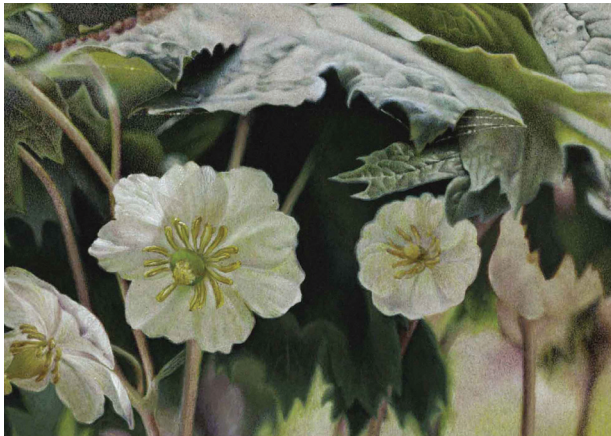


Λεπτομερή Περιεχόμενα



σύνολα που εξαρτώνται από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς 11

Η εμφάνιση των ανθρώπινων όντων 11

Η Βιολογία των Φυτών περιλαμβάνει πολλά και διαφορετικά πεδία μελέτης 12

Οι γνώσεις της Βοτανικής είναι σημαντικά εφόδια για την αντιμετώπιση πολλών σημερινών και μελλοντικών προβλημάτων 12

Περίληψη 16

Ερωτήσεις 17

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή στη Βιολογία των Φυτών 2

Η εξέλιξη των φυτών 3

Η ζωή ξεκίνησε νωρίς στη γεωλογική ιστορία της Γης 3
Το πιθανότερο είναι ότι οι πρόδρομοι των πρώτων κυττάρων ήταν απλές συναθροίσεις μορίων 4

Οι αυτότροφοι οργανισμοί παράγουν οι ίδιοι την τροφή τους ενώ οι ετερότροφοι πρέπει να την αποκτήσουν από εξωτερικές πηγές 5

Η φωτοσύνθεση τροποποίησε την ατμόσφαιρα της Γης και αυτό με τη σειρά του επηρέασε την εξέλιξη της ζωής 6
Το παράκτιο περιβάλλον είχε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των φωτοσυνθετικών οργανισμών 7

Η εποίκιση της ξηράς συνοδεύτηκε από την εξελικτική εμφάνιση δομών για την πρόσληψη νερού και για την ελαχιστοποίηση των υδατικών απωλειών 8

Η εξέλιξη των κοινοτήτων 9

Τα οικοσυστήματα είναι σχετικά σταθερά, ολοκληρωμένα



ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΡΩΤΗ

ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΦΥΤΙΚΟΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η μοριακή σύσταση των φυτικών κυττάρων 20

Οργανικά μόρια 21

Υδατάνθρακες 21

Οι μονοσακχαρίτες λειτουργούν ως δομικές μονάδες και



πηγές ενέργειας 21

Ο δισακχαρίτης σακχαρόζη είναι μορφή μεταφοράς σακχάρων στα φυτά 22

Οι πολυσακχαρίτες λειτουργούν ως μορφές αποταμίευσης ενέργειας ή ως δομικά υλικά 23

Λιπίδια 25

Τα λίπη και τα έλαια είναι τριγλυκερίδια που αποταμιεύουν ενέργεια 25

Τα φωσfolιπίδια είναι τροποποιημένα τριγλυκερίδια τα οποία είναι συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών 26

Η υμενίνη, η φελλίνη και οι κηροί είναι λιπίδια που εμποδίζουν την απώλεια νερού 27

Τα στεροειδή σταθεροποιούν τις κυτταρικές μεμβράνες και επιπλέον λειτουργούν ως ορμόνες 27

Πρωτεΐνες 28

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΧΟΡΤΟΦΑΓΟΙ, ΑΜΙΝΟΞΕΑ ΚΑΙ ΑΖΩΤΟ 29

Τα αμινοξέα είναι οι δομικοί λίθοι των πρωτεϊνών 30

Η δομή μιας πρωτεΐνης μπορεί να περιγραφεί με όρους επιπέδων οργάνωσης 30

Τα ένζυμα είναι πρωτεΐνες που καταλύουν χημικές αντιδράσεις μέσα στα κύτταρα 33

Νουκλεϊκά οξέα 34

Η ATP είναι το κυριότερο ενεργειακό μόριο του κυττάρου 35

Δευτερογενείς μεταβολίτες 35

Τα αλκαλοειδή είναι αλκαλικές αζωτούχες ενώσεις που περιλαμβάνουν τη μορφίνη, την κοκαΐνη, την καφεΐνη, τη νικοτίνη και την ατροπίνη 36

Τα τερπενοειδή αποτελούνται από μονάδες ισοπρενίου και περιλαμβάνουν τα αιθέρια έλαια, την ταξόλη, το ελαστικό κόμμι και τους καρδιακούς γλυκοζίτες 37

Οι φαινολικές ενώσεις περιλαμβάνουν τα φλαβονοειδή, τις ταννίνες, τη λιγνίνη και το σαλικυλικό οξύ 38

Περίληψη 41

Πίνακας Σύνοψης 43

Ερωτήσεις 44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Το φυτικό κύτταρο και ο κυτταρικός κύκλος 46

ΔΟΚΙΜΙΟ: Η ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΚΑΙ Η ΟΡΓΑΝΙΣΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ 48

Προκαρυωτικοί και ευκαρυωτικοί οργανισμοί 48

Το φυτικό κύτταρο: συνοπτική παρουσίαση 50

Ο πυρήνας 50

Τα ριβοσώματα συγκροτούνται στο κυτοδιάλυμα και αποτελούν τους τόπους σύνθεσης των πρωτεϊνών 52

Οι χλωροπλάστες και τα άλλα πλαστίδια 53

Στους χλωροπλάστες επιτελείται η φωτοσύνθεση 54

Οι χρωμοπλάστες περιέχουν και άλλες χρωστικές εκτός από τη χλωροφύλλη 55

Οι λευκοπλάστες είναι πλαστίδια χωρίς χρωστικές 56

Τα προπλαστίδια είναι πρόδρομα οργανίδια άλλων πλαστιδίων 56

Τα μιτοχόνδρια 57

Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες εξελίχθηκαν από τα βακτήρια 58

Τα υπεροξεισώματα 59

Τα χυμοτόπια 59

Το ενδοπλασματικό δίκτυο 61

Η συσκευή Golgi 62

Το ενδοπλασματικό δίκτυο και η συσκευή Golgi είναι συστατικά του ενδομεμβρανικού συστήματος 63

Ο κυτοσκελετός 64

Οι μικροσωληνίσκοι είναι κυλινδρικές δομές οι οποίες αποτελούνται από υπομονάδες σωληνίνης 64

Τα ινίδια ακτίνης αποτελούνται από δύο γραμμικές αλυσίδες μορίων ακτίνης σε μορφή έλικας 65

Μαστίγια και βλεφαρίδες 65

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΤΟ ΚΥΤΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΣΕ

ΓΙΓΑΝΤΙΑ ΚΥΤΤΑΡΑ ΦΥΚΩΝ 66

Το κυτταρικό τοίχωμα 67

Η κυτταρίνη είναι το κύριο συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων 68

Πολλά φυτικά κύτταρα διαθέτουν δευτερογενές τοίχωμα επιπλέον του πρωτογενούς 69

Στην ανάπτυξη του κυτταρικού τοιχώματος αλληλεπιδρούν η πλασματική μεμβράνη, τα εκκριτικά κυστίδια και οι μικροσωληνίσκοι 71

Οι πλασμοδέσμες είναι κυτοπλασματικές δεσμίδες οι οποίες συνδέουν τον πρωτοπλάστη με τα γειτονικά κύτταρα 72

Ο κυτταρικός κύκλος 73

Η μεσόφαση 75

Τα δύο γεγονότα τα οποία συμβαίνουν κατά τη μεσόφαση και είναι αποκλειστικά στα φυτά 76

Η μίτωση και η κυτοκίνηση 76

Κατά την πρόφαση, τα χρωμοσώματα κονταίνουν και παχαίνουν 77

Κατά τη μετάφαση, τα χρωμοσώματα διατάσσονται στο ισημερινό επίπεδο της μιτωτικής ατράκτου 77

Η μιτωτική άτρακτος αποτελείται από μια σειρά υψηλής οργάνωσης μικροσωληνίσκους του κινητοχώρου και πολικούς μικροσωληνίσκους 78

Κατά την ανάφαση, τα αδελφά χρωματίδια διαχωρίζονται και, όπως και τα θυγατρικά χρωμοσώματα, μετακινούνται στους αντίθετους πόλους της ατράκτου 79

Κατά την τελόφαση, τα χρωμοσώματα επιμηκύνονται και γίνονται ασαφή 79

Η κυτοκίνηση στα φυτά συμβαίνει με τον σχηματισμό του φραγμοπλάστη και της κυτταρικής πλάκας 80

Περίληψη 82

Πίνακας Σύνοψης 84

Ερωτήσεις 88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Η κίνηση των ουσιών μέσα και

