

Συνοπτικά περιεχόμενα

ΤΟΜΟΣ Ι

- 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Οι κανόνες που διέπουν το φαινόμενο της ζωής

ΕΝΟΤΗΤΑ 1 Η χημεία της ζωής

- 2 Η χημική σύσταση της έμβιας ύλης
- 3 Το νερό και η καταλληλότητα του περιβάλλοντος
- 4 Ο άνθρακας και η μοριακή ποικιλότητα της ζωής
- 5 Δομή και λειτουργία των μεγάλων βιολογικών μορίων

ΕΝΟΤΗΤΑ 2 Το κύτταρο

- 6 Περιήγηση στο κύτταρο
- 7 Δομή και λειτουργία των μεμβρανών
- 8 Εισαγωγή στον μεταβολισμό
- 9 Κυτταρική αναπνοή: Αποκτώντας χημική ενέργεια
- 10 Φωτοσύνθεση
- 11 Κυτταρική επικοινωνία
- 12 Ο κυτταρικός κύκλος

ΕΝΟΤΗΤΑ 3 Γενετική

- 13 Μείωση και φυλετικοί βιολογικοί κύκλοι
- 14 Ο Μέντελ και η έννοια του γονιδίου
- 15 Η χρωμοσωματική βάση της κληρονομικότητας
- 16 Η μοριακή βάση της κληρονομικότητας
- 17 Από το γονίδιο στην πρωτεΐνη
- 18 Ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης
- 19 Ιοί
- 20 Βιοτεχνολογία
- 21 Τα γονιδιώματα και η εξέλιξή τους

ΤΟΜΟΣ ΙΙ

ΕΝΟΤΗΤΑ 4 Μηχανισμοί της εξέλιξης

- 22 Η δαρβινική θεώρηση της ζωής: διαδοχή γενεών με τροποποιήσεις
- 23 Η εξέλιξη των πληθυσμών
- 24 Η καταγωγή των ειδών
- 25 Η ιστορία της ζωής στη Γη

ΕΝΟΤΗΤΑ 5 Εξελικτική ιστορία της βιολογικής ποικιλότητας

- 26 Φυλογένεση και το δέντρο της ζωής
- 27 Βακτήρια και Αρχαία
- 28 Πρώτιστα

- 29 Φυτική ποικιλότητα Ι: Ο εποικισμός της στεριάς από τα φυτά
- 30 Φυτική ποικιλότητα ΙΙ: Η εξέλιξη των σπερματοφύτων
- 31 Μύκητες
- 32 Εισαγωγή στη ζωική ποικιλότητα
- 33 Ασπόνδυλα
- 34 Σπονδυλωτά

ΤΟΜΟΣ ΙΙΙ

ΕΝΟΤΗΤΑ 6 Μορφή και λειτουργία στα φυτά

- 35 Δομή, αύξηση και ανάπτυξη των φυτών
- 36 Πρόσληψη και μεταφορά των θρεπτικών ουσιών στα αγγειόφυτα
- 37 Έδαφος και φυτική θρέψη
- 38 Αναπαραγωγή και βιοτεχνολογία των αγγειοσπέρμων
- 39 Φυτικές αποκρίσεις σε εσωτερικά και εξωτερικά σήματα

ΕΝΟΤΗΤΑ 7 Μορφή και λειτουργία στα ζώα

- 40 Βασικές αρχές της ζωικής μορφής και λειτουργίας
- 41 Ζωική θρέψη
- 42 Κυκλοφορία και ανταλλαγή αερίων
- 43 Το ανοσοποιητικό σύστημα
- 44 Ωσμωρρύθμιση και απέκκριση
- 45 Ορμόνες και ενδοκρινικό σύστημα
- 46 Η αναπαραγωγή των ζώων
- 47 Η ανάπτυξη των ζώων
- 48 Νευρώνες, συνάψεις και σηματοδότηση
- 49 Νευρικό σύστημα
- 50 Αισθητικοί και κινητικοί μηχανισμοί
- 51 Ζωική συμπεριφορά

ΕΝΟΤΗΤΑ 8 Οικολογία

- 52 Εισαγωγή στην οικολογία και τη βιόσφαιρα
- 53 Οικολογία πληθυσμών
- 54 Οικολογία βιοκοινοτήτων
- 55 Οικοσυστήματα
- 56 Βιολογία συντήρησης και οικολογία αποκατάστασης

