανθικών στελεχών. Κλάδεμα παραγωγής εφαρμόζεται στις καλλιέργειες τριανταφυλλιάς στο θερμοκήπιο για την παραγωγή ανθέων. Στελέχη τριανταφυλλιάς συγκομίζονται σχεδόν καθημερινά ή κατά κύματα. Η συγκομιδή τους αποτελεί το βασικό κλάδεμα στην παραγωγική τριανταφυλλιά. Με τη συνεχή αφαίρεση βλαστών, τα φυτά διατηρούν το αρχικό σχήμα κύπελου σε ύψος 50-70 cm, με 3-7 κεντρικούς βραχίονες, από τους οποίους προκύπτει η νέα βλάστηση. Η ρύθμιση της ποσότητας βλαστών που θα παράξει ένας βραχίονας εξαρτάται από τον αριθμό των οθφαλμών που παραμένουν. Σε κάθε περίπτωση, ισχύει η σχέση ποσότητας/ποιότητας. Όσο περισσότεροι ανθοφόροι βλαστοί διατηρούνται για ανθοφορία από το ίδιο φυτό, τόσο χαμηλότερης ποιότητας θα είναι τα ανθικά στελέχη που θα παραχθούν. Τέλος, στην τριανταφυλλιά, όπως στο χρυσάνθεμο και στη γαριφαλιά, η αφαίρεση των πλάγιων ανθοφόρων βλαστών πρέπει να γίνεται έγκαιρα και σε τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να εξασφαλίζεται η ανάπτυξη του κεντρικού άνθους.

9.1.2 Κορυφολόγημα

Το κορυφολόγημα είναι βασική καλλιεργητική φροντίδα για ορισμένα είδη ανθοκομικών φυτών που καλλιεργούνται ως καλλωπιστικά γλάστρας ή για την παραγωγή δρεπτών ταξιανθιών (Δάρρας & Κληρονόμου 2006). Ενδεικτικά αναφέρονται η γαριφαλιά, το χρυσάνθεμο, η ποϊνσέτια κ.ά. Το κορυφολόγημα αφορά την αφαίρεση του ακραίου μεριστώματος (κορυφή του βλαστού), για να αναπτυχθούν όσο το δυνατό περισσότεροι πλάγιοι παραγωγικοί βλαστοί. Το κορυφολόγημα έχει ως αποτέλεσμα το καλύτερο «αδέλφωμα» του φυτού που προκύπτει από την ανάπτυξη δευτερευόντων πλάγιων ανθοφόρων βλαστών. Το κορυφολόγημα καθορίζει τη σχέση ποιότητας/ποσότητας, καθώς και την κατανομή της ανθοφορίας επιλεκτικά στον χρόνο, βοηθώντας στον προγραμματισμό της παραγωγής.

Η εφαρμογή του κορυφολογήματος γίνεται με την αφαίρεση των μπουμπουκιών σε μέγεθος φακής ή μπιζελιού, ανάλογα με το ανθοκομικό είδος. Για παράδειγμα, στις γαριφαλιές και στα χρυσάνθεμα τύπου standard (ανθοφόροι βλαστοί με ένα μεγάλο άνθος), αφήνεται το κεντρικό άνθος του ανθοφόρου βλαστού και αφαιρούνται τα μπουμπούκια των πλάγιων βλαστών (Εικόνα 9.1). Στην περίπτωση των πολύανθων γαριφάλων (spray carnations) και χρυσανθέμων, αφαιρείται ο κεντρικός ανθοφόρος οφθαλμός, ώστε να αναπτυχθούν όσο το δυνατό περισσότεροι πλάγιοι οφθαλμοί από το ίδιο στέλεχος, προκειμένου να αναπτύσσονται περισσότερα άνθη ανά ανθικό στέλεχος.

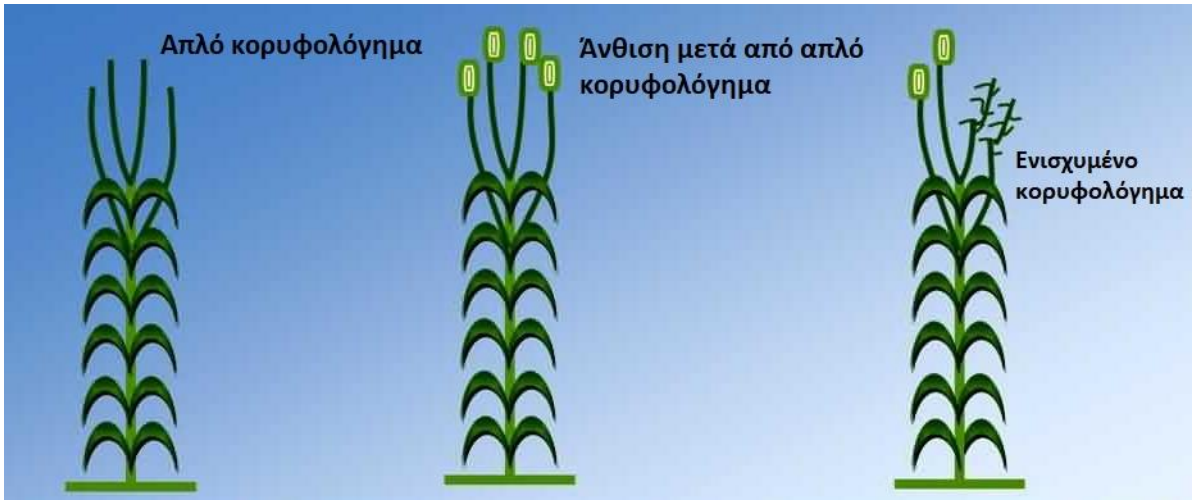


Εικόνα 9.1 *Πλάγια μπουμπούκια που πρέπει να αφαιρεθούν, ώστε το κεντρικό άνθος να αναπτυχθεί όσο το δυνατό περισσότερο (Προσωπικό αρχείο).*

Επίσης, για τον έλεγχο της ανθοφορίας χρονικά και την ομοιόμορφη κατανομή του στο έτος, ώστε *να* υπάρχει διαδοχική και συνεχής άνθιση, γίνονται αυστηρά ή μέτρια κορυφολογήματα (Εικόνα 9.2). Για παράδειγμα, το κορυφολόγημα της γαριφαλιάς χωρίζεται σε τρείς βασικές κατηγορίες:

Απλό κορυφολόγημα: Αρχίζει περίπου 3 βδομάδες μετά τη φύτευση. Κορυφολογείται το κεντρικό στέλεχος πάνω από των 5^{ο} κόμβο και αφήνονται να αναπτυχθούν όλοι οι πλάγιοι βλαστοί. Με το απλό κορυφολόγημα ανθίζουν ομοιόμορφα όλοι οι πλάγιοι βλαστοί και είναι κατάλληλο για καλλιέργειες όψιμα φυτεμένες.

Ενισχυμένο κορυφολόγημα: Εκτός από το κλάδεμα του κεντρικού στελέχους πάνω από τον 5^{ο} κόμβο, κορυφολογούνται οι μισοί πλάγιοι βλαστοί, επίσης στον 4 – 5^{ο} κόμβο. Η άνθιση επέρχεται πρώτα στους μισούς πλάγιους βλαστούς, που δεν κορυφολογήθηκαν, ενώ οι κορυφολογημένοι βλαστοί ανθίζουν σταδιακά αργότερα. Η άνθιση των φυτών κατανέμεται στον χρόνο και παρατείνεται η περίοδος ανθοφορίας.

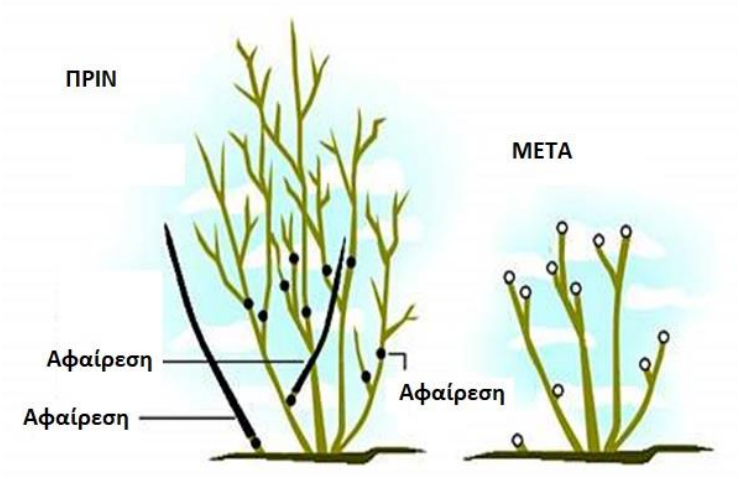


Εικόνα 9.2 *Επίδραση του απλού και του ενισχυμένου κορυφολογήματος στην ανάπτυξη των νέων ταξιανθιών.*

Αντίστοιχα, το κορυφολόγημα του χρυσανθέμου γίνεται για τη δημιουργία πολυστέλεχων φυτών. Κορυφολογείται η κορυφή του κεντρικού βλαστού και αφήνεται να αναπτυχθούν οι εναπομείναντες πλάγιοι οφθαλμοί. Σε καλλιέργειες στις οποίες ελέγχεται η φωτοπερίοδος τεχνητά, το κορυφολόγημα στοχεύει στην αύξηση των ανθοφόρων στελεχών ανά φυτό. Ο καταλληλότερος χρόνος για το κορυφολόγημα είναι περίπου 2 εβδομάδες μετά τη μεταφύτευση των ριζοβολημένων μοσχευμάτων στην οριστική τους θέση.

9.1.3. Κλάδεμα φυτών κηποτεχνίας

Το κλάδεμα των φυτών κηποτεχνίας αποτελεί τη βασικότερη πρακτική συντήρησης, η οποία γίνεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Δάρρας & Κληρονόμου 2006). Ωστόσο, η εφαρμογή του κλαδέματος έχει συγκεκριμένα ορόσημα. Για παράδειγμα, το **κλάδεμα ανανέωσης** πραγματοποιείται τους χειμερινούς μήνες (Ιανουάριο-Φεβρουάριο) (Εικόνα 9.3). Στο κλάδεμα ανανέωσης, αφαιρούνται όλοι οι βλαστοί του προηγούμενου έτους και παραμένουν 3-7 κεντρικοί βραχίωνες 30-50 cm με οφθαλμούς, οι οποίοι θα δώσουν τη νέα βλάστηση. Μπορεί να διατηρηθούν και δευτερεύοντες βλαστοί με οφθαλμούς, όπως φαίνεται στην Εικόνα 9.3. Το κλάδεμα ανανέωσης είναι σχεδόν απαραίτητο για πολλά φυτά, ώστε να διατηρήσουν τη δομή του φυλλώματος και την καλλωπιστική τους αξία. Η παράλειψη του κλαδέματος ανανέωσης οδηγεί στη δημιουργία πολλών ξυλοποιημένων βλαστών χωρίς ενεργούς οφθαλμούς στο εσωτερικό του φυλλώματος, οι οποίοι εμφανίζονται σαν «ξεροί». Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα φυτά λεβάντα, δεντρολίβανο, λαντάνα κ.ά. (Εικόνα 9.4).



Εικόνα 9.3 *Κλάδεμα ανανέωσης που πραγματοποιείται 1 φορά τον χρόνο ή μετά από 3-4 χρόνια σε πολλούς καλλωπιστικούς θάμνους.*



Εικόνα 9.4 *Ξυλοποιημένοι και ξεροί κλάδοι λεβάντας, οι οποίοι δεν κλαδεύτηκαν τον χειμώνα σε κλάδεμα ανανέωσης (Προσωπικό αρχείο).*

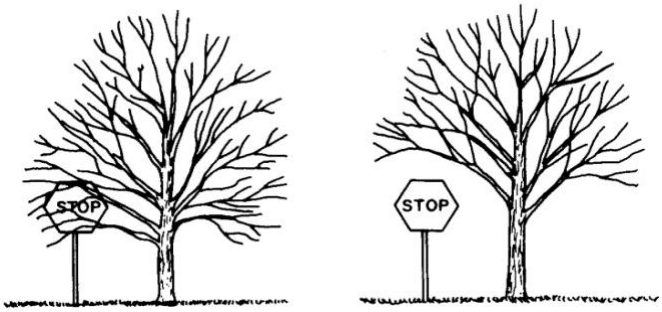
Το **κλάδεμα διαμόρφωσης** είναι το συχνότερο κλάδεμα που εφαρμόζεται στα φυτά κηποτεχνίας (Δάρρας & Κληρονόμου 2006). Αφορά την αφαίρεση βλαστών και φυλλώματος του τρέχοντος έτους και πραγματοποιείται οποιαδήποτε περίοδο κρίνεται αναγκαίο. Είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία σχήματος στα φυτά, είτε αυτό είναι γεωμετρικό σχήμα είτε αφορά την ανάδειξη της φυσικής δομής (Εικόνα 9.5). Το κλάδεμα μορφοποίησης μπορεί να έχει αισθητικό ή και λειτουργικό χαρακτήρα (Εικόνα 9.6).



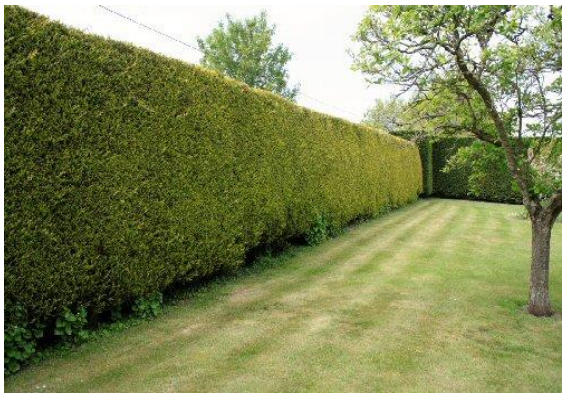
Εικόνα 9.5 *Κλάδεμα μορφοποίησης για τη δημιουργία σχήματος (αριστερά), ή για τη διατήρηση του φυσικού σχήματος του φυτού (δεξιά) (CC BY-NC-SA).*

Η δημιουργία φυτικών φραχτών αποτελεί βασικό κλάδεμα διαμόρφωσης για τα φυτά κηποτεχνίας (Εικόνα 9.7). Οι φυτικοί φράχτες χρησιμοποιούνται για την απομόνωση χώρων οπτικά και ηχητικά. Μπορεί να έχουν ύψος από 0,5 m ως και 3-4 m ανάλογα με τη λειτουργικότητά τους (Εικόνα 9.7). Οι χαμηλότερες μπορντούρες χρησιμοποιούνται για την οριοθέτηση μονοπατιών, δρόμων και παρτεριών στα πάρκα και στους κήπους. Θα πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολή στη δημιουργία φυτικής μπορντούρας, καθώς πολλές φορές λειτουργεί αρνητικά, τόσο σε πρακτικό, όσο και σε αισθητικό επίπεδο, αφού μπορεί να απομονώσει περιοχές στον κήπο που σε άλλες περιπτώσεις θα έπρεπε να αναδειχτούν. Επίσης, το κλάδεμα φυτών σε μορφή γεωμετρικών σχημάτων, πολλές φορές υπερβάλλει στους αστικούς κήπους, αφαιρώντας τη φυσικότητα και την αρμονία. Η εφαρμογή κλαδέματος θα πρέπει να γίνεται πάντα με βάση τη λειτουργικότητα και την αισθητική.





Εικόνα 9.6 *Κλάδεμα μορφοποίησης για τη δημιουργία μπορντούρας (αισθητική παρέμβαση, αριστερά) ή για βελτίωση της λειτουργικότητας (δεξιά) (CC BY-NC-SA).*





Εικόνα 9.7 *Κλάδεμα μορφοποίησης για τη δημιουργία φυτικού φράχτη, με λειτουργικό και, ταυτόχρονα, αισθητικό αποτέλεσμα (δεξιά) (CC BY-NC-SA).*

9.1.4 Κλάδεμα πολυετών ποωδών

Τα πολυετή ποώδη φυτά, όπως για παράδειγμα τα γεράνια (*Pelargonium x hortotum*), των οποίων η βλάστηση ξεραίνεται τον χειμώνα, κλαδεύονται σε χαμηλό ύψος από την επιφάνεια του εδάφους, για να ανθίσουν ξανά την επόμενη βλαστική περίοδο (Δάρρας & Κληρονόμου 2006). Φυτά όπως η γαριφαλιά (*Dianthus caryophyllus*) και η ντάλια (*Dahlia* sp.) κλαδεύονται νωρίς το φθινόπωρο, για να ανθίσουν ξανά νωρίς την άνοιξη. Στις καλλιέργειες ανθέων και γλαστρικών φυτών στο θερμοκήπιο, τα

φυτά κλαδεύονται όλο τον χρόνο, ανάλογα με το είδος και το πρόγραμμα παραγωγής. Σε καλλιέργειες τριανταφυλλιάς και γαριφαλιάς στο θερμοκήπιο, το κλάδεμα γίνεται κατά τη συγκομιδή των ανθέων, δεδομένου ότι αποτελεί ταυτόχρονη επέμβαση κλαδέματος.

9.1.5 Κλάδεμα ανθοφόρων θάμνων

Το κλάδεμα καλλωπιστικών θάμνων με πλούσια ανθοφορία έχει ως στόχο τη δημιουργία δομής και την ενίσχυση της ανθοφορίας (Δάρρας & Κληρονόμου 2006). Οι καλλωπιστικοί θάμνοι διαιρούνται σε δύο ομάδες, ανάλογα με την επέμβαση που σχετίζεται με τον χρόνο ανθοφορίας τους:

Θάμνοι με χειμερινή ή πρώιμη ανοιξιάτικη άνθιση, όπως η πασχαλιά (*Syringa vulgaris*), η σπειραία (*Spirea* sp.), ο φιλάδελφος (*Philadelphus* sp.), ο χειμώνανθος (*Chimonanthus* sp.), η τσιντόνια (*Chaenomeles japonica*), η φορσύθια (*Forsythia intermedia*), το βιβούρνο (*Viburnum* sp.) κ.ά. Στους θάμνους αυτούς τα μπουμπούκια σχηματίζονται την προηγούμενη βλαστική περίοδο και η άνθιση την επόμενη χρονιά, πάνω σε βλαστούς ηλικίας ενός έτους. Κλαδεύονται μετά την ολοκλήρωση της άνθισης, ώστε να υποστηριχθεί η ανάπτυξη των βλαστών της επόμενης ανθοφορίας.

Θάμνοι με όψιμη ανοιξιάτικη, καλοκαιρινή και φθινοπωρινή άνθιση, όπως η βουτλέια (*Buddleia davidii*), ο ιβίσκος ο συριακός (*Hibiscus syriacus*), ο ιβίσκος ο σινικός (*Hibiscus sinensis*), η τριανταφυλλιά (*Rosa* sp.), η κάσσια (*Cassia floribunda*) και η λαντάνα (*Lantana camara*) κ.ά. Στους θάμνους αυτούς τα μπουμπούκια σχηματίζονται σε διάστημα μερικών εβδομάδων, πάνω σε βλαστούς του ίδιου έτους, που είναι ακόμα τρυφεροί. Κλαδεύονται κατά το τέλος του χειμώνα (Ιανουάριος-Φεβρουάριος), αφήνοντας σε κάθε βλαστό 5-7 οφθαλμούς. Οι περισσότεροι από τους παραπάνω θάμνους κλαδεύονται κάθε 3 - 4 χρόνια αυστηρά (**κλάδεμα ανανέωσης**). Στους θάμνους που καλλιεργούνται σε δοχεία και έχουν μεγάλη καλλωπιστική αξία, όπως η καμέλια (*Camelia japonica*), η αζαλέα (*Azalea indica*), το ροδόδενδρο (*Rhododendron* sp.), το κλάδεμα είναι ελαφρύ και κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να διατηρηθεί το σχήμα τους και να αραιωθεί το εσωτερικό της κόμης τους (Δάρρας & Κληρονόμου 2006).

9.1.6 Κλάδεμα καλλωπιστικών δένδρων

Τα φυλλοβόλα καλλωπιστικά δένδρα που καλλιεργούνται για τον ίσκιο τους ή για το παράστημά τους, κλαδεύονται στην αρχή της φύτευσης, ώστε να δοθεί το βασικό σχήμα της κόμης (Δάρρας & Κληρονόμου 2006). Τις επόμενες χρονιές γίνεται ελαφρύ κλάδεμα και αραίωμα, με αφαίρεση των ξερών και σπασμένων κλαδιών, των κλαδιών που τέμνονται και αυτών που ξεφεύγουν ανεξέλεγκτα και αλλάζουν τη βασική δομή. Σε πολλά φυλλοβόλα καλλωπιστικά δένδρα, όπως στον πλάτανο (*Platanus* sp.) και στη λεύκη (*Populus* sp.), δεν γίνεται καμία εργασία κλαδέματος μετά τη φύτευση, εκτός από συγκεκριμένες λειτουργικές παρεμβάσεις που διευκολύνουν την παραμονή τους σε έναν χώρο. Τα αειθαλή καλλωπιστικά δένδρα, όπως ο ευκάλυπτος (*Eucalyptus japonicus*), ο βραχυχίτωνας (*Brachichiton* sp.), οι ακακίες (*Acacia* sp.) κ.ά., κλαδεύονται ελαφρά την άνοιξη και αραιώνεται το εσωτερικό τους, για να διατηρηθεί το σχήμα τους. Στα κωνοφόρα δεν γίνονται παρεμβάσεις κλαδέματος. Κλάδεμα πραγματοποιείται μόνο για να αφαιρεθούν οι ξεροί και ασθενείς κλάδοι ή για να δοθεί γεωμετρικό σχήμα (π.χ. σχήμα κώνου σε τούγιες) (Δάρρας & Κληρονόμου 2006).

9.1.7 Εφαρμογή κλαδέματος

Η εφαρμογή του κλαδέματος στα φυτά κηποτεχνίας γίνεται με τη βοήθεια εργαλείων, όπως είναι τα ψαλίδια, τα πριόνια, τα μπορντουροψάλιδα, τα οποία μπορεί να είναι χειροκίνητα, ηλεκτρικά ή βενζινοκίνητα (Εικόνα 9.8).



Εικόνα 9.8 *Εργαλεία και μηχανές κλαδέματος.*

Για την εφαρμογή κλαδέματος είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται συγκεκριμένος εξοπλισμός προστασίας. Αυτός περιλαμβάνει γάντια, γυαλιά, φόρμα εργασίας, προστατευτικά ακοής και κεφαλιού (Εικόνα 9.9).



Εικόνα 9.9 *Εξοπλισμός και ρουχισμός που χρησιμοποιείται για την προστασία στις εργασίες κλαδέματος.*

9.2 Εκτέλεση της Άσκησης

9.2.1 Σκοπός

Σκοπός της άσκησης είναι η εξοικείωση των φοιτητών και των φοιτητριών με τις εργασίες κλαδέματος. Οι φοιτητές/-τριες αποφασίζουν για την παρέμβαση που θα πραγματοποιήσουν έχοντας υπόψη τις ανάγκες των φυτών, ανάλογα με την κατηγορία και την εποχή άνθισης.

9.2.2 Μεθοδολογία

Φοιτητές και φοιτήτριες επιλέγουν φυτά τριανταφυλλιάς, τα οποία χωρίζουν σε 2 ομάδες: σε αυτά που θα κλαδευτούν και σε αυτά χωρίς καμία παρέμβαση. Οι φοιτητές/-τριες χρησιμοποιούν την κλαδευτική ψαλίδα, εφόσον κλαδεύουν μικρής διαμέτρου βλαστούς, ή το πριόνι, όταν πρόκειται για μεγαλύτερης διαμέτρου βλαστούς. Θα πρέπει τα εργαλεία κλαδέματος να είναι ιδιαιτέρως κοφτερά. Όλες οι τομές γίνονται 1-2 cm πάνω από τον οφθαλμό. Στα μέσα Ιανουαρίου με μέσα Φεβρουαρίου αφαιρούνται όλα

τα ξερά και νεκρά κλαδιά της προηγούμενης περιόδου στα 10-15 cm πάνω από το έδαφος. Οι φοιτητές/-τριες μετά το κλάδεμα, σημειώνουν την ημερομηνία εκτέλεσης της άσκησης, τον αριθμό του φυτού και την εφαρμογή (π.χ. φυτό 1 – κλάδεμα, φυτό 3 – χωρίς κλάδεμα), πληροφορίες που θα βοηθήσουν στην καταγραφή των μετρήσεων.

9.2.3 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις

Η άσκηση μελετά τις επιδράσεις του κλαδέματος. Εκτιμώνται:

1. Ο αριθμός των νέων βλαστών
2. Ο αριθμός των παραγόμενων ανθέων
3. Το μήκος των ανθοφόρων στελεχών (cm)
4. Οι ημέρες μέχρι την ανθοφορία

Οι μετρήσεις λαμβάνονται κάθε 7 ημέρες για 6 εβδομάδες και, σε κάθε μέτρηση, συμπληρώνεται ο πίνακας του παραρτήματος. Επίσης, σημειώνονται οποιεσδήποτε πρόσθετες παρατηρήσεις σε σχέση με την εμφάνιση των φυτών, καθώς και με τη διεξαγωγή της άσκησης.

Μετά τη λήψη των μετρήσεων, γίνεται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων και βρίσκονται οι μέσοι όροι, συμπληρώνεται πίνακας με την ανάλυση παραλλακτικότητας και, τέλος, βρίσκονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών. Τα δεδομένα τοποθετούνται στο Excel και παριστάνονται γραφικά.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Δάρρας Α.Ι. και Κληρονόμου, Δ., 2006. *Ανθοκομία - Εργαστηριακές Ασκήσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Έμβρυο.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Το κλάδεμα αποσκοπεί στον έλεγχο της βλάστησης και της ανθοφορίας, αλλά όχι στη βελτίωση της ποιότητας των ανθικών στελεχών.

   Σωστό ή **Λάθος**

2. Το κορυφολόγημα
   I. είναι το κόψιμο των βλαστών στους καλλωπιστικούς θάμνους.
   II. καθορίζει τη σχέση ποσότητας/ποιότητας των ανθέων.
   III. καθορίζει το ύψος του ανθικού στελέχους.
   IV. όλα τα παραπάνω.

3. Η εφαρμογή του κορυφολογήματος γίνεται ……
   ……..……..
   ……

4. Τα είδη του κορυφολογήματος είναι ……
   ……..……..
   ……

5. Το κλάδεμα ανανέωσης πραγματοποιείται τους χειμερινούς μήνες (Ιανουάριο-Φεβρουάριο).

   Σωστό ή **Λάθος**

6. Το κλάδεμα διαμόρφωσης πραγματοποιείται μόνο την περίοδο του χειμώνα και αφορά την αφαίρεση βλαστών και φυλλώματος του τρέχοντος έτους.

   Σωστό ή **Λάθος**

7. Οι φυτικοί φράχτες χρησιμοποιούνται για την οπτική και ηχητική απομόνωση των χώρων.

   Σωστό ή **Λάθος**

8. Το κλάδεμα των καλλωπιστικών θάμνων με πλούσια ανθοφορία έχει ως στόχο……
   ……..……..
   ……

9. Θάμνοι με χειμερινή ή πρώιμη ανοιξιάτικη άνθιση
   I. κλαδεύονται μετά την ολοκλήρωση της άνθισης.
   II. κλαδεύονται κατά την περίοδο του χειμώνα.
   III. κλαδεύονται οποιαδήποτε περίοδο του χρόνου.
   IV. δεν κλαδεύονται.