έξω από τα κύτταρα 90



Οι αρχές της κίνησης του νερού 91

Η μαζική ροή είναι η συνολική μετακίνηση ενός υγρού 91

Η διάχυση έχει ως αποτέλεσμα την ομοιόμορφη κατανομή μιας ουσίας 92

Κύτταρα και διάχυση 94

Η ώσμωση είναι η μετακίνηση του νερού διά μέσου μιας εκλεκτικά διαπερατής μεμβράνης 94

Ώσμωση και ζωντανοί οργανισμοί 95

Η πίεση σπαργής συμβάλλει στην ακαμψία των φυτικών κυττάρων 96

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΔΙΑΒΡΕΞΗ 96

Δομή των κυτταρικών μεμβρανών 98

Μεταφορά διαλυμένων ουσιών διά μέσου των μεμβρανών 99

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΓΙΔΕΥΣΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΔΙΑΥΛΩΝ ΙΟΝΤΩΝ 101

Μεταφορά μέσω κυστιδίων 102

Επικοινωνία κυττάρου με κύτταρο 104

Η μεταγωγή σήματος είναι η διεργασία με την οποία τα κύτταρα επικοινωνούν μεταξύ τους με τη χρήση χημικών αγγελιαφόρων 105

Οι πλασμοδέσμες επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ των κυττάρων 106

Περίληψη 108

Ερωτήσεις 109

Πίνακας Σύνοψης 110



ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Η ροή της ενέργειας 114

Οι νόμοι της θερμοδυναμικής 115

Ο πρώτος νόμος ορίζει ότι η ολική ενέργεια του σύμπαντος είναι σταθερή 116

Ο δεύτερος νόμος ορίζει ότι η εντροπία του σύμπαντος αυξάνει 116

Οι ζωντανοί οργανισμοί απαιτούν συνεχή εισροή ενέργειας 118

Οξειδωση – Αναγωγή 119

Ένζυμα 121

Τα ένζυμα διαθέτουν ένα ενεργό κέντρο που προσδένει ένα συγκεκριμένο υπόστρωμα 121

Συμπαράγοντες της ενζυμικής δράσης 123

Ορισμένοι συμπαράγοντες είναι μεταλλικά ιόντα 123

Άλλοι συμπαράγοντες είναι οργανικά μόρια και ονομάζονται συνένζυμα 123

Μεταβολικές οδοί 124

Ρύθμιση της ενζυμικής δραστηριότητας 125

ΑΤΡ: ο ενεργειακός παράγοντας 126

Περίληψη 128

Ερωτήσεις 129

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Αναπνοή 130

Επισκόπηση της οξειδωσης της γλυκόζης 130

Γλυκόλυση 131

Η γλυκόλυση λήγει με το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας του αρχικού μορίου γλυκόζης να περιέχεται ακόμη στα δύο μόρια πυροσταφυλικού οξέος 134

Η αερόβια οδός 134

Ένα προκαταρκτικό βήμα: αφού εισέλθει στα μιτοχόνδρια, το πυροσταφυλικό οξειδώνεται και αποκαρβοξυλιώνεται 134

Ο κύκλος του κιτρικού οξέος οξειδώνει τις ακετυλομάδες των μορίων του ακέτυλο-CoA 135

Στην αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων, τα ηλεκτρόνια που έχουν απομακρυνθεί από το μόριο της γλυκόζης μεταφέρονται στο οξυγόνο 135

Η οξειδωτική φωσφορυλίωση επιτελείται με τον μηχανισμό της χημειωσμητικής σύζευξης 138

Η συνολική παραγωγή ενέργειας εμπλέκει το NADH και το FADH₂ καθώς και την ΑΤΡ 141

Άλλα υποστρώματα για την αναπνοή 141

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΒΙΟΦΩΤΙΣΜΟΣ 142

Αναερόβιες οδοί 142

Η στρατηγική του μεταβολισμού της ενέργειας 143

ΔΟΚΙΜΙΟ: Η ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΜΠΥΡΑΣ 144

Περίληψη 146

Ερωτήσεις 147

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Φωτοσύνθεση, φως και ζωή 148

Σύντομη ιστορία της φωτοσύνθεσης 148

Η φύση του φωτός 151

Το φως έχει ιδιότητες κυμάτων και σωματιδίων 151

Ο ρόλος των χρωστικών 152



ΔΟΚΙΜΙΟ: ΤΟ ΦΩΣ ΤΑΙΡΙΑΖΕΙ ΣΤΗ ΖΩΗ 153

Οι σημαντικότερες φωτοσυνθετικές χρωστικές είναι οι χλωροφύλλες, τα καροτενοειδή και οι φυκοβιλίνες 154

Οι αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης 157

Στις φωτεινές αντιδράσεις συμμετέχουν δύο φωτοσυστήματα 158

Το νερό οξειδώνεται προς οξυγόνο από το Φωτοσύνστημα II 159

Το σύμπλοκο κυτοχρώματος b_6/f συνδέει τα Φωτοσυστήματα II και I 161

Η ATP συντίθεται από το σύμπλοκο ATP συνθάσης 161

Το $NADP^+$ ανάγεται προς NADPH στο Φωτοσύνστημα I 162

Η κυκλική φωτοφωσφορυλίωση παράγει μόνο ATP 162

Οι αντιδράσεις δέσμευσης του άνθρακα 163

Στον κύκλο του Calvin, η δέσμευση του CO_2 παράγει μια ένωση με τρία άτομα άνθρακα 163

Ο δεσμευμένος άνθρακας μετατρέπεται κυρίως σε σακχαρόζη και άμυλο 166

Φωτοαναπνοή: όταν η Rubisco δεσμεύει O_2 αντί για CO_2 166

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ: ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΕΙΝΑΙ ΕΔΩ 168

Η οδός C_4 δίνει λύση στο πρόβλημα της φωτοαναπνοής 170

Η φωτοσύνθεση C_4 συμβαίνει και σε ορισμένα ευδικοτυλήδονα φυτά χωρίς ανατομία Kranz 170

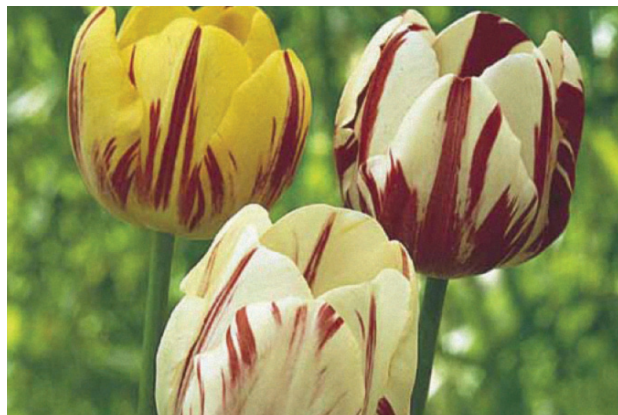
Η φωτοσύνθεση είναι γενικά περισσότερο αποδοτική στα φυτά C_4 από τα φυτά C_3 171

Τα φυτά με μεταβολισμό οξέων Crassulaceae μπορούν να δεσμεύσουν CO_2 στο σκοτάδι 174

Στη φύση, κάθε μηχανισμός δέσμευσης του άνθρακα έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα 174

Περίληψη 176

Ερωτήσεις 178



ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΤΗ ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Εγγενής αναπαραγωγή και κληρονομικότητα 182

Εγγενής αναπαραγωγή 183

Το ευκαρυωτικό χρωμόσωμα 184

Τα χρωμοσώματα περιέχουν ιστονικές πρωτεΐνες 184

Η διεργασία της μείωσης 185

Στη μείωση I, τα ομόλογα χρωμοσώματα χωρίζουν και κινούνται προς αντίθετους πόλους 185

Κατά τη μείωση II, τα χρωματίδια κάθε ομολόγου χρωμοσώματος χωρίζουν και κινούνται προς αντίθετους πόλους 188

Η μείωση δημιουργεί γενετική ποικιλομορφία 188

Πώς κληρονομούνται οι χαρακτήρες 189

Οι δύο αρχές του Mendel 193

Η αρχή του διαχωρισμού: τα άτομα έχουν ζεύγη γονιδίων για κάθε χαρακτήρα και τα ζεύγη αυτά χωρίζουν κατά τη μείωση 193

Η αρχή της ανεξαρτησίας των συνδυασμών: τα αλληλόμορφα ενός γονιδίου διαχωρίζονται ανεξάρτητα από τα αλληλόμορφα άλλων γονιδίων 194

Σύνδεση 195

Μεταλλαγές 195

Οι μεταλλαγές είναι αλλαγές στη γενετική δομή ενός ατόμου 195

Μια σημειακή μεταλλαγή συμβαίνει όταν ένα νουκλεοτίδιο αντικαθίσταται από ένα άλλο 196

Οι απαλοιφές και οι διπλασιασμοί αφορούν την αφαίρεση ή την προσθήκη νουκλεοτιδίων ή χρωμοσωματικών τμημάτων 196