ΤΟΜΟΣ Ι

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Οι κανόνες που διέπουν το φαινόμενο της ζωής 1

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Μελετώντας τον έμβιο κόσμο 1

ΤΜΗΜΑ 1.1 Υπάρχουν κανόνες που συνδέουν τις βιολογικές θεωρίες 3

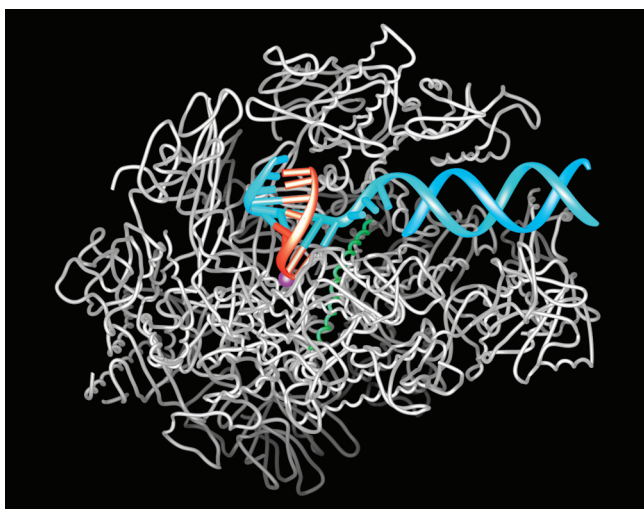
- Εξέλιξη, η κυρίαρχη έννοια της βιολογίας 3
- Κανόνας: Κάθε ανώτερο επίπεδο βιολογικής οργάνωσης συνοδεύεται από νέες ιδιότητες 3
- Κανόνας: Οι οργανισμοί αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους, ανταλλάσσοντας ύλη και ενέργεια 7
- Κανόνας: Σε όλα τα επίπεδα βιολογικής οργάνωσης υπάρχει στενή συσχέτιση δομής και λειτουργίας 7
- Κανόνας: Το κύτταρο είναι η βασική δομική και λειτουργική μονάδα των οργανισμών 8
- Κανόνας: Η διαιώνιση της ζωής βασίζεται στις κληρονομούμενες πληροφορίες που υπάρχουν στο DNA 9
- Κανόνας: Τα βιολογικά συστήματα ρυθμίζονται από αναδραστικούς μηχανισμούς 12

ΤΜΗΜΑ 1.2 Θεμελιώδης κανόνας: Η ομοιογένεια και η ποικιλότητα των έμβιων όντων οφείλονται στην εξέλιξη 13

- Οργανώνοντας την ποικιλομορφία της ζωής 13
- Ο Κάρολος Δαρβίνος και η θεωρία της φυσικής επιλογής 17
- Το δέντρο της ζωής 18

ΤΜΗΜΑ 1.3 Υπάρχουν δύο κύριες μέθοδοι επιστημονικής έρευνας για τη μελέτη της φύσης 20

- Περιγραφική επιστήμη 20
- Επιστήμη βασισμένη σε υποθέσεις εργασίας 21
- Ένα παράδειγμα επιστημονικής έρευνας: Διερευνώντας τις χρωματικές απομιμήσεις σε πληθυσμούς φιδιών 23
- Περιορισμοί της επιστήμης 25
- Επιστημονικές θεωρίες 26
- Κατασκευή μοντέλων στην επιστήμη 26
- Ο πολιτισμός της επιστήμης 26
- Επιστήμη, τεχνολογία και κοινωνία 27



ΕΝΟΤΗΤΑ 1

Η χημεία της ζωής 33

2 Η χημική σύσταση της έμβιας ύλης 37

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Δεσμοί της χημείας με τη βιολογία 37

ΤΜΗΜΑ 2.1 Η ύλη αποτελείται από απλά χημικά στοιχεία ή από συνδυασμούς στοιχείων που ονομάζονται ενώσεις 38

- Στοιχεία και ενώσεις 38
- Ζωτικά στοιχεία 39

ΤΜΗΜΑ 2.2 Οι ιδιότητες ενός στοιχείου εξαρτώνται από τη δομή των ατόμων του 40

- Υποατομικά σωματίδια 40
- Ατομικός αριθμός και ατομική μάζα 40
- Ισότοπα 41
- Τα ενεργειακά επίπεδα των ηλεκτρονίων 42
- Κατανομή των ηλεκτρονίων και χημικές ιδιότητες 43
- Τροχιακά ηλεκτρονίων 44