10. Θάμνοι με όψιμη ανοιξιάτικη, καλοκαιρινή και φθινοπωρινή άνθιση
    I. κλαδεύονται μετά την ολοκλήρωση της άνθισης.
    II. κλαδεύονται κατά την περίοδο του χειμώνα.
    III. κλαδεύονται οποιαδήποτε περίοδο του χρόνου.
    IV. δεν κλαδεύονται.

Παράρτημα

Πίνακας μετρήσεων ανάπτυξης

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Είδος	Κλάδεμα	Φυτό	Αριθμός Νέων βλαστών	Αριθμός ανθέων	Μήκος στελεχών	Ημέρες μέχρι την ανθοφορία
Τριανταφυλλιά	**-**	**1**				
	-	**2**				
	-	**3**				
	+	**4**				
	+	**5**				
	+	**6**				
Μ.Ο.						
Πασχαλιά	**-**	**1**				
	-	**2**				
	-	**3**				
	+	**4**				
	+	**5**				
	+	**6**				
Μ.Ο.						
Λαντάνα	**-**	**1**				
	-	**2**				
	-	**3**				
	+	**4**				
	+	**5**				
	+	**6**				
Μ.Ο.						

Κεφάλαιο 10
Εγγενής Πολλαπλασιασμός Ανθοκομικών Φυτών

Σύνοψη
Εγγενής ονομάζεται ο πολλαπλασιασμός με σπόρο, ο οποίος προέρχεται από τη γονιμοποίηση του ωαρίου, στην οποία λαμβάνουν μέρος και τα δύο γένη του φυτού, δηλαδή το αρσενικό (στήμονες - γύρη) και το θηλυκό (ύπερος - ωοθήκη). Με τον εγγενή πολλαπλασιασμό, τα παραγόμενα φυτά δεν έχουν την ίδια γενετική σύσταση με τα μητρικά φυτά, λόγω της τυχαίας ένωσης των δύο γαμετοκυττάρων. Η σπορά είναι ένας απλός, γρήγορος και οικονομικός τρόπος πολλαπλασιασμού, από τον οποίο μπορούν να παραχθούν φυτά εύρωστα και ανθεκτικά. Ο πολλαπλασιασμός με σπόρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί α) για φυτά που μεταδίδουν πιστά τους χαρακτήρες της ποικιλίας στους απογόνους τους, β) για φυτά που είναι δύσκολο να πολλαπλασιαστούν με άλλο τρόπο, γ) για την απόκτηση υποκειμένων, στα οποία θα εμβολιαστούν οι επιθυμητές ποικιλίες με ζωηρή ανάπτυξη, πλούσιο ριζικό σύστημα και αντοχή σε δυσμενείς καιρικές και εδαφικές συνθήκες και δ) για την απόκτηση νέων ποικιλιών, κατόπιν διασταυρώσεων μητρικών ποικιλιών. Όλα τα ετήσια ποώδη καλλωπιστικά φυτά, καθώς και πολλά από τα πολυετή ποώδη, δενδρώδη και θαμνώδη πολλαπλασιάζονται με σπόρο. Η παραγωγή σπόρου ανθοκομικών φυτών σε επιχειρηματική κλίμακα αποτελεί εξειδικευμένη τεχνική, η οποία είναι γνωστή ως σποροπαραγωγή.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις φυσιολογίας και πολλαπλασιασμού των φυτών. Επίσης, απαραίτητες είναι οι γνώσεις στο πεδίο της παραγωγής και αξιοποίησης του πολλαπλασιαστικού υλικού των καλλωπιστικών φυτών. Για την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση, οι αναγνώστες μπορούν να ανατρέξουν στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

10.1. Εισαγωγή στην Άσκηση

Σκοπός της άσκησης είναι, με τη βοήθεια των απαραίτητων υλικών και μέσων, να εξοικειωθεί ο φοιτητής με την τεχνική ανάπτυξης φυτών από σπόρους. Επίσης, οι στόχοι της άσκησης είναι να παρατηρήσει ο φοιτητής πιθανά προβλήματα κατά την παραγωγή σποροφύτων, λόγω δυσμενών συνθηκών κατά τη βλάστηση (λήθαργος, χαμηλές θερμοκρασίες, υπερβολική ή χαμηλή υγρασία) και, τέλος, να αναπαραγάγει φυτά από σπόρο, τα οποία στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικές ασκήσεις (μεταφυτεύσεις, λιπάνσεις, κορυφολογήματα κ.α.).

Ετήσια καλούνται τα φυτά εκείνα που συμπληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο (βλάστηση, ανθοφορία, σποροπαραγωγή, θάνατος) σε ένα έτος. Τα ετήσια καλλωπιστικά φυτά στην καλλιεργητική πρακτική πολλαπλασιάζονται σχεδόν αποκλειστικά με σπόρο. Οι εταιρείες παραγωγής σπόρων διαθέτουν σπόρους ετησίων φυτών σε εμπορικές συσκευασίες, απευθυνόμενες σε επαγγελματίες και ερασιτέχνες ανθοκόμους, στις οποίες αναγράφονται το επιστημονικό όνομα, το χρώμα, το ύψος ανάπτυξης και η εποχή άνθισης του φυτού. Τα ετήσια καλλωπιστικά φυτά χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, με κριτήριο την εποχή άνθησής τους.

Ετήσια χειμερινοεαρινά που ανθίζουν την άνοιξη: Είναι φυτά, κατά κανόνα μεταφυτευόμενα, τα οποία αρχικά σπέρνονται σε σπορεία και, 1-1.5 μήνα μετά τη σπορά, μεταφυτεύονται στους χώρους που επιδιώκουμε να διακοσμήσουμε. Τα φυτά αυτά είναι ανθεκτικά στο ψύχος και σπέρνονται συνήθως τον Αύγουστο ή τον Σεπτέμβριο, μεταφυτεύονται από τον Οκτώβριο μέχρι τις αρχές Νοεμβρίου και ανθίζουν από τον Ιανουάριο μέχρι τον Απρίλιο. Για τα φυτά αυτά είναι απαραίτητη η έκθεση στο κρύο του χειμώνα προκειμένου να δώσουν άνθη, φαινόμενο που καλείται εαρινοποίηση. Είναι σαφές πως η κατηγοριοποίηση (ταξινόμηση) των ετήσιων σε χειμερινοεαρινά δεν μπορεί να είναι απόλυτη, αλλά εξαρτάται από το κλίμα της περιοχής στην οποία καλλιεργούνται. Στα ετήσια χειμερινοεαρινά ανήκουν το αντίρρινο (*Antirrinum majus*), η βιολέτα (*Mathiola incana*), ο πανσές (*Viola tricolor*), το γαριφαλάκι των ποιητών (*Dianthus barbutus*), το γαριφαλάκι της κίνας (*Dianthus sinensis*), η γυψοφίλη (*Gypsophylla elegans*), η καλέντουλα (*Calendula officinalis*), το φλοξ (*Phlox drummondii*) κ.ά.

Ετήσια θερινοφθινοπωρινά, που ανθίζουν το καλοκαίρι: Είναι ανθοκομικά φυτά ευαίσθητα στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Η σπορά τους γίνεται είτε τον Φεβρουάριο σε θερμοσπορείο,

είτε κατά τη διάρκεια της άνοιξης στην ύπαιθρο. Μεταφυτεύονται 1-2 μήνες αργότερα και αρχίζουν να ανθίζουν από τον Μάιο, εφόσον η σπορά έγινε σε θερμοσπορείο. Η άνθησή τους μπορεί να διαρκέσει έως το τέλος του φθινοπώρου. Πολλά από αυτά τα φυτά μπορεί από βοτανική άποψη να είναι διετή ή πολυετή, όμως καλλιεργούνται ως ετήσια, γιατί δεν μπορούν να διαχειμάσουν, εφόσον δεν αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Στα ετήσια θερινοφθινοπωρινά ανήκουν η γαϊλάρδια (*Gaillardia aristata*), η βίγκα (*Vinca rosea*), η ζίννια (*Zinnia elegans*), η πετούνια (*Petunia multiflora*), η πορτουλάκα (*Portulaca grandiflora*), η σάλβια (*Salvia slendens*), ο κατηφές (*Tagetes patula*), το δελφίνιο (*Delphinium consolida*) κ.ά.

Για να πραγματοποιηθεί ο πολλαπλασιασμός με σπόρο απαιτούνται ειδικά διαμορφωμένοι χώροι, τα σπορεία. Τα φυτάρια που θα αποκτηθούν από τη σπορά, όταν φτάσουν στο κατάλληλο μέγεθος, το οποίο ποικίλλει από είδος σε είδος, μεταφυτεύονται στην οριστική τους θέση. Η οριστική θέση μπορεί να είναι το έδαφος του θερμοκηπίου, οι υποδοχείς υποστρωμάτων υδροπονικής καλλιέργειας ή τα φυτοδοχεία για φυτά εσωτερικών χώρων και φυτά κηποτεχνίας.

Οι ικανοί για φύτρωμα σπόροι πρέπει να προέρχονται από πλήρως ώριμα άνθη. Συχνά, ωστόσο, δεν φυτρώνουν αμέσως μετά την απομάκρυνσή τους από το μητρικό φυτό, γιατί βρίσκονται σε κατάσταση ληθάργου. Αυτό συμβαίνει ακόμα και αν οι συνθήκες φωτισμού, θερμοκρασίας και υγρασίας βρίσκονται σε άριστα για τη βλάστηση επίπεδα. Ο λήθαργος αποτελεί φυσιολογική κατάσταση του βιολογικού κύκλου του σπόρου, που καθιστά αδύνατη τη βλάστηση για ορισμένο χρονικό διάστημα. Στο διάστημα αυτό το έμβρυο βρίσκεται σε κατάσταση μειωμένης δραστηριότητας των βιοχημικών του λειτουργιών. Ο λήθαργος μπορεί να οφείλεται σε εξωγενείς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία εδάφους, ο φωτισμός και η υγρασία του εδάφους, καθώς και σε ενδογενείς παράγοντες, όπως στα σκληρά και αδιαπέραστα περιβλήματα του σπόρου και στη δράση των φυτοορμονών.

Πρακτικά, η ανάπτυξη των σπόρων γίνεται σε ειδικά δοχεία, τα οποία περιέχουν κατάλληλα υποστρώματα που βοηθούν την ταχεία και άρτια ανάπτυξη αυτών. Έτσι, χρησιμοποιούνται τα κιβώτια σποράς για την ομαδική σπορά ανθοκομικών φυτών. Τα κιβώτια σποράς κατασκευάζονται από ξύλο, πλαστικό, χαρτόνι κ.ά. και στον πυθμένα τους έχουν ανοίγματα, τα οποία βοηθούν τη στράγγιση του νερού. Στην ανθοκομία, τα κιβώτια σποράς χρησιμοποιούνται για την προβλάστηση των σπόρων. Αφού εμφανιστούν οι κοτυληδόνες, τα υγιή και εύρωστα φυτάρια μεταφυτεύονται σε ατομικά μέσα ανάπτυξης, όπως τα ατομικά γλαστράκια, τα πλαστικά σακουλάκια, κ.ά. Η τεχνική του προφυτρώματος των σπόρων ακολουθείται σε σχετικά μεγάλου μεγέθους και υψηλού κόστους φυτά, τα οποία δεν εμφανίζουν μεγάλη ευαισθησία στις μεταφυτεύσεις. Μετά τη δεύτερη μεταφύτευση και όταν τα σπορόφυτα αποκτήσουν το επιθυμητό μέγεθος, μεταφυτεύονται για τρίτη και τελευταία φορά στην οριστική τους θέση. Σε αντίθετη περίπτωση, τα σπορόφυτα που προκύπτουν από το προφύτρωμα των σπόρων παραμένουν και αναπτύσσονται ομαδικά στο κιβώτιο σποράς, μέχρι να αποκτήσουν το επιθυμητό μέγεθος για τη μεταφύτευσή τους στην οριστική τους θέση. Η τεχνική αυτή ακολουθείται για φυτά που εμφανίζουν ευαισθησία στις αλλεπάλληλες μεταφυτεύσεις. Σε αυτήν την περίπτωση, τα χρησιμοποιούμενα δοχεία σποράς πρέπει να είναι μεγαλύτερων διαστάσεων και οι σπόροι να φυτεύονται αραιά.

Για τη βλάστηση των σπόρων δεν χρησιμοποιείται το έδαφος του κήπου, γιατί μπορεί να περιέχει σπόρους ζιζανίων, υπολείμματα φυτοφαρμάκων ή να μην έχει την επιθυμητή δομή (στράγγιση, αερισμός) για την ανάπτυξη ανθοκομικών φυτών. Η χρήση ακατάλληλου υποστρώματος μπορεί να οδηγήσει στη μείωση του ποσοστού βλάστησης των σποροφύτων, τη μείωση της ανάπτυξης και, τελικά, τη μείωση της παραγωγής. Γι' αυτόν τον λόγο, ως υποστρώματα χρησιμοποιούνται, συνήθως, **εδαφικά ή συνθετικά μείγματα**. Τα εδαφικά μείγματα είναι εκείνα που έχουν ως βάση τους το έδαφος, με το οποίο αναμειγνύονται ανόργανα υλικά, όπως ο περλίτης και η άμμος, αλλά και κάποια οργανικά υλικά, όπως η κοπριά και η τύρφη, τα οποία βελτιώνουν τις ιδιότητές του. Συνθετικά μείγματα είναι τα μείγματα τεχνητά παρασκευασμένων υλικών, στα οποία, όμως, δεν αναμειγνύεται ποσότητα εδάφους (π.χ. μείγμα τύρφης με περλίτη). Τα πλεονεκτήματα των συνθετικών μειγμάτων είναι ότι δεν χρειάζονται αποστείρωση, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά, διότι παρέχονται συσκευασμένα και αποστειρωμένα. Είναι εύκολα στη μεταχείριση, λόγω του χαμηλού τους βάρους, και επιτρέπουν τον καλό αερισμό του ριζικού συστήματος των σποροφύτων. Χαρακτηριστικό των συνθετικών μειγμάτων είναι ότι δεν περιέχουν καθόλου θρεπτικά στοιχεία, τα οποία πρέπει να χορηγούνται με τη μορφή λιπασμάτων. Η επιλογή των υλικών για την παρασκευή μειγμάτων καθορίζεται από την επάρκεια και τη διαθεσιμότητά τους, καθώς και από το κόστος τους. Τα τελευταία

χρόνια στη χώρα μας ως βάση μειγμάτων χρησιμοποιείται η τύρφη. Η τύρφη, σε συνδυασμό με ανόργανα λιπάσματα, δίνει το συνθετικό μείγμα, που είναι γνωστό ως κομπόστα ή compost.

10.2 Εκτέλεση της Άσκησης

10.2.1 Σκοπός

Σκοπός της άσκησης είναι, με τη βοήθεια των απαραίτητων υλικών και μέσων, να εξοικειωθούν οι φοιτητές/-τριες με την τεχνική ανάπτυξης φυτών από σπόρους. Επίσης, οι στόχοι είναι να παρατηρήσουν πιθανά προβλήματα κατά την παραγωγή σποροφύτων, λόγω δυσμενών συνθηκών κατά τη βλάστηση (λήθαργος, χαμηλές θερμοκρασίες, υπερβολική ή χαμηλή υγρασία), και, τέλος, να αναπαραγάγουν φυτά από σπόρο, τα οποία στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικές ασκήσεις (μεταφυτεύσεις, λιπάνσεις, κορυφολογήματα κ.ά.).

10.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα

10.2.2.1 Εκτελώντας το πείραμα με εδαφικό μείγμα:

- 40 σπόροι (σύνολο) ετήσιων ανθοκομικών φυτών άνοιξης, όπως αντίρρινο (*Antirrinum majus*), βιολέτα (*Mathiola incana*), πανσές (*Viola tricolor*) και καλέντουλα (*Calendula officinalis*)
- 40 σπόροι (σύνολο) ετήσιων ανθοκομικών φυτών καλοκαιριού, όπως πετούνια (*Petunia multiflora*), κατηφές (*Tagetes patula*), ζίννια (*Zinnia elegans*), σάλβια (*Salvia slendens*)
- Κομπόστα
- Περλίτης
- Κιβώτια σποράς ατομικών θέσεων (40 θέσεις)
- Προβλαστήριο σπόρων ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτισμού.

10.2.2.2 Εκτελώντας το πείραμα με τριβλία Petri:

100 σπόροι από κάθε είδος (25/τριβλίο)

- Διηθητικό χαρτί
- Τριβλία Petri
- Απιονισμένο νερό
- Ανεξίτηλος μαρκαδόρος
- Λαβίδες

10.2.3 Μεθοδολογία – Εκτέλεση της Άσκησης

10.2.3.1 Εκτελώντας το πείραμα με εδαφικό μείγμα

Επιλέγονται οι σπόροι που θα χρησιμοποιηθούν, ανάλογα με την περίοδο εφαρμογής της άσκησης. Αν πρόκειται για χειμερινό εξάμηνο, χρησιμοποιούνται ετήσια φυτά άνοιξης, ενώ αν πρόκειται για εαρινό εξάμηνο, χρησιμοποιούνται οι σπόροι ετησίων φυτών καλοκαιριού. Αρχικά, προετοιμάζεται το υπόστρωμα ανάπτυξης, αναμειγνύοντας την κομπόστα με τον περλίτη σε αναλογία 2:1. Στη συνέχεια, αφού πρώτα ελεγχθούν οι οπές του κιβωτίου σποράς, προκειμένου να επιτυγχάνεται η σωστή αποστράγγιση της περίσσειας του νερού, τοποθετείται το υπόστρωμα στα κιβώτια σποράς λίγο κάτω από την τελική του επιφάνεια.

Οι φοιτητές/-τριες χωρίζονται σε ομάδες και κάθε ομάδα αναλαμβάνει ένα κιβώτιο σποράς, στο οποίο θα σπαρούν συνολικά 40 σπόροι από τα 4 επιλεχθέντα ανθοκομικά είδη (10 ανά είδος). Οι σπόροι

σπέρνονται στο κιβώτιο σε σειρά, ένας σε κάθε θέση. Κατόπιν, οι σπόροι καλύπτονται με το ίδιο υπόστρωμα που τοποθετήθηκε και στο δοχείο σποράς, συμπληρώνοντας τέτοια ποσότητα υποστρώματος, ώστε να επιτυγχάνεται το κατάλληλο βάθος σποράς για κάθε σπόρο, ίσο με το τριπλάσιο της μεγάλης διαμέτρου του.

Στη συνέχεια, προκειμένου ο σπόρος να έρθει σε επαφή με το υπόστρωμα, ώστε να μπορεί να απορροφά υγρασία, πιέζεται ελαφρά το υπόστρωμα το οποίο κατόπιν ποτίζεται με τέτοιο τρόπο, ώστε το νερό να πέφτει λεπτο-διαμερισμένο σε ολόκληρη την επιφάνειά του. Εναλλακτικά, εμβαπτίζεται το κιβώτιο σποράς σε δοχείο με νερό, ώστε η υγρασία να απορροφηθεί από τις οπές του πυθμένα του. Σημειώνονται με ανεξίτηλο μαρκαδόρο στους δίσκους σποράς τα είδη των ανθοκομικών φυτών και η ημερομηνία σποράς τους. Τα κιβώτια τοποθετούνται εντός προβλαστηρίων σε κατάλληλες συνθήκες επώασης. Ανά διαστήματα ελέγχεται η υγρασία του υποστρώματος, το οποίο ποτίζεται όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Τα σπορόφυτα μπορούν να μεταφυτευθούν, είτε στην οριστική τους θέση είτε σε ατομικά δοχεία, όταν αποκτήσουν τα πρώτα 3 - 4 πραγματικά τους φύλλα. Αν πρόκειται για ετήσια φυτά άνοιξης, τότε η πρώτη μεταφύτευση γίνεται τον Νοέμβριο, ενώ η τελευταία και οριστική τον Ιανουάριο. Αν πρόκειται για ετήσια φυτά καλοκαιριού, τότε η μεταφύτευση γίνεται περίπου τον Απρίλιο.

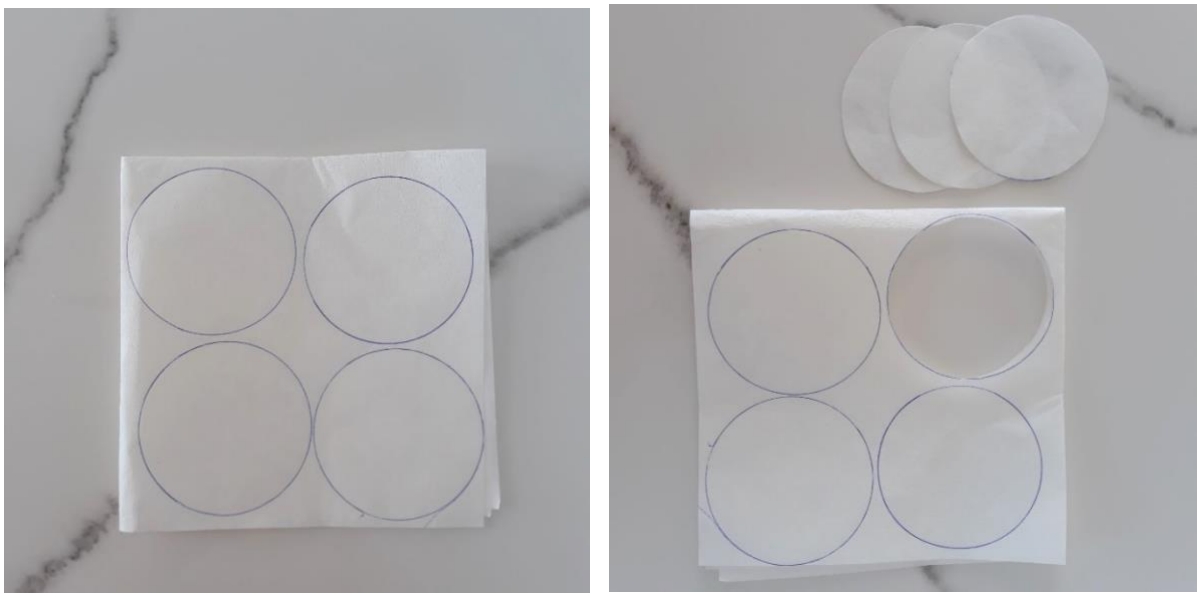
Η παραπάνω διαδικασία ακολουθείται ακόμη και αν η σπορά γίνεται σε κιβώτια ομαδικής φύτευσης. Σε αυτήν την περίπτωση, η σπορά γίνεται με ομοιόμορφο διασκορπισμό του σπόρου σε όλη την επιφάνεια του κιβωτίου ή σε γραμμές που απέχουν καθορισμένες αποστάσεις μεταξύ τους. Σε περίπτωση που οι σπόροι είναι πολύ μικροί σε μέγεθος, είναι καλύτερα, πριν σπαρούν, να αναμειγνύονται με τριπλάσια ποσότητα λεπτόκοκκης άμμου, με στόχο την καλύτερη κατανομή τους στην επιφάνεια σποράς.

10.2.3.2. Εκτελώντας το πείραμα με τα τριβλία Petri και εξετάζοντας τους παράγοντες φωτισμού και θερμοκρασίας: 4º C – Φως, 4º C – Σκοτάδι, 15º C – Φως, 15º C – Σκοτάδι

Κάθε φοιτητής/-τρια θα χρησιμοποιήσει 4 τριβλία Petri, ένα για κάθε παράγοντα προς εξέταση (Εικόνα 9.1), και διηθητικό χαρτί κομμένο στο σχήμα του τριβλίου (Εικόνα 9.2). Στη βάση κάθε τριβλίου Petri θα τοποθετηθούν τρία (3) διηθητικά χαρτιά (Εικόνα 9.3), διαποτισμένα με απιονισμένο νερό (Εικόνα 9.4). Έπειτα, με τη χρήση λαβίδας, θα τοποθετηθούν ομοιόμορφα 25 σπόροι μέσα στο τριβλίο (Εικόνα 9.5). Τοποθετείται και ένα επιπλέον υγρό διηθητικό χαρτί πάνω από τους σπόρους (Εικόνα 9.6). Ακολούθως, αναγράφονται σε κάθε τριβλίο το είδος του σπόρου, τα ονόματα των σπουδαστών και η ημερομηνία σποράς (Εικόνα 9.7). Το μόνο που θα διαφέρει στη σήμανση των τριβλίων θα είναι οι συνθήκες/παράγοντες προς εξέταση, δηλαδή ένα τριβλίο θα αναγράφει 4ºC – Φως, ένα τριβλίο 4ºC – Σκοτάδι, ένα τριβλίο 15ºC – Φως και τέλος ένα τριβλίο 15ºC – Σκοτάδι (Εικόνα 9.8). Τα δύο από τα τέσσερα τριβλία (ένα τριβλίο στους 4º C και ένα τριβλίο στους 15ºC) καλύπτονται με αλουμινόχαρτο (Εικόνα 9.9), ώστε να εξασφαλιστούν συνθήκες σκότους εντός του τριβλίου. Ένα τριβλίο με αλουμινόχαρτο και ένα χωρίς αλουμινόχαρτο, τοποθετούνται στον θάλαμο σε θερμοκρασία 15ºC (ή σε θερμοκρασία δωματίου) και τα άλλα δύο (ένα με αλουμινόχαρτο και ένα χωρίς) τοποθετούνται σε ψυγείο σε θερμοκρασία 4ºC. Η λήψη των μετρήσεων γίνεται κάθε μέρα. Μετρώνται ως σπόροι που βλάστησαν εκείνοι που έχουν αποκτήσει ριζίδιο. Το τέλος του πειράματος θα καθοριστεί από τη βλάστηση των σπόρων και πάντα σε συνεργασία με τους διδάσκοντες.