Τα γονίδια μπορούν να μετακινούνται από μια θέση σε μια άλλη 196

Τμήματα χρωμοσωμάτων μπορεί να αντιστραφούν ή να μεταφερθούν σε άλλα χρωμοσώματα 197

Ολόκληρα χρωμοσώματα μπορεί να χαθούν ή να διπλασιαστούν 197

Οι μεταλλαγές παρέχουν την πρώτη ύλη για την εξελικτική μεταβολή 197

Διευρύνοντας την έννοια του γονιδίου 198

Τα αλληλόμορφα υποβάλλονται σε αλληλεπιδράσεις που επηρεάζουν τον φαινότυπο 198

Γονδιακές αλληλεπιδράσεις συμβαίνουν επίσης ανάμεσα σε αλληλόμορφα διαφορετικών γονιδίων 199

Ένα μεμονωμένο γονίδιο μπορεί να έχει πολλαπλές επιδράσεις στον φαινότυπο 199

Η κληρονόμηση ορισμένων χαρακτήρων ελέγχεται από γονίδια που βρίσκονται στα πλαστίδια και τα μιτοχόνδρια 200

Ο φαινότυπος είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης του γονοτύπου με το περιβάλλον 201

Αγενής αναπαραγωγή: μια εναλλακτική στρατηγική 202

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εγγενούς και αγενούς αναπαραγωγής 202

Περίληψη 203

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΒΛΑΣΤΗΤΙΚΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ: ΟΡΙΣΜΕΝΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ 204

Ερωτήσεις 206

Πίνακας Σύνοψης 207



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Η χημεία της κληρονομικότητας και της γονιδιακής έκφρασης 208

Η δομή του DNA 209

Κάθε αλυσίδα DNA αποτελείται από ένα πολυμερές τεσσάρων νουκλεοτιδίων 209

Το DNA υπάρχει με τη μορφή διπλής έλικας 209

Η αντιγραφή του DNA 211

Από το DNA στην πρωτεΐνη: ο ρόλος του RNA 213

Ο γενετικός κώδικας 214

Ο γενετικός κώδικας είναι παγκόσμιος 215

Σύνθεση πρωτεϊνών 215

Το μεταφορικό RNA συντίθεται από μια μήτρα DNA 216

Κάθε μεταφορικό RNA μεταφέρει ένα αμινοξύ 216

Το ριβοσωματικό RNA συνδέεται με πρωτεΐνες για να σχηματίσει ένα ριβόσωμα 217

Το mRNA μεταφράζεται σε πρωτεΐνη 217

Στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς, τα πολυπεπτίδια ταξινομούνται χωροταξικά με διαλογή, βάσει της τελικής κυτταρικής τους θέσης 219

Ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς 221

Η συμπύκνωση της χρωματίνης είναι ένας σημαντικός παράγοντας στη γονιδιακή ρύθμιση 221

Εξειδικευμένες πρωτεΐνες πρόσδεσης ρυθμίζουν τη γονιδιακή έκφραση 222

Το DNA του ευκαρυωτικού χρωμοσώματος 223

Στο ευκαρυωτικό DNA, πολλές νουκλεοτιδικές αλληλουχίες είναι επαναλαμβανόμενες 223

Τα περισσότερα δομικά γονίδια αποτελούνται από ιντρόνια και εξόνια 225

Μεταγραφή και κατεργασία του mRNA στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς 225

Μη κωδικοποιητικά RNA και γονιδιακή ρύθμιση 227

Περίληψη 227

Ερωτήσεις 229

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Τεχνολογία ανασυνδυασμένου DNA, βιοτεχνολογία φυτών και γονιδιωματική 230

Τεχνολογία ανασυνδυασμένου DNA 231

Τα ένζυμα περιορισμού χρησιμοποιούνται για το ανασυνδυασμένο DNA 231

Γονίδια – επιλέξιμοι δείκτες και γονίδια αναφοράς χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό κυττάρων ξενιστών που περιέχουν ανασυνδυασμένο DNA 232

Οι βιβλιοθήκες DNA μπορεί να είναι γονιδιωματικές ή συμπληρωματικές 235

Η αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης μπορεί να ενισχύσει τμήματα DNA 236

Η αλληλούχηση του DNA έχει αποκαλύψει τα γονιδιώματα των οργανισμών 236

Βιοτεχνολογία φυτών 237

Η ιστοκαλλιέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον κλωνικό πολλαπλασιασμό 237

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΦΥΤΑ - MONTELLA: ARABIDOPSIS THALIANA ΚΑΙ ORYZA SATIVA 238

Η γενετική μηχανική επιτρέπει τον χειρισμό του γενετικού υλικού για πρακτικούς σκοπούς 239

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΟΛΟΔΥΝΑΜΙΑ 241

Άλλες διαθέσιμοι μέθοδοι για τη μεταφορά γονιδίων 242

Η γενετική μηχανική χρησιμοποιείται για τη δημιουργία φυτών με ανθεκτικότητα στα έντομα και ανοχή στα ζιζανιοκτόνα 243

Γονιδιωματική 246

Η δομική γονιδιωματική ασχολείται με την οργάνωση και τις αλληλουχίες της γενετικής πληροφορίας των γονιδιωμάτων 246

Η λειτουργική γονιδιωματική αναλύει τις αλληλουχίες που καθορίζονται με τη δομική γονιδιωματική ώστε να προσδιοριστεί η λειτουργία τους 247

Η συγκριτική γονιδιωματική παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τις εξελικτικές σχέσεις ανάμεσα στους οργανισμούς 247

Τα προκαρυωτικά γονιδιώματα παρουσιάζουν υψηλή ποικιλομορφία και μπορούν να υποστούν οριζόντια γονιδιακή μεταφορά 248

Τα ευκαρυωτικά γονιδιώματα ποικίλλουν σημαντικά ως προς τον αριθμό των γονιδίων που κωδικοποιούν πρωτεΐνες 248

Περίληψη 249

Ερωτήσεις 250

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

Η διεργασία της εξέλιξης 252

Η θεωρία του Δαρβίνου 253

Η έννοια της δεξαμενής γονιδίων 255

Η συμπεριφορά των γονιδίων στους πληθυσμούς: ο νόμος Hardy – Weinberg 255

Η ισορροπία Hardy – Weinberg παρέχει ένα πρότυπο για την ανίχνευση της εξελικτικής αλλαγής 256

Οι παράγοντες της μεταβολής 256

Οι μεταλλαγές παρέχουν τις παραλλαγές στις οποίες επενεργούν οι εξελικτικές δυνάμεις 256

Η γονιδιακή ροή είναι η κίνηση των αλληλομόρφων μέσα ή έξω από έναν πληθυσμό 257

Η γενετική παρέκκλιση αναφέρεται σε αλλαγές που συμβαίνουν τυχαία 257

Μη τυχαία διασταύρωση μειώνει τη συχνότητα των ετερόζυγων 258

Αποκρίσεις στην επιλογή 258

Οι εξελικτικές μεταβολές σε φυσικούς πληθυσμούς μπορεί να συμβαίνουν ταχύτατα 259

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΕΙΣΒΛΗΤΙΚΑ ΦΥΤΑ 261

Το αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής: η



προσαρμογή 262

Οι κλίσεις και οι οικότυποι είναι αντανακλάσεις της προσαρμογής στο φυσικό περιβάλλον 262

Οι οικότυποι διαφέρουν στις λειτουργίες 264

Η συνεξέλιξη είναι αποτέλεσμα προσαρμογής στο βιολογικό περιβάλλον 264

Η καταγωγή των ειδών 265

Τι είναι είδος; 265

Πώς συμβαίνει η ειδογένεση; 266

Η αλλοπάτρια ειδογένεση περιλαμβάνει τον γεωγραφικό διαχωρισμό των πληθυσμών 266

Η συμπάτρια ειδογένεση συμβαίνει χωρίς γεωγραφικό διαχωρισμό 267

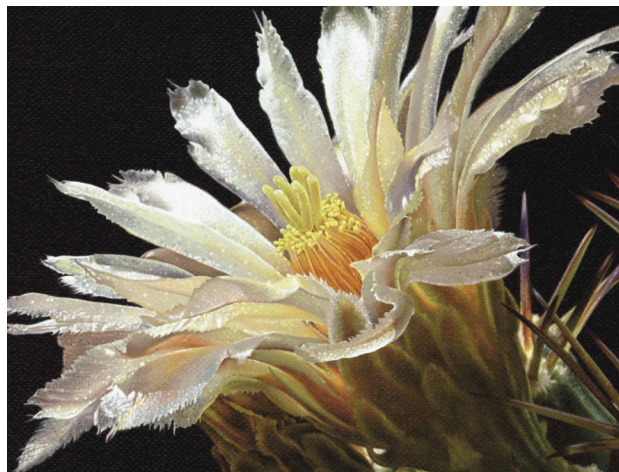
ΔΟΚΙΜΙΟ: ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΩΤΗ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΑ LOBELIOIDEAE ΤΗΣ ΧΑΒΑΗΣ 270

Τα στεία υβρίδια μπορούν να εξαπλωθούν ευρέως εάν μπορούν να αναπαραχθούν αγενώς 273