ΤΜΗΜΑ 2.3 Ο σχηματισμός και η λειτουργία των μορίων εξαρτώνται από τους χημικούς δεσμούς μεταξύ ατόμων 46

- Ομοιοπολικοί δεσμοί 46
- Ιοντικοί δεσμοί 47
- Ασθενείς χημικοί δεσμοί 49
- Μοριακό σχήμα και μοριακή λειτουργία 49

ΤΜΗΜΑ 2.4 Οι χημικές αντιδράσεις δημιουργούν και διασπούν δεσμούς 51

3 Το νερό και η καταλληλότητα του περιβάλλοντος 55

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Το μόριο που στηρίζει όλες τις μορφές ζωής 55

ΤΜΗΜΑ 3.1 Η πολικότητα των μορίων του νερού οδηγεί στη δημιουργία δεσμών υδρογόνου 56

ΤΜΗΜΑ 3.2 Τέσσερις ιδιότητες του νερού που συμβάλλουν στην καταλληλότητα της Γης για ζωή 56

- Συνοχή 56
- Θερμορρυθμιστική ικανότητα 57
- Ο πάγος που επιπλέει παρέχει θερμομόνωση στην υποκείμενη μάζα του νερού 59
- Ο διαλύτης της ζωής 60

ΤΜΗΜΑ 3.3 Όξινες και βασικές συνθήκες επηρεάζουν τους ζωντανούς οργανισμούς 63

- Επίδραση των μεταβολών του pH 63
- Η ποιότητα του νερού στη Γη απειλείται 65

4 Ο άνθρακας και η μοριακή ποικιλότητα της ζωής 71

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Άνθρακας: ο σκελετός της ζωής 71

ΤΜΗΜΑ 4.1 Η οργανική χημεία μελετά τις ενώσεις του άνθρακα 71

ΤΜΗΜΑ 4.2 Τα άτομα του άνθρακα μπορούν να σχηματίσουν μεγάλη ποικιλία μορίων δημιουργώντας δεσμούς με τέσσερα άλλα άτομα 73

Σχηματισμός δεσμών με το άτομο του άνθρακα 73
Οι παραλλαγές του ανθρακικού σκελετού οδηγούν στη μεγάλη μοριακή ποικιλομορφία 75

ΤΜΗΜΑ 4.3 Για τη λειτουργικότητα των βιολογικών μορίων απαιτείται μικρός αριθμός χημικών ομάδων 77

Οι σημαντικότερες χημικές ομάδες για τις διεργασίες της ζωής 77
ATP: Μια σημαντική πηγή ενέργειας για τις κυτταρικές διεργασίες 80
Τα χημικά στοιχεία της ζωής: Επανάληψη 80

5 Δομή και λειτουργία των μεγάλων βιολογικών μορίων 83

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Τα μόρια της ζωής 83

ΤΜΗΜΑ 5.1 Τα μακρομόρια είναι πολυμερή που συντίθενται από μονομερή 83

Σύνθεση και διάσπαση των πολυμερών 84
Ποικιλομορφία των πολυμερών 84

ΤΜΗΜΑ 5.2 Οι υδατάνθρακες χρησιμεύουν ως καύσιμα και δομικά υλικά 85

Σάκχαρα 85
Πολυσακχαρίτες 87

ΤΜΗΜΑ 5.3 Τα λιπίδια είναι μια ετερογενής ομάδα υδρόφοβων μορίων 90

Λίπη 90
Φωσfolιπίδια 93
Στεροειδή 93

ΤΜΗΜΑ 5.4 Οι πρωτεΐνες έχουν διάφορες δομές, οπότε εμφανίζουν μεγάλο εύρος δράσεων 94

Πολυπεπτίδια 94
Δομή και λειτουργία των πρωτεϊνών 97

ΤΜΗΜΑ 5.5 Τα νουκλεϊκά οξέα αποθηκεύουν και μεταβιβάζουν κληρονομικές πληροφορίες 104

Οι λειτουργίες των νουκλεϊκών οξέων 104
Δομή των νουκλεϊκών οξέων 105
Η διπλή έλικα του DNA 106
DNA και πρωτεΐνες ως μέτρο της εξέλιξης 107
Ο κανόνας των αναδυόμενων ιδιοτήτων στη χημεία της ζωής: Επανάληψη 108