Εικόνα 10.1 *Τριβλία Retri και διηθητικό χαρτί (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 10.2 *Διηθητικό χαρτί στο σχήμα του τριβλίου (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 10.3 *Τοποθέτηση 3 (τριών) διηθητικών χαρτιών στη βάση του τριβλίου (Προσωπικό αρχείο).*



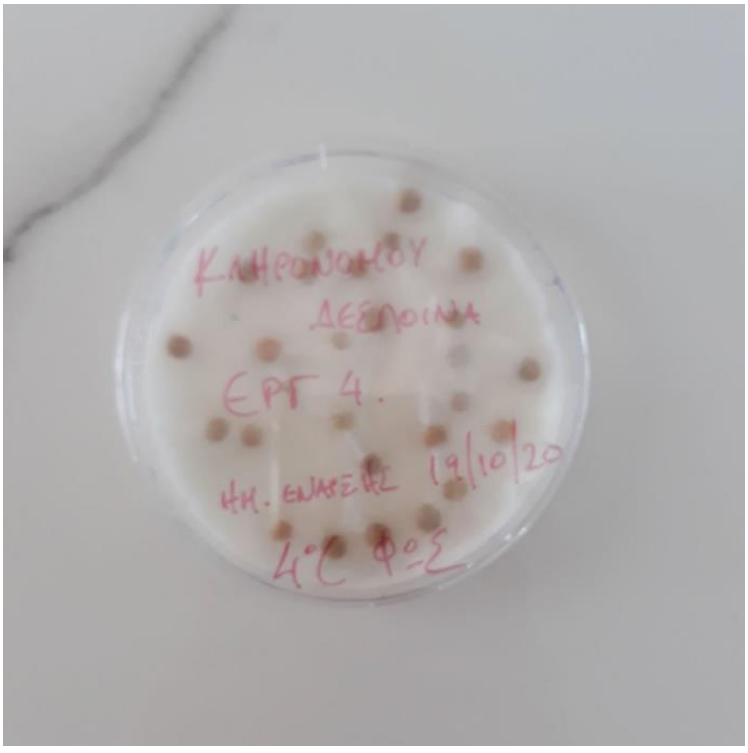
Εικόνα 10.4 *Τα διηθητικά χαρτιά εμποτισμένα με νερό (Προσωπικό αρχείο).*



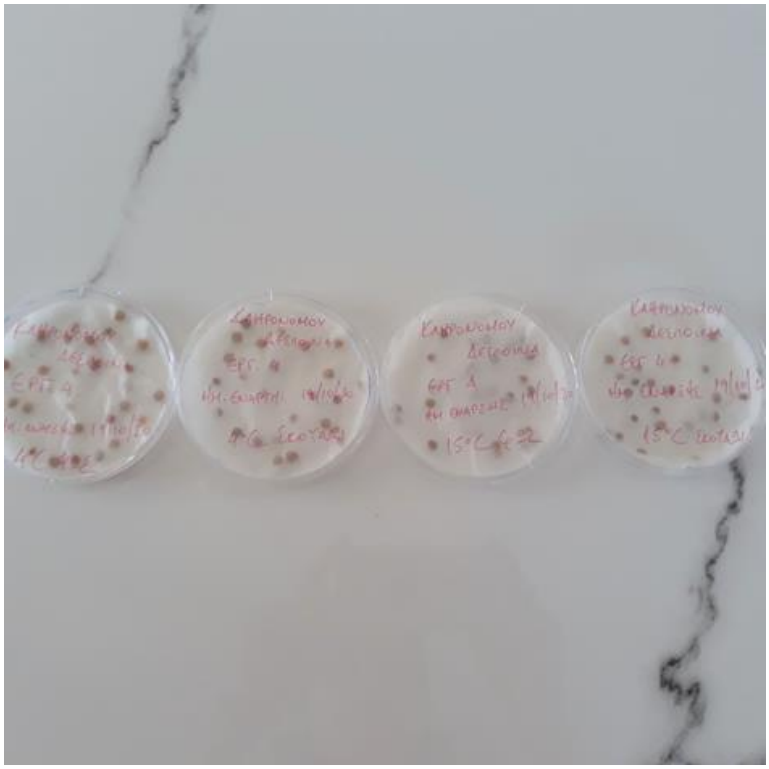
Εικόνα 10.5 *Τοποθέτηση 25 σπόρων στο τριβλίο (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 10.6 *Τοποθέτηση ενός διηθητικού χαρτιού επάνω στους σπόρους (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 10.7 *Σήμανση των τριβλίων (ονοματεπώνυμο, εργαστηριακή ομάδα, συνθήκες, ημερομηνία έναρξης πειράματος) (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 10.8 *Ολοκλήρωση σήμανσης σύμφωνα με τις συνθήκες (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 10.9 *Δύο τριβλία καλύπτονται με αλουμινόχαρτο για να εξασφαλιστούν οι συνθήκες σκότους (ένα τριβλίο 4oC και ένα τριβλίο 15ºC) (Προσωπικό αρχείο).*

10.2.4 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις

Εκτελώντας το πείραμα με το εδαφικό μείγμα

Τα κιβώτια σποράς με τους φυτεμένους σπόρους τοποθετούνται σε προβλαστήριο ελεγχόμενων συνθηκών υγρασίας, θερμοκρασίας και φωτισμού.

Εκτιμώνται:

1. Το ποσοστό (%) βλάστησης των σπόρων
2. Ο αριθμός των φύλλων των φυταρίων
3. Το ύψος (cm) των φυταρίων

Οι μετρήσεις λαμβάνονται κάθε 7 ημέρες για 6 εβδομάδες και σε κάθε μέτρηση συμπληρώνεται ο πίνακας του παραρτήματος, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις των φοιτητών/-τριών. Σημειώνονται οποιεσδήποτε ιδιαιτερότητες σε σχέση με την εμφάνιση των φυταρίων, καθώς και με τη διεξαγωγή της άσκησης.

Μετά τη λήψη των μετρήσεων, γίνεται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων και βρίσκονται οι μέσοι όροι, συμπληρώνεται πίνακας με την ανάλυση παραλλακτικότητας και, τέλος, βρίσκονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών. Τα δεδομένα τοποθετούνται στο Excel και παριστάνονται γραφικά.

Εκτελώντας το πείραμα με τα τριβλία Petri και εξετάζοντας τους παράγοντες φωτισμού και θερμοκρασίας 4ο C – Φως, 4ο C – Σκοτάδι, 15ο C – Φως, 15ο C – Σκοτάδι.

Μετρώνται:

- Σπόροι που βλάστησαν % σε συνθήκες:
- 15^{O}C/ΦΩΣ,
- 15^{O}C/ΣΚΟΤΑΔΙ,
- 4^{O}C/ΦΩΣ και
- 4^{O}C/ΣΚΟΤΑΔΙ
- Κατάσταση (ευρωστία) σποροφύτων (σπόρων που βλάστησαν)

Οι μετρήσεις λαμβάνονται είτε κάθε μέρα είτε ανά 2 ημέρες και η διάρκεια του πειράματος είναι 15 ημέρες.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Batygina, T.B., 2009. *Embryology of Flowering Plants Seed Propagation*. USA: CRC Press.

Ellis, B.W., 2013. *Starting Seeds*. Storey Publishing: LLC.

McVicar, J., 2003. *Seeds: The Ultimate Guide to Growing Successfully from Seed*. Lyons Press.

Wonning, P.R., 2012. *Gardeners' Guide to Plant Seeds: Propagation, Collection, Storage and Germination of Seeds* (Gardeners' Guide to Botany Series - Book 1) (Volume 1).

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Τα ετήσια χειμερινοεαρινά ανθοκομικά φυτά σπέρνονται σε σπορεία και 1-1.5 μήνα μετά τη σπορά μεταφυτεύονται στους χώρους τους οποίους επιδιώκουμε να διακοσμήσουμε.

   Σωστό ή **Λάθος**

2. Τα χειμερινοεαρινά ανθοκομικά φυτά
   I. σπέρνονται συνήθως τον Αύγουστο ή τον Σεπτέμβριο.
   II. σπέρνονται Οκτώβριο με αρχές Νοεμβρίου.
   III. σπέρνονται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.
3. Για ετήσια χειμερινοεαρινά ανθοκομικά φυτά είναι απαραίτητη η έκθεση στο κρύο του χειμώνα
   ……
   ……...……
   ……
4. Στα ετήσια χειμερινοεαρινά ανήκουν τα ……
   …..……
   ……..……
5. Τα ετήσια θερινοφθινοπωρινά ανθοκομικά φυτά είναι ανθεκτικά στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα.

   Σωστό ή **Λάθος**

6. Η σπορά των ετήσιων θερινοφθινοπωρινών ανθοκομικών φυτών γίνεται είτε τον Φεβρουάριο, σε θερμοσπορείο, ή κατά τη διάρκεια της άνοιξης, στην ύπαιθρο.

   Σωστό ή **Λάθος**

7. Τα ετήσια θερινοφθινοπωρινά ανθοκομικά φυτά
   I. σπέρνονται συνήθως τον Φεβρουάριο σε θερμοσπορεία.
   II. σπέρνονται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.
   III. σπέρνονται Οκτώβριο με αρχές Νοεμβρίου.
8. Στα ετήσια θερινοφθινοπωρινά ανθοκομικά φυτά ανήκουν τα……
   ……
   ..……
9. Τα ετήσια ανθοκομικά φυτά αναπτύσσονται σε
   I. κιβώτια σποράς.
   II. απευθείας στο έδαφος.
   III. απευθείας σε φυτοδοχεία.
10. Για την ανάπτυξη των ετήσιων ανθοκομικών φυτών χρησιμοποιούνται συνήθως ως υποστρώματα……
    ……..……
    ……

Παράρτημα

Πίνακας Μετρήσεων βλάστησης/ανάπτυξης

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Κιβώτιο σποράς	Σπόροι	Ποσοστό βλάστησης (%)	Μ.Ο.	Αριθμός φύλλων	Μ.Ο.	Ύψος φυταρίων (cm)	Μ.Ο.
Πανσές ή πετούνια	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
Βιολέτα ή κατηφές	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
Αντίρρινο ή σάλβια	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
Καλέντουλα ή ζίννια	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						

Κιβώτιο σποράς	Σπόροι	Ποσοστό βλάστησης (%)	Μ.Ο.	Αριθμός φύλλων	Μ.Ο.	Ύψος φυταρίων (cm)	Μ.Ο.
Πανσές ή πετούνια	**1**						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
Βιολέτα ή κατηφές	**1**						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
Αντίρρινο ή σάλβια	**1**						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
Καλέντουλα ή ζίννια	**1**						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						

Κεφάλαιο 11
Πολλαπλασιασμός Ανθοκομικών Φυτών με Μοσχεύματα

Σύνοψη
Αγενής ονομάζεται ο πολλαπλασιασμός από βλαστικά τμήματα υπαρχόντων φυτών. Τα φυτικά τμήματα που αποχωρίζονται από τα μητρικά φυτά μπορούν σε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και αερισμού, να αναπαράγουν το αρχικό φυτό. Ο αγενής πολλαπλασιασμός είναι ο μόνος τρόπος να αναπαραχθούν φυτά που δεν παράγουν σπόρους. Η μέθοδος με μοσχεύματα αποτελεί ίσως τον πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο τρόπο αγενούς αναπαραγωγής στο σύνολο των παραγόμενων φυτών. Οι απόγονοι είναι προϊόντα διαδικασίας μίτωσης σωματικών κυττάρων. Δημιουργούνται, έτσι, απόγονοι καθένας εκ των οποίων είναι πιστό αντίγραφο του μητρικού οργανισμού, με αμετάβλητη τη γενετική σύσταση στις διαδοχικές γενεές. Πρόκειται, δηλαδή, για τη δημιουργία απογόνων χωρίς τη μεσολάβηση της φυλετικής διαδικασίας. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα του αγενούς πολλαπλασιασμού είναι, συνεπώς, η γενετική σταθερότητα. Ωστόσο, η μέθοδος παρουσιάζει και μειονεκτήματα: το περιορισμένο αρχικό υλικό και το σχετικά μεγάλο κόστος διατήρησης μητρικών φυτειών αυξάνουν το κόστος παραγωγής του πολλαπλασιαστικού υλικού. Το κόστος παραγωγής των νεαρών φυτών είναι υψηλότερο, καθώς απαιτούνται εξειδικευμένες εγκαταστάσεις ή ειδικές τεχνικές, πολλές φορές μέσα σε θερμοκήπια ή σε άλλους ειδικά διαμορφωμένους χώρους. Υπάρχει αυξημένη πιθανότητα μετάδοσης ασθενειών, καθώς προσβολές μπορούν να συμβούν στις μητρικές φυτείες, να μην γίνουν αντιληπτές και η μόλυνση να επεκταθεί μέσω των εργαλείων που χρησιμοποιούνται. Συνεπώς, μεγάλη βαρύτητα θα πρέπει να δίνεται στην υγιεινή κατάσταση των μητρικών φυτειών και στην όλη διαδικασία για την παραγωγή άριστης ποιότητας πολλαπλασιαστικού υλικού.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις φυσιολογίας και διαχείρισης αγενούς πολλαπλασιαστικού υλικού. Είναι απαραίτητη η γνώση των υλικών που χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία των μοσχευμάτων, των συνθηκών καλλιέργειας και των χώρων διεξαγωγής του πολλαπλασιασμού με μοσχεύματα. Για την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση, οι αναγνώστες μπορούν να ανατρέξουν στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

11.1 Εισαγωγή στην Άσκηση

Τα φυτικά τμήματα που μπορούν να δώσουν πιστά αντίγραφα των μητρικών φυτών μπορεί να είναι φύλλα, οφθαλμοί, βλαστοί, κλαδιά, ρίζες κ.ά. Για να αναπαράγουν το πλήρες φυτό, τα μοσχεύματα βλαστού πρέπει να δώσουν ρίζα, τα μοσχεύματα της ρίζας να δώσουν βλαστό και τα μοσχεύματα φύλλου να δώσουν βλαστό και ρίζα.

Κατά τον αγενή πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα, επειδή τα βλαστικά τμήματα ή, αλλιώς, οι τύποι των μοσχευμάτων (Εικόνα 11.1) που απομακρύνονται από το μητρικό φυτό μπορούν κάτω από ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος να αποκτήσουν ρίζες, βλαστούς και φύλλα, εξελίσσονται σε αυτόνομα φυτά. Είναι αυτονόητο, λοιπόν, πως με αυτόν τον τρόπο μπορεί να παραχθεί μεγάλος αριθμός φυτών, πανομοιότυπων με το μητρικό φυτό.



Εικόνα 11.1 *Τύποι μοσχευμάτων.*

Πρακτικά: τα μοσχεύματα βλαστού χρησιμοποιούνται περισσότερο. Οι κατηγορίες των μοσχευμάτων βλαστού είναι τα **μοσχεύματα μαλακού ξύλου, τα μοσχεύματα ημίσκληρου ξύλου, τα μοσχεύματα σκληρού ξύλου και τα μοσχεύματα ποωδών φυτών**. Προσοχή: δεν πρέπει να συγχέονται τα μοσχεύματα μαλακού ξύλου με εκείνα των ποωδών, διότι τα μοσχεύματα ποωδών προέρχονται αποκλειστικά και μόνο από πολυετή ποώδη φυτά.

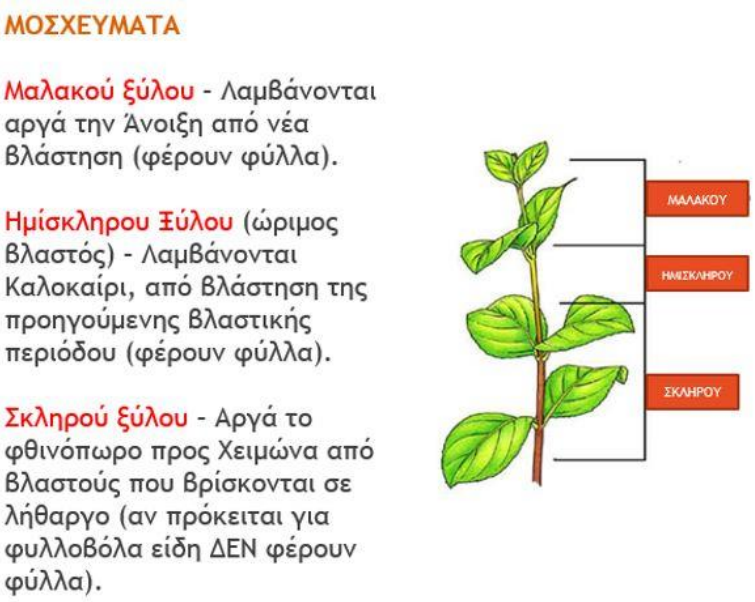
Για την εφαρμογή του πολλαπλασιασμού με **μοσχεύματα μαλακού ξύλου,** οι βλαστοί λαμβάνονται **αργά την Άνοιξη,** από την πρόσφατη βλάστηση που μόλις προηγήθηκε. **Πάντα φέρουν φύλλα**.

Για την εφαρμογή του πολλαπλασιασμού με **μοσχεύματα ημίσκληρου ξύλου,** οι βλαστοί λαμβάνονται **το καλοκαίρι ή νωρίς το φθινόπωρο** και προέρχονται από βλάστηση της προηγούμενης βλαστικής περιόδου. Οι βλαστοί δεν έχουν ξυλοποιηθεί πλήρως. **Πάντα φέρουν φύλλα.**

Για την εφαρμογή πολλαπλασιασμού **με μοσχεύματα σκληρού ξύλου,** οι βλαστοί λαμβάνονται **αργά το φθινόπωρο προς χειμώνα,** από βλαστούς που βρίσκονται σε λήθαργο. **Φέρουν φύλλα μόνον αν πρόκειται για αειθαλή είδη.**

Για την εφαρμογή πολλαπλασιασμού **με μοσχεύματα ποωδών**, η συλλογή μοσχευμάτων γίνεται **καθ' όλη τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου**. Πάντα φέρουν φύλλα.

Οι σχηματικές απεικονίσεις που ακολουθούν αποτυπώνουν τις κατηγορίες των μοσχευμάτων ξύλου, ανάλογα με το φυτικό τμήμα από το οποίο προέρχονται, καθώς και την εποχή λήψης του μοσχεύματος (Εικόνα 11.2 & Εικόνα 11.3).



Εικόνα 11.2 *Κατηγορίες μοσχευμάτων.*



Εικόνα 11.3 *Κατηγορίες μοσχευμάτων.*

Η ριζοβολία των μοσχευμάτων εξελίσσεται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους (θερμοκήπια, σπορεία). Τα μοσχεύματα, προκειμένου να ριζοβολήσουν, εκτίθενται σε συνθήκες υδρονέφωσης, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος αποξήρανσής τους. Για την επιτυχία του πολλαπλασιασμού με μοσχεύματα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι α) τα μοσχεύματα που επιλέγονται από νεαρά φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και β) τα μοσχεύματα που λαμβάνονται από το χαμηλότερο σημείο του μητρικού φυτού ριζοβολούν ευκολότερα.

Ο ρόλος του υποστρώματος είναι να παρέχει υγρασία, οξυγόνο και στήριξη στο μόσχευμα, μέχρι να ριζοβολήσει. Η βάση του μοσχεύματος που βρίσκεται μέσα στο υπόστρωμα είναι υπό το καθεστώς σκότους, πράγμα που, σε συνδυασμό με τις παραπάνω συνθήκες, καθώς και με την παρουσία ικανοποιητικών επιπέδων αυξινών, προκαλούν τη ριζοβολία του τμήματος εκείνου του μοσχεύματος που είναι βυθισμένο στο υπόστρωμα. Σε ένα ιδανικό υπόστρωμα ριζοβολίας θα πρέπει να εξασφαλίζεται ο σωστός αερισμός, έτσι ώστε να αποφεύγεται η σήψη των μοσχευμάτων. Τα πιο συνηθισμένα υποστρώματα ριζοβολίας που χρησιμοποιούνται είναι τα ακόλουθα:

Έδαφος: Προτιμώνται αμμοπηλώδη εδάφη γιατί δίνουν υψηλότερο ποσοστό ριζοβολίας. Το έδαφος είναι ένα υλικό που δεν είναι αποστειρωμένο, με αποτέλεσμα πιθανότατα να περιέχει σπόρους ζιζανίων και παθογόνους μικροοργανισμούς.

Τύρφη: Συγκρατεί υγρασία και χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την άμμο και τον περλίτη σε διάφορες αναλογίες. Τα μοσχεύματα δεν πρέπει να παραμένουν στο υπόστρωμα της τύρφης για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, διότι υπάρχει κίνδυνος σήψης της βάσης τους.

Άμμος: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσια ή σε συνδυασμό με την τύρφη. Το χαρακτηριστικό της άμμου είναι η δυσκολία συγκράτησης νερού, με αποτέλεσμα να απαιτούνται συχνά ποτίσματα. Χρειάζεται απολύμανση και ευνοεί την ανάπτυξη ριζών που είναι μακριές, χοντρές και δεν διακλαδίζονται εύκολα.

Περλίτης: Χρησιμοποιείται μεμονωμένος ή σε μείγμα με τύρφη, σε διάφορες αναλογίες. Ο περλίτης έχει την ικανότητα να αυξάνει την αεροπερατότητα και την ικανότητα στράγγισης του υποστρώματος.

Οι βασικότεροι παράγοντες που επιδρούν στη ριζοβολία των φυλλοφόρων μοσχευμάτων είναι η **υγρασία** και η **θερμοκρασία** της ατμόσφαιρας και του υποστρώματος και, δευτερευόντως, ο φωτισμός. Σε συνθήκες υδρονέφωσης, τα μοσχεύματα τοποθετούνται σε περιβάλλον υψηλής υγρασίας (> 90%). Ωστόσο, υπερβολικά ποσοστά υγρασίας στο υπόστρωμα, περιορίζουν τον αερισμό της βάσης του μοσχεύματος, αποτρέποντας τη ριζοβολία. Αντίθετα, ο ξηρός, χωρίς σταγονίδια νερού, αέρας είναι επίσης καταστροφικός για τα μοσχεύματα, γιατί αυξάνει τα επίπεδα αναπνοής των μοσχευμάτων, τα οποία φτάνουν γρήγορα στο σημείο μάρανσης, μετά από ταχεία απώλεια νερού από τους ιστούς τους. Για τον λόγο αυτό, τα μοσχεύματα τοποθετούνται σε πάγκο με σύστημα υδρονέφωσης, το οποίο ενεργοποιείται αυτόματα από τον αισθητήρα υγρασίας που βρίσκεται στον χώρο του φυτωρίου και συντηρεί την ατμοσφαιρική και την εδαφική υγρασία σε υψηλά επίπεδα (> 90%).

Η ριζοβολία των μοσχευμάτων εξαρτάται και από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και του υποστρώματος. Τα περισσότερα μοσχεύματα απαιτούν θερμοκρασία εδάφους κατά 4 - 5ºC υψηλότερη από εκείνη του περιβάλλοντος. Η κατάλληλη ημερήσια θερμοκρασία του περιβάλλοντος για τα περισσότερα φυτικά είδη είναι 19 - 23ºC και 15 - 16ºC η νυχτερινή. Στα σύγχρονα φυτώρια, η αύξηση της θερμοκρασίας του υποστρώματος επιτυγχάνεται με σωλήνες ζεστού νερού ή με ηλεκτρικές αντιστάσεις, τοποθετημένες σε ορισμένο βάθος στο υπόστρωμα ριζοβολίας.

Για την ευκολότερη ριζοβόληση των **φυλλοφόρων** μοσχευμάτων, χρησιμοποιούνται σκευάσματα συνθετικών ορμονών ριζοβολίας, όπως οι αυξίνες. Επιλέγονται τα ινδολυλοβουτυρικό οξύ (IBA), ναφθαλινοξικό οξύ (NAA) και ινδολυλοξικό οξύ (IAA), με επικρατέστερο το IBA. Οι ορμόνες χρησιμοποιούνται ως **αραιό διάλυμα** σε συγκέντρωση 20 – 200 ppm, ανάλογα με την ευκολία ριζοβολίας του μοσχεύματος. Η βάση του μοσχεύματος εμβαπτίζεται σε ύψος 2 - 3 cm μέσα στο αραιό διάλυμα και παραμένουν εκεί για 24 ώρες πριν τη φύτευση τους στο υπόστρωμα, σε σύστημα υδρονέφωσης. Οι παραπάνω ορμόνες χρησιμοποιούνται ως **πυκνό διάλυμα** σε συγκέντρωση 500 – 1000 ppm για 4 - 5 δευτερόλεπτα, με εμβάπτιση της βάσης των μοσχευμάτων. Μετά την εμβάπτιση, ακολουθεί η φύτευση στο υπόστρωμα ριζοβολίας. Τέλος, χρησιμοποιείται ορμόνη ριζοβολίας σε μορφή **σκόνης επίπασης,** με την οποία επιπάσσονται τα μοσχεύματα πριν το στέγνωμα της τομής. Αν η τομή έχει στεγνώσει, διαβρέχεται το κάτω μέρος (2 – 3 cm) του βλαστού και η ορμόνη κολλά εύκολα στη βάση του μοσχεύματος. Πριν τη φύτευση, ανοίγεται μια οπή στο υπόστρωμα, ώστε το μόσχευμα να εισχωρήσει χωρίς να απομακρυνθεί η ορμόνη.

11.1.1 Αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα μαλακού ξύλου

Ο πολλαπλασιασμός με **φυλλοφόρα μοσχεύματα μαλακού ξύλου** εφαρμόζεται σε πολλούς φυλλοβόλους καλλωπιστικούς θάμνους, όπως είναι η τριανταφυλλιά (*Rosa* sp.), η αζαλέα (*Azalea indica*), η φορσύθια (*Forsythia intermedia*), η βουτλέια (*Buddleia davidii*) κ.ά., καθώς και σε ορισμένους αειθαλείς, όπως είναι η πικροδάφνη (*Nerium oleander*), η μυρτιά (*Myrtus communis*), το πιττόσπορο (*Pittosporum tobira*), το κυδωνίαστρο (*Cotoneaster francetti*) κ.ά. Τα μοσχεύματα προέρχονται από κορυφές νέων βλαστών που κόβονται σε ηλικία, η οποία διαφέρει, ανάλογα με το είδος του φυτού. Κόβονται από τα μητρικά φυτά την άνοιξη, την εποχή δηλαδή της ανάπτυξης. Αν πρόκειται για φυτά συνεχούς άνθισης, τα οποία αναπτύσσονται στην ύπαιθρο, όπως η τριανταφυλλιά, μοσχεύματα μαλακού ξύλου μπορούν να λαμβάνονται από τον Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο, ενώ όταν αυτά καλλιεργούνται στο θερμοκήπιο η λήψη μοσχευμάτων είναι δυνατή καθ' όλη τη διάρκεια του

έτους. Τα μοσχεύματα μαλακού ξύλου είναι πάντοτε φυλλοφόρα. Όμως, κατά την προετοιμασία τους, τα μόνα φύλλα που αφήνονται πάνω είναι αυτά της κορυφής. Τα μοσχεύματα της κατηγορίας αυτής πρέπει να παίρνουν περισσότερο νερό σε αντικατάσταση αυτού που χάνουν από τα φύλλα, γι' αυτό επιβάλλεται η υγρασία της ατμόσφαιρας να διατηρείται κορεσμένη και τα φύλλα να προφυλάσσονται από την απευθείας έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία. Τα περισσότερα φυλλοφόρα μοσχεύματα μαλακού ξύλου ριζοβολούν καλύτερα όταν το υπόστρωμα ριζοβολίας αποτελείται από μείγμα τύρφης/περλίτη και όταν η θερμοκρασία του υποστρώματος πλησιάζει τους 30°C.

11.1.2 Αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα ημίσκληρου ξύλου

Ο πολλαπλασιασμός με **μοσχεύματα ημίσκληρου ξύλου** εφαρμόζεται σε πλήθος φυτικών ειδών. Είναι φυλλοφόρα μοσχεύματα που λαμβάνονται από ξυλώδη, αειθαλή και φυλλοβόλα είδη, αργά την άνοιξη, το καλοκαίρι ή νωρίς το φθινόπωρο, όταν το ξύλο δεν είναι εντελώς ώριμο (ημιξυλοποιημένοι βλαστοί). Πάντα φέρουν φύλλα. Παραδείγματα φυτών που πολλαπλασιάζονται με αυτόν τον τρόπο είναι η Αουκούμπα (*Aucuba japónica*), το Πυξάρι (*Buxus macrophylla*), η Μυρτιά (*Myrtus communis*), το Ευώνυμο (*Euonymus japonicus*), η Δάφνη Απόλλωνος (*Laurus nobilis*), ο Δαφνοκέρασος (*Prunus laurocerasus*) και η Λεβάντα (*Lavantula angustifolia*). Επίσης, το είδος αυτό των μοσχευμάτων χρησιμοποιείται στα εσπεριδοειδή, στην ελιά και στα κωνοφόρα.