Η καταγωγή των κυριότερων ομάδων οργανισμών 275

Περίληψη 276

Ερωτήσεις 277



ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΕΤΑΡΤΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

Συστηματική: η επιστήμη της βιολογικής ποικιλότητας 280

Ταξινομική: ονοματολογία και κατάταξη 280

Το όνομα του είδους αποτελείται από το όνομα του γένους μαζί με τον επιθετικό προσδιορισμό 281

Τα μέλη ενός είδους μπορούν να ομαδοποιηθούν σε υποείδη ή ποικιλίες 282

Οι οργανισμοί ομαδοποιούνται σε ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες σύμφωνα με ένα ιεραρχικό σύστημα 283

Έχουν προταθεί πολλές διαφορετικές ταξινομήσεις των φυτών 283

Σε ένα ταξινομικό σχήμα που αντανακλά με ακρίβεια τη φυλογένεση, κάθε taxon πρέπει να είναι μονοφυλετικό 285

Οι ομόλογοι χαρακτήρες έχουν κοινή προέλευση ενώ οι ανάλογοι χαρακτήρες έχουν κοινή λειτουργία αλλά διαφορετική εξελικτική προέλευση 285

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΣΥΓΚΛΙΝΟΥΣΑ ΕΞΕΛΙΞΗ 286

Κλαδιστική 286

ΔΟΚΙΜΙΟ: GOOGLE EARTH: ΕΝΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ 288

Μοριακή συστηματική 288

Ο χλωροπλάστης είναι η κύρια πηγή δεδομένων για αλληλουχίες φυτικού DNA 290

Η ραβδοκωδικοποίηση του DNA παρέχει τη δυνατότητα για γρήγορη αναγνώριση των ειδών 290

Οι κύριες ομάδες των οργανισμών: Βακτήρια, Αρχαία και Ευκάρυα 291

Η προέλευση των ευκαρυωτών 292

Η θεωρία της επανειλημμένης ενδοσυμβίωσης δίνει μία ερμηνεία για την προέλευση των μιτοχονδρίων και των χλωροπλάστων 293

Τα βασίλεια των πρωτίστων και των ευκαρυωτών 297

Το βασίλειο των μυκήτων περιλαμβάνει ευκαρυωτικούς, πολυκύτταρους προσροφητές τροφής 297

Το βασίλειο των ζώων περιλαμβάνει ευκαρυωτικούς, πολυκύτταρους οργανισμούς που προσλαμβάνουν τροφή 297

Τα πρώτιστα περιλαμβάνουν μονοκύτταρους, αποικιακούς και απλούς, πολυκύτταρους ευκαρυώτες 298

Το βασίλειο των φυτών περιλαμβάνει ευκαρυωτικούς, πολυκύτταρους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς 298

Κύκλοι ζωής και διπλοειδία 299

Περίληψη 304

Ερωτήσεις 305

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

Προκαρυώτες και ιοί 306

Χαρακτηριστικά του προκαρυωτικού κυττάρου 307

Η πλασματική μεμβράνη χρησιμεύει ως περιοχή προσκόλλησης διαφόρων μοριακών συστατικών 308

Τα κυτταρικά τοιχώματα των περισσότερων προκαρυωτών περιέχουν πεπτιδογλυκάνες 308

Οι προκαρυώτες αποθηκεύουν ποικίλες χημικές ενώσεις σε κοκκία 309

Οι προκαρυώτες έχουν χαρακτηριστικά μαστίγια 309

Τα ινίδια και οι κροσσοί σχετίζονται με την έδραση 309

Μορφολογική ποικιλότητα 310

Αναπαραγωγή και ανταλλαγή γονιδίων 311

Ενδοσπόρια 312

Μεταβολική ποικιλότητα 312

Οι προκαρυώτες είναι αυτότροφοι ή ετερότροφοι 312



Οι προκαρυώτες διαφέρουν ως προς την ανοχή τους στο οξυγόνο και τη θερμοκρασία 313

Οι προκαρυώτες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία του παγκόσμιου οικοσυστήματος 313

Ορισμένοι προκαρυώτες προσξενούν ασθένειες 314

Μερικοί προκαρυώτες χρησιμοποιούνται εμπορικά 314

Βακτήρια 314

Τα κυανοβακτήρια είναι σημαντικά από οικολογική και εξελικτική σκοπιά 314

Τα πρώην προχλωρόφυτα κυανοβακτήρια περιέχουν χλωροφύλλες *a* και *b* καθώς και καρτενοειδή 318

Τα ροδοβακτήρια και τα χλωροβακτήρια διαθέτουν μοναδικούς τύπους φωτοσύνθεσης 318

Τα μυκοπλάσματα δεν έχουν κυτταρικά τοιχώματα και ζουν σε διάφορα περιβάλλοντα 319

Τα φυτοπλάσματα προσξενούν ασθένειες σε φυτά 320

Τα φυτοπαθογόνα βακτήρια προκαλούν ποικίλες ασθένειες 320

Αρχαία 322

Τα ακραία αλόφιλα είναι αρχαία που 'αγαπούν το αλάτι' 322

Τα μεθανογόνα είναι αρχαία που παράγουν μεθάνιο 322

Τα ακραία θερμόφιλα είναι αρχαία που 'αγαπούν τη θερμότητα' 323

Το *Thermoplasma* είναι αρχαίο χωρίς κυτταρικό τοίχωμα 323

Ιοί 323

Οι ιοί προκαλούν φοβερές ασθένειες και τεράστιες οικονομικές απώλειες 324

Τα γονιδιώματα των ιών μπορεί να είναι DNA ή RNA 324

Οι ιοί πολλαπλασιάζονται ανακατευθύνοντας τον βιοσυνθετικό μηχανισμό του κυττάρου – ξενιστή 325

Το ιικό καψίδιο αποτελείται από πρωτεϊνικές υπομονάδες 326

Οι ιοί μετακινούνται μεταξύ των φυτικών κυττάρων μέσω πλασμοδεσμών 326

Οι διάφορες αποκρίσεις του ξενιστή του προσδίδουν ανθεκτικότητα έναντι των φυτικών παθογόνων 328

Ιοειδή: επιπρόσθετα λοιμώδη σωματίδια 328

Περίληψη 329

Ερωτήσεις 331

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

Μύκητες 332

Η σημασία των μυκήτων 333

Οι μύκητες είναι σημαντικοί από οικολογική άποψη ως αποικοδομητές 333

Οι μύκητες είναι σημαντικοί από φαρμακευτική και οικονομική άποψη, ως παράσιτα, ως παθογόνα και ως παραγωγοί ορισμένων χρήσιμων χημικών ουσιών 334

Οι μύκητες σχηματίζουν σημαντικές συμβιωτικές σχέσεις 335

Χαρακτηριστικά των μυκήτων 335

Οι περισσότεροι μύκητες αποτελούνται από υφές 335

Οι μύκητες είναι ετεροτροφικοί οργανισμοί που απορροφούν την τροφή τους 338

Οι μύκητες έχουν μοναδική ποικιλία όσον αφορά τη μίτωση και τη μείωση 338

Οι μύκητες αναπαράγονται και αγενώς και εγγενώς 338

Οι μύκητες και τα νουκλεαρίδια είναι αδελφές ομάδες 339

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΦΩΤΟΤΡΟΠΙΣΜΟΣ ΣΕ ΕΝΑΝ ΜΥΚΗΤΑ 340

Μικροσπορίδια: Άθροισμα Microsporidia 342

Χυτρίδια: μια πολυφυλετική ομάδα μυκήτων με μαστιγοφόρα κύτταρα 342

Ζυγομύκητες: μια πολυφυλετική ομάδα νηματοειδών μυκήτων 343

Γκλομερομύκητες: Άθροισμα Glomeromycota 346

Ασκομύκητες: Άθροισμα Ascomycota 346

Οι αφυλετικοί μύκητες είναι ασκομύκητες 350

Βασιδιομύκητες: Άθροισμα Basidiomycota 352

Το υποάθροισμα Agaricomycotina περιλαμβάνει τους υμενομύκητες και τους γαστερομύκητες 354

Το υποάθροισμα Rucciniomycotina αποτελείται κυρίως από σκωριομύκητες 358

ΔΟΚΙΜΙΟ: 'ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΙ' ΜΥΚΗΤΕΣ 362

Το υποάθροισμα Ustilaginomycotina περιλαμβάνει τους άνθρακες 363

Συμβιωτικές σχέσεις των μυκήτων 364

Ένας λειχήνας αποτελείται από ένα "μυκοβίον" και ένα "φωτοβίον" 364

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΑΠΟ ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΣΕ ΣΥΜΒΙΩΤΕΣ: ΟΙ ΕΝΔΟΦΥΤΙΚΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ 366

Οι μυκόρριζες είναι συμβιωτικές συνενώσεις με αμοιβαία οφέλη μεταξύ μυκήτων και ριζών 370

Περίληψη 374

Ερωτήσεις 376

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15

Πρώτιστα: φύκη και ετερότροφα πρώτιστα 378

Οικολογία των φυκών 381

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΦΥΚΗ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ 383