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

Το κύτταρο 111

6 Περιήγηση στο κύτταρο 115

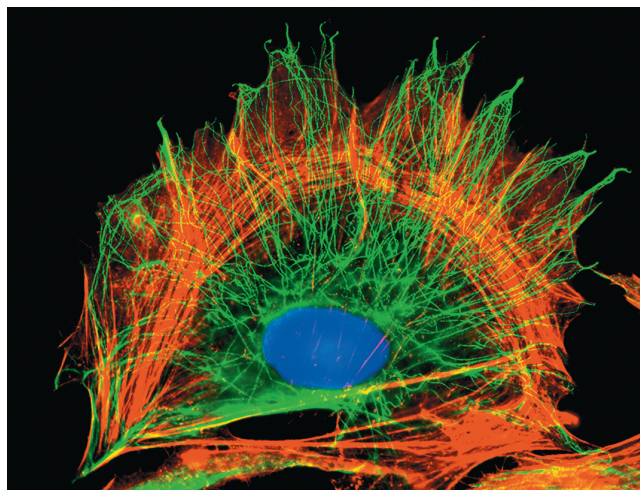
ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Οι θεμελιώδεις μονάδες της ζωής 115

ΤΜΗΜΑ 6.1 Η μελέτη του κυττάρου γίνεται με τη χρήση μικροσκοπίων και βιοχημικών μεθόδων 116

Μικροσκοπία 116
Κυτταρική κλασμάτωση 118

ΤΜΗΜΑ 6.2 Τα ευκαρυωτικά κύτταρα διαθέτουν εσωτερικές μεμβράνες που διαμερισματοποιούν τις κυτταρικές λειτουργίες 120

Συγκρίνοντας τα προκαρυωτικά με τα ευκαρυωτικά κύτταρα 120
Πανοραμική θεώρηση ενός ευκαρυωτικού κυττάρου 124



ΤΜΗΜΑ 6.3 Οι γενετικές οδηγίες των ευκαρυωτικών κυττάρων βρίσκονται στον πυρήνα και εκτελούνται από τα ριβοσώματα 124

Πυρήνας: Η κεντρική υπηρεσία πληροφοριών 124
Ριβοσώματα: Εργοστάσια πρωτεϊνών 126

ΤΜΗΜΑ 6.4 Το σύστημα των ενδοκυττάρων μεμβρανών ρυθμίζει την κυκλοφορία των πρωτεϊνών και επιτελεί τις μεταβολικές λειτουργίες του κυττάρου 127

Ενδοπλασματικό δίκτυο: Εργοστάσιο βιοσύνθεσης 127
Συσκευή Golgi: Κέντρο παραλαβής και αποστολής 128
Λυσοσώματα: Διαμερίσματα ενδοκυττάριας πέψης 130
Χυμοτόπια: Ποικίλα διαμερίσματα συντήρησης 131
Επισκόπηση στο σύστημα των ενδοκυττάρων μεμβρανών 132

ΤΜΗΜΑ 6.5 Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε μια άλλη 133

Μιτοχόνδρια: Μετασχηματισμός της χημικής ενέργειας 133
Χλωροπλάστες: Συλλέκτες φωτεινής ενέργειας 134
Υπεροξεισώματα: Οξειδωση 134

ΤΜΗΜΑ 6.6 Ο κυτταροσκελετός είναι ένα δίκτυο ινιδίων που οργανώνει τις δομές και τις δραστηριότητες του κυττάρου 136

Λειτουργίες του κυτταροσκελετού: Υποστήριξη, κίνηση και ρύθμιση 136
Συστατικά του κυτταροσκελετού 138

ΤΜΗΜΑ 6.7 Τα εξωκυττάρια συστατικά και οι διακυτταρικές συνδέσεις συνεισφέρουν στον συντονισμό των κυτταρικών δραστηριοτήτων 143