11.1.3 Αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα σκληρού ξύλου

Ο πολλαπλασιασμός με **μοσχεύματα σκληρού ξύλου** εφαρμόζεται σε πολλά είδη φυλλοβόλων δένδρων και θάμνων, όπως είναι το κυδωνίαστρο, το φυλλοβόλο (*Cotoneaster horizontalis*), η τσιντόνια (*Cydonia japonica*), η φορσύθια (*Forsythia iuntermedia*) κ.ά. Τα μοσχεύματα συλλέγονται από τα μητρικά φυτά τον χειμώνα (Δεκέμβριο – Ιανουάριο). Λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του ληθάργου από βλαστούς της προηγουμένης περιόδου, θα πρέπει να έχουν ικανοποιητική ανάπτυξη, με κανονικά μεσογονάτια διαστήματα, και να είναι απαλλαγμένα από ασθένειες. Το πλεονέκτημα των μοσχευμάτων σκληρού ξύλου φυλλοβόλων φυτών είναι ότι προετοιμάζονται εύκολα, αποθηκεύονται και μεταφέρονται σε μακρινές αποστάσεις εξίσου εύκολα και δεν απαιτούν ιδιαίτερο εξοπλισμό προκειμένου να ριζοβολήσουν. Ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα σκληρού ξύλου εφαρμόζεται και σε αειθαλείς θάμνους, όπως το ευώνυμο (*Euonymus japonicus*), το πυξάρι (*Buxus semprevirens*), ο πυράκανθος (*Pyracantha coccinea*) κ.ά. Τα μοσχεύματα σκληρού ξύλου για τα αειθαλή συλλέγονται από τα μητρικά φυτά την ίδια εποχή που συλλέγονται και για τα φυλλοβόλα, δηλαδή τον χειμώνα (Δεκέμβριο – Ιανουάριο).

11.1.4 Αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα ποωδών

Τα μοσχεύματα ποωδών λαμβάνονται από χυμώδη, μη ξυλώδη, ανθοκομικά καλλωπιστικά, όπως το χρυσάνθεμο, το γαρίφαλλο, ο βασιλικός, ο κολεός, το πελαργόνιο, η βεγόνια, ο κισσός, καθώς και πολυάριθμα λαχανοκομικά. Διατηρούνται τα φύλλα κορυφής και αποκόπτονται τα κατώτερα, χρησιμοποιούνται όμως και άφυλλα.

11.2 Εκτέλεση της Άσκησης

11.2.1 Σκοπός

Σκοπός της άσκησης είναι να εξοικιωθούν οι φοιτητές/-τριες με τον πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα. Για τον λόγο αυτό θα δοκιμάσουν να πολλαπλασιάσουν καλλωπιστικά φυτά με μοσχεύματα διαφορετικών τύπων όπως αυτά του σκληρού και του μαλακού ξύλου. Θα αποτυπώσουν τις διαφορές στα ποαοστά ριζοβολίας και θα σχολιάσουν τον ρόλο της ορμόνης ριζοβολίας και των συνθηκών του περιβάλλοντος στη διαδικασία ανάπτυξης ριζών.

11.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα

1. Φυτό τριανταφυλλιάς (*Rosa* sp.) και πιττόσπορου (*Pittosporum tobira*) (για πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα μαλακού ξύλου, εφόσον το τρέχον εξάμηνο εκτέλεσης της άσκησης είναι εαρινό).
2. Φυτό φορσύθιας (*Forsythia iuntermedia*) και ευωνύμου (*Euonymus japonicus*) (για πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα ημίσκληρου ή σκληρού ξύλου, εφόσον το τρέχον εξάμηνο εκτέλεσης της άσκησης είναι χειμερινό).
3. Ορμόνη ριζοβολίας σε μορφή σκόνης επίπασης (IBA, NAA)
4. Μείγμα τύρφης - περλίτη 2:1
5. Κλαδευτήρι
6. Διαφανείς σάκοι πλαστικού πολυαιθυλενίου
7. Κιβώτια ή δοχεία σποράς διαστάσεων 80 cm x100 cm
8. Σύστημα υδρονέφωσης (για τα μοσχεύματα που φέρουν φύλλα)

11.2.3 Μεθοδολογία

11.2.3.1 Εκτελώντας την άσκηση χρησιμοποιώντας μοσχεύματα σκληρού ξύλου

Οι φοιτητές/-τριες χωρίζονται σε ομάδες και κάθε ομάδα συλλέγει βλαστούς από τη φορσύθια και από το ευώνυμο. Η κοπή και των δύο ειδών μοσχευμάτων γίνεται όταν διανύεται το χειμερινό ακαδημαϊκό εξάμηνο, κατά τον Δεκέμβριο – Ιανουάριο. Τα μοσχεύματα αποκόπτονται με τη βοήθεια κλαδευτηριού. Το κλαδευτήρι πρέπει να απολυμαίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, προκειμένου να αποφεύγεται η μεταφορά ασθενειών από τα μητρικά φυτά στα μοσχεύματα. Οι βλαστοί που συλλέγονται θα πρέπει να έχουν τουλάχιστον 2 οφθαλμούς. Σε περίπτωση που το μήκος του βλαστού είναι μεγάλο (Εικόνα 11.4) και φέρει πολλούς οφθαλμούς και μεσογονάτια διαστήματα, τότε μπορεί τμηματικά να χωριστεί, ώστε να ληφθούν μοσχεύματα βάσης, μέσης και κορυφής (Εικόνα 11.5). Το τμήμα που φέρει το ακραίο μερίστωμα καλείται μόσχευμα κορυφής. Το τμήμα που ήταν στη μέση του αρχικού βλαστού καλείται μόσχευμα μέσης. Το τμήμα της βάσης του αρχικού βλαστού καλείται μόσχευμα βάσης. Τα μοσχεύματα μέσης μπορεί να είναι παραπάνω από ένα. Αντίθετα τα μοσχεύματα κορυφής και βάσης είναι πάντοτε από ένα. Το μήκος του κάθε τμήματος θα πρέπει να είναι περίπου 12 cm, εφόσον πληροί τις προϋποθέσεις οφθαλμών και μεσογονατίων διαστημάτων (Εικόνα 11.6).



Εικόνα 11.4 *Βλαστός φυλλοβόλου από τον οποίο θα ληφθούν μοσχεύματα σκληρού ξύλου (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 11.5 *Ο βλαστός κόβεται σε τμήματα, ώστε κάθε επιμέρους τμήμα να έχει τουλάχιστον δύο μεσογονάτια διαστήματα (Προσωπικό αρχείο).*



11.6 *Μοσχεύματα βάσης, μέσης και κορυφής (Προσωπικό αρχείο).*

Τα μοσχεύματα σκληρού ξύλου φυλλοβόλων (φορσύθια) συλλέγονται από βλαστούς της προηγούμενης περιόδου, κατά τη διάρκεια του λήθαργου του μητρικού φυτού. Στα μοσχεύματα σκληρού ξύλου αειθαλών (ευώνυμο), από τα φύλλα αφαιρούνται εκείνα της βάσης. Για να μπορεί να ξεχωρίσει η βάση από την κορυφή των μοσχευμάτων, η κάτω τομή του μοσχεύματος γίνεται κάθετα στον άξονα του φυτού (Εικόνα 11.7), ενώ η πάνω τομή γίνεται με κλίση περίπου 45^{o}, αντίθετα από τον πλησιέστερο οφθαλμό. Ποτέ δεν αφαιρείται το ακραίο μερίστωμα στα μοσχεύματα κορυφής (Εικόνα 11.8).



Εικόνα 11.7 *Κάτω τομή των μοσχευμάτων, κάθετη στον άξονα του βλαστού (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 11.8 *Πάνω τομές μοσχευμάτων. Το ακραίο μερίστωμα στα μοσχεύματα κορυφής δεν αποκόπτεται. Στα υπόλοιπα, η τομή γίνεται με κλίση 45 ^{o} (Προσωπικό αρχείο).*

Οι φοιτητές/-τριες δεν παραλείπουν να αφαιρέσουν το ½ του ελάσματος των φύλλων (στην περίπτωση των αειθαλών ειδών) που παρέμειναν στο μόσχευμα, έτσι ώστε να μειώνεται η απώλεια την υγρασίας μέσω της φυλλικής επιφάνειας και να εξοικονομείται χώρος στο πολλαπλασιαστήριο (Εικόνα 11.9).



Εικόνα 11.9 *Αφαίρεση των φύλλων της βάσης σε περίπτωση μοσχευμάτων σκληρού ξύλου αειθαλών (Προσωπικό αρχείο).*

Τα μοσχεύματα σκληρού ξύλου φυλλοβόλων (που δεν φέρουν φύλλα) μπορούν μετά την κοπή τους να δένονται σε δεμάτια των 100 και να παραχώνονται σε άμμο. Στα πλαίσια του εργαστηρίου, και προκειμένου να εκτελεστεί η άσκηση του αγενούς πολλαπλασιασμού με μοσχεύματα, τότε ακολουθείται η ίδια μεταχείριση με αυτή των μοσχευμάτων σκληρού ξύλου αειθαλών (που φέρουν φύλλα). Έτσι η βάση των μοσχευμάτων διαβρέχεται με νερό (Εικόνα 11.10) και στη συνέχεια εμβαπτίζεται σε ορμόνη ριζοβολίας (IBA) (Εικόνα 11.11).



Εικόνα 11.10 *Εμβάπτιση της βάσης του μοσχεύματος σε νερό (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 11.11 *Εμβάπτιση της βάσης του μοσχεύματος σε ορμόνη ριζοβολίας (IBA) (Προσωπικό αρχείο).*

Τα μοσχεύματα τοποθετούνται στα κιβώτια σποράς, όπου χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα το μείγμα τύρφης - περλίτη, σε αναλογία 2:1, και έπειτα μεταφέρονται στην υδρονέφωση, όπου οι συνθήκες υγρασίας που επικρατούν είναι υψηλές (> 90%). Στα μοσχεύματα αειθαλών, οι συνθήκες υψηλής υγρασίας είναι απαραίτητες, ώστε να μην ξεραθούν τα φύλλα των μοσχευμάτων, πριν αυτά προλάβουν να ριζοβολήσουν. Οι φοιτητές/-τριες, χρησιμοποιώντας τα μέσα σημείωσης, αριθμούν τα μοσχεύματα κατά αύξοντα αριθμό από 1-10, ώστε να διευκολυνθεί η μετέπειτα καταγραφή των αποτελεσμάτων. Σημειώνεται, επίσης, σε κάθε κιβώτιο το είδος του μοσχεύματος, καθώς και η ημερομηνία φύτευσής τους. Αν στο θερμοκήπιο δεν υπάρχει σύστημα υδρονέφωσης, τότε το κιβώτιο καλύπτεται με διαφανείς σάκους πλαστικού πολυαιθυλενίου, ώστε η υγρασία να διατηρείται σε υψηλά επίπεδα.

11.2.3.2 Εκτελώντας το πείραμα χρησιμοποιώντας μοσχεύματα μαλακού και ημίσκληρου ξύλου

Οι φοιτητές/-τριες χωρίζονται σε ομάδες και κάθε ομάδα συλλέγει βλαστούς από φυτά τριανταφυλλιάς και πιττόσπορου. Τα μοσχεύματα αποκόπτονται με τη βοήθεια κλαδευτηριού. Το κλαδευτήρι πρέπει να απολυμαίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, προκειμένου να μην μεταφέρονται ασθένειες ή ιώσεις από τα μητρικά φυτά στα μοσχεύματα. Οι βλαστοί που συλλέγονται θα πρέπει να έχουν τουλάχιστον 2

οφθαλμούς. Σε περίπτωση που το μήκος του βλαστού είναι μεγάλο (Εικόνα 11.12) και φέρει πολλούς οφθαλμούς και μεσογονάτια διαστήματα, τότε μπορεί τμηματικά να χωριστεί, ώστε να ληφθούν μοσχεύματα βάσης, μέσης και κορυφής (Εικόνα 11.13).



Εικόνα 11.12 *Βλαστός από τον οποίο θα ληφθούν μοσχεύματα μαλακού ή ημίσκληρου ξύλου (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 11.13 *Ο βλαστός κόβεται σε τμήματα, ώστε κάθε επιμέρους τμήμα να έχει τουλάχιστον δύο μεσογονάτια διαστήματα (Προσωπικό αρχείο).*

Το τμήμα που φέρει το ακραίο μερίστωμα καλείται μόσχευμα κορυφής. Το τμήμα που ήταν στη μέση του αρχικού βλαστού καλείται μόσχευμα μέσης. Το τμήμα της βάσης του αρχικού βλαστού καλείται μόσχευμα βάσης. Τα μοσχεύματα μέσης μπορεί να είναι παραπάνω από ένα. Αντίθετα, τα μοσχεύματα

κορυφής και βάσης είναι πάντοτε από ένα. Το μήκος του κάθε τμήματος θα πρέπει να είναι περίπου 12 εκ. εφόσον πληροί τις προϋποθέσεις οφθαλμών και μεσογονατίων διαστημάτων (Εικόνα 11.14).



11.14 *Μοσχεύματα βάσης, μέσης και κορυφής (Προσωπικό αρχείο).*

Στη συνέχεια αφαιρούνται όλα τα φύλλα της βάσης, καθώς και το ½ του ελάσματος των φύλλων που παρέμειναν στο μόσχευμα, έτσι ώστε να μειώνεται η απώλεια της υγρασίας μέσω της φυλλικής επιφάνειας και να εξοικονομείται χώρος στο πολλαπλασιαστήριο (Εικόνα 11.15).

Για να μπορεί να ξεχωρίσει η βάση από την κορυφή των μοσχευμάτων, η κάτω τομή του μοσχεύματος γίνεται κάθετα στον άξονα του φυτού (Εικόνα 11.16), ενώ η πάνω τομή γίνεται με κλίση περίπου 45^{o} αντίθετα από τον πλησιέστερο οφθαλμό. Ποτέ δεν αφαιρείται το ακραίο μερίστωμα στα μοσχεύματα κορυφής (Εικόνα 11.17).



Εικόνα 11.15 *Αφαιρούνται τα φύλλα της βάσης των μοσχευμάτων (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 11.16 *Κάτω τομές μοσχευμάτων (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 11.17 *Πάνω τομές μοσχευμάτων. Το ακραίο μερίστωμα στα μοσχεύματα κορυφής δεν αποκόπτεται. Στα υπόλοιπα η τομή γίνεται με κλίση 45 º (Προσωπικό αρχείο).*

Προετοιμάζεται το υπόστρωμα ριζοβολίας τύρφης-περλίτη, σε αναλογία 2:1, και τοποθετείται μέσα σε δοχείο φύτευσης. Σε περίπτωση που η βάση των μοσχευμάτων έχει στεγνώσει, διαβρέχεται με νερό προκειμένου να βοηθηθεί η προσκόλληση της ορμόνης (Εικόνα 11.18). Στη συνέχεια, γίνεται επίπαση του κονιώδους σκευάσματος ορμόνης ριζοβολίας (IBA) στη βάση των μοσχευμάτων (Εικόνα 11.17).



Εικόνα 11.18 *Εμβάπτιση της βάσης του μοσχεύματος σε νερό (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 11.19 *Εμβάπτιση της βάσης του μοσχεύματος σε ορμόνη ριζοβολίας (IBA) (Προσωπικό αρχείο).*

Κατόπιν, ανοίγεται οπή στο υπόστρωμα, βάθους 2.5 cm, όπου και τοποθετούνται οι βάσεις των μοσχευμάτων. Αν δεν ανοιχθούν οι οπές στο υπόστρωμα, πιθανότατα να απομακρυνθεί η ορμόνη ριζοβολίας κατά την τοποθέτησή τους, με αποτέλεσμα την ανομοιόμορφη ριζοβόληση, ακόμη και αν οι λοιπές συνθήκες είναι ιδανικές. Οι φοιτητές/-τριες αριθμούν τα μοσχεύματα κατά αύξοντα αριθμό από 1-10, ώστε να διευκολυνθεί η μετέπειτα καταγραφή των αποτελεσμάτων. Σε κάθε κιβώτιο αναγράφονται, επίσης, το είδος και η ποικιλία των μοσχευμάτων, καθώς και η ημερομηνία φύτευσής τους. Κατόπιν, τα κιβώτια μεταφέρονται στην υδρονέφωση, σε υψηλές συνθήκες υγρασίας (> 90%), οι οποίες είναι απαραίτητες για τα μοσχεύματα μαλακού ξύλου, ώστε να προλάβουν να ριζοβολήσουν, πριν ξεραθούν τα φύλλα τους. Σε περίπτωση που στο θερμοκήπιο δεν υπάρχει σύστημα υδρονέφωσης, τότε τα κιβώτια σποράς καλύπτονται με διαφανείς σάκκους πλαστικού πολυαιθυλενίου, ώστε η υγρασία στο εσωτερικό τους να διατηρείται σε υψηλά επίπεδα και τοποθετούνται εντός προβλαστηρίου σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και φωτισμού. Με την πάροδο 2 - 5 εβδομάδων, ανάλογα με την εποχή και το είδος του φυτού, τα μοσχεύματα ανασηκώνονται με ένα κουτάλι για να ελεγχθεί αν έχουν ριζοβολήσει. Αν οι ρίζες έχουν αποκτήσει 1.5 – 2.0 cm μήκος, τα μοσχεύματα είναι έτοιμα να μεταφυτευθούν σε μεγαλύτερα φυτοδοχεία.

11.2.4 Μετρήσεις - Εκτιμήσεις

11.2.4.1 Εκτελώντας το πείραμα χρησιμοποιώντας μοσχεύματα σκληρού ξύλου

Εκτιμώνται:

1. Το ποσοστό (%) ριζοβολίας των μοσχευμάτων
2. Το μήκος των ριζών (cm)
3. Ο αριθμός των ριζών

Οι μετρήσεις λαμβάνονται κάθε 7 ημέρες για 12 εβδομάδες και σε κάθε μέτρηση συμπληρώνεται ο παρακάτω πίνακας, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις των φοιτητών. Σημειώνονται οποιεσδήποτε ιδιαιτερότητες σε σχέση με την εμφάνιση των μοσχευμάτων, καθώς και με τη διεξαγωγή της άσκησης.

Μετά τη λήψη των μετρήσεων, γίνεται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων και βρίσκονται οι μέσοι όροι, συμπληρώνεται πίνακας με την ανάλυση παραλλακτικότητας και, τέλος, βρίσκονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών. Τα δεδομένα τοποθετούνται στο Excel και παριστάνονται γραφικά.

11.2.4.2 Εκτελώντας το πείραμα με χρήση μοσχευμάτων μαλακού και ημίσκληρου ξύλου

Εκτιμώνται:

1.Το ποσοστό (%) ριζοβολίας των μοσχευμάτων

2.Το μήκος των ριζών (cm)

3.Ο αριθμός των ριζών

Οι μετρήσεις λαμβάνονται κάθε 7 ημέρες για 12 εβδομάδες και σε κάθε μέτρηση συμπληρώνεται ο πίνακας του παραρτήματος, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις των φοιτητών. Σημειώνονται οποιεσδήποτε ιδιαιτερότητες σε σχέση με την εμφάνιση των μοσχευμάτων, καθώς και με τη διεξαγωγή της άσκησης.

Μετά τη λήψη των μετρήσεων, γίνεται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων και βρίσκονται οι μέσοι όροι, συμπληρώνεται πίνακας με την ανάλυση παραλλακτικότητας και, τέλος, βρίσκονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών. Τα δεδομένα τοποθετούνται στο Excel και παριστάνονται γραφικά.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Ποντίκης, Κ., 2006. *Πολλαπλασιασμός καρποφόρων δένδρων και θάμνων*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλης.

Beyl, C.A. and Trigiano, T.N., 2014. *Plant Propagation Concepts and Laboratory Exercises*. CRC Press.

Cheng, D., 2019. *The New Plant Parent: Develop Your Green Thumb and Care for Your House-Plant Family*. United States, New York: Abrams Editions.

Cushnie, J., 2009. *Ο τέλειος πολλαπλασιασμός: Καλλωπιστικά, λαχανικά, οπωροφόρα, αναρριχώμενα, δέντρα, βότανα, φυτά εσωτερικού χώρου, θάμνοι*. Αθήνα: Εκδόσεις Έμβρυο.

Davies, Jr., Fred T., Geneve, R. L., Wilson S. E., Hudson T., Hartmann and Kester, D.E., 2018. *Plant Propagation: Principles and Practices* (What's New in Trades & Technology). 9th Edition. Kindle Edition.

Hooks, D., 2018. *Cuttings made easy. Plant cloning*. Kindle Edition.

Toogood. A., 2019. *Propagating Plants: How to Create New Plants for Free Hardcover* – Illustrated.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Οι κατηγορίες των μοσχευμάτων βλαστού είναι ……
……..……..

2. Για την εφαρμογή του πολλαπλασιασμού με μοσχεύματα μαλακού ξύλου, οι βλαστοί λαμβάνονται αργά την Άνοιξη, από την πρόσφατη βλάστηση που μόλις προηγήθηκε.

   Σωστό ή **Λάθος**

3. Τα μοσχεύματα μαλακού ξύλου
   I. φέρουν πάντα φύλλα.
   II. λαμβάνονται την περίοδο του χειμώνα.
   III. δεν φέρουν φύλλα.

4. Τα μοσχεύματα ημίσκληρου ξύλου
   I. δεν φέρουν φύλλα.
   II. λαμβάνονται το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο.
   III. λαμβάνονται τον χειμώνα.

5. Τα μοσχεύματα σκληρού ξύλου
   I. φέρουν πάντα φύλλα.
   II. λαμβάνονται την άνοιξη ή το καλοκαίρι.
   III. λαμβάνονται το φθινόπωρο ή τον χειμώνα.

6. Τα μοσχεύματα προκειμένου να ριζοβολήσουν εκτίθενται σε συνθήκες ……
……

7. Ο ρόλος του υποστρώματος είναι να παρέχει υγρασία, οξυγόνο και στήριξη στο μόσχευμα μέχρι να ριζοβολήσει.

   Σωστό ή **Λάθος**

8. Οι βασικότεροι παράγοντες που επιδρούν στη ριζοβολία των φυλλοφόρων μοσχευμάτων είναι η υγρασία και η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και του υποστρώματος και, δευτερευόντως, ο φωτισμός.

   Σωστό ή **Λάθος**

9. Ο πολλαπλασιασμός με φυλλοφόρα μοσχεύματα μαλακού ξύλου εφαρμόζεται σε πολλούς φυλλοβόλους καλλωπιστικούς θάμνους όπως ……
……
……..……..

10. Ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα σκληρού ξύλου εφαρμόζεται σε πολλά είδη φυλλοβόλων δένδρων και θάμνων, όπως .....
……...……
…….....

Παράρτημα

Πίνακας Μετρήσεων

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Κιβώτιο σποράς	Μόσχευμα	Ποσοστό ριζοβολίας (%)	Μ.Ο. Μήκους ριζών (cm)	Αριθμός ριζών
Φορσύθια	**1**			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
Ευώνυμο	**1**			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Σημειώσεις – Παρατηρήσεις:

Πίνακας Μετρήσεων

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Κιβώτιο σποράς	Μόσχευμα	Ποσοστό ριζοβολίας (%)	Μήκος ριζών (cm)	Αριθμός ριζών
Τριανταφυλλιά	**1**			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
Πιττόσπορο	**1**			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Σημειώσεις – Παρατηρήσεις:

Κεφάλαιο 12
Ενοφθαλμισμοί - Εγκεντρισμοί

Σύνοψη
Εμβολιασμός είναι η συγκόλληση δύο φυτικών τμημάτων, για τη δημιουργία μιας νέας φυτικής μονάδας. Με τη βοήθεια του εμβολιασμού επιτυγχάνεται η αναπαραγωγή καλλωπιστικών φυτών που παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες στην ανάπτυξη. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται ένας πλήρης και αναλυτικός οδηγός που αφορά τον «σχιστό και σφηνοειδή» εγκεντρισμό, στον «υπόφλοιο» εγκεντρισμό και στον «ενοφθαλμισμό», ο οποίος περιλαμβάνει τον «ασπιδωτό» ή ενοφθαλμισμό με «Τ», τον «ασπιδωτό» ή ενοφθαλμισμό με ανεστραμμένο (ανάποδο) «Τ» και τον «πλακίτη» ενοφθαλμισμό. Οι ασκήσεις των εμβολιασμών επιδεικνύονται στους φοιτητές από τους διδάσκοντες και, στη συνέχεια, εφαρμόζονται στο εργαστήριο ή σε εξωτερικούς χώρους.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις φυσιολογίας και διαχείρισης των υποκειμένων και των εμβολίων στη διαδικασία των εμβολιασμών μέσω ενοφθαλμισμών και εγκεντρισμών. Είναι απαραίτητη η γνώση των υλικών που χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία των υποκειμένων, καθώς και η γνώση των συνθηκών και των προϋποθέσεων που χρειάζονται για την επιτυχία του εμβολιασμού. Για την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση, οι αναγνώστες μπορούν να ανατρέξουν στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

12.1. Εισαγωγή στην Άσκηση

Ως **εμβολιασμός** ορίζεται η συγκόλληση δύο φυτικών τμημάτων, κατά την οποία συνενώνονται οι καμβιακοί ιστοί, ευνοώντας τη δημιουργία μιας νέας φυτικής μονάδας (Ποντίκης, 1994; Cushnie, 2009; Fabro, 2011; Cuala & Trigiano, 2015). Το κατώτερο τμήμα καλείται υποκείμενο, ενώ εκείνο στο οποίο δημιουργείται η κόμη καλείται εμβόλιο. Το νέο φυτό που προκύπτει από τη συνένωση του εμβολίου και του υποκειμένου, καλείται εμβολιασμένο φυτό. Από ένα φυτό μπορούν να ληφθούν πολλά εμβόλια, αλλά ένα μόνο υποκείμενο. Με τη βοήθεια του εμβολιασμού επιτυγχάνεται η αναπαραγωγή καλλωπιστικών φυτών που παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες στην ανάπτυξή τους (π.χ. ευαισθησία σε συγκεκριμένες ασθένειες, ιδιαίτερες απαιτήσεις εδάφους κ.λπ.). Χρησιμοποιώντας ως υποκείμενα ανθεκτικά φυτά, τα ευαίσθητα εμβόλια καλλιεργούνται χωρίς προβλήματα. Επίσης, με τον εμβολιασμό είναι δυνατή η επανόρθωση φυτικών τμημάτων που είτε έχουν υποστεί τραύματα από μηχανικά μέσα, είτε έχουν υποστεί ζημιές από ασθένειες (Ποντίκης, 1994; Cushnie, 2009; Fabro, 2011; Cuala & Trigiano, 2015).

Στην ανθοκομία ο εμβολιασμός εφαρμόζεται κυρίως σε ξυλώδη καλλωπιστικά φυτά και σε κακτοειδή (Lewis & Alexander, 2008; Cushnie, 2009; Fabro, 2011). Οι προϋποθέσεις για την επιτυχία του εμβολιασμού είναι οι ακόλουθες:

Η εφαρμογή την κατάλληλη εποχή: Η εποχή εξαρτάται από το είδος του φυτού, καθώς και από τη μέθοδο του εμβολιασμού. Κανόνας επιτυχούς εμβολιασμού είναι η αποκόλληση του φλοιού από το ξύλωμα του φυτού. Τότε είναι ενεργό **το κάμβιο**.

Η ένωση των καμβίων του εμβολίου και του υποκειμένου: Με την ένωση των καμβίων αποκαθίσταται η τροφοδοσία από το υποκείμενο προς το εμβόλιο και, έτσι, ο εμβολιασμός θεωρείται επιτυχής.

Η βοτανική συγγένεια μεταξύ εμβολίου - υποκειμένου: Το μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας του εμβολιασμού προκύπτει όταν το εμβόλιο και το υποκείμενο είναι είδη του ίδιου γένους. Μεγάλο σχετικά ποσοστό επιτυχίας προκύπτει κατά τον εμβολιασμό φυτών που είναι γένη της ίδιας οικογένειας. Αντιθέτως, σε καμιά περίπτωση δεν έχει επιτυχία ο εμβολιασμός, όταν το εμβόλιο και το υποκείμενο ανήκουν σε διαφορετική οικογένεια.