Ευγληνοειδή 385

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΕΡΥΘΡΕΣ ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ / ΤΟΞΙΚΕΣ 'ΑΝΘΙΣΕΙΣ' (ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΕΣ ΕΚΡΗΞΕΙΣ) 386

Κρυπτομονάδες: Άθροισμα Cryptophyta 387

Απόφυτα: Άθροισμα Haptophyta 388

Δινομαστιγωτά 390

Πολλά δινομαστιγωτά καταναλώνουν τεμάχια στερεάς τροφής ή απορροφούν οργανικές ενώσεις 391

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΕΙΣ ΥΦΑΛΟΙ ΚΑΙ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ 392

Κατά τη διάρκεια περιόδων δυσμενών συνθηκών, τα δινομαστιγωτά σχηματίζουν κύστες ηρεμίας 393

Πολλά δινομαστιγωτά παράγουν τοξικές ή βιοφωτίζουσες ενώσεις 393

Φωτοσυνθετικά στραμενόπυλα 393

Διάτομα: Κλάση Bacillariophyceae 393



Χρυσοφύκη: Κλάση *Chrysophyceae* 397

Κιτρινοπράσινα φύκη: Κλάση *Xanthophyceae* 398

Φαιοφύκη: Κλάση *Phaeophyceae* 398

Ροδοφύκη: Άθροισμα *Rhodophyta* 404

Τα κύτταρα των ροδοφυκών έχουν μερικά μοναδικά χαρακτηριστικά 404

Τα ροδοφύκη έχουν περίπλοκους βιολογικούς κύκλους 407

Χλωροφύκη 408

Οι κλάσεις των χλωροφυκών διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη διαίρεση του κυττάρου και τα κινούμενα κύτταρα 410

Κλάση *Chlorophyceae*, τα χλωρόφυτα αποτελούνται από είδη κυρίως των γλυκών νερών 411

Κλάση *Ulnophyceae*, τα ουλβόφυτα αποτελούνται από είδη κυρίως θαλάσσια 416

Η κλάση *Charophyceae* περιλαμβάνει μέλη που μοιάζουν περισσότερο με τα βρυόφυτα και τα αγγειώδη φυτά 418

Ετερότροφα πρώτιστα 423

Ωομύκητες: Άθροισμα *Oomycota* 423

Πλασμωδιομυξομύκητες: Άθροισμα *Mycetozoa* 426

Κυτταρομυξομύκητες: Άθροισμα *Dictyosteliomycota* 428

Περίληψη 431

Ερωτήσεις 432

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16

Βρυόφυτα 434

Οι σχέσεις των βρυοφυτών με άλλες ομάδες 435

Συγκριτική δομή και αναπαραγωγή των βρυοφυτών 436

Τα σπερματοζωίδια είναι τα μοναδικά μαστιγοφόρα κύτταρα που παράγονται από τα βρυόφυτα, και απαιτούν νερό για να κινηθούν προς το ωοκύτταρο 439

Ο όρος "εμβρυόφυτα" είναι το κατάλληλο συνώνυμο για τα φυτά 440

Η ύπαρξη σποροπολλενίνης στα τοιχώματα των σπορίων των βρυοφυτών είναι ζωτικής σημασίας 441

Ηπατικά: Άθροισμα *Marchantiophyta* 442

Η ομάδα των θαλλοειδών ηπατικών περιλαμβάνει τα γένη *Riccia*, *Ricciocarpus* και *Marchantia* 442

Τα φυλλοειδή ηπατικά έχουν διακριτή δομή και διάταξη φύλλων 443

Φυλλόβρυα: Άθροισμα *Bryophyta* 445

Τα τρυφικά βρύα ανήκουν στην κλάση *Sphagnidae* 445

Τα γρανιτικά βρύα ανήκουν στην κλάση *Andreaeidae* 450

Τα "πραγματικά βρύα" ανήκουν στην κλάση *Bryidae* 450

Ανθοκερωτά: Άθροισμα *Anthocerotophyta* 458

Πίνακας Σύνοψης 460

Περίληψη 460

Ερωτήσεις 461

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17

Άσπερμα αγγειόφυτα 462

Η εξέλιξη των αγγειωδών φυτών 463

Η οργάνωση του σώματος των αγγειωδών φυτών 464

Η πρωτογενής ανάπτυξη έχει ως συνέπεια την επιμήκυνση των ριζών και των στελεχών, ενώ η δευτερογενής ανάπτυξη την κατά πλάτος αύξηση 465

Τα τραχειακά στοιχεία (τραχειΐδες και αγγεία) είναι τα αγωγικά κύτταρα του ξυλώματος 466

Οι αγωγοί ιστοί βρίσκονται στους αγωγούς κυλίνδρους, ή στήλες, των ριζών και των στελεχών 466

Οι ρίζες και τα φύλλα εξελίχθηκαν με διαφορετικούς τρόπους 467

Αναπαραγωγικά συστήματα 469

Τα ισόσπορα (ή ομοιόσπορα) φυτά παράγουν μόνο ένα είδος σπορίων, ενώ τα ετερόσπορα φυτά παράγουν δύο τύπους 469

Κατά τη διάρκεια του εξελικτικού χρόνου, τα γαμετόφυτα των αγγειωδών φυτών έχουν γίνει μικρότερα και απλούστερα 470

Τα υποαθροίσματα των άσπερμων αγγειόφυτων 470

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΤΑ ΦΥΤΑ ΤΟΥ ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΟΦΟΡΟΥ 472

Άθροισμα *Rhyniophyta* 474

Άθροισμα *Zosterophyllophyta* 475

Άθροισμα *Trimerophytophyta* 476

Άθροισμα *Lycopodiophyta* 476

Τα περισσότερα αρτίγονα λυκόφυτα ή "ροπαλοειδή βρύα" ανήκουν στην οικογένεια *Lycopodiaceae* 477

Το γένος *Selaginella* ανήκει στην οικογένεια *Selaginellaceae* 478

Το γένος *Isoetes* ανήκει στην οικογένεια *Isoetaceae* 479

Άθροισμα *Monilophyta* 479

Η μεγαλύτερη πλειονότητα των μονιλοφυτών είναι φτέρες 479

Υπάρχουν δύο είδη σποριαγγείων στις φτέρες 483

Οι κλάσεις *Psilotopsida* και *Marattiopsida* είναι ευσποριαγγειώδεις φτέρες 486

Τα περισσότερα *Polypodiopsida* είναι ισόσπορες λεπτοσποριαγγειώδεις φτέρες 490

Οι υδρόβιες φτέρες της κλάσης *Polypodiopsida* είναι ετερόσπορες λεπτοσποριαγγειώδεις φτέρες 494

Τα *Equisetopsida* έχουν αρθρωτά στελέχη και είναι ευσποριαγγειώδη 495

Περίληψη 502

Πίνακας Σύνοψης 503

Ερωτήσεις 504

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18

Γυμνόσπερμα 506

Η εξέλιξη του σπέρματος 506

Τα απολιθωμένα στοιχεία παρέχουν ενδείξεις για την εξέλιξη της σπερματοβλάστης 507

Ένα σπέρμα αποτελείται από το έμβρυο, αποταμιευτικές ουσίες και το περίβλημα 508

Υπάρχουν πέντε αθροίσματα σπερματοφυτών με ζώντες αντιπροσώπους 508

Προγυμνόσπερμα 508

**Εξαφανισθέντα γυμνόσπερμα 510****Ζώντα γυμνόσπερμα 510**

Στα γυμνόσπερμα, τα μικρογαμετόφυτα (αρσενικά γαμετόφυτα) αναπτύσσονται ως γυρεόκοκκοι 512

Αθροισμα Κωνοφόρα 513

Τα πεύκα είναι κωνοφόρα με μία μοναδική διάταξη των φύλλων 514

Ο βιολογικός κύκλος του πεύκου διαρκεί δύο έτη 516

Υπάρχουν και άλλα σπουδαία κωνοφόρα στον κόσμο 522

Άλλα ζώντα αθροίσματα γυμνοσπέρμων:**Κυκαδόφυτα, Γκινγκγόφυτα και Γνετόφυτα 526**

Τα κυκαδικά ανήκουν στο αθροισμα Cycadophyta 526

Ginkgo biloba: το μόνο ζωντανό μέλος του αθροίσματος Ginkgophyta 527

Το αθροισμα Gnetophyta περιλαμβάνει μέλη με χαρακτηριστικά γνωρίσματα αγγειοσπέρμων 529

Περίληψη 532**Πίνακας Σύνοψης 533****Ερωτήσεις 534****ΚΕΦΑΛΑΙΟ 19****Εισαγωγή στα αγγειόσπερμα 536****Η ποικιλότητα στο φύλο Anthophyta 536****Το Άνθος 539**

Το άνθος αποτελείται από άγονα και γόνιμα (ή αναπαραγωγικά) τμήματα που τοποθετούνται πάνω στην ανθοδόχη 540