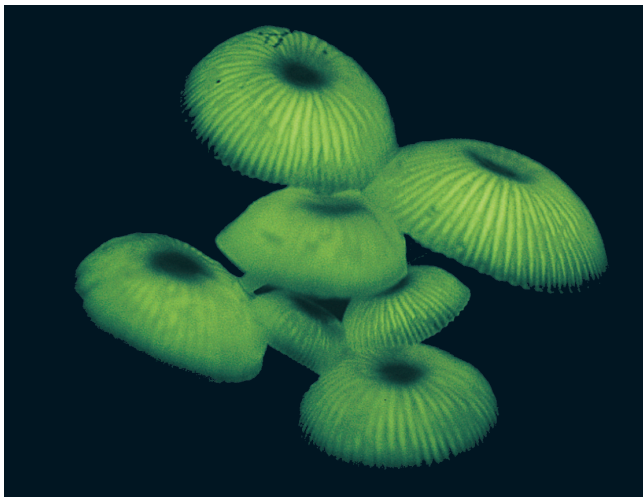
Τα κυτταρικά τοιχώματα των φυτών 144
Η εξωκυττάρια θεμέλια ουσία των ζωικών κυττάρων 145
Διακυτταρικές συνδέσεις 146
Το κύτταρο: Μονάδα της έμβιας ύλης σημαντικότερη από το άθροισμα των επιμέρους συστατικών της 148

7 Δομή και λειτουργία των μεμβρανών 153

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Τα όρια της ζωής 153

ΤΜΗΜΑ 7.1 Οι κυτταρικές μεμβράνες είναι ρευστά μωσαϊκά λιπιδίων και πρωτεϊνών 154

Μεμβρανικά μοντέλα: Επιστημονική διερεύνηση 154
Η ρευστότητα των μεμβρανών 156
Οι μεμβρανικές πρωτεΐνες και η λειτουργία τους 157
Ο ρόλος των μεμβρανικών υδατανθράκων στη διακυτταρική αναγνώριση 158



Σύνθεση και πολικότητα των μεμβρανών 159

ΤΜΗΜΑ 7.2 Η εκλεκτική διαπερατότητα των μεμβρανών οφείλεται στη δομή τους 160

Η διαπερατότητα της λιπιδικής διπλοστιβάδας 160
Μεταφορικές πρωτεΐνες 161

ΤΜΗΜΑ 7.3 Παθητική μεταφορά είναι η διάχυση μιας ουσίας διαμέσου μιας μεμβράνης χωρίς δαπάνη ενέργειας 162

Επίδραση της ώσμωσης στην υδατική ισορροπία 163
Διευκολυνόμενη διάχυση: Παθητική μεταφορά υποβοηθούμενη από πρωτεΐνες 165

ΤΜΗΜΑ 7.4 Η ενεργητική μεταφορά απαιτεί ενέργεια για τη διακίνηση διαλυμένων ουσιών αντίθετα προς τη διαβάθμιση συγκέντρωσής τους 166

Η ενεργητική μεταφορά απαιτεί ενέργεια 166
Οι αντλίες ιόντων και ο ρόλος τους στη διατήρηση του δυναμικού της μεμβράνης 167
Συμμεταφορά: Συζευγμένη μεταφορά δύο ουσιών από την ίδια μεμβρανική πρωτεΐνη 169

ΤΜΗΜΑ 7.5 Η μαζική μεταφορά ουσιών διαμέσου της κυτταροπλασματικής μεμβράνης γίνεται με την εξωκυττάρωση και την ενδοκυττάρωση 170

Εξωκυττάρωση 170
Ενδοκυττάρωση 170

8 Εισαγωγή στον μεταβολισμό 175

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Η ενέργεια της ζωής 175

ΤΜΗΜΑ 8.1 Με τον μεταβολισμό, οι οργανισμοί μετασχηματίζουν την ύλη και την ενέργεια σύμφωνα με τους νόμους της θερμοδυναμικής 175

Η χημεία των ζωντανών οργανισμών οργανώνεται σε μεταβολικές οδούς 176
Μορφές ενέργειας 176
Οι νόμοι των ενεργειακών μετασχηματισμών 177

ΤΜΗΜΑ 8.2 Η μεταβολή της ελεύθερης ενέργειας μιας αντίδρασης μας λέει αν αυτή γίνεται αυθόρμητα ή όχι 179

Μεταβολή της ελεύθερης ενέργειας, ΔG 180
Ελεύθερη ενέργεια, σταθερότητα και ισορροπία 180
Ελεύθερη ενέργεια και μεταβολισμός 181

ΤΜΗΜΑ 8.3 Η ATP παρέχει ενέργεια στο κύτταρο συνδέοντας τις εξώθερμες με τις ενδόθερμες αντιδράσεις 183

Δομή και υδρόλυση της ATP 184
Πώς παράγεται έργο από την ATP 184
Η αναγέννηση της ATP 186