Οι κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες: Η άριστη θερμοκρασία για την επιτυχία του εμβολιασμού κυμαίνεται μεταξύ 15-25 °C. Η ατμοσφαιρική υγρασία θα πρέπει να βρίσκεται κοντά στο σημείο κορεσμού, δηλαδή στο 100%. Ωστόσο, σε εξωτερικό χώρο, αυτό το ποσοστό υγρασίας είναι

δύσκολα επιτεύξιμο, γι' αυτό στην πράξη οι τομές καλύπτονται με κηρώδεις ουσίες, ώστε να μειώνεται η απώλεια υγρασίας.

Οι βλαστοί που θα χρησιμοποιηθούν ως εμβόλια πρέπει να είναι ηλικίας μικρότερης του ενός έτους και να είναι υγιείς, χωρίς τραύματα ή προσβολές από παθογόνα (Lewis & Alexander, 2008; Cushnie, 2009). Το εμβόλιο λαμβάνεται από το μέσο του βλαστού και όχι από την κορυφή ή τη βάση του. Ανάλογα με την ακολουθούμενη τεχνική, οι συνηθισμένες μέθοδοι εμβολιασμού μπορούν να διακριθούν σε **εγκεντρισμούς** και σε **ενοφθαλμισμούς**.

Σκοπός της άσκησης είναι να εξοικειωθούν οι φοιτητές/-τριες με τους εγκεντρισμούς και τους ενοφθαλμισμούς και να παρατηρήσουν τη διαδικασία ένωσης, αποδοχής ή απόρριψης των εμβολίων.

12.1.2 Σχιστός εγκεντρισμός ή σφηνοειδής εγκεντρισμός

Μέθοδοι εγκεντρισμού που χρησιμοποιούνται ευρέως σε πλήθος καλλιεργούμενων φυτών είναι ο **σχιστός εγκεντρισμός, ο σφηνοειδής εγκεντρισμός και ο υπόφλοιος εγκεντρισμός** (Retournard & Prat, 2011; Lewis and Alexander, 2011). Τα εμβόλια που πρόκειται να κεντρωθούν σε ξυλώδη υποκείμενα, συλλέγονται τον χειμώνα, όταν οι οφθαλμοί βρίσκονται σε λήθαργο. Σε περίπτωση συλλογής των εμβολίων όταν οι οφθαλμοί βλαστάνουν, υπάρχει σοβαρή πιθανότητα αποτυχίας του εγκεντρισμού.

Μεθοδολογία – Διαδικασία εκτέλεσης

Στον **σχιστό εγκεντρισμό** αρχικά επιλέγονται οι βλαστοί που θα χρησιμοποιηθούν ως εμβόλια, καθώς και το υποκείμενο (Εικόνα 12.1). Αρχικά, προετοιμάζεται το υποκείμενο, κόβοντας τον βλαστό κάθετα στον άξονά του, σε απόσταση από 20 ως 50 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Η διάμετρος του βραχίονα των υποκειμένων μπορεί να ποικίλλει από 5 ως 15 cm. Ο βλαστός σχίζεται σε βάθος 5 – 7 cm χρησιμοποιώντας εμβολιαστήρι. Τοποθετείται μια σφήνα στη σχισμή, έτσι ώστε να μπορεί να παραμείνει ανοιχτή και να δεχτεί τα εμβόλια. Στη συνέχεια δύο ετήσιοι βλαστοί που θα χρησιμοποιηθούν ως εμβόλια προετοιμάζονται δημιουργώντας στη βάση τους σφήνα 3 – 4 cm περίπου. Οι δύο πλευρές της σφήνας πρέπει να είναι λείες και ομοιόμορφες, ώστε να εξασφαλίζεται η επαφή των καμβίων του υποκειμένου και του εμβολίου. Κατόπιν, τοποθετείται το ένα εμβόλιο μέσα στο ένα άκρο της σχισμής του υποκειμένου και το δεύτερο εμβόλιο τοποθετείται στο απέναντι άκρο της σχισμής του υποκειμένου. Με τον τρόπο αυτό τα κάμβια του εμβολίου και του υποκειμένου έρχονται σε επαφή. Αν τα εμβόλια δεν βυθιστούν στα άκρα της σχισμής του υποκειμένου, τότε τα κάμβια δεν θα έρθουν σε επαφή, με αποτέλεσμα την αποτυχία του εγκεντρισμού. Η τομή του εμβολίου πρέπει να εξέρχεται περίπου 1 cm από την επιφάνεια του βλαστού του υποκειμένου. Αν ο βλαστός του υποκειμένου έχει μεγαλύτερη διάμετρο από το εμβόλιο, τότε το υποκείμενο μπορεί να σχιστεί και κάθετα στην προηγούμενη σχισμή και έτσι το υποκείμενο να μπορεί να υποδεχθεί στα άκρα των σχισμών του έως και τέσσερα εμβόλια. Ωστόσο, αν το υποκείμενο έχει την ίδια διάμετρο με το εμβόλιο, τότε χρησιμοποιείται μόνο ένα εμβόλιο και πραγματοποιείται ο σφηνοειδής εγκεντρισμός.

Η σχισμή και στις δύο μεθόδους δένεται με ράφια, ώστε να παραμείνουν τα εμβόλια σταθερά μέσα στο υποκείμενο, με τα κάμβια τους σε επαφή. Η τομή του υποκειμένου καλύπτεται με κόλλα εμβολιασμού. Γίνεται συχνός έλεγχος στην κόλλα, έτσι ώστε, αν ραγίσει ή αλλοιωθεί, να γίνει προσθήκη νέας στρώσης, προκειμένου να μην εισέρχεται αέρας. Κάθε εβδομάδα ελέγχεται η εξέλιξη των εμβολίων. Αν σε διάστημα 15 ημερών το υποκείμενο δεν αποβάλει τα εμβόλια, τότε η ένωση του εμβολιασμού θεωρείται επιτυχής.



Εικόνα 12.1 *Επιλογή υποκειμένου και εμβολίων για σχιστό εγκεντρισμό (Προσωπικό αρχείο)*.

Κατά την προετοιμασία του υποκειμένου, γίνεται μια κάθετη τομή στο υποκείμενο, η οποία στα δύο άκρα της (ενεργό κάμβιο) θα υποδεχθεί δύο εμβόλια μικρής διαμέτρου (Εικόνα 12.2).



Εικόνα 12.2 *Προετοιμασία υποκειμένου για σχιστό εγκεντρισμό (Προσωπικό αρχείο)*.

Κατά την προετοιμασία των εμβολίων, στο κάτω μέρος τους, το οποίο θα βυθιστεί στην τομή του υποκειμένου, γίνονται τομές «σφήνες» (Εικόνα 12.3).



Εικόνα 12.3 *Προετοιμασία εμβολίων για σχιστό εγκεντρισμό (Προσωπικό αρχείο).*

Έπειτα, τα εμβόλια βυθίζονται στο υποκείμενο (Εικόνα 12.4) και οι τομές του εμβολιασμού δένονται με ράφια. Στο ίδιο υποκείμενο μπορούν να τοποθετηθούν παραπάνω από δύο εμβόλια, εφόσον η διάμετρος του υποκειμένου επιτρέπει τη δημιουργία τομής κάθετης της αρχικής.



Εικόνα 12.4 *Ολοκλήρωση σχιστού εγκεντρισμού (Προσωπικό αρχείο).*

Σημαντικός παράγοντας επιτυχίας είναι τα κάμβια των εμβολίων να συμπίπτουν με το κάμβιο του υποκειμένου σε όλο το μήκος των βυθισμένων εμβολίων. Λόγω της εκτεταμένης πληγής που γίνεται στο υποκείμενο και στα εμβόλια, συνιστάται η γενική επικάλυψη, καθώς και η στεγανοποίηση των τομών με κόλλα εμβολιασμού.

Όταν το εμβόλιο έχει την ίδια διάμετρο με το βλαστό του υποκειμένου, τότε μόνο ένα εμβόλιο βυθίζεται στο υποκείμενο. Στην περίπτωση αυτή πραγματοποιείται **σφηνοειδής εγκεντρισμός**. Αρχικά επιλέγονται οι βλαστοί που θα χρησιμοποιηθούν ως εμβόλια, καθώς και το υποκείμενο (Εικόνα 12.5).



Εικόνα 12.5 *Εμβόλιο και υποκείμενο για σφηνοειδή εγκεντρισμό (Προσωπικό αρχείο).*

Κατά την προετοιμασία του υποκειμένου, γίνεται μια κάθετη τομή στο υποκείμενο (ενεργό κάμβιο), η οποία θα υποδεχθεί ένα εμβόλιο ίδιας διαμέτρου (Εικόνα 12.6).



Εικόνα 12.6 *Προετοιμασία υποκειμένου για σφηνοειδή εγκεντρισμό (Προσωπικό αρχείο).*

Κατά την προετοιμασία του εμβολίου, στο κάτω μέρος, το οποίο θα βυθιστεί στην τομή του υποκειμένου, γίνεται τομή «σφήνα» (Εικόνα 12.7).



Εικόνα 12.7 *Προετοιμασία εμβολίου για σφηνοειδή εγκεντρισμό (Προσωπικό αρχείο).*

Έπειτα το εμβόλιο βυθίζεται στο υποκείμενο (Εικόνα 12.8) και οι τομές του εμβολιασμού δένονται με δετικά.



Εικόνα 12.8 *Ολοκλήρωση σφηνοειδούς εγκεντρισμού (Προσωπικό αρχείο).*

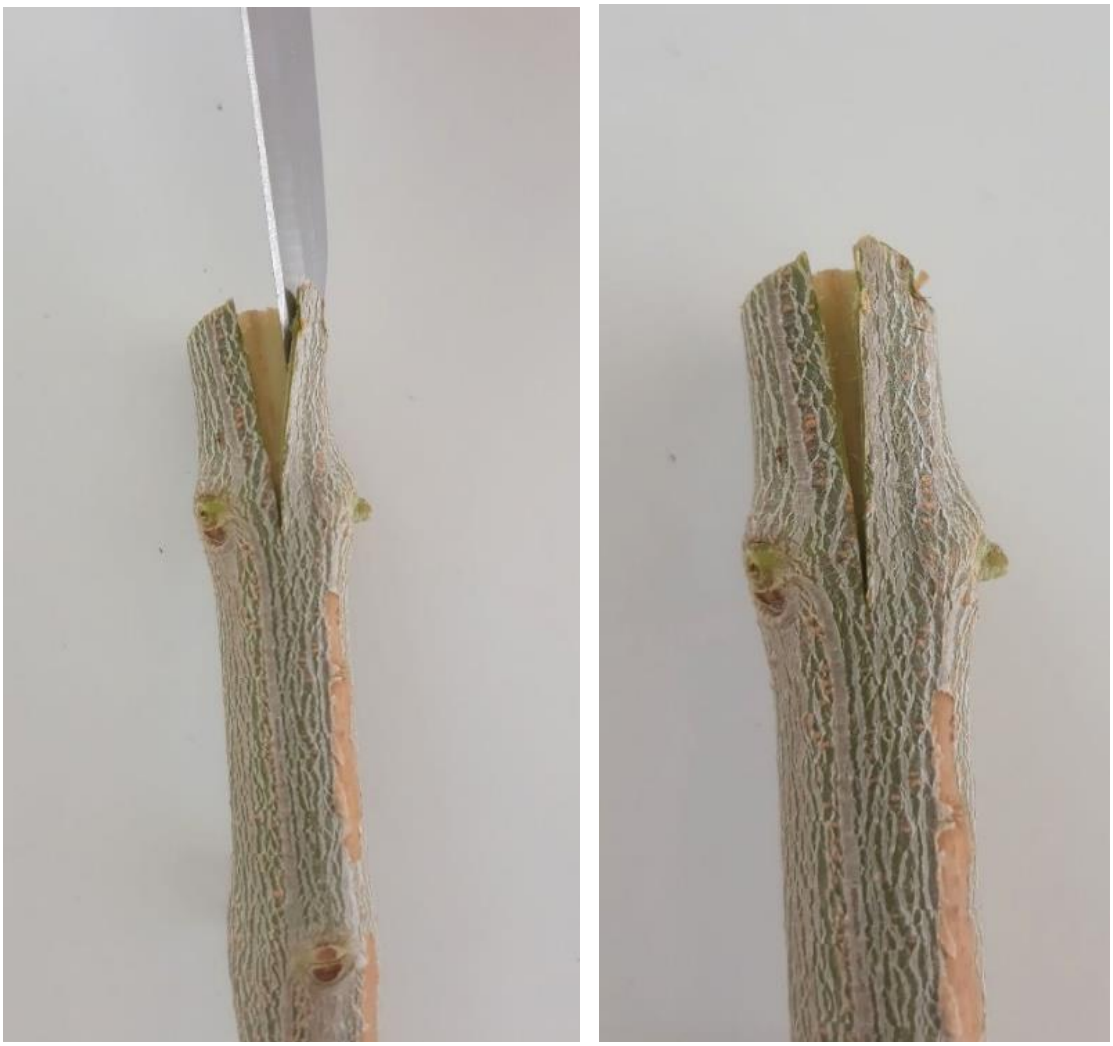
12.1.3 Υπόφλοιος εγκεντρισμός

Ο **υπόφλοιος εγκεντρισμός** εφαρμόζεται σε φυτά στα οποία δεν μπορεί να εφαρμοστεί ο σχιστός ή ο σφηνοειδής εγκεντρισμός, δηλαδή σε φυτά που το υποκείμενο είναι δένδρο με βλαστούς μεγάλης διαμέτρου (Retournard & Prat, 2011; Lewis and Alexander, 2011). Είναι εύκολη μέθοδος εμβολιασμού, με υψηλά ποσοστά επιτυχίας. Για να πραγματοποιηθεί ο υπόφλοιος εγκεντρισμός με επιτυχία,

απαραίτητη προϋπόθεση είναι η αποκόλληση του φλοιού του υποκειμένου από το ξύλο, χωρίς να σκιστεί ή να καταστραφεί (σήκωμα φλοιού). Το σήκωμα του φλοιού παρατηρείται όταν το υποκείμενο παρουσιάζει βλαστική δραστηριότητα. Βλαστική δραστηριότητα σημαίνει και ενεργό κάμβιο. Ωστόσο, τα εμβόλια πρέπει να βρίσκονται σε κατάσταση λήθαργου. Τα εμβόλια είναι τμήματα ετήσιων βλαστών, τα οποία συνήθως φέρουν δύο οφθαλμούς. Η κατάλληλη εποχή για τον υπόφλοιο εγκεντρισμό είναι η άνοιξη (Retournard & Prat, 2011; Lewis and Alexander, 2011).

Μεθοδολογία – Διαδικασία εκτέλεσης

Στον υπόφλοιο εγκεντρισμό χρησιμοποιείται μεγάλης διαμέτρου υποκείμενο, κατά την προετοιμασία του οποίου γίνονται κάθετες τομές περιμετρικά μόνο στον φλοιό του. Ο αριθμός των τομών και των εμβολίων που θα βυθιστούν, είναι ανάλογος με τη διάμετρο του υποκειμένου (Εικόνα 12.9). Η προετοιμασία των εμβολίων απαιτεί τομή μόνο προς μια κατεύθυνση, ώστε να έρχονται σε επαφή τα κάμβια υποκειμένου και εμβολίων (Εικόνα 12.10 και 12.11).



Εικόνα 12.9 *Προετοιμασία υποκειμένου υπόφλοιου εγκεντρισμού (Προσωπικό αρχείο)*.



Εικόνα 12.10 *Προετοιμασία εμβολίων υπόφλοιου εγκεντρισμού (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 12.11 *Ολοκλήρωση υπόφλοιου εγκεντρισμού (Προσωπικό αρχείο).*

12.2 Ενοφθαλμισμός

Πρόκειται για μέθοδο εμβολιασμού κατά την οποία στο κάμβιο του υποκειμένου τοποθετείται ένα εμβόλιο που περιλαμβάνει έναν μόνο οφθαλμό (Retournard & Prat, 2011; Lewis and Alexander, 2011). Τα πλεονεκτήματά του έναντι του εγκεντρισμού είναι ότι εκτελείται για μεγαλύτερη χρονική περίοδο και ότι δεν καταστρέφεται το υποκείμενο σε περίπτωση αποτυχίας του εμβολίου (οφθαλμού). Κατά τον ενοφθαλμισμό, το εμβόλιο μπορεί να τοποθετηθεί στο υποκείμενο οποιαδήποτε χρονική στιγμή του

έτους, κατά την οποία το φλοίωμα των φυτών αποκολλάται από το ξύλωμα (σήκωμα φλοιού). Μεγαλύτερη επιτυχία στον ενοφθαλμισμό παρατηρείται την άνοιξη, από τα μέσα Απριλίου ως τα τέλη Μαΐου, ή το φθινόπωρο, από τα μέσα Σεπτεμβρίου ως τα τέλη Οκτωβρίου. Βασική προϋπόθεση για την επιτυχία του ενοφθαλμισμού είναι να μην πραγματοποιείται σε μέρες που βρέχει. Στην περίπτωση ενοφθαλμισμού από τα μέσα Απριλίου ως τα τέλη Μαΐου, οι οφθαλμοί καλούνται **βλαστάνοντες** και προέρχονται από βλαστούς της προηγούμενης βλαστικής περιόδου. Οι οφθαλμοί αυτοί αρχίζουν να βλαστάνουν λίγες ημέρες μετά τον ενοφθαλμισμό. Στην περίπτωση ενοφθαλμισμού από τα μέσα Σεπτεμβρίου ως τα τέλη Οκτωβρίου, οι οφθαλμοί καλούνται κοιμώμενοι και προέρχονται από βλαστούς οι οποίοι σχηματίστηκαν την τρέχουσα βλαστική περίοδο. Οι οφθαλμοί αυτοί δεν θα βλαστήσουν αμέσως μετά τον ενοφθαλμισμό, αλλά θα παραμείνουν σε λανθάνουσα κατάσταση όλο τον χειμώνα και θα βλαστήσουν την επόμενη άνοιξη. Ο ενοφθαλμισμός μπορεί να εφαρμοστεί στο σύνολο των ανθοκομικών φυτών που πολλαπλασιάζονται και με εγκεντρισμό. Υπάρχουν αρκετές παραλλαγές του ενοφθαλμισμού, με σπουδαιότερους τον **ασπιδωτό** ή ενοφθαλμισμό με Τ, τον ασπιδωτό ή ενοφθαλμισμό με ανεστραμμένο (ανάποδο) Τ και τον πλακίτη ενοφθαλμισμό. Η διαφορά κατά την εφαρμογή των μεθόδων είναι ο τρόπος τοποθέτησης του εμβολίου πάνω στο υποκείμενο (Retournard & Prat, 2011; Lewis and Alexander, 2011).

Μεθοδολογία – Διαδικασία εκτέλεσης

Στον **ασπιδωτό ή ενοφθαλμισμό με Τ**, αρχικά επιλέγονται οι εμβολιοφόροι βλαστοί, από τους οποίους θα απομακρυνθεί μέρος του φλοιού με τον οφθαλμό (εμβόλια), καθώς και ο βλαστός που θα χρησιμοποιηθεί ως υποκείμενο (Εικόνα 12.12).



Εικόνα 12.12 *Επιλογή υποκειμένου και εμβολιοφόρου βλαστού για ασπιδωτό ή ενοφθαλμισμό με Τ (Προσωπικό αρχείο).*

Κατά την προετοιμασία του υποκειμένου, γίνεται τομή στον φλοιό του υποκειμένου, σχήματος Τ (Εικόνα 12.13).



Εικόνα 12.13 *Προετοιμασία υποκειμένου/Τομή σχήματος Τ (Προσωπικό αρχείο)*.

Όταν το κάμβιο είναι ενεργό, τότε ο φλοιός αποσπάται με ευκολία από το ξύλωμα του υποκειμένου (Εικόνα 12.14) και η υποδοχή-τομή σχήματος Τ είναι έτοιμη να υποδεχθεί τον εμβολιοφόρο οφθαλμό.



Εικόνα 12.14 *Η τομή Τ του υποκειμένου πριν υποδεχθεί το εμβόλιο (Προσωπικό αρχείο)*.

Κατά την προετοιμασία του εμβολίου, γίνεται τομή περιμετρικά του οφθαλμού σε σχήμα ασπίδας. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται, ώστε ο οφθαλμός να βρίσκεται στο κέντρο της ασπίδας (Εικόνα 12.15).



Εικόνα 12.15 *Τομή σε σχήμα ασπίδας περιμετρικά του οφθαλμού (Προσωπικό αρχείο)*.

Όταν το κάμβιο είναι ενεργό, τότε ο φλοιός αποσπάται με ευκολία από το ξύλωμα του εμβολιοφόρου βλαστού (Εικόνα 12.16) και ο οφθαλμός παραμένει στη θέση του χωρίς να τραυματιστεί.



Εικόνα 12.16 *Απομάκρυνση του εμβολιοφόρου οφθαλμού από τον εμβολιοφόρο βλαστό (Προσωπικό αρχείο)*.

Στο σημείο αυτό τόσο το υποκείμενο όσο και το εμβόλιο είναι έτοιμα για την ένωση του ενοφθαλμισμού (Εικόνα 12.17).



Εικόνα 12.17 *Εμβόλιο και υποκείμενο έτοιμα για την ένωση του ασπιδωτού ενοφθαλμισμού ή ενοφθαλμισμού με Τ (Προσωπικό αρχείο).*

Το εμβόλιο βυθίζεται στο υποκείμενο (Εικόνα 12.18), έτσι ώστε η πάνω τομή της ασπίδας του εμβολίου και η οριζόντια τομή του Τ να έρθουν σε πλήρη επαφή (Εικόνα 12.19) χωρίς να υπάρχει κενό μεταξύ των φλοιωμάτων (Εικόνα 12.19). Ο οφθαλμός θα πρέπει να βρίσκεται στο μισό της κατακόρυφης χαραγής του Τ. Η ένωση του ενοφθαλμισμού δένεται με δετικά. Το δέσιμο πρέπει να είναι στεγανό, μέτρια σφιχτό, για να εξασφαλιστεί η κυκλοφορία ουσιών.



Εικόνα 12.18 *Το εμβόλιο βυθίζεται στην τομή Τ του υποκειμένου (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 12.19 *(αριστερά) Η πάνω τομή της ασπίδας του εμβολίου και η οριζόντια τομή του Τ να έρχονται σε πλήρη επαφή. (δεξιά) Κενό μεταξύ των φλοιωμάτων υποκειμένου και εμβολίου (Προσωπικό αρχείο).*

Ο ενοφθαλμισμός με ανεστραμμένο ή ανάποδο Τ συνιστάται σε περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις, για να αποφεύγεται η είσοδος του νερού στην εγκοπή. Επιπλέον, πραγματοποιείται σε φυτά με άφθονους και γαλακτώδεις χυμούς, οι οποίοι μπορεί να «πνίξουν» το εμβόλιο. Στον **ασπιδωτό ή ενοφθαλμισμό με ανεστραμμένο Τ**, αρχικά επιλέγονται οι εμβολιοφόροι βλαστοί, από τους οποίους θα απομακρυνθεί μέρος του φλοιού με τον οφθαλμό (εμβόλια), καθώς και ο βλαστός που θα χρησιμοποιηθεί ως υποκείμενο (Εικόνα 12.20).



Εικόνα 12.20 *Επιλογή υποκειμένου και εμβολιοφόρου βλαστού για ασπιδωτό ή ενοφθαλμισμό με ανάποδο Τ (Προσωπικό αρχείο).*

Κατά την προετοιμασία του υποκειμένου, γίνεται τομή στον φλοιό του υποκείμενου, σχήματος ανεστραμμένου Τ (Εικόνα 12.21). Όταν το κάμβιο είναι ενεργό, τότε ο φλοιός αποσπάται με ευκολία

από το ξύλωμα του υποκειμένου και η υποδοχή-τομή σχήματος Τ είναι έτοιμη να υποδεχθεί τον εμβολιοφόρο οφθαλμό.



Εικόνα 12.21 *Προετοιμασία υποκειμένου/Τομή σχήματος ανεστραμμένου Τ (Προσωπικό αρχείο).*

Κατά την προετοιμασία του εμβολίου, γίνεται τομή περιμετρικά του οφθαλμού σε σχήμα ανεστραμμένης ασπίδας. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται, ώστε ο οφθαλμός να βρίσκεται στο κέντρο της ασπίδας (Εικόνα 12.22). Όταν το κάμβιο είναι ενεργό, τότε ο φλοιός αποσπάται με ευκολία από το ξύλωμα του εμβολιοφόρου βλαστού και ο οφθαλμός παραμένει στη θέση του χωρίς να τραυματιστεί.



Εικόνα 11.22 *Τομή σε σχήμα ανεστραμμένης ασπίδας περιμετρικά του οφθαλμού (Προσωπικό αρχείο).*

Στο σημείο αυτό, τόσο το υποκείμενο όσο και το εμβόλιο είναι έτοιμα για την ένωση του ενοφθαλμισμού με ανεστραμμένο Τ (Εικόνα 12.23).



Εικόνα 12.23 *Εμβόλιο και υποκείμενο έτοιμα για την ένωση του ενοφθαλμισμού με ανεστραμμένο Τ (Προσωπικό αρχείο).*

Το εμβόλιο βυθίζεται στο υποκείμενο (Εικόνα 12.24), έτσι ώστε η κάτω τομή της ασπίδας του εμβολίου και η οριζόντια τομή του Τ να έρθουν σε πλήρη επαφή (Εικόνα 12.25), χωρίς να υπάρχει κενό μεταξύ των φλοιωμάτων (Εικόνα 12.25). Ο οφθαλμός θα πρέπει να βρίσκεται στο μισό της κατακόρυφης χαραγής του Τ. Η ένωση του ενοφθαλμισμού δένεται με δετικά. Το δέσιμο πρέπει να είναι στεγανό και μέτρια σφιχτό για να εξασφαλιστεί η κυκλοφορία ουσιών.



Εικόνα 12.24 *Το εμβόλιο βυθίζεται στο υποκείμενο για την ολοκλήρωση του ενοφθαλμισμού με ανεστραμμένο Τ (Προσωπικό αρχείο).*



Εικόνα 12.25 *(αριστερά): Η κάτω τομή της ασπίδας του εμβολίου και η οριζόντια τομή του Τ να έρχονται σε πλήρη επαφή. (δεξιά): Κενό μεταξύ των φλοιωμάτων υποκειμένου και εμβολίου (Προσωπικό αρχείο).*

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και κατά τον **πλακίτη ενοφθαλμισμό**, με τη μόνη διαφορά πως, κατά την προετοιμασία του υποκειμένου, απομακρύνεται ένα ολόκληρο τμήμα φλοιού ορθογώνιου σχήματος από τον βλαστό και στη θέση του απομακρυσμένου φλοιού τοποθετείται το εμβόλιο – οφθαλμός, στις ίδιες ακριβώς διαστάσεις. Χρησιμοποιείται, κυρίως, σε είδη με μεγάλο οφθαλμό και παχύ φλοιό ή σε είδη που δεν εξασφαλίζεται η επιτυχία του ενοφθαλμισμού με τις προαναφερθείσες μεθόδους. Στον **πλακίτη ενοφθαλμισμό,** αρχικά επιλέγονται οι εμβολιοφόροι βλαστοί, από τους οποίους θα απομακρυνθεί μέρος του φλοιού με τον οφθαλμό (εμβόλια), καθώς και ο βλαστός που θα χρησιμοποιηθεί ως υποκείμενο (Εικόνα 12.26).



Εικόνα 12.26 *Επιλογή υποκειμένου και εμβολιοφόρου βλαστού για πλακίτη ενοφθαλμισμό (Προσωπικό αρχείο).*

Κατά την προετοιμασία του υποκειμένου, γίνεται τομή στον φλοιό του υποκειμένου σχήματος ορθογωνίου (πλακίτη) (Εικόνα 11.27).