Οι σπερματοβλάστες ενώνονται με την ωοθήκη στον πλακούντα 542

Υπάρχουν πολλές παραλλαγές στη δομή του άνθους 542

Ο κύκλος ζωής των αγγειοσπέρμων 545

Η μικροσποριογένεση και η μικρογαμετογένεση καταλήγουν στον σχηματισμό του σπερματίου 545

Η μεγασποριογένεση και η μεγαγαμετογένεση καταλήγουν στον σχηματισμό του ωοκύτταρου και των πολικών πυρήνων 547

Οι περισσότερες εξελικτικές σειρές των αρχαίων αγγειοσπέρμων δεν έχουν εμβρυόσακους τύπου *Polygonum* 550

Η επικονίαση και η διπλή γονιμοποίηση στα αγγειόσπερμα είναι μοναδικές 550

Η σπερματοβλάστη αναπτύσσεται στο σπέρμα και η ωοθήκη αναπτύσσεται στον καρπό 554

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΑΛΛΕΡΓΙΚΗ ΡΙΝΙΤΙΔΑ 555**Περίληψη 556****Ερωτήσεις 557****ΚΕΦΑΛΑΙΟ 20****Η εξέλιξη των αγγειοσπέρμων 558****Οι πρόγονοι των αγγειοσπέρμων 559**

Χρόνος εμφάνισης και ποικιλοποίησης των αγγειοσπέρμων 559

Φυλογενετικές σχέσεις των αγγειοσπέρμων 560**Η εξέλιξη του άνθους 563**

Τα μέρη του άνθους παρέχουν ενδείξεις για την εξέλιξη των αγγειοσπέρμων 563

Στα άνθη παρατηρούνται τέσσερις εξελικτικές τάσεις 565

Τα Asteraceae και τα Orchidaceae ως παραδείγματα εξειδικευμένων οικογενειών 565

Τα ζώα ως πρωταρχικοί παράγοντες της εξέλιξης των ανθέων 568

Τα φλαβονοειδή είναι οι σημαντικότερες χρωστικές των ανθέων 571

Η εξέλιξη των καρπών 573

Με την αυστηρή έννοια, ο καρπός είναι μια ωριμασμένη ωοθήκη 573

Οι καρποί και τα σπέρματα εξελίχθηκαν σε σχέση με τους παράγοντες διασποράς τους 576

Βιοχημική συνεξέλιξη 579**Περίληψη 581****Ερωτήσεις 582****ΚΕΦΑΛΑΙΟ 21****Τα φυτά και ο άνθρωπος 584****Η ανάπτυξη της γεωργίας 585**

Οι απαρχές της γεωργίας συνδέονται με τη σκόπιμη φύτευση σπερμάτων άγριων ειδών 585

Η Εύφορη Ημισέληνος είναι το αρχαιότερο γνωστό κέντρο εξημέρωσης φυτών 586

Η γεωργία στον Νέο Κόσμο αξιοποίησε πολλά νέα είδη 589

Τα μπαχαρικά και τα βότανα εκτιμήθηκαν για το άρωμά τους 593

ΔΟΚΙΜΙΟ: Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ 594

Η γεωργία είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο 596

Η παγκόσμια παραγωγή τροφίμων βασίζεται κυρίως σε δεκατέσσερα είδη καλλιεργούμενων φυτών 597

Η αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού 597

Η ανάπτυξη της γεωργίας επηρέασε καθοριστικά την αύξηση του πληθυσμού 598

Πως θα τραφεί ο συνεχώς αυξανόμενος ανθρώπινος πληθυσμός; 598

Η γεωργία στο μέλλον 599

Η πρόοδος στη γεωργία έχει επιφέρει προβλήματα αλλά και οφέλη 599

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ: ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΛΥΣΗΣ Ή ΑΛΛΟ ΕΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑ 600

Η βελτίωση της ποιότητας των υφιστάμενων καλλιεργειών είναι ένας σημαντικός στόχος 601

Διάφορα άγρια φυτά έχουν μεγάλες δυνατότητες να γίνουν σημαντικά καλλιεργούμενα είδη 604

Τα φυτά εξακολουθούν να είναι σημαντικές πηγές φαρμάκων 606

Περίληψη 608**Ερωτήσεις 609**



ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΜΠΤΗ

ΤΟ ΦΥΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ΤΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ:

Δομή και Ανάπτυξη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 22

Η αρχική ανάπτυξη του φυτικού σώματος 612

Ο σχηματισμός του εμβρύου 613

Το πρωτόδερμα, το προκάμβιο και το θεμελιώδες μερίστωμα είναι πρωτογενή μεριστώματα 613

Το έμβρυο περνά από μια αλληλουχία αναπτυξιακών σταδίων 614

Κατά τη σύντομη διάρκεια της ζωής του, ο αναρτήρας υποστηρίζει τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του εμβρύου 616

Έχουν εντοπιστεί γονίδια που ελέγχουν τα βασικά στάδια της εμβρυογένεσης 616

Το ώριμο έμβρυο 617

Η ωρίμανση του σπέρματος 619

Απαιτήσεις για τη φύτευση του σπέρματος 620

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΣΙΤΑΡΙ: ΨΩΜΙ ΚΑΙ ΠΙΤΟΥΡΟ 620

Τα ληθαργικά σπέρματα δεν θα φυτρώσουν ακόμη και αν οι συνθήκες του περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές 621

Από το έμβρυο στο ώριμο φυτό 622

Η φύτευση του σπέρματος μπορεί να είναι επίγεια ή υπόγεια 622

Περίληψη 625

Ερωτήσεις 626

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 23

Κύτταρα και ιστοί του φυτικού σώματος 628

Τα ακραία μεριστώματα και τα παράγωγά τους 628

Αύξηση, μορφογένεση και διαφοροποίηση 630

Η εσωτερική οργάνωση του φυτικού σώματος 631

Οι θεμελιώδεις ιστοί 632

Το παρέγχυμα σχετίζεται με τη φωτοσύνθεση, την αποθήκευση και την έκκριση 632

Τα μεταγωγικά κύτταρα είναι παρεγχυματικά κύτταρα με

εσωτερικές προεκβολές του τοιχώματός τους 633

Ο κολλεγχυματικός ιστός υποστηρίζει τα νεαρά, αναπτυσσόμενα όργανα 633

Οι σκληρογχοματικοί ιστοί ενισχύουν και υποστηρίζουν φυτικά όργανα που δεν επιμηκύνονται άλλο 634

Αγωγοί ιστοί 634

Το ξύλωμα είναι ο βασικός ιστός που εμπλέκεται στη μεταφορά του νερού στα αγγειόφυτα 634

Το φλοιώμα είναι ο βασικός ιστός που εμπλέκεται στη μεταφορά της τροφής μέσα στο σώμα των αγγειοφύτων 638

Επιδερμικοί ιστοί 644

Η επιδερμίδα είναι η εξωτάτη στιβάδα κυττάρων του πρωτογενούς φυτικού σώματος 644

Το περίδερμα είναι ο δευτερογενής προστατευτικός ιστός 646

Περίληψη 647

Πίνακας Σύνοψης 648

Ερωτήσεις 649

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 24

Η ρίζα: δομή και ανάπτυξη 650

Ριζικά συστήματα 651

Το φυτό διατηρεί μια ισορροπία μεταξύ του βλαστού και του ριζικού συστήματος 653

Πρόελευση και ανάπτυξη των πρωτογενών ιστών 653

Το ακρόρριζο καλύπτεται από την καλύπτρα, η οποία παράγει βλέννα 653

Η οργάνωση του ακρόρριζου μπορεί να είναι είτε ανοικτή είτε κλειστή 654

Η επιμήκυνση της ρίζας συμβαίνει κοντά στο ακρόρριζο 655

Πρωτογενής δομή 657

Η επιδερμίδα στις νεαρές ρίζες απορροφά νερό και ανόργανα θρεπτικά 657

Ο φλοιός αντιστοιχεί με το σύστημα του θεμελιώδους ιστού στις περισσότερες ρίζες 658

Ο κεντρικός κύλινδρος συμπεριλαμβάνει τους πρωτογενείς αγγειακούς ιστούς και το περικύκλιο 662

Επίδραση της δευτερογενούς αύξησης στο πρωτογενές σώμα της ρίζας 662

Πρόελευση των πλαγίων ριζών 664

Εναέριες ρίζες και πνευματοφόρα 665

Προσαρμογές για αποθήκευση τροφών: σαρκώδεις ρίζες 666

ΔΟΚΙΜΙΟ: Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ 668

Περίληψη 671

Ερωτήσεις 672

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 25

Ο βλαστός: πρωτογενής δομή και ανάπτυξη 674

Πρόελευση και ανάπτυξη των πρωτογενών ιστών του στελέχους 675



Η πρωτογενής δομή του στελέχους 680

Οι πρωτογενείς αγγειώδεις ιστοί του βλαστού του φυτού *Tilia americana* σχηματίζουν έναν σχεδόν συνεχή αγωγό κύλινδρο 680

Οι πρωτογενείς αγγειώδεις ιστοί στο στέλεχος του *Sambucus canadensis* σχηματίζουν ένα σύστημα διακριτών δεσμίδων 681