ΤΜΗΜΑ 8.4 Τα ένζυμα επιταχύνουν τις μεταβολικές αντιδράσεις χαμηλώνοντας τους ενεργειακούς φραγμούς 186

Ο φραγμός της ενέργειας ενεργοποίησης 187
Πώς μειώνουν τα ένζυμα την E_a 188
Εξειδίκευση των ενζύμων ως προς το υπόστρωμα 188
Κατάλυση στο ενεργό κέντρο του ενζύμου 189
Επίδραση των τοπικών συνθηκών στην ενζυμική ενεργότητα 191

ΤΜΗΜΑ 8.5 Η ρύθμιση της ενζυμικής ενεργότητας συμβάλλει στον έλεγχο του μεταβολισμού 193

Αλλοστερική ρύθμιση των ενζύμων 193
Ειδική θέση των ενζύμων μέσα στο κύτταρο 196

9 Κυτταρική αναπνοή: Αποκτώντας χημική ενέργεια 200

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Ζωή σημαίνει μεταβολικό έργο 200

ΤΜΗΜΑ 9.1 Οι καταβολικές οδοί παράγουν ενέργεια από την οξείδωση οργανικών μορίων 201

Καταβολικές οδοί και παραγωγή ATP 201
Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις: Οξείδωση και αναγωγή 202
Προεπισκόπηση των σταδίων της κυτταρικής αναπνοής 205

ΤΜΗΜΑ 9.2 Η γλυκόλυση απελευθερώνει χημική ενέργεια με την οξείδωση της γλυκόζης προς πυροσταφυλικό 207

ΤΜΗΜΑ 9.3 Ο κύκλος του κιτρικού οξέος ολοκληρώνει την ενεργοπαραγωγό οξείδωση των οργανικών μορίων 207

ΤΜΗΜΑ 9.4 Κατά την οξειδωτική φωσφορυλίωση, η χημειώσμωση συνδέει τη μεταφορά ηλεκτρονίων με τη σύνθεση ATP 211

Η οδός μεταφοράς των ηλεκτρονίων 211
Χημειώσμωση: Ένας μηχανισμός σύζευξης ενέργειας 214
Γενικός ισολογισμός της παραγωγής ATP με την κυτταρική αναπνοή 217

ΤΜΗΜΑ 9.5 Η ζύμωση και η αναερόβια αναπνοή επιτρέπουν στα κύτταρα να παράγουν ATP χωρίς τη χρήση οξυγόνου 218

Είδη ζύμωσης 219
Σύγκριση ζύμωσης και αερόβιας αναπνοής 220
Η εξελικτική σημασία της γλυκόλυσης 220

ΤΜΗΜΑ 9.6 Η γλυκόλυση και ο κύκλος του κιτρικού οξέος συνδέονται με πολλές άλλες μεταβολικές οδούς 221

Η προσαρμοστικότητα του καταβολισμού 221
Βιοσύνθεση (αναβολικές οδοί) 222
Ρύθμιση της κυτταρικής αναπνοής μέσω αναδραστικών μηχανισμών 223

10 Φωτοσύνθεση 227

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Η διεργασία που τροφοδοτεί τη βίοσφαιρα 227

ΤΜΗΜΑ 10.1 Η φωτοσύνθεση μετατρέπει την ενέργεια του φωτός στη χημική ενέργεια των τροφών 228

Χλωροπλάστες: Οι θέσεις της φωτοσύνθεσης στα φυτά 229
Ακολουθώντας τα άτομα κατά τη φωτοσύνθεση: Επιστημονική διερεύνηση 230
Τα δύο στάδια της φωτοσύνθεσης: Προεπισκόπηση 231

ΤΜΗΜΑ 10.2 Οι φωτεινές αντιδράσεις μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία στη χημική ενέργεια των ATP και NADPH 232

- Η φύση του ηλιακού φωτός 233
- Φωτοσυνθετικές χρωστικές: Οι υποδοχείς του φωτός 233
- Διέγερση της χλωροφύλλης από το φως 236
- Ένα φωτοσύστημα: Σύμπλοκο του κέντρου αντίδρασης που συνδέεται με σύμπλοκα συλλογής του φωτός 237
- Μη κυκλική (γραμμική) ροή ηλεκτρονίων 238
- Κυκλική ροή ηλεκτρονίων 239
- Σύγκριση της χημειώσωσης στους χλωροπλάστες και στα μιτοχόνδρια 240