Εικόνα 12.27 *Προετοιμασία υποκειμένου πλακίτη ενοφθαλμισμού (Προσωπικό αρχείο).*

Όταν το κάμβιο είναι ενεργό, τότε ο φλοιός αποσπάται με ευκολία από το ξύλωμα του υποκειμένου (Εικόνα 12.28) και η τομή σχήματος πλακίτη είναι έτοιμη να υποδεχθεί τον εμβολιοφόρο οφθαλμό.



Εικόνα 12.28 *Η τομή του πλακίτη στο υποκείμενο πριν υποδεχθεί το εμβόλιο (Προσωπικό αρχείο).*

Κατά την προετοιμασία του εμβολίου, γίνεται τομή περιμετρικά του οφθαλμού σε σχήμα πλακίτη. Το σχήμα του εμβολίου πρέπει να είναι απολύτως όμοιο σε διαστάσεις και μέγεθος με την τομή πλακίτη του υποκειμένου. Στον πλακίτη ενοφθαλμισμό χρησιμοποιείται εμβολιαστήρι παράλληλων λεπίδων, ώστε να εξασφαλιστεί η πανομοιότυπη διάσταση εμβολίου και τομής υποκειμένου. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται, ώστε ο οφθαλμός να βρίσκεται στο κέντρο του πλακίτη (Εικόνα 12.29).



Εικόνα 12.29 *Προετοιμασία του εμβολίου. Όμοιο σχήμα πλακίτη που περικλείει τον οφθαλμό (Προσωπικό αρχείο).*

Όταν το κάμβιο είναι ενεργό, τότε ο φλοιός αποσπάται με ευκολία από το ξύλωμα του εμβολιοφόρου βλαστού και ο οφθαλμός παραμένει στη θέση του χωρίς να τραυματιστεί. Στο σημείο αυτό, τόσο το υποκείμενο όσο και το εμβόλιο είναι έτοιμα για την ένωση του ενοφθαλμισμού (Εικόνα 12.30).



Εικόνα 12.30 *Εμβόλιο και υποκείμενο έτοιμα για την ένωση του πλακίτη ενοφθαλμισμού (Προσωπικό αρχείο).*

Το εμβόλιο τοποθετείται στο υποκείμενο (Εικόνα 12.31). Εφόσον η διαδικασία πραγματοποιείται σωστά, τότε όλες οι τομές του εμβολίου και του υποκειμένου (τόσο οι κάθετες όσο και οι οριζόντιες) θα εφάπτονται απόλυτα. Η ένωση του ενοφθαλμισμού δένεται με δετικά. Το δέσιμο πρέπει να είναι στεγανό, μέτρια σφιχτό, για να εξασφαλιστεί η κυκλοφορία ουσιών.



Εικόνα 12.31 *Το εμβόλιο τοποθετείται στο υποκείμενο για την ολοκλήρωση του πλακίτη ενοφθαλμισμού (Προσωπικό αρχείο).*

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Ποντίκης, Κ., 1994. *Πολλαπλασιασμός καρποφόρων δένδρων και θάμνων*. Αθήνα-Πειραιάς: Εκδόσεις Σταμούλης..

Caula, A.B. and Trigiano, R.N., 2015. *Plant propagation concepts and laboratory exercises*. New York: CRC Press..

Cushnie, J., 2009. *Ο τέλειος πολλαπλασιασμός. Καλλωπιστικά, λαχανικά, οπωροφόρα, αναρριχώμενα, δένδρα, βότανα, φυτά εσωτερικού χώρου, θάμνοι*. Αθήνα: Εκδόσεις Ίριδα..

Fabro, A. D., 2011. *Οι εμβολιασμοί*. Αθήνα: Εκδόσεις Ψύχαλος..

Lewis, W.J. and Alexander, D.M.E., 2008. *Grafting and Budding: A Practical Guide for Fruit and Nut Plants and Ornamentals*. Australia: Landlinks Press.

Retournard, D. and Prat, J.Y., 2011. *Εμβολιασμοί δέντρων & θάμνων*. Αθήνα:.Εκδόσεις Ψύχαλος.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Οι προϋποθέσεις για την επιτυχία του εμβολιασμού είναι……
   ……
   ..……
2. Το μεγαλύτερο ποσοστό επιτυχίας του εμβολιασμού προκύπτει όταν το εμβόλιο και το υποκείμενο είναι είδη του ίδιου γένους.

   Σωστό ή **Λάθος**
3. Οι κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες για την επιτυχία του εμβολιασμού είναι
   I. 15-25°C και 100% Σχετική υγρασία.
   II. 25-30°C και 100% Σχετική υγρασία.
   III. οποιαδήποτε θερμοκρασία αρκεί η υγρασία να είναι >70%.
4. Μέθοδοι εγκεντρισμού που χρησιμοποιούνται ευρέως σε πλήθος καλλιεργούμενων φυτών είναι
   ……
   ……
5. Οι βλαστοί που θα χρησιμοποιηθούν ως εμβόλια πρέπει να είναι……
   ……...
   ……....
6. Ο υπόφλοιος εγκεντρισμός εφαρμόζεται σε φυτά στα οποία δεν μπορεί να εφαρμοστεί ο σχιστός ή ο σφηνοειδής εγκεντρισμός.

   Σωστό ή **Λάθος**
7. Τα πλεονεκτήματα του ενοφθαλμισμού έναντι του εγκεντρισμού είναι ότι εκτελείται για μεγαλύτερη χρονική περίοδο και ότι δεν καταστρέφεται το υποκείμενο σε περίπτωση αποτυχίας του εμβολίου.

   Σωστό ή **Λάθος**
8. Βασική προϋπόθεση για την επιτυχία του ενοφθαλμισμού είναι……
   ……...
   ……...
9. Υπάρχουν αρκετές παραλλαγές του ενοφθαλμισμού, με σπουδαιότερους……
   ……..…….
   …...…….
10. Ο ενοφθαλμισμός μπορεί να εφαρμοστεί
    I. με επιτυχία κατά τους χειμερινούς μήνες.
    II. για όλα τα καλλωπιστικά φυτά που εμβολιάζονται με εγκεντρισμό.
    III. τις ημέρες που βρέχει.

Παράρτημα

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....……

Ημερομηνία παρατηρήσεων.....……

Σημειώσεις – Παρατηρήσεις:

Κεφάλαιο 13
Μετασυλλεκτική Ποιότητα και Γήρανση Ανθέων

Σύνοψη
Η γήρανση είναι σημαντική διεργασία στον κύκλο ζωής ενός φυτικού οργανισμού. Ακολουθεί πολύπλοκα βιοχημικά μονοπάτια, των οποίων η ένταση εξαρτάται από τη γενετική προδιάθεση, τα γενετικά χαρακτηριστικά και το περιβάλλον συντήρησης. Η γήρανση είναι ενεργή διαδικασία, κατά την οποία οι θρεπτικές ουσίες διασπώνται και μεταβολίζονται από τα γηραζόμενα κύτταρα προς τα νέα και αναπτυσσόμενα. Τα πρώτα σημάδια της γήρανσης ξεκινούν με την κατάρρευση του τονοπλάστη, ως αποτέλεσμα αυτοφαγικής διαδικασίας του χυμοτοπίου. Μαζί με τη γήρανση, τα ανθικά στελέχη οδηγούνται βαθμιαία σε ποιοτική υποβάθμιση, μέχρι την ολοκλήρωση του βιολογικού τους κύκλου.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις φυσιολογίας και, κυρίως, μετασυλλεκτικής φυσιολογίας, η οποία σχετίζεται με τη διατηρησιμότητα των προϊόντων και με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους. Για την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση, οι αναγνώστες μπορούν να ανατρέξουν στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

13.1. Εισαγωγή στην Άσκηση

Ο μεταβολισμός αντιπροσωπεύει το σύνολο των βιοχημικών διεργασιών εντός των κυττάρων. Ο σχηματισμός και η αποθήκευση ενέργειας, μέσω της φωτοσύνθεσης, με τη μορφή γλυκόζης και το αντίστροφό της, δηλαδή η χρησιμοποίηση της αποθηκευμένης ενέργειας κατά την αναπνοή, είναι δύο από τις βασικές διεργασίες στον έλεγχο του γενικού μεταβολισμού των φυτών (Wills et al. 2004; Joyce and Faragher 2012, Δάρρας 2018). Η αναπνοή αποτελεί βασική διεργασία στα ζωντανά κύτταρα και οδηγεί στην απελευθέρωση ενέργειας μέσω της οξείδωσης του αμύλου, των σακχάρων και των οργανικών οξέων, για τον σχηματισμό ενώσεων απαραίτητων για τη συντήρηση των ανθέων μετά τη συγκομιδή. Η υδρόλυση της γλυκόζης (γλυκόλυση), για παράδειγμα, αποτελεί το άθροισμα των αντιδράσεων κατά τις οποίες η γλυκόζη διασπάται και παίρνει μέρος σε κύριες αντιδράσεις, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω απλοποιημένες:

$$\text{Γλυκόζη} + 2\text{ADP} + 2\text{Pi} + 2\text{NAD} \longrightarrow 2\text{pyruvate} + 2\text{ATP} + 2\text{NADH} + 2\text{H}_2\text{O}$$
$$\text{Pyruvate} + 2.5\text{O}_2 + 15\text{ADP} + 15\ \text{Pi} \longrightarrow 3\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 15\text{ATP}$$

Έτσι, από τη γλυκόζη παράγεται το pyruvate, το οποίο στη συνέχεια δίνει CO_2 μέσα από τον κύκλο του τρικαρβοξυλικού οξέος (TCA cycle). Το οξειδωτικό μονοπάτι του φωσφορικού άλατος πεντόζης (oxidative pentose phosphate pathway - OPPP), αποτελεί μια δεύτερη αναπνευστική διαδρομή, η οποία λειτουργεί ως κύρια αναπνευστική δίοδος των ιστών των ανθοκομικών ειδών (Wills et al. 2004; Joyce and Faragher 2012).

Η σύνθεση και η διάσπαση των υδατανθράκων, των οργανικών οξέων, των πρωτεϊνών, των λιπιδίων, των χρωστικών ουσιών, διαφόρων αρωματικών ενώσεων, των φαινολών, των βιταμινών και των φυτοορμονών, γίνονται μέσω του δευτερεύοντος μεταβολισμού, είναι ζωτικής σημασίας για τα φυτά. Στην πραγματικότητα, η μέγιστη ποσοτική αλλαγή που συνδέεται με τη γήρανση μετά τη συγκομιδή είναι η διάσπαση πολυμερών των υδατανθράκων και, ειδικότερα, η μετατροπή του αμύλου σε σάκχαρα. Ειδικότερα, η διάσπαση των πεκτινών και των ημικυτταρινών, αποδυναμώνει τα κυτταρικά τοιχώματα και τις συνεκτικές δυνάμεις οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη συγκράτηση των κυτταρικών τοιχωμάτων μεταξύ τους (Rubenstein 2000; Wills et al. 2004; Joyce and Faragher 2012).

Η γήρανση και η μάρανση είναι σημαντικές διαδικασίες στον κύκλο ζωής ενός φυτικού οργανισμού. Ακολουθούν πολύπλοκα και διαφορετικά βιοχημικά μονοπάτια, των οποίων η ένταση και ο ρυθμός εξαρτάται, σε μεγάλο βαθμό, από τη γενετική προδιάθεση και τα γενετικά χαρακτηριστικά (Woodson et al. 1992; Joyce and Faragher 2012). Δεν είναι τυχαίο ότι ποικιλίες ανθέων του ίδιου είδους παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά γήρανσης, καθώς η γονιδιακή έκφραση που συνδέεται με

την παραγωγή ενζύμων και πρωτεϊνικών μορίων, την παραγωγή αιθυλενίου, την ταχύτητα διάσπασης των αποθηκευμένων σακχάρων κ.λπ. εξαρτάται από τον γενότυπο. Η γήρανση είναι ενεργή διαδικασία, κατά την οποία οι θρεπτικές ουσίες διασπώνται και μεταβολίζονται από τα γηραζόμενα κύτταρα προς τα νέα και αναπτυσσόμενα. Τα πρώτα σημάδια της γήρανσης ξεκινούν με την κατάρευση του τονοπλάστη, ως αποτέλεσμα αυτοφαγικής διαδικασίας του χυμοτοπίου (Halevy and Mayak 1981; Wills et al. 2004; Joyce and Faragher 2012). Η ρήξη του τονοπλάστη έχει ως αποτέλεσμα την κατάργηση συστατικών του χυμοτοπίου και την απελευθέρωση υδρολυτικών ενζύμων, τα οποία οδηγούν το κύτταρο στον θάνατο (Halevy and Mayak 1981; Borochov et al. 1997; Thompson et al. 1997). Το φαινόμενο αποδεικνύεται από την παρουσία κυτοπλασμικού υλικού, όπως αποσυντιθέμενα μιτοχόνδρια και μεμβράνες σε γηραζόμενα χυμοτόπια. Οι παραπάνω διεργασίες κατά τη γήρανση αφορούν κυρίως άνθη τα οποία δεν έχουν πλαστίδια [κυτταρικά οργανίδια με διπλή κυτταρική μεμβράνη, τα οποία μπορεί να περιέχουν χλωροφύλλη (χλωροπλάστες), να είναι λευκά και να περιέχουν άμυλο (λευκοπλάστες – αμυλοπλάστες) ή να περιέχουν καροτενοειδή ή ξανθοφίλες (χρωμοπλάστες)]. Τα περισσότερα άνθη, όμως, έχουν στα πέταλά τους πλαστίδια και γι'αυτό οι παραπάνω μεταβολές παρατηρούνται κατά τη γήρανση των ειδών αυτών (Halevy and Mayak 1981; Rubenstein 2000; Wills et al. 2004) (Εικόνα 13.1).



Εικόνα 13.1 *Ανθικό στέλεχος χρυσάνθεμου (αριστερά) και τριαντάφυλλου (δεξιά) σε κατάσταση γήρανσης, μετά από 9 ημέρες παραμονής στο ανθοδοχείο. Στο τριαντάφυλλο φαίνονται η χαρακτηριστική «κάμψη λαιμού» και το «μπλάβισμα» των πετάλων (Προσωπικό αρχείο).*

Τα καροτενοειδή αποτελούν πολλές από τις κίτρινες και πορτοκαλί χρωστικές ουσίες, ενώ οι ανθοκυανίνες και τα φλαβονοειδή είναι υπεύθυνες για το πορφυρό και μπλε χρώμα στα δρεπτά άνθη. Κατά τη γήρανση, παρατηρείται αλλαγή του χρώματος των πετάλων σε πολλά είδη ανθέων. Ο σημαντικότερος παράγοντας που επιδρά στην αλλαγή του χρώματος στα γηραζόμενα πέταλα είναι το pH του χυμοτοπίου, στο οποίο βρίσκονται τα πλαστίδια (Halevy and Mayak 1981). Οι ανθοκυανίνες παραμένουν κόκκινες σε αλκαλικό pH (>7), αλλά μεταβάλονται σε μπλέ όταν το pH είναι όξινο (<7). Το φαινόμενο ονομάζεται «μπλάβισμα των πετάλων» και αποτελεί τη μετατροπή από κόκκινο σε μπλε χρωματισμό των πετάλων κατά τη γήρανση (Halevy and Mayak 1981; Wills et al. 2004) (Εικόνα 13.1). Οι μεταβολές στο pH του χυμοτοπίου προέρχονται από την πλήρη κατανάλωση των αποθηκευμένων σακχάρων, η οποία οδηγεί στη διάσπαση των πρωτεϊνών και, κατ' επέκταση, στην απελευθέρωση ελεύθερων αμινοξέων, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση του pH.

13.2 Εκτέλεση της Άσκησης

13.2.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας άσκησης είναι η μελέτη και καταγραφή της διαδικασίας της γήρανσης των ανθέων μετασυλλεκτικά. Για τον λόγο αυτό, καταγράφονται όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με τη γήρανση και την πτώση της ποιότητας.

13.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα

- 10 τριαντάφυλλα (Rosa hybrida)
- 10 φρέζιες (Freesia hybrida)
- 10 Ανεμώνες (Anemone coronaria)
- 10 Ζέρμπερες (Gerbera jamesonii)
- 10 Χρυσάνθεμα (Dedranthema x grandiflorum)
- 10 Γαρίφαλα (Dianthus caryophyllus)
- Απεσταγμένο νερό
- Ανθοδοχεία με στενό στόμιο, χωρητικότητας 300 – 1000 ml
- Ζυγός ακριβείας (0.01 – 1000 g)
- Θάλαμος 20°C, υγρασία 60 – 70% και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι
- Όργανο μέτρησης του φθορισμού χλωροφύλλης (π.χ. OptiSciences Inc.)
- Όργανο μέτρησης χρωματικών παραμέτρων a*, b*, L*, ho και C (π.χ. Minolta colourimeter)
- Όργανο μέτρησης αναπνευστικής δραστηριότητας (π.χ. συσκευή RICKLOS, Japan ή αέριος χρωματογράφος, Shimadzu, Japan).

13.2.3 Μεθοδολογία - Εκτέλεση Άσκησης

Τα άνθη που χρησιμοποιούνται είναι στο κατάλληλο στάδιο συγκομιδής, όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία (βλέπε Δάρρας, 2018). Χρησιμοποιούνται 10 ανθικά στελέχη από το κάθε είδος. Αρχικά, κόβεται το κάτω μέρος των ανθικών στελεχών (1 – 2 cm από τη βάση) μέσα στο νερό και τοποθετείται ένα ανθικό στέλεχος ανά ανθοδοχείο. Το στόμιο του ανθοδοχείου σφραγίζεται με φύλλο πλαστικού για την αποφυγή της εξάτμισης του νερού. Σε κάθε ανθοδοχείο αναγράφεται με μαρκαδόρο ο αριθμός της επανάληψης και λαμβάνονται οι κατάλληλες μετρήσεις. Όλα τα ανθοδοχεία με τα ανθικά στελέχη τοποθετούνται σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών θερμοκρασίας 20 ± 5°C και 12 ώρες φωτός/12 ώρες σκοτάδι.

13.2.4. Μετρήσεις –Εκτιμήσεις

Στη συγκεκριμένη άσκηση, καταγράφονται τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της γήρανσης συγκεκριμένων ανθέων μετά τη συγκομιδή. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται ανά 2 ημέρες και μέχρι το τέλος της ζωής τους. Επίσης, καταγράφεται ο τρόπος, ποσοτικά και ποιοτικά, τερματισμού της μετασυλλεκτικής ζωής του κάθε είδους, το αναπνευστικό προφίλ, οι αλλαγές στο χρώμα λόγω διάσπασης των χρωστικών και ο ρυθμός απώλειας νερού από τα κύτταρα.

Εκτιμώνται:

1. Το νωπό βάρος των ανθέων (gr)
2. Ποσοστιαία αύξηση-μείωση του νωπού βάρους, σε σχέση με το αρχικό, σύμφωνα με την

εξίσωση $\%N.B. = (A.B.\frac{T.B.-A.B.}{A.B.}) + A.B.$

3. (*N.B.* = Νωπό Βάρος, *A.B.* = Αρχικό Βάρος, *T.B.* Τελικό Βάρος)
4. Η ποσότητα διαλύματος που απορροφάται από το ανθικό στέλεχος (ml)
5. Η διάρκεια ζωής των ανθέων στο ανθοδοχείο (ημέρες)
6. Η κάμψη του βλαστού (%)
7. Οι χρωματικές παράμετροι a*, b*, L*, h^o και C
8. Φθορισμός χλωροφύλλης (*Fv/Fm*)
9. Αναπνοή (ml CO_2 / kg. h)

Οι μετρήσεις λαμβάνονται κάθε 2 ημέρες από την ημέρα τοποθέτησης των ανθέων στα ανθοδοχεία, την οποία ορίζουμε ως ημέρα-0. Την ημέρα-0 λαμβάνονται οι πρώτες μετρήσεις. Το νωπό βάρος των ανθικών στελεχών και η ποσότητα του διαλύματος που απορροφάται μετριέται με τη βοήθεια ζυγού ακριβείας. Η ποσότητα του νερού που απορροφάται υπολογίζεται σε σχέση με την αρχική ποσότητα που προστέθηκε την ημέρα-0 στα ανθοδοχεία (500 ml). Η διάρκεια ζωής των ανθέων μετασυλλεκτικά προσδιορίζεται ποιοτικά και ορίζεται σε ημέρες. Επίσης, μετριούνται οι χρωματικές παράμετροι, ο φθορισμός χλωροφύλλης και η αναπνευστική δραστηριότητα, με τα κατάλληλα εργαστηριακά όργανα. Μετά τη λήψη των μετρήσεων, γίνεται επεξεργασία των αποτελεσμάτων, βρίσκονται οι μέσοι όροι, συμπληρώνεται πίνακας με την ανάλυση παραλλακτικότητας και, τέλος, βρίσκονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών. Τα δεδομένα τοποθετούνται στο Excel και παριστάνονται γραφικά.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Δάρρας, Α.Ι., 2018. *Ανθοκομία. Καλλιέργεια και Μετασυλλεκτική Διαχείριση Ανθέων και Φυλλωμάτων*. Αθήνα: Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε.

Borochoy, A., Spiegelstein, H. and Philosoph-Hadas, S., 1997. Ethylene and flower petal senescence: interrelationship with membrane lipid catabolism. *Physiologia Plantarum,* 100(3), pp. 606-612.

Halevy, A. H. and Mayak, S., 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers—Part 2. *Horticultural Reviews,* 3, pp. 59-143.

Joyce, D., and Faragher, J., 2012. Cut flowers. *Crop postharvest: Science and technology. Pereshibles.* Wiley-Blackwell. Ames, EUA, pp. 414-438.

Roubenstein, B., 2000. Regulation of cell death in flower petals. *Plant Molecular Biology,* 44, pp. 303-318.

Thompson, J. E., Froese, C. D., Hong, Y., Hudak, K. A. and Smith, M. D., 1997. Membrane deterioration during senescence. *Canadian Journal of Botany,* 75(6), pp. 867-879.

Wills, R., McGlsson, B., Graham, D. and Joyce, D., 2004. *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*, 4th ed. Wallingford, UK: CAB International.

Woodson, W. R., Park, K. Y., Drory, A., Larsen, P. B. and Wang, H., 1992. Expression of ethylene biosynthetic pathway transcripts in senescing carnation flowers. *Plant Physiology*, 99(2), pp. 526-532.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Η σύνθεση και η διάσπαση των υδατανθράκων, των οργανικών οξέων, των πρωτεϊνών, των λιπιδίων, των χρωστικών ουσιών, διαφόρων αρωματικών ενώσεων, των φαινολών, των βιταμινών και των φυτοορμονών, γίνονται μέσω του δευτερεύοντος μεταβολισμού και είναι ζωτικής σημασίας για τα φυτά.

   Σωστό ή **Λάθος**

2. Η διάσπαση των πεκτινών και των ημικυτταρινών

   I. έχει ως αποτέλεσμα τη διάσπαση της μεμβράνης.

   II. δεν έχει καμία επίδραση στη γήρανση των φυτικών κυττάρων.

   III. επιταχύνει τη μάρανση.

3. Η ένταση και ο ρυθμός της γήρανσης εξαρτώνται, σε μεγάλο βαθμό, από τη γενετική προδιάθεση και τα γενετικά χαρακτηριστικά.

   Σωστό ή **Λάθος**

4. Η γήρανση είναι ενεργή διαδικασία κατά την οποία…… ……..……... ……...

5. Ο σημαντικότερος παράγοντας που επιδρά στην αλλαγή του χρώματος στα γηραζόμενα πέταλα είναι

   I. η θερμοκρασία συντήρησης του προϊόντος.

   II. το pH του χυμοτοπίου, στο οποίο βρίσκονται τα πλαστίδια.

   III. η ύπαρξη αιθυλενίου.

Παράρτημα

Πίνακας Μετρήσεων Ι – Ποιότητα - μάρανση

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία παρατηρήσεων.....

Διάλυμα συντήρησης	Άνθος	Μετρήσεις			
		Νωπό βάρος (gr)	Ποσοστιαία αύξηση-μείωση	Κάμψη βλαστού (%)	Διάρκεια ζωής στο ανθοδοχείο
Νερό (μάρτυρας)	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
Μ.Ο.					
NaOCl	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
Μ.Ο.					
Σακχαρόζη	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
Μ.Ο.					
NaOCl + Σακχαρόζη	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
Μ.Ο.					

Πίνακας Μετρήσεων ΙΙ - Χρώμα

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης……
Ημερομηνία μετρήσεων……

Διάλυμα συντήρησης	Άνθος	Μετρήσεις									
		a*	M.O.	b*	M.O.	C	M.O.	h°	M.O.	L	M.O.
Νερό (μάρτυρας)	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
NaOCl	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Σακχαρόζη	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
NaOCl + Σακχαρόζη	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

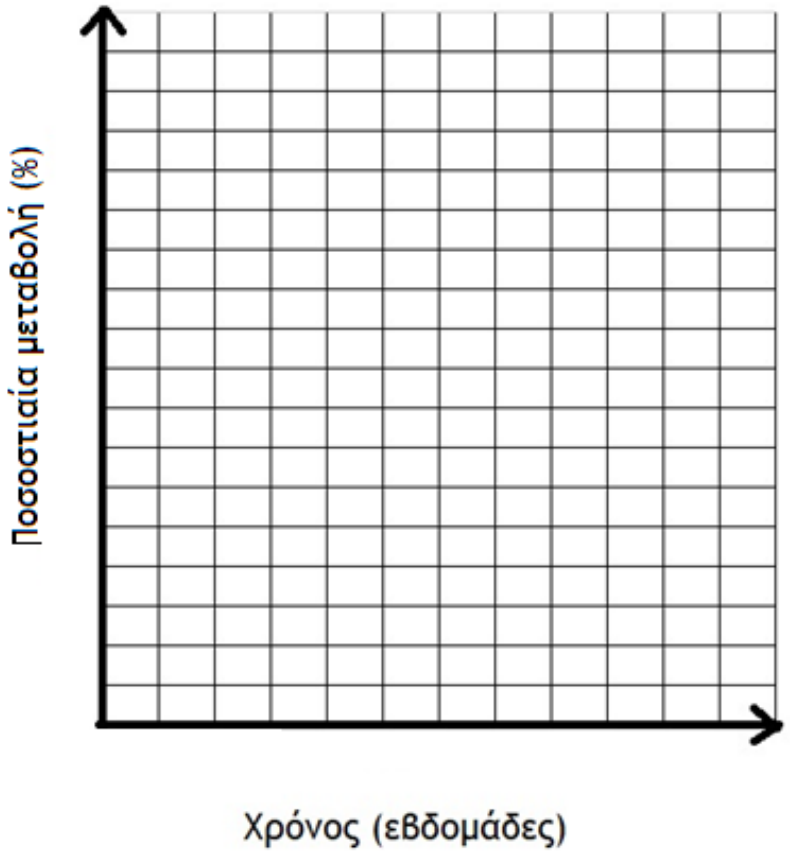
Πίνακας Μετρήσεων ΙΙΙ – Αναπνοή, Φθορισμός Χλωροφύλλης

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Διάλυμα συντήρησης	Άνθος	Μετρήσεις			
		Αναπνοή (ml CO_2/kg. h)	Μ.Ο.	Fv/Fm	Μ.Ο.
Νερό (μάρτυρας)	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
NaOCl	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
Σακχαρόζη	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
NaOCl + Σακχαρόζη	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Γραφική Απεικόνιση Ι

Το παρακάτω κενό διάγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εβδομαδιαία καταγραφή των Μ.Ο. των μετρήσεων. Μπορεί να εφαρμοστεί για την απεικόνιση της ποσοστιαίας μεταβολής στο νωπό βάρος των ανθέων, στο άνοιγμα των ανθέων σε μια ταξιανθία κ.ο.κ. Παρατίθεται, επίσης, και ενδεικτικός τίτλος λεζάντας, ο οποίος πρέπει να συμπληρωθεί με τις κατάλληλες πληροφορίες.