Τα στελέχη της μηδικής και της νεραγκούλας είναι πωώδη 682

Οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες των στελεχών του αραβοσίτου εμφανίζονται διάσπαρτες σε εγκάρσιες τομές 684

Η σχέση μεταξύ των αγωγών ιστών του στελέχους και του φύλλου 684

Η διάταξη των φύλλων στο στέλεχος ακολουθεί συγκεκριμένα πρότυπα 686

Μορφολογία και δομή του φύλλου 688

Η επιδερμίδα, με τη συμπαγή της δομή, παρέχει μηχανική αντοχή στο φύλλο 690

Το μεσόφυλλο είναι εξειδικευμένο για φωτοσύνθεση 691

ΔΟΚΙΜΙΟ: Ο ΔΙΜΟΡΦΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΥΤΩΝ 693

Οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες είναι κατανεμημένες σε όλο το μεσόφυλλο 693

Τα φύλλα των αγρωστωδών 695

Η ανάπτυξη του φύλλου 696

Τα φύλλα ήλιου και τα φύλλα σκιάς αναπτύσσονται κάτω από διαφορετικές συνθήκες φωτεινής έντασης 699

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΙΣΧΥΡΟ, ΕΥΕΛΙΚΤΟ, ΒΙΩΣΙΜΟ ΜΠΑΜΠΟΥ 700

Η αποκοπή των φύλλων 701

Η μετάβαση μεταξύ των αγωγών συστημάτων ρίζας και στελέχους 701

Η ανάπτυξη του άνθους 702

Μια μικρή ομάδα ρυθμιστικών γονιδίων προσδιορίζει την ταυτότητα των οργάνων στα άνθη 703

Τροποποιήσεις στελεχών και φύλλων 705

Ορισμένα στελέχη και φύλλα εξειδικεύονται στην αποθήκευση θρεπτικών συστατικών 706

Μερικά στελέχη και φύλλα εξειδικεύονται στην αποθήκευση νερού 708

Περίληψη 709

Ερωτήσεις 711

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 26

Δευτερογενής ανάπτυξη των βλαστών 712

Ετήσια, διετή και πολυετή φυτά 713

Το αγγειώδες κάμβιο 713

Η επίδραση της δευτερογενούς ανάπτυξης στο πρωτογενές σώμα του στελέχους 716

Το περιδέρμα αποτελεί τον δερμικό ιστό του δευτερογενούς φυτικού σώματος 717

Τα φακίδια επιτρέπουν την ανταλλαγή αερίων διά μέσου του περιδέρματος 718

Ο φλοιός συμπεριλαμβάνει όλους τους ιστούς εξωτερικά του

αγγειώδους καμβίου 719

Ξύλο: δευτερογενές ξύλωμα 724

Το ξύλο των κωνοφόρων στερείται αγγείων 725

ΔΟΚΙΜΙΟ: Η ΑΛΗΘΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΡΟΖΟΥΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ 726

Το ξύλο των αγγειοσπέρμων περιέχει κατά κανόνα αγγεία 727

Οι αυξητικοί δακτύλιοι προκύπτουν από την περιοδική ενεργοποίηση του αγγειώδους καμβίου 729

Το σομφό ξύλο μεταφέρει νερό ενώ το εγκάρδιο όχι 731

Το ξύλο αντίδρασης αναπτύσσεται σε κορμούς και κλαδιά που γέρνουν 732

Η πυκνότητα και η ειδική βαρύτητα είναι καλοί δείκτες της αντοχής του ξύλου 733

Περίληψη 734

Ερωτήσεις 735



ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΚΤΗ

Η ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΣΠΕΡΜΑΤΟΦΥΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 27

Ρυθμίζοντας την αύξηση και την ανάπτυξη: οι φυτορμόνες 738

Αυξίνες 741

Η αυξίνη είναι η μόνη γνωστή φυτική ορμόνη με πολική μεταφορά 741

Η πολική μεταφορά της αυξίνης πραγματοποιείται με τη διαμεσολάβηση μεταφορέων εκροής, ευθυγραμμισμένων επακριβώς με την κατεύθυνση μεταφοράς της αυξίνης 742

Η αυξίνη παίζει ρόλο στη διαφοροποίηση του αγωγού ιστού 743

Η αυξίνη παίζει ρόλο στην επαγωγή και τη διάταξη των φύλλων 743

Η αυξίνη λειτουργεί ως χημικό σήμα που μεταφέρει πληροφορίες σε μεγάλες αποστάσεις 744

Η αυξίνη προωθεί τον σχηματισμό πλάγιων και επιγενών ριζών 745



Η αυξήνη προωθεί την ανάπτυξη του καρπού 745
Συνθετικές αυξίνες χρησιμοποιούνται ως ζιζανιοκτόνα 746

Κυτοκινίνες 746

Ο λόγος κυτοκινίνες / αυξίνες ρυθμίζει την παραγωγή ριζών και βλαστών σε ιστοκαλλιέργειες 747
Οι κυτοκινίνες καθυστερούν τη γήρανση των φύλλων 748

Αιθυλένιο 749

Το αιθυλένιο μπορεί να αναστέλλει ή να προωθεί την κυτταρική επέκταση 749
Το αιθυλένιο παίζει σημαντικό ρόλο στην ωρίμανση του καρπού 750
Το αιθυλένιο προωθεί την αποκοπή ενώ η αυξήνη την εμποδίζει 750
Το αιθυλένιο φαίνεται πως επηρεάζει την έκφραση του φύλου στα κολοκυνθοειδή 751

Αποκοπτικό οξύ 751

Το αποκοπτικό οξύ εμποδίζει τη φύτευση των σπερμάτων 751
Το αποκοπτικό οξύ παίζει ρόλο σήματος από τη ρίζα προς τον βλαστό 751

Γιββερελλίνες 752

Παροχή γιββερελλίνης σε νάνα μεταλλάγματα μπορεί να οδηγήσει σε κανονική αύξηση 752
Οι γιββερελλίνες παίζουν πολλαπλούς ρόλους στην άρση του ληθάργου και στη φύτευση των σπερμάτων 753
Η γιββερελλίνη μπορεί να προκαλέσει έκπτυξη ανθικού στελέχους και να επηρεάσει την ανάπτυξη των καρπών 754

Βρασσινοστεροειδή 755

Τα βρασσινοστεροειδή απαιτούνται για την κανονική φυτική αύξηση 756
Τα βρασσινοστεροειδή είναι αναγκαία για τη διαφοροποίηση των τραχειακών στοιχείων 756

Η μοριακή βάση της ορμονικής δράσης 756

Οι ορμόνες ελέγχουν την έκφραση συγκεκριμένων γονιδίων 756
Οι ορμόνες ρυθμίζουν την κυτταρική επέκταση και την κυτταρική διαίρεση 758
Οι ορμόνες τροποποιούν την κυτταρική αύξηση και τη γονιδιακή έκφραση διαμέσου μονοπατιών μεταγωγής σήματος 759
Οι δευτερογενείς αγγελιαφόροι διαμεσολαβούν στις ορμονικές αποκρίσεις 761
Στην κίνηση των στομάτων εμπλέκεται ένα ιδιαίτερο μονοπάτι ορμονικής απόκρισης 761

Περίληψη 763

Ερωτήσεις 764

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 28

Εξωτερικοί παράγοντες και φυτική ανάπτυξη 766

Τροπισμοί 766

Ο φωτοτροπισμός είναι αυξητική απόκριση σε κατευθυνόμενο φωτισμό 767

Ο βαρυτροπισμός είναι απόκριση αύξησης έναντι της βαρύτητας 768

Ο υδροτροπισμός είναι η αυξητική απόκριση της ρίζας έναντι μιας διαβάθμισης υγρασίας 771

Ο θιγμοτροπισμός είναι απόκριση αύξησης στο άγγιγμα 771

Ημερήσιοι ρυθμοί 772

Οι ημερήσιοι ρυθμοί ελέγχονται από τα ημερήσια ρολόγια 772
Τα ημερήσια ρολόγια συγχρονίζονται από το περιβάλλον 773

Φωτοπεριοδισμός 775

Το μήκος της φωτοπεριόδου είναι ο καθοριστικός παράγοντας της άνθισης 776
Τα φυτά παρακολουθούν το μήκος της φωτοπεριόδου μετρώντας τη διάρκεια της νύκτας 777
Το φυτόχρωμα είναι ο πρωταρχικός φωτοδέκτης που εμπλέκεται στον φωτοπεριοδισμό 778

Το ανθικό ερέθισμα 781

Εαρινοποίηση: ψύχος και ανθική απόκριση 783

Λήθαργος 783

Τα σπέρματα απαιτούν συγκεκριμένες περιβαλλοντικές 'ενδείξεις' για την άρση του ληθάργου 784
Η ληθαργική κατάσταση των οφθαλμών έπεται του εγκλιματισμού 785