ΤΜΗΜΑ 10.3 Ο κύκλος του Calvin μετατρέπει CO₂ σε σάκχαρα χρησιμοποιώντας την ενέργεια των ATP και NADPH 242

ΤΜΗΜΑ 10.4 Στις θερμές και ξηρές περιοχές έχουν αναπτυχθεί εναλλακτικοί μηχανισμοί δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα 244

- Φωτοαναπνοή: Ένα εξελικτικό κατάλοιπο; 244
- Φυτά C₄ 245
- Φυτά CAM 246
- Η σημασία της φωτοσύνθεσης: Ανακεφαλαίωση 248

11 Κυτταρική επικοινωνία 253

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Το κυτταρικό διαδίκτυο 253

ΤΜΗΜΑ 11.1 Σήματα από το εξωκυττάριο περιβάλλον μετατρέπονται σε αποκρίσεις μέσα στο κύτταρο 254

- Εξέλιξη της διακυτταρικής επικοινωνίας 254
- Τοπική και εξ αποστάσεως επικοινωνία 255
- Σύνοψη των τριών σταδίων κυτταρικής σηματοδότησης 257

ΤΜΗΜΑ 11.2 Κατά την υποδοχή, ένα σηματοδοτικό μόριο δεσμεύεται σε έναν πρωτεϊνικό υποδοχέα και μεταβάλλει τη διαμόρφωσή του 258

- Υποδοχείς της κυτταροπλασματικής μεμβράνης 258
- Ενδοκυττάριοι υποδοχείς 261

ΤΜΗΜΑ 11.3 Στο στάδιο της μεταγωγής, διαδοχικές μοριακές αλληλεπιδράσεις αναμεταδίδουν σήματα από υποδοχείς σε ενδοκυττάρια μόρια-στόχους 262

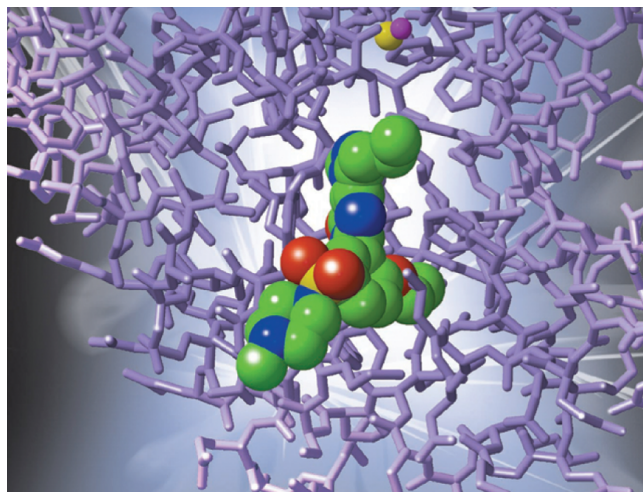
- Μονοπάτια μεταγωγής σήματος 262
- Φωσφορυλίωση και αποφωσφορυλίωση πρωτεϊνών 263
- Μικρά μόρια και ιόντα ως δεύτεροι αγγελιαφόροι 264

ΤΜΗΜΑ 11.4 Κατά την απόκριση, η ενδοκυττάρια μεταγωγή του σήματος ρυθμίζει τη μεταγραφή ή την ενεργότητα κυτταροπλασματικών πρωτεϊνών 268

- Πυρηνικές και κυτταροπλασματικές αποκρίσεις 268
- Η κυτταρική απόκριση ρυθμίζεται με μεγάλη ακρίβεια 269

ΤΜΗΜΑ 11.5 Η απόπτωση (προγραμματισμένος κυτταρικός θάνατος) περιλαμβάνει πολλαπλά σηματοδοτικά μονοπάτια 273

- Η απόπτωση στον γαιοσκώληκα *Caenorhabditis elegans* 273
- Αποπτωτικά μονοπάτια και τα σήματα που τα επάγουν 274



12 Ο κυτταρικός κύκλος 279

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Οι κομβικές λειτουργίες της κυτταρικής διαίρεσης 279

ΤΜΗΜΑ 12.1 Η κυτταρική διαίρεση έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή γενετικά πανομοιότυπων θυγατρικών κυττάρων 280