Διάγραμμα ….: Ποσοστιαία μεταβολή (%) του βάρους των ανθέων στα οποία εφαρμόστηκε…… …… και ……..

Κεφάλαιο 14
Επίδραση των διαλυμάτων συντήρησης στη διατηρησιμότητα ανθέων στο ανθοδοχείο

Σύνοψη
Τα διαλύματα συντήρησης βοηθούν στη διατήρηση των ανθέων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μετά τη συγκομιδή. Μπορεί να περιέχουν σάκχαρα, αντιμικροβιακές ουσίες, ορμόνες, παρεμποδιστές του αιθυλενίου, ουσίες οξίνισης, διαβρεχτικούς παράγοντες και νανοσωματίδια. Τα παραπάνω συνήθως συνδυάζονται, ώστε να παραχθεί ένα μείγμα ουσιών που βοηθά στην πρόσληψη του νερού από τα αγγεία του ξυλώματος και διατηρεί το διάλυμα καθαρό από μικροοργανισμούς που φράσσουν τα αγγεία και προσφέρουν τροφή, κυρίως σάκχαρα, για την εξέλιξη της ανθοφορίας.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις φυσιολογίας και κυρίως μετασυλλεκτικής φυσιολογίας, η οποία σχετίζεται με τη διατηρησιμότητα των ανθοκομικών προϊόντων. Επίσης, κρίνεται απαραίτητη η γνώση χημείας και των ανόργανων και οργανικών ουσιών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή διαλυμάτων συντήρησης. Για την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση, οι αναγνώστες μπορούν να ανατρέξουν στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

14.1. Εισαγωγή στην Άσκηση

14.1.1. Τα διαλύματα συντήρησης

Η χρήση των διαλυμάτων συντήρησης αποτελεί βασική τεχνική για τη διατήρηση της ποιότητας των ανθέων μετά τη συγκομιδή τους (Δάρρας, 2018). Τα διαλύματα συντήρησης περιέχουν ουσίες οι οποίες: α) βελτιώνουν την τροφοδότηση των ιστών με νερό, β) παρεμποδίζουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών στο διάλυμα, γ) παρεμποδίζουν την παραγωγή και τη δράση του αιθυλενίου και δ) τροφοδοτούν τα κύτταρα με σάκχαρα, ώστε να συντηρείται η αναπνευστική δραστηριότητα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η χρήση ουσιών στα διαλύματα συντήρησης παρεμποδίζει το φράξιμο των αγγείων των ανθοφόρων στελεχών, ενισχύει την ενυδάτωση των κυττάρων και καθυστερεί τη γήρανση, παρεμποδίζοντας την παραγωγή του αιθυλενίου και διατηρώντας την αναπνευστική δραστηριότητα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Τα διαλύματα συντήρησης περιέχουν κυρίως σάκχαρα, αντιμικροβιακές ουσίες, ορμόνες, παρεμποδιστές του αιθυλενίου, ουσίες οξίνισης, διαβρεχτικούς παράγοντες και νανοσωματίδια. Μετά από έρευνες, βρέθηκε ότι τα κατάλληλα διαλύματα συντήρησης για χρήση από τον παραγωγό, τον έμπορο, τον πωλητή και τον καταναλωτή είναι αυτά που περιέχουν παρόμοια συστατικά, αλλά σε διαφορετικές συγκεντρώσεις. Σήμερα, μετά από πολλά χρόνια ερευνών, οι εταιρείες παράγουν σκευάσματα με εξειδικευμένες συνταγές για διαφορετικές ομάδες ανθέων. Για παράδειγμα, για άνθη ευαίσθητα στο αιθυλένιο, όπως τα γαρίφαλα, η γυψοφίλη και το τριαντάφυλλο, στις συνταγές χρησιμοποιούνται παρεμποδιστές της δράσης του αιθυλενίου. Αντίθετα, σε είδη με ταξιανθίες πολλών ανθέων, όπως είναι ο γλαδίολος, η φρέζια, το λίλιουμ κ.ά., η χορήγηση σακχάρων βοηθά στο σταδιακό άνοιγμα των ανθέων μετασυλλεκτικά. Οι αντιμικροβιακές ουσίες, οι οποίες διατηρούν το διάλυμα παραμονής των ταξιανθιών καθαρό, χρησιμοποιούνται σε όλες τις συνταγές, καθώς παρεμποδίζουν την ανάπτυξη μικροβιακών φορτίων στο διάλυμα και αποτρέπουν το φράξιμο των αγγείων. Τέλος, οι διαβρεχτικοί παράγοντες χρησιμοποιούνται σε ξυλώδεις ανθοφόρους βλαστούς, όπως του βιβούρνου, της πασχαλιάς κ.ά., γιατί βοηθούν την πρόσληψη νερού από το διάλυμα, διατηρώντας τα κύτταρα ενυδατωμένα.

14.1.1.1.Αντιμικροβιακές ουσίες

Οι αντιμικροβιακές ουσίες χρησιμοποιούνται για την παρεμπόδιση της ανάπτυξης μικροοργανισμών στο διάλυμα ή στο νερό στο οποίο τοποθετούνται, μετά το κόψιμό τους, τα άνθη. Το σημείο κοπής του άνθους αποδεσμεύει κυτταρικά στοιχεία, τα οποία αποτελούν άριστη τροφή για τα βακτήρια και τις ζύμες (Εικόνα 14.1). Η μάζα των βακτηρίων και των ζυμών που δημιουργείται στο υδατικό διάλυμα εμποδίζει την πρόσληψη νερού από τα αγγεία του ξυλώματος, με αποτέλεσμα την υδατική καταπόνηση, που οδηγεί σε πρόωρη μάρανση των ευαίσθητων στην απώλεια υγρασίας ανθέων. Η χρήση αντιμικροβιακών ουσιών δημιουργεί αφιλόξενο περιβάλλον για τα βακτήρια και, ως εκ τούτου, αποτρέπεται το φράξιμο του αγγειακού συστήματος των ανθοφόρων στελεχών. Οι πιο διαδεδομένες αντιμικροβιακές ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι οι χλωριούχες ενώσεις $Ca(OCl)_2$ και NaOCl, καθώς το χλώριο αποτελεί άριστο αντιμικροβιακό παράγοντα, η θεΐική και κιτρική υδροξυκινολίνη (8-hydroxyquinoline sulphate και 8-hydroxyquinoline citrate) και οι ενώσεις αργύρου, όπως ο νιτρικός άργυρος ($AgNO_3$) και ο θειϊκός άργυρος (silver thiosulphate – STS), οι οποίες εκτός από την έντονα αντιμικροβιακή τους δράση, ανταγωνίζονται και παρεμποδίζουν την παραγωγή του αιθυλενίου. Οι βραδέως διασπώμενες ενώσεις χλωρίου, όπως το διχλωρο-ισοκυαουρικό οξύ (dichloro-isocyanuric acid, DICA), χρησιμοποιούνται ευρέως για την απολύμανση του νερού και στη μετασυλλεκτική αλυσίδα συντήρησης (Joyce et al. 2000). Επίσης, το διοξείδιο του χλωρίου (ClO_2) σε συγκεντρώσεις 2-10 μL/L χρησιμοποιείται σε διάλυμα συντήρησης ανθέων ζέρμπερας, τριαντάφυλλου, λίλιουμ, αλστρομέριας κ.ά. (Macnish et al., 2008).



Εικόνα 14.1 *Στέλεχος τριαντάφυλλου που έχει υποστεί αλλοίωση στη βάση του από την παραμονή στο νερό (αριστερά). Βάση ανθικού στελέχους γαριφαλιάς, στο οποίο έχουν αναπτυχθεί βακτήρια και ζύμες και παρεμποδίζουν την πρόσληψη νερού (δεξιά) (Προσωπικό αρχείο).*

14.1.1.2. Ουσίες οξίνισης

Στο διάλυμα συντήρησης συχνά προστίθενται ουσίες οι οποίες μειώνουν δραστικά το pH του διαλύματος (< 5.0), δημιουργώντας ένα αφιλόξενο περιβάλλον για την ανάπτυξη των βακτηρίων και των ζυμών. Ταυτόχρονα, έχει αποδειχτεί ότι το χαμηλό pH του διαλύματος ευνοεί την πρόσληψη νερού και διατηρεί τα κύτταρα ενυδατωμένα. Για την επίτευξη χαμηλού pH χρησιμοποιείται το κιτρικό οξύ ή δημιουργούνται διαλύματα buffers με pH 4-6 (Δάρρας, 2018).

14.1.1.3. Σάκχαρα

Κατά την καλλιεργητική περίοδο, τα ανθοκομικά είδη αποθηκεύουν απλούς υδατάνθρακες, όπως γλυκόζη και σακχαρόζη, στα κύτταρα μέσω της φωτοσύνθεσης. Τα σάκχαρα τα χρησιμοποιούν μετασυλλεκτικά, για να συντηρήσουν την αναπνευστική δραστηριότητα, η οποία συντελείται κανονικά μετά τη συγκομιδή. Έτσι, η εξωγενής χορήγηση σακχάρων μπορεί, υπό ορισμένες συνθήκες, να παρατείνει την αναπνευστική δραστηριότητα και, συνεπώς, να αυξήσει τη διατηρησιμότητα σε ημέρες (Δάρρας, 2018).

Τα διαλύματα ενίσχυσης χρησιμοποιούνται για την αύξηση των ημερών αποθήκευσης και για τη βελτίωση της διατηρησιμότητας. Η συγκέντρωση σακχαρόζης που χρησιμοποιείται διαφέρει από είδος

σε είδος, ωστόσο, αποδεδειγμένα χρησιμοποιείται 5% σακχαρόζη για τον γλαδίολο, 1% για το γαρίφαλο, τη στερλίτσια και τη γυψοφίλη, 0,2 – 0,5%. για τα τριαντάφυλλα και τα χρυσάνθεμα. Η χρήση των παραπάνω διαλυμάτων αυξάνει τη διατηρησιμότητα σε ημέρες, βελτιώνει το χρώμα και το μέγεθος των ανθέων (Δάρρας, 2018).

14.1.1.4. Παρεμποδιστές αιθυλενίου

Το αιθυλένιο είναι ορμόνη, παράγεται από τους φυτικούς ιστούς ως αέριο από την πρόδρομο ουσία μεθειονίνη (Δάρρας, 2018). Η παραγωγή ή ύπαρξή του στους θαλάμους συντήρησης προάγει τη γήρανση των γεωργικών προϊόντων. Στα άνθη, τα συμπτώματα διαφέρουν απ' τα συμπτώματα της ωρίμασης των καρπών (π.χ. μαλάκωμα της σάρκας). Τα βασικότερα συμπτώματα περιλαμβάνουν: α) «κοίμισμα» και συστροφή των πετάλων, β) μάρανση και ξεθώριασμα της στεφάνης, γ) μάρανση των ανθέων, δ) ανθόρροια, πτώση πετάλων, ε) μεταβολές στο χρώμα κ.α.

Η ανάγκη για τον περιορισμό των συμπτωμάτων που οφείλονται στη δράση του αιθυλενίου συνετέλεσε στην παραγωγή ουσιών που αναστέλλουν ή καθυστερούν τα συμπτώματα αυτά. Πολλές έρευνες κατά τη δεκαετία του '80 απέδειξαν την ισχυρή αποτελεσματικότητα του θειϊκού αργύρου (silver thiosulphate – STS). Ο θειϊκός άργυρος κινείται στα αγγεία του ξυλώματος των ανθοφόρων βλαστών με μεγάλη ευκολία και δρα ως ανταγωνιστής του αιθυλενίου, μειώνοντας την παραγωγή και τη δράση του. Οι θετικές επιδράσεις του θειϊκού αργύρου έχουν παρατηρηθεί σε δρεπτά γαρίφαλα, χρυσάνθεμα, τριαντάφυλλα, φρέζιες κ.α. Η δράση του εντοπίζεται και στη μείωση της διαπνοής και, συνεπώς, στην αύξηση της διατηρησιμότητας των ανθέων. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, η χρήση του έχει περιοριστεί, λόγω της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που προκαλεί.

Ένα υποκατάστατο του θειϊκού αργύρου, το οποίο όμως δεν επιβαρύνει το περιβάλλον και ελέγχει την παραγωγή και τη δράση του αιθυλενίου στα ανθοκομικά είδη, είναι το 1-μεθυλο-κυκλο-προπάνιο (1-MCP). Το 1-MCP καταλαμβάνει τις θέσεις «υποδοχής» του μορίου του αιθυλενίου και περιορίζει τη δράση του. Η «πρόσδεση» του μορίου του 1-MCP από τους υποδοχείς είναι 10 φορές μεγαλύτερη απ' αυτή του αιθυλενίου. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητά του εξαρτάται από τη συγκέντρωσή του και καθορίζεται ανάλογα με το ανθοκομικό είδος από 2.5 nL/L έως 1 μL/L (Δάρρας, 2018). Επίσης, η δράση του 1-MCP εξαρτάται και από τη θερμοκρασία του χώρου συντήρησης και έχει φανεί ότι μειώνεται με μείωση της θερμοκρασίας. Έχει παρατηρηθεί ότι η αποτελεσματικότητά του αυξάνεται στις θερμοκρασίες 20 - 25°C, ενώ δεν είναι ιδιαίτερα δραστικό σε συνθήκες συντήρησης (2 – 5°C). Αυτό, ωστόσο, αποτελεί πρόβλημα για την πρακτική εφαρμογή του σκευάσματος, αφού οι περισσότερες μετασυλλεκτικές επεμβάσεις γίνονται σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας.

14.2 Εκτέλεση της Άσκησης

14.2.1 Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας άσκησης είναι η εξοικείωση των φοιτητών/-τριών με τα διαλύματα συντήρησης και την επίδρασή τους στην αύξηση της διατηρησιμότητας των ανθέων στο ανθοδοχείο. Θα χρησιμοποιοήσουν διαφορετικές δραστικές ουσίες προκειμένου να ενισχύσουν τον μεταβολισμό των ανθέων και να διατηρήσουν την αναπνευστική δραστηριότητα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

14.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα

- 20 δρεπτά τριαντάφυλλα (*Rosa hybrida*)
- Απεσταγμένο νερό
- Διάλυμα NaOCl 10 μL/L
- Διάλυμα σακχαρόζης 0,1%
- Ανθοδοχεία χωρητικότητας 300 – 1000 ml
- Ζυγός ακριβείας (0.1 – 1000 g)
- Υάλινος εξοπλισμός εργαστηρίου

- Θάλαμος μέτρησης της ζωής στο ανθοδοχείο, θερμοκρασίας 20±5°C, υγρασίας 60 – 70% και 12 ωρών φωτός/12 ωρών σκότους
- Όργανο μέτρησης χρωματικών παραμέτρων a*, b*, L*, h^o και C (π.χ. Minolta colourimeter)

14.2.3 Μεθοδολογία

Τα τριαντάφυλλα που χρησιμοποιούνται είναι στο κατάλληλο στάδιο του κλειστού μπουμπουκιού, με τα εξωτερικά πέταλα ελαφρώς ξεδιπλωμένα. Δημιουργείται διάλυμα με NaOCl 10 μL/L, διάλυμα με 0,5% σακχαρόζη, διάλυμα με NaOCl 10 μL/L + 0,5% σακχαρόζη. Το αποσταγμένο νερό χρησιμοποιείται ως μάρτυρας. Χρησιμοποιούνται 5 στελέχη ανά εφαρμογή και τα άνθη (σύνολο 20) χωρίζονται σε 4 ομάδες, όπως φαίνεται παρακάτω:

- Πέντε τριαντάφυλλα σε διάλυμα απεσταγμένου νερού (μάρτυρας)
- Πέντε τριαντάφυλλα σε διάλυμα NaOCl 10 μL/L
- Πέντε τριαντάφυλλα σε διάλυμα 0,5% σακχαρόζης
- Πέντε τριαντάφυλλα σε διάλυμα NaOCl 10 μL/L + 0,5% σακχαρόζης

Αρχικά, κόβεται το κάτω μέρος του ανθικού στελέχους (2 – 3 cm από τη βάση) μέσα στο νερό. Τα παραπάνω διαλύματα δημιουργούνται διαλύοντας την κατάλληλη ποσότητα δραστικής ουσίας σε 500 ml απεσταγμένου νερού. Τοποθετείται ένα ανθικό στέλεχος ανά ανθοδοχείο. Το στόμιο του ανθοδοχείου σφραγίζεται με φύλλο πλαστικού για την αποφυγή της εξάτμισης του νερού. Σε κάθε ανθοδοχείο αναγράφονται με μαρκαδόρο ο αριθμός της επανάληψης και η εφαρμογή και λαμβάνονται οι κατάλληλες μετρήσεις (βλέπε 14.7). Όλα τα ανθοδοχεία τοποθετούνται σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (θερμοκρασία 20 ± 5°C και 12 ώρες φωτός/12 ώρες σκοτάδι), σε εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο (Κεφάλαιο 1).

14.2.4 Μετρήσεις –Εκτιμήσεις

Ο παράγοντας που ερευνάται στη συγκεκριμένη άσκηση είναι ο τύπος του διαλύματος συντήρησης. Οι μετρήσεις, μετά την τοποθέτηση των ανθικών στελεχών, λαμβάνονται ανά 2 ημέρες και μέχρι το τέλος της ζωής των ανθέων. Το τέλος των μετρήσεων ταυτίζεται με το τέλος της ζωής των ανθέων και της καλλωπιστικής τους αξίας και είναι διαφορετικό για τα διαφορετικά ανθοκομικά είδη. Για παράδειγμα, στο τριαντάφυλλο μπορεί να είναι με την εμφάνιση της κάμψης του βλαστού, τη μάρανση των πετάλων, την πτώση των πετάλων ή/και τη μείωση του νωπού βάρους, κάτω από 5% επί του αρχικού. Όποιες ενδείξεις επιλεχθούν θα πρέπει να εφαρμόζονται για όλα τα ανθικά στελέχη/επαναλήψεις.

Εκτιμώνται:

6. Το νωπό βάρος των ανθέων (gr)
7. Ποσοστιαία αύξηση-μείωση του νωπού βάρους σε σχέση με το αρχικό σύμφωνα με την εξίσωση % *N.B.* = [(T.B.-A.B)/A.B. x 100]+100
8. (*N.B.* = Νωπό Βάρος, *A.B.* = Αρχικό Βάρος, *T.B.* Τελικό Βάρος)
9. Η ποσότητα διαλύματος που απορροφάται από το ανθικό στέλεχος (ml)
10. Η διάρκεια ζωής των ανθέων στο ανθοδοχείο (ημέρες)
11. Η κάμψη του βλαστού (%)
12. Οι χρωματικές παράμετροι a*, b*, L*, h^o και C

Οι μετρήσεις λαμβάνονται κάθε δεύτερη ημέρα από την ημέρα τοποθέτησης των ανθέων στους θαλάμους συντήρησης, την οποία ορίζουμε ως ημέρα 0. Την ημέρα 0 λαμβάνονται οι πρώτες μετρήσεις. Το νωπό βάρος των ανθικών στελεχών και η ποσότητα του διαλύματος που απορροφάται μετριέται με τη βοήθεια ζυγού ακριβείας. Οι μετρήσεις αφορούν την κατανάλωση ύδατος από το άνθος σε σχέση με την αρχική ποσότητα που προστέθηκε την ημέρα 0 στα ανθοδοχεία (500 ml). Η διάρκεια ζωής των

ανθέων στο ανθοδοχείο ορίζεται ως η ημέρα τερματισμού της ζωής του σε ημέρες. Επίσης, μετρώνται οι χρωματικές παράμετροι με το κατάλληλο εργαστηριακό όργανο (π.χ. Minolta colourimeter). Μετά τη λήψη των μετρήσεων, γίνεται επεξεργασία των αποτελεσμάτων, βρίσκονται οι μέσοι όροι, συμπληρώνεται πίνακας με την ανάλυση παραλλακτικότητας και, τέλος, υπολογίζονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών. Τα δεδομένα τοποθετούνται στο Excel και παριστάνονται γραφικά.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Δάρρας, Α.Ι., 2018. *Ανθοκομία. Καλλιέργεια και Μετασυλλεκτική Διαχείριση Ανθέων και Φυλλωμάτων*. Αθήνα: Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε.

Joyce, D.C. and Shorter, A.J., 2000. Long term low temperature storage injures kangaroo paw cut flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 20, pp. 203-206.

Macnish, A.J., Leonard, R.T. and Nell, T.A., 2008. Treatment with chlorine dioxide extends the vase life of selected cut flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 50, pp. 197-207.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Τα διαλύματα συντήρησης περιέχουν ουσίες οι οποίες ……
   ……..……..
   ……
2. Η χρήση ουσιών στα διαλύματα συντήρησης παρεμποδίζει το φράξιμο των αγγείων των ανθοφόρων στελεχών.

   Σωστό ή **Λάθος**
3. Τα διαλύματα συντήρησης περιέχουν κυρίως
   I. σάκχαρα και αντιμικροβιακές ουσίες.
   II. μόνο σάκχαρα.
   III. ορμόνες.
4. Σε άνθη ευαίσθητα στο αιθυλένιο, όπως είναι τα γαρίφαλα, η γυψοφίλη και το τριαντάφυλλο, στις συνταγές χρησιμοποιούνται
   I. παρεμποδιστές του αιθυλενίου.
   II. αντιμικροβιακές ουσίες.
   III. σάκχαρα και ουσίες οξίνισης.
5. Οι αντιμικροβιακές ουσίες χρησιμοποιούνται για……
   ……
   ……
6. Για την επίτευξη χαμηλού pH στα διαλύματα συντήρησης χρησιμοποιείται……
   ……..……...……..
   ……
7. Η συγκέντρωση σακχαρόζης που χρησιμοποιείται στα διαλύματα συντήρησης
   I. εξαρτάται από το ανθοκομικό είδος.
   II. κυμαίνεται από 10 ως 20%.
   III. κυμαίνεται από 0,1 ως 1%.
8. Τα βασικότερα συμπτώματα της έκθεσης των ανθέων στο αιθυλένιο περιλαμβάνουν……
   ……..……..
   ……
9. Οι ενώσεις που χρησιμοποιούνται για την παρεμπόδιση και τη δράση του αιθυλενίου μετασυλλεκτικά είναι ……
   ……..……
   ……

Παράρτημα

Πίνακας Μετρήσεων Ι – Ποιότητα - μάρανση

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία παρατηρήσεων.....

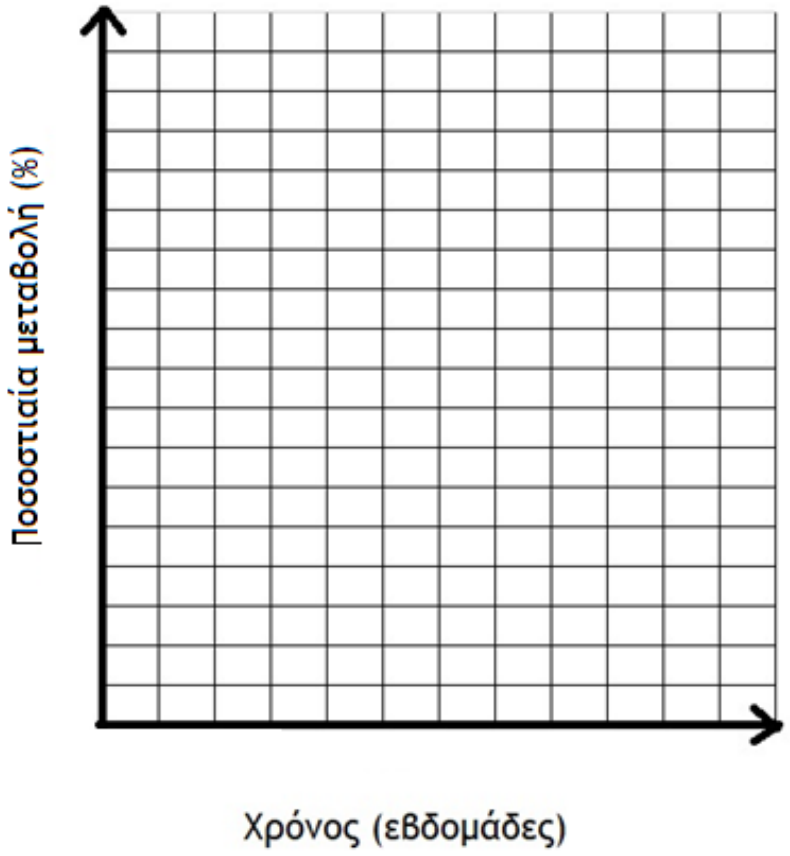
Διάλυμα συντήρησης	Άνθος	Μετρήσεις			
		Νωπό βάρος (gr)	Ποσοστιαία αύξηση-μείωση του νωπού βάρους (%)	Κάμψη βλαστού (%)	Διάρκεια ζωής στο ανθοδοχείο (ημέρες)
Νερό (μάρτυρας)	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
NaOCl	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
Σακχαρόζη	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
NaOCl + Σακχαρόζη	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Πίνακας Μετρήσεων ΙΙ - Χρώμα

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης……
Ημερομηνία μετρήσεων……

Διάλυμα συντήρησης	Άνθος	Μετρήσεις									
		a*	M.O.	b*	M.O.	C	M.O.	h^o	M.O.	L	M.O.
Νερό (μάρτυρας)	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
NaOCl	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Σακχαρόζη	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
NaOCl + Σακχαρόζη	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

Το παρακάτω κενό διάγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εβδομαδιαία καταγραφή των Μ.Ο. των μετρήσεων. Μπορεί να εφαρμοστεί για την απεικόνιση της ποσοστιαίας μεταβολής στο νωπό βάρος των ανθέων, στο άνοιγμα των ανθέων σε μια ταξιανθία, κ.ο.κ. Παρατίθεται, επίσης, και ενδεικτικός τίτλος λεζάντας, ο οποίος πρέπει να συμπληρωθεί με τις κατάλληλες πληροφορίες.



Διάγραμμα……: Ποσοστιαία μεταβολή (%) του βάρους των ανθέων στα οποία εφαρμόστηκε……,……και ……
……..……

Κεφάλαιο 15
Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης στη μετασυλλεκτική ζωή δρεπτών ανθέων

Σύνοψη
Τα δρεπτά άνθη είναι γεωργικά προϊόντα με υψηλό επίπεδο φθαρτότητας και μικρή μετασυλλεκτική ζωή. Ο σημαντικότερος παράγοντας που επιδρά στη διατηρησιμότητα των ανθέων μετά τη συγκομιδή είναι η θερμοκρασία συντήρησης. Οι χαμηλές θερμοκρασίες μετασυλλεκτικά εξασφαλίζουν χαμηλότερα επίπεδα αναπνοής, μικρότερη απώλεια υγρασίας από τα στομάτια και γενικά διατήρηση των ανθέων σε υψηλά επίπεδα ποιότητας για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Στόχος της παρούσας άσκησης είναι να κατανοήσουν οι φοιτητές/-τριες τη σπουδαιότητα της άμεσης συντήρησης των ανθοκομικών προϊόντων στις κατάλληλες θερμοκρασίες, ώστε να διατηρηθεί η ποιότητά τους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Προαπαιτούμενη γνώση
Για την κάλυψη των διδακτικών αναγκών του παρόντος κεφαλαίου είναι απαραίτητες οι βασικές γνώσεις φυσιολογίας και, κυρίως, μετασυλλεκτικής φυσιολογίας, η οποία σχετίζεται με τη διατηρησιμότητα των ανθοκομικών προϊόντων. Πιο συγκεκριμένα, είναι απαραίτητη η γνώση των διεργασιών της αναπνοής και της παραγωγής αιθυλενίου, καθώς και η γνώση της επίδρασης των συνθηκών συντήρησης εντός των θαλάμων, ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή διατηρησιμότητα των προϊόντων. Για την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη πληροφόρηση, οι αναγνώστες μπορούν να ανατρέξουν στα ελληνόγλωσσα και ξενόγλωσσα εγχειρίδια που αναφέρονται στη «Βιβλιογραφία Κεφαλαίου».