ΔΟΚΙΜΙΟ: Η ΚΙΒΩΤΟΣ ΤΗΣ ΑΠΟΚΑΛΥΨΕΩΣ: ΔΙΑΣΦΑΛΙΖΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ 786

Ναστικές κινήσεις και ηλιοτροπισμός 787

Οι θιγμοναστικές κινήσεις είναι ναστίες που προκαλούνται από μηχανικά ερεθίσματα 787
Οι γενικές επιδράσεις των μηχανικών ερεθισμάτων στη φυτική αύξηση και ανάπτυξη πραγματοποιούνται με τη θιγμομορφογένεση 789
Ορισμένα φυτά προσανατολίζουν τα φύλλα τους προς τον ήλιο, χάρη στον ηλιοτροπισμό 790

Περίληψη 790

Πίνακας Σύνοψης 792

Ερωτήσεις 793

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 29

Θρέψη φυτών και έδαφος 794

Απαραίτητα στοιχεία 795

Τα απαραίτητα στοιχεία μπορούν να διαιρεθούν σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία 796

Λειτουργίες των απαραίτητων στοιχείων 797

Τα συμπτώματα έλλειψης θρεπτικών στοιχείων εξαρτώνται από τις λειτουργίες και την κινητικότητα των απαραίτητων στοιχείων 799

Το έδαφος 799

Η αποσάθρωση των πετρωμάτων παράγει τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που αξιοποιούνται από τα φυτά 800
Το έδαφος αποτελείται από στιβάδες που ονομάζονται ορίζοντες 800



Τα εδάφη αποτελούνται από στερεά υλικά και από πορώδη χώρο 801
Το πορώδες των εδαφών καταλαμβάνεται από αέρα και από νερό 801
Τα εδάφη κατακρατούν κατιόντα αλλά χάνουν ανιόντα με έκπλυση 803

Κύκλοι θρεπτικών 804

Το άζωτο και ο κύκλος του αζώτου 804

Η αποσύνθεση της οργανικής ύλης απελευθερώνει αμμώνιο 804
Σε μερικά εδάφη, τα νιτροποιητικά βακτήρια μετατρέπουν το αμμώνιο σε νιτρώδες και στη συνέχεια σε νιτρικό 805
Εκτός από την ανακύκλωση μέσα σε αυτό, το σύστημα εδάφους-φυτού επίσης χάνει άζωτο 806
Η αναπλήρωση του αζώτου πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο από τη δέσμευση του αζώτου 806
Τα πιο αποτελεσματικά αζωτοδεσμευτικά βακτήρια σχηματίζουν συμβιωτικές σχέσεις με τα φυτά 806

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΣΑΡΚΟΦΑΓΑ ΦΥΤΑ 807

Η βιομηχανική δέσμευση αζώτου έχει μεγάλα ενεργειακά κόστη 812
Πρόσθετες στρατηγικές για πρόσληψη αζώτου έχουν υιοθετηθεί από τα φυτά 812
Η αφομοίωση του αζώτου είναι η μετατροπή του ανόργανου αζώτου σε οργανικές ενώσεις 812

Ο φωσφόρος και ο κύκλος του φωσφόρου 813

Ο κύκλος του φωσφόρου φαίνεται απλούστερος από τον κύκλο του αζώτου 813
Τα φυτά έχουν αρκετές στρατηγικές για την πρόσληψη του φωσφορικού ανιόντος 814

Η ανθρώπινη επίδραση στους κύκλους των θρεπτικών στοιχείων και οι επιπτώσεις της ρύπανσης 815

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΑΛΟΦΥΤΑ: ΕΝΑΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΠΟΡΟΣ; 816

Εδάφη και γεωργία 816

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΚΟΜΠΟΣΤΕΣ 818

Έρευνα πάνω στη θρέψη των φυτών 819

Είναι ορατοί τρόποι για να διορθωθούν οι ελλείψεις και οι τοξικότητες των εδαφών 819

ΔΟΚΙΜΙΟ: Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ 820

Η βιολογική δέσμευση του αζώτου τροποποιείται για να βελτιωθεί η αποδοτικότητα 820

Περίληψη 821

Ερωτήσεις 823

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 30

Μετακίνηση νερού και διαλυμένων ουσιών στα φυτά 824

Μετακίνηση νερού και ανόργανων θρεπτικών στο φυτικό σώμα 825

Τα φυτά χάνουν μεγάλες ποσότητες νερού με τη διαπνοή 825

Διάχυση υδρατμών από το φύλλο στην ατμόσφαιρα διά μέσου των στομάτων 826

Περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν το τάχος διαπνοής 829

Το νερό άγεται μέσω αγγείων και τραχειϊδών του ξυλώματος 829

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΤΑΡΑΤΣΕΣ: ΜΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ 831

Απορρόφηση νερού και ιόντων από τις ρίζες 834

Φαίνεται ότι υπάρχουν όρια στο ύψος των δένδρων 834
Η απορρόφηση νερού από τις ρίζες διευκολύνεται με τα ριζικά τριχίδια 835
Η ενεργητική πρόσληψη ανόργανων θρεπτικών από τις ρίζες 838
Ανόργανα θρεπτικά ανταλλάσσονται μεταξύ διαπνευστικού και αποταμιευτικού ρεύματος 839

Μεταφορά φωτοσυνθετικών προϊόντων: μετακίνηση ουσιών στο φλοιώμα 840

Πειράματα με ραδιοσήμανση αποδεικνύουν τη μεταφορά σακχαρώδους σε ηθμοσωλήνες 841
Οι αφίδες έχουν μεγάλη αξία στην έρευνα του φλοιώματος 841
Η μεταφορά στο φλοιώμα προκαλείται από την ωσμωτική επαγόμενη πίεση ροής 842

Περίληψη 846

Ερωτήσεις 847



ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΒΔΟΜΗ

ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 31

Η δυναμική των κοινοτήτων και των οικοσυστημάτων 850

Ενεργητική οικοσυστήματος – τροφική δομή 851

Τα οικοσυστήματα μπορούν να περιγραφούν με πυραμίδες ενέργειας, βιομάζας και αριθμών 855
Τα τροφικά δίκτυα παρέχουν πληρέστερη περιγραφή των



τροφικών σχέσεων 857

Κύκλοι θρεπτικών και υλικών 858

Κλασικά πειράματα ανακύκλωσης θρεπτικών συστατικών πραγματοποιήθηκαν στο Hubbard Brook 860

Αλληλεπιδράσεις μεταξύ οργανισμών – πέρα από τις απλές τροφικές σχέσεις 861

Ο ανταγωνισμός εμφανίζεται όταν οι οργανισμοί χρειάζονται τον ίδιο περιορισμένο πόρο 861

Η συμβίωση καλύπτει ένα ευρύ φάσμα αλληλεπιδράσεων 865

Η αμοιβαιότητα είναι αλληλεπίδραση κατά την οποία ωφελούνται και τα δύο είδη 865

Οι αλληλεπιδράσεις φυτών - φυτοφάγων και φυτών - παθογόνων περιλαμβάνουν μια ποικιλία αμυντικών μηχανισμών 866

Ανάπτυξη και μεταβολή των κοινοτήτων και των οικοσυστημάτων 869

Σε μια κοινότητα, η διαδοχή είναι μεταβολή προβλέψιμη στην πορεία του χρόνου 869

Η πρωτογενής διαδοχή περιλαμβάνει κυρίως αλλαγές στο υπόστρωμα της αύξησης 870

Η διαδοχή συνδυάζεται γενικότερα με τη μεταβολή, ιδιαίτερα στα μεταγενέστερα στάδιά της 873

Η οικολογία αποκατάστασης επανεγκαθιστά φυσικές κοινότητες 876

Τι μάθαμε; 877

Περίληψη 878

Ερώτησεις 879

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 32

Παγκόσμια οικολογία 880

Η ζωή στη στεριά 883

Τα εδάφη και η φωτιά επηρεάζουντα περιφερειακά πρότυπα κατανομής 887

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΑΠΟ ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΣΕ ΣΥΜΒΙΩΤΕΣ: ΟΙ ΕΝΔΟΦΥΤΙΚΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ 888

Βροχερά Δάση 888

Τα βροχερά δάση καταστρέφονται γρήγορα 890

Φυλλοβόλα τροπικά δάση 891

Σαβάνες 892

Έρημοι 893

Τα φυτά της ερήμου είναι προσαρμοσμένα σε χαμηλές βροχοπτώσεις και ακραίες θερμοκρασίες 894

Αγρωστολίβαδα 896

Εύκρατα δάση φυλλοβόλων 898

ΔΟΚΙΜΙΟ: ΑΠΟ ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΣΕ ΣΥΜΒΙΩΤΕΣ: ΟΙ ΕΝΔΟΦΥΤΙΚΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ 899

Εύκρατα μικτά και κωνοφόρα δάση 902

Μεσογειακοί θαμνώνες 904

Τα βορειότερα δάση - τσίγκα και αρκτικό δάσος 906

Αρκτική τούνδρα 908

Τελευταία λέξη 909

Περίληψη 911

Πίνακας Σύνοψης 912

Ερωτήσεις 913

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Ταξινόμηση των Οργανισμών 914

ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ Γ1

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ Ε1