- Κυτταρική οργάνωση του γενετικού υλικού 280
- Κατανομή των χρωμοσωμάτων κατά τη διαίρεση των ευκαρυωτικών κυττάρων 281

ΤΜΗΜΑ 12.2 Ο κυτταρικός κύκλος χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή μεσόφασης και μίτωσης 282

- Φάσεις του κυτταρικού κύκλου 283
- Η μιτωτική άτρακτος 283
- Κυτταροκίνηση 287
- Διχοτόμηση 288
- Η εξέλιξη της μίτωσης 290

ΤΜΗΜΑ 12.3 Ο ευκαρυωτικός κυτταρικός κύκλος ρυθμίζεται από μοριακό σύστημα ελέγχου 291

- Ενδείξεις για σήματα ελέγχου κυτταροπλασματικής προέλευσης 291
- Το σύστημα ελέγχου του κυτταρικού κύκλου 292
- Το σύστημα ρύθμισης του κυτταρικού κύκλου δεν λειτουργεί στα καρκινικά κύτταρα 296

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

Γενετική 301

13 Μείωση και φυλετικοί βιολογικοί κύκλοι 305

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Παραλλαγές σε ένα θέμα 305

ΤΜΗΜΑ 13.1 Οι απόγονοι αποκτούν γονίδια από τους γονείς τους με την κληρονόμηση χρωμοσωμάτων 306

- Κληρονόμηση των γονιδίων 306
- Σύγκριση αφυλετικής και φυλετικής αναπαραγωγής 306

ΤΜΗΜΑ 13.2 Η γονιμοποίηση και η μείωση εναλλάσσονται στους φυλετικούς βιολογικούς κύκλους 307

- Σειρές χρωμοσωμάτων στα ανθρώπινα κύτταρα 307
- Συμπεριφορά των σειρών ομόλογων χρωμοσωμάτων

των στον βιολογικό κύκλο του ανθρώπου 309
Η ποικιλία των αναπαραγωγικών βιολογικών κύκλων 310

ΤΜΗΜΑ 13.3 Κατά τη μείωση, ο αριθμός των χρωμοσωμάτων ελαττώνεται από διπλοειδής σε απλοειδή 311

Τα στάδια της μείωσης 314
Σύγκριση μίτωσης και μείωσης 314

ΤΜΗΜΑ 13.4 Η γενετική ποικιλομορφία προκύπτει από τους κύκλους της φυλετικής αναπαραγωγής και συμβάλλει στην εξέλιξη των ειδών 317

Προέλευση της γενετικής ποικιλομορφίας μεταξύ απογόνων 317
Η εξελικτική σημασία της γενετικής ποικιλομορφίας στους πληθυσμούς 319

14 Ο Μέντελ και η έννοια του γονιδίου 323

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Τραβώντας φύλλα από την «τράπουλα» των γονιδίων 323

ΤΜΗΜΑ 14.1 Μέσω της επιστημονικής προσέγγισης, ο Μέντελ διατύπωσε δύο νόμους της κληρονομικότητας 324

Η ποσοτική πειραματική προσέγγιση του Μέντελ 324
Ο νόμος του διαχωρισμού 325
Ο νόμος του ανεξάρτητου συνδυασμού 330

ΤΜΗΜΑ 14.2 Η μεντελική κληρονομικότητα διέπεται από τους νόμους των πιθανοτήτων 332

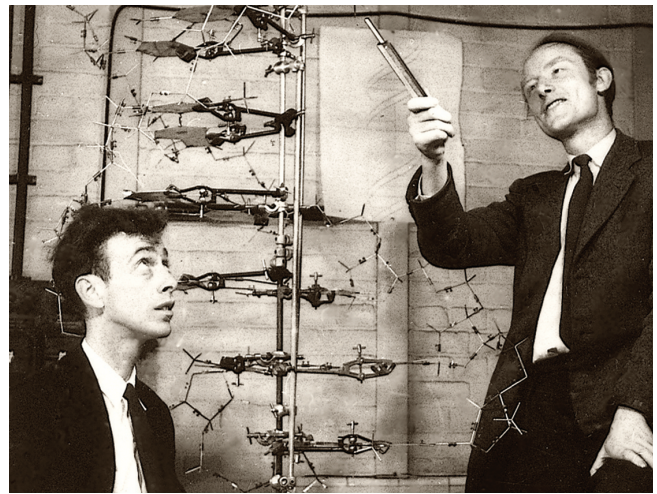