15.1. Εισαγωγή στην Άσκηση

Η έρευνα που αφορά τις συνθήκες συντήρησης των ανθοκομικών προϊόντων συνεχίζεται με ιδιαίτερη ένταση, καθώς συγκεντρώνει το ενδιαφέρον των επιστημόνων και της επιχειρηματικής ανθοκομίας (Δάρρας, 2018). Οι έρευνες κατευθύνονται προς τη μεθοδολογία και την ανάπτυξη πρωτοκόλλων συντήρησης, ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα των προϊόντων για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σημαντική δυσκολία στην εφαρμογή της συντήρησης είναι η ύπαρξη μεγάλου αριθμού ανθοκομικών ειδών με διαφορετικές – ασφαλείς θερμοκρασιακές απαιτήσεις (Δάρρας, 2018). Γενικότερα, η συντήρηση σε χαμηλές θερμοκρασίες αποβλέπει στη μείωση της αναπνευστικής δραστηριότητας, τη μείωση της απώλειας υγρασίας, την αποτροπή της παραγωγής και της δράσης του αιθυλενίου, καθώς και την αποτροπή της εμφάνισης μετασυλλεκτικών ασθενειών (Halevy and Mayak 1981; Wills et al. 2004; Joyce and Faragher 2012).

Η αναπνοή αποτελεί αλληλουχία ενζυμικών αντιδράσεων, ως καταλύτες των οποίων λειτουργούν τα ένζυμα. Η δράση των ενζύμων αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και, άρα, αυξάνεται ο ρυθμός της κατάλυσης των βιοχημικών αντιδράσεων (Πίνακας 1). Έτσι, αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος συνεπάγεται αύξηση του ρυθμού της αναπνοής, ο οποίος σχετίζεται άμεσα με τη μετασυλλεκτική διατηρησιμότητα των ανθέων. Αυτό συμβαίνει γιατί, κατά την αναπνοή, καταναλώνονται οι αποθηκευμένες ουσίες, οι οποίες έχουν παραχθεί μέσω της φωτοσύνθεσης κατά την καλλιεργητική περίοδο. Όσο καθυστερείται η κατανάλωσή τους, τόσο μεγαλύτερη είναι η διατηρησιμότητα των ανθέων. Σκοπός, λοιπόν, είναι η διατήρηση της αναπνευστικής δραστηριότητας στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα, ώστε να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στα άνθη (Halevy and Mayak 1981; Wills et al. 2004; Joyce and Faragher 2012).

Πίνακας 15.1. *Επίδραση της θερμοκρασίας στην ένταση της αναπνοής των δρεπτών ανθέων.*

Θερμοκρασία (Βαθμοί Κελσίου)	Ένταση αναπνοής (mg CO_2/kg.h)	Παραγωγή θερμότητας (Btu/ton.h)
0	10	89
10	30	275
20	239	2191
30	516	4730
40	1053	9653
50	1600	14718

Για κάθε ανθοκομικό είδος υπάρχουν τα κατώτατα θερμοκρασιακά επιτρεπόμενα όρια συντήρησης. Κάτω απ' αυτά, συντελούνται καταστροφικές ζημιές στους φυτικούς ιστούς, οι οποίες μπορεί να είναι μη αναστρέψιμες και μειώνουν την ποιότητα και τη διατηρησιμότητα των ανθέων. Τα περισσότερα είδη μπορούν να συντηρηθούν σε θερμοκρασίες που φτάνουν τους 0.6°C, δηλαδή λίγο πάνω απ' το σημείο πήξης. Ωστόσο, για λόγους ασφάλειας, στην πράξη, η θερμοκρασία συντήρησης – αποθήκευσης δεν πρέπει να πέφτει κάτω από τον 1°C. Αυτή η θερμοκρασία είναι ιδανική για τη συντήρηση ειδών όπως το γαρίφαλο, η φρέζια, το χρυσάνθεμο, το αντίρρινο, το λίλιουμ, το τριαντάφυλλο και οι ζέρμπερες (Dole and Wilkins 2005). Είδη που προέρχονται από τροπικά και υποτροπικά κλίματα χρειάζονται υψηλότερες θερμοκρασίες συντήρησης. Έτσι, για παράδειγμα ο γλαδίολος συντηρείται ιδανικά σε ελάχιστες θερμοκρασίες 2 – 4°C, το ανθούριο στους 13°C, η στρελίτσια και η ορχιδέα στους 7 – 10°C (Dole and Wilkins 2005). Οι ιδανικές θερμοκρασίες συντήρησης για ορισμένα εμπορικά είδη ανθέων αναφέρονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 15.2. *Συνθήκες συντήρησης ορισμένων εμπορικών ειδών ανθέων.*

Είδος	Εύρος θερμοκρασίας (°C)	Εύρος Σ.Υ. (%)	Χρόνος συντήρησης (ημέρες)
Αλστρομέρια	0 - 4	90 - 95	6 - 10
Ανεμώνη	0 - 7	90 - 95	1 - 6
Ανθούριο	12.5 – 15.5	90 - 95	3 - 10
Άστερ	0 – 4.5	90 - 95	7
Γαρίφαλο	0 - 7	90 - 95	3 - 42
Χρυσάνθεμο	-0.5 - 8	90 - 95	7 - 42
Ντάλια	4 - 5	-	3 - 5
Φρέζια	0 - 4	90 - 95	1 – 14
Ζέρμπερα	1.5 – 4.5	90 - 95	2 – 14
Γλαδίολος	0.5 - 10	90 - 95	6 – 8
Γυψοφίλη	0 – 4.5	98	1 – 21
Υάκινθος	0 – 0.5	-	14
Ίριδα	-0.5 - 4	90 - 95	4 – 28
Λίλιουμ	0 – 4.5	90 - 95	4 – 28
Λυσίανθος	1	-	7
Νάρκισσος	0 - 2	90 - 95	7 – 21
Ορχιδέα	0.5 - 15	90 - 95	7 – 28
Τριαντάφυλλο	0 - 4	90 - 98	4 – 14
Στατική	1.5 - 4	90 - 95	14 – 42
Αντίρρινο	-1 - 5	-	3 – 28
Τουλίπα	-0.5 - 2	85 - 95	3 - 42

Η συντήρηση των ανθέων σε χαμηλές θερμοκρασίες γίνεται με δύο τρόπους, ανάλογα με το ανθοκομικό είδος και τη διάρκεια συντήρησης ή της μεταφοράς (Δάρρας, 2018). Τα άνθη μπορεί να συντηρηθούν «υγρά» ή «ξηρά», αλλά πάντα σε ψυχρό περιβάλλον, δηλαδή σε θαλάμους συντήρησης

ελεγχόμενης θερμοκρασίας (Εικόνα 15.1). Κατά την «υγρή» συντήρηση, οι ανθοφόροι βλαστοί τοποθετούνται σε δεσμίδες σε υδατικό διάλυμα, σε πλαστικά ή μεταλλικά δοχεία. Κατά την «ξηρή» συντήρηση οι ανθοφόροι βλαστοί τοποθετούνται σε δεσμίδες σε χαρτοκιβώτια με οπές, χωρίς τη χρήση υδατικού διαλύματος. Η «υγρή» μέθοδος χρησιμοποιείται, συνήθως, για μικρής διάρκειας αποθήκευση και όταν τα άνθη πρόκειται να διατεθούν άμεσα στην αγορά. Αντίθετα, η «ξηρή» μέθοδος χρησιμοποιείται για μεγάλης διάρκειας αποθήκευση ή για μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις. Η «ξηρή» αποθήκευση είναι αποτελεσματική όταν συνδυάζεται με τη μέθοδο της πρόψυξης (άμεση μείωση της θερμοκρασίας των ιστών μετά τη συγκομιδή με δυναμική ροή ψυχρού αέρα). Αφού επιτευχθεί μείωση της θερμοκρασίας εντός των χαρτοκιβωτίων, αυτά σφραγίζονται με φύλλο πολυαιθυλενίου βοηθώντας στη διαμόρφωση μιας τροποποιημένης ατμόσφαιρας στο εσωτερικό. Η ατμόσφαιρα αυτή, όπως συμβαίνει σε όλες τις συσκευασίες αγροτικών προϊόντων, έχει υψηλές συγκεντρώσεις CO_2 και χαμηλές συγκεντρώσεις O_2 (Δάρρας, 2018). Επειδή το CO_2 είναι ανταγωνιστική ουσία του αιθυλενίου, προκαλείται μείωση της παραγωγής και της δράσης του αιθυλενίου. Επίσης, λόγω της χαμηλής συγκέντρωσης O_2 και λόγω της διαπνοής των ανθέων στα πρώτα στάδια, όταν γίνεται η συσκευασία, η αναπνευστική δραστηριότητα ελαχιστοποιείται. Σταδιακά ο ρυθμός διαπνοής μειώνεται και ελαχιστοποιείται η απώλεια ύδατος από τους φυτικούς ιστούς. Πριν την «ξηρή» αποθήκευση, εφαρμόζουμε κατάλληλους χειρισμούς με υδατικά διαλύματα ενίσχυσης πλούσια σε σακχαρόζη και διαβρεχτικούς παράγοντες, σύμφωνα με τα πρωτόκολλα συντήρησης των ειδών.



Εικόνα 15.1 *Θάλαμοι ελεγχόμενων συνθηκών, για συντήρηση αγροτικών προϊόντων (Προσωπικό αρχείο).*

Τα περισσότερα είδη ανθέων μπορούν να συντηρηθούν και με τους δύο τρόπους. Έχει αποδειχθεί ότι, κατά την «υγρή» συντήρηση, τα γαρίφαλα εμφάνισαν 25 – 30% υψηλότερους ρυθμούς διαπνοής. Επίσης, η εξάντληση των σακχάρων ήταν ταχύτερη σε γαρίφαλα που αποθηκεύτηκαν «υγρά», σε σχέση με γαρίφαλα τα οποία αποθηκεύτηκαν «ξηρά». Αυτό οφειλόταν στους αυξημένους αναπνευστικούς ρυθμούς, οι οποίοι παρατηρούνται κατά την «υγρή» συντήρηση. Η παροχή σακχάρων στο διάλυμα συντήρηση μπορεί, εν μέρει, να αναπληρώσει μέρος των αποθηκευμένων σακχάρων. Η ενδεδειγμένη μέθοδος συντήρησης εξαρτάται και από την ανταπόκριση των ειδών. Για παράδειγμα, η ίριδα, η φρέζια, ο νάρκισσος, ο υάκινθος κ.ά. αποθηκεύονται καλύτερα σε θρεπτικό διάλυμα, καθώς τα συγκεκριμένα είδη είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην απώλεια υγρασίας (Δάρρας, 2018).

15.2 Εκτέλεση της Άσκησης

15.2.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας άσκησης είναι η μελέτη της συντήρησης των ανθέων μετασυλλεκτικά σε διαφορετικές θερμοκρασίες, καθώς και η επίδραση της χαμηλής θερμοκρασίας στην εμφάνιση ζημιών στους φυτικούς ιστούς με τη μέθοδο φθορισμού της χλωροφύλλης.

15.2.2 Υλικά, Συσκευές και Όργανα

- 30 δρεπτά τριαντάφυλλα (*Rosa hybrida*)
- Απεσταγμένο νερό
- Ανθοδοχεία με στενό στόμιο, χωρητικότητας 300 – 1000 ml
- Ζυγός ακριβείας (0.01 – 1000 g)
- Θάλαμοι συντήρηση στους 0, 3 και 10°C, υγρασίας 60 – 70% και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι
- Όργανο μέτρησης του φθορισμού χλωροφύλλης (π.χ. OptiSciences Inc., UK)
- Όργανο μέτρησης χρωματικών παραμέτρων a*, b*, L*, h^o και C (π.χ. Minolta colourimeter, Japan)
- Όργανο μέτρησης αναπνευστικής δραστηριότητας (π.χ. συσκευή RICKLOS, Japan ή αέριος χρωματογράφος, Shimadzu, Japan).

15.2.3 Μεθοδολογία - Εκτέλεση Άσκησης

Τα τριαντάφυλλα που χρησιμοποιούνται είναι στο κατάλληλο στάδιο συγκομιδής του κλειστού μπουμπουκιού, με τα εξωτερικά πέταλα ελαφρώς ξεδιπλωμένα. Τα άνθη, 30 στο σύνολο, χωρίζονται σε 3 ομάδες των 10 και συντηρούνται σε διαφορετικές θερμοκρασίες των 0, 3 και 10°C. Αρχικά, κόβεται το κάτω μέρος του ανθικού στελέχους (2 – 3 cm από τη βάση) μέσα στο νερό. Τοποθετείται ένα ανθικό στέλεχος ανά ανθοδοχείο. Το στόμιο του ανθοδοχείου σφραγίζεται με φύλλο πλαστικού, για την αποφυγή της εξάτμισης του νερού. Σε κάθε ανθοδοχείο αναγράφονται με μαρκαδόρο ο αριθμός της επανάληψης και η εφαρμογή και λαμβάνονται οι κατάλληλες μετρήσεις. Τα ανθοδοχεία τοποθετούνται σε 3 διαφορετικούς θαλάμους συντήρησης στους: 0, 3 και 10°C, υγρασίας 60 – 70% και 12 ώρες φως/12 ώρες σκοτάδι.

15.2.4 Μετρήσεις –Εκτιμήσεις

Ο παράγοντας που ερευνάται στη συγκεκριμένη άσκηση είναι η θερμοκρασία συντήρησης. Οι μετρήσεις, μετά την τοποθέτηση των ανθικών στελεχών, λαμβάνονται ανά 4 ημέρες και μέχρι το τέλος της ζωής των ανθέων. Το τέλος των μετρήσεων ταυτίζεται με το τέλος της ζωής των ανθέων και της καλλωτηστικής τους αξίας και είναι διαφορετικό για τα διαφορετικά ανθοκομικά είδη. Για παράδειγμα, στο τριαντάφυλλο μπορεί να είναι με της εμφάνιση της κάμψης του βλαστού, τη μάρανση των πετάλων, την πτώση των πετάλων ή/και τη μείωση του νωπού βάρους κάτω από 5% επί του αρχικού. Όποιες ενδείξεις επιλεχθούν θα πρέπει να εφαρμόζονται για όλα τα ανθικά στελέχη/επαναλήψεις.

Εκτιμώνται:

1. Το νωπό βάρος των ανθέων (gr)
2. Ποσοστιαία αύξηση-μείωση του νωπού βάρους σε σχέση με το αρχικό σύμφωνα με την εξίσωση
3. % *N.B.* = [(T.B.-A.B)/A.B. x 100]+100
4. (*N.B.* = Νωπό Βάρος, *A.B.* = Αρχικό Βάρος, *T.B.* Τελικό Βάρος)
5. Η ποσότητα διαλύματος που απορροφάται από το ανθικό στέλεχος (ml)

6. Η διάρκεια ζωής των ανθέων στο ανθοδοχείο (ημέρες)
7. Η κάμψη του βλαστού (%)
8. Οι χρωματικές παράμετροι a*, b*, L*, h^o και C
9. Φθορισμός χλωροφύλλης (*Fv/Fm*)
10. Αναπνοή (ml CO_2 / kg. h)

Οι μετρήσεις λαμβάνονται κάθε 4 ημέρες από την ημέρα τοποθέτησης των ανθέων στους θαλάμους συντήρησης, την οποία ορίζουμε ως ημέρα-0. Την ημέρα-0 λαμβάνονται οι πρώτες μετρήσεις. Το νωπό βάρος των ανθικών στελεχών και η ποσότητα του διαλύματος που απορροφάται μετριέται με τη βοήθεια ζυγού ακριβείας. Η ποσότητα του νερού που απορροφάται υπολογίζεται σε σχέση με την αρχική ποσότητα που προστέθηκε την ημέρα-0 στα ανθοδοχεία (500 ml). Η διάρκεια ζωής των ανθέων στο ανθοδοχείο ορίζεται ως η ημέρα τερματισμού της ζωής του σε ημέρες. Επίσης, μετριούνται οι χρωματικές παράμετροι, ο φθορισμός χλωροφύλλης και η αναπνευστική δραστηριότητα με τα κατάλληλα εργαστηριακά όργανα. Μετά τη λήψη των μετρήσεων, γίνεται επεξεργασία των αποτελεσμάτων, βρίσκονται οι μέσοι όροι, συμπληρώνεται πίνακας με την ανάλυση παραλλακτικότητας και, τέλος, βρίσκονται οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των εφαρμογών. Τα δεδομένα τοποθετούνται στο Excel και παριστάνονται γραφικά.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

Δάρρας, Α.Ι., 2018. *Ανθοκομία – Καλλιέργεια και Μετασυλλεκτική Διαχείριση Ανθέων και Φυλλωμάτων*. Αθήνα: Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε.

Dole, M. and Wilkins, H., 2005. *Floriculture: principles and species*. USA: Upper Saddle River Prentice-Hall. Inc..

Halevy, A. H. and Mayak, S., 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers—Part 2. *Horticultural Reviews*, 3, pp. 59-143.

Joyce, D. and Faragher, J., 2012. Cut flowers. *Crop postharvest: Science and technology. Pereshibles.* Wiley-Blackwell. Ames, EUA, pp. 414-438.

Wills, R., McGlsson, B., Graham, D. and Joyce, D., 2004. *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*, 4th ed. Wallingford, UK: CAB International..

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης

(Συμπληρώστε τα κενά, βρείτε το σωστό / λάθος, ή επιλέξτε τη σωστή απάντηση)

1. Σημαντική δυσκολία στην εφαρμογή της συντήρησης είναι……
……..……
……

2. Η δράση των ενζύμων αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και, άρα, αυξάνεται ο ρυθμός της κατάλυσης των βιοχημικών αντιδράσεων.

   Σωστό ή **Λάθος**

3. Αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος συντήρησης των ανθέων συνεπάγεται

   I. αύξηση της δραστηριότητας των ενζύμων και, επομένως, της αναπνοής.

   II. αύξηση της διατηρησιμότητας των ανθέων.

   III. βελτίωση της ποιότητας των ανθέων μετασυλλεκτικά.

4. Τα δρεπτά άνθη μπορεί να συντηρούνται σε όσο το δυνατόν χαμηλότερες θερμοκρασίες, που φτάνουν στους 0°C.

   Σωστό ή **Λάθος**

5. Τα τροπικά και υποτροπικά ανθοκομικά είδη χρειάζονται υψηλότερες θερμοκρασίες συντήρησης.

   Σωστό ή **Λάθος**

6. Η συντήρηση των ανθέων σε χαμηλές θερμοκρασίες γίνεται με δύο τρόπους ……
……..……..
……

7. Η «ξηρή» αποθήκευση είναι αποτελεσματική όταν συνδυάζεται με

   I. τη μέθοδο της πρόψυξης.

   II. μεταφορά με φορτηγά ψυγεία.

   III. συσκευασία.

8. Τα περισσότερα είδη ανθέων μπορούν να συντηρηθούν και με τους δύο τρόπους (Ξηρά ή υγρά).

   Σωστό ή **Λάθος**

Παράρτημα

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία παρατηρήσεων.....

Θερμοκρασία (°C)	**Άνθος**	**Μετρήσεις**			
		Νωπό βάρος (gr)	**Στάδιο μάρανσης**	**Ποσότητα νερού (ml)**	**Διάρκεια ζωής στο ανθοδοχείο (ημέρες)**
1	**1**				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
12	**1**				
	2				

	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
20	**1**				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

Πίνακας Μετρήσεων ΙΙ - Χρώμα

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Θερμοκρασία συντήρησης (°C)	**Άνθος**	**Μετρήσεις**									
		a*	**M.O.**	**b***	**M.O.**	**C**	**M.O.**	**h°**	**M.O.**	**L**	**M.O.**
1	**1**										
	2										
	3										
	4										
	5										
12	**1**										
	2										
	3										
	4										
	5										
20	**1**										
	2										
	3										
	4										
	5										

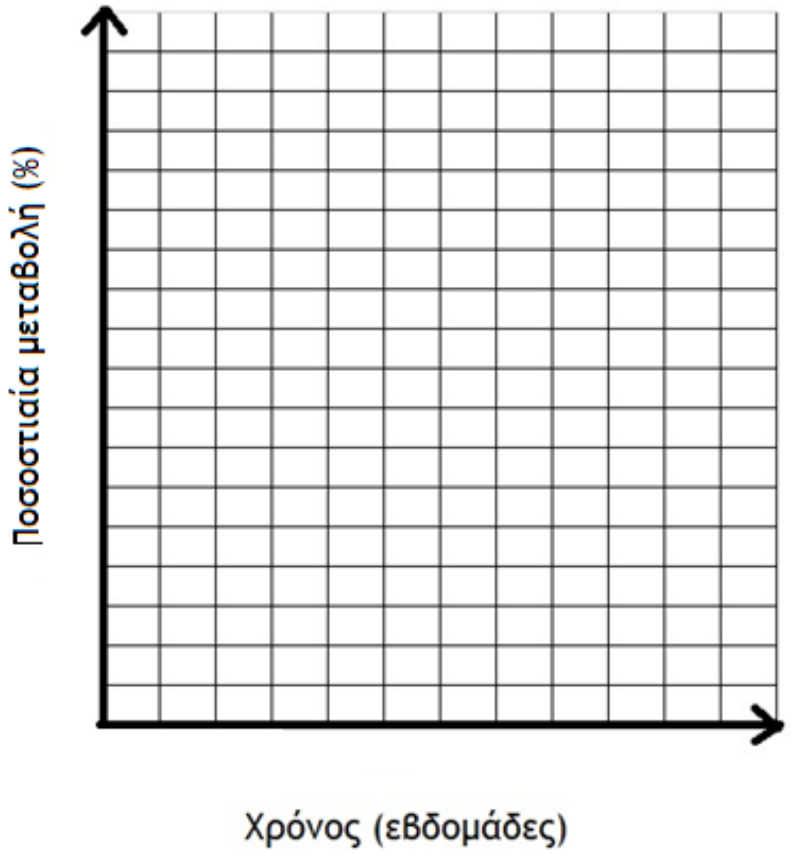
Πίνακας Μετρήσεων ΙΙΙ – Αναπνοή και Φθορισμός

Ημερομηνία έναρξης της άσκησης.....
Ημερομηνία μετρήσεων.....

Θερμοκρασία συντήρησης (°C)	**Άνθος**	**Μετρήσεις**			
		Αναπνοή (ml CO_2/ kg. h)	**Μ.Ο.**	**Fv/Fm**	**Μ.Ο.**
1	**1**				
	2				
	3				
	4				
	5				
12	**1**				
	2				
	3				
	4				
	5				
20	**1**				
	2				
	3				
	4				
	5				

Γραφική Απεικόνιση Ι

Το παρακάτω κενό διάγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εβδομαδιαία καταγραφή των Μ.Ο. των μετρήσεων. Μπορεί να εφαρμοστεί για την απεικόνιση της ποσοστιαίας μεταβολής στο νωπό βάρος των ανθέων, στο άνοιγμα των ανθέων σε μια ταξιανθία κ.ο.κ. Παρατίθεται, επίσης, και ενδεικτικός τίτλος λεζάντας, ο οποίος πρέπει να συμπληρωθεί με τις κατάλληλες πληροφορίες.



Διάγραμμα….: Ποσοστιαία μεταβολή (%) του βάρους των ανθέων στα οποία εφαρμόστηκε …… ……,…… και ……

Το παρόν σύγγραμμα περιλαμβάνει βασικές Εργαστηριακές Ασκήσεις στο γνωστικό αντικείμενο της Ανθοκομίας, στόχος των οποίων είναι η εξοικείωση των φοιτητών με: α) τις τεχνικές καλλιέργειας, πολλαπλασιασμού και συντήρησης, β) τη μελέτη της επίδρασης των περιβαλλοντικών συνθηκών και της θρέψης στην ανάπτυξη των ανθοκομικών φυτών και γ) τον τρόπο καταγραφής μετρήσεων και εξαγωγής συμπερασμάτων, με τη βοήθεια των στατιστικών αναλύσεων. Το σύγγραμμα χωρίζεται σε κεφάλαια και κάθε κεφάλαιο περιλαμβάνει μία άσκηση. Κάθε άσκηση συνοδεύεται από την εισαγωγή, στην οποία περιλαμβάνεται η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και η οποία βοηθά στην κατανόηση του θεωρητικού υποβάθρου της κάθε άσκησης. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα υλικά και τα όργανα που χρησιμοποιούνται και περιγράφεται η μεθοδολογία εκτέλεσης της άσκησης. Στο τελευταίο μέρος κάθε κεφαλαίου παρατίθενται ενδεδειγμένες μετρήσεις/εκτιμήσεις/παρατηρήσεις που χρειάζεται να καταγραφούν, ώστε να παραχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα σχετικά με την άσκηση. Κάθε κεφάλαιο περιλαμβάνει, επίσης, παράρτημα με έτοιμους πίνακες για συμπλήρωση, κενά γραφήματα, τα οποία μπορεί εύκολα να αναπαραχθούν και να βοηθήσουν στην καταγραφή των μετρήσεων, και δοκιμασία αξιολόγησης, η οποία βοηθά στην κατανόηση του κεφαλαίου.
Το παρόν σύγγραμμα δύναται να χρησιμοποιηθεί για την άρτια διεξαγωγή ασκήσεων Ανθοκομίας στο πλαίσιο εκπαιδευτικών προγραμμάτων και Εργαστηρίων στα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα, αλλά και να αξιοποιηθεί από άλλους εκπαιδευτικούς φορείς. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός για την οργάνωση και την εκπόνηση εργαστηριακών πτυχιακών αλλά και μεταπτυχιακών πειραμάτων.

Το παρόν σύγγραμμα δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του Έργου ΚΑΛΛΙΠΟΣ+	
Χρηματοδότης	Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, Προγράμματα ΠΔΕ, ΕΠΑ 2020-2025
Φορέας υλοποίησης	ΕΛΚΕ ΕΜΠ
Φορέας λειτουργίας	ΣΕΑΒ/Παράρτημα ΕΜΠ/Μονάδα Εκδόσεων
Διάρκεια 2ης Φάσης	2020-2023
Σκοπός	Η δημιουργία ακαδημαϊκών ψηφιακών συγγραμμάτων ανοικτής πρόσβασης (περισσότερων από 700) • Προπτυχιακών και μεταπτυχιακών εγχειριδίων • Μονογραφιών • Μεταφράσεων ανοικτών textbooks • Βιβλιογραφικών Οδηγών
Επιστημονικά Υπεύθυνος	Νικόλαος Μήτρου, Καθηγητής ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ
ISBN: 978-618-228-039-3	**DOI**: http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-271

Το παρόν σύγγραμμα χρηματοδοτήθηκε από το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων του Υπουργείου Παιδείας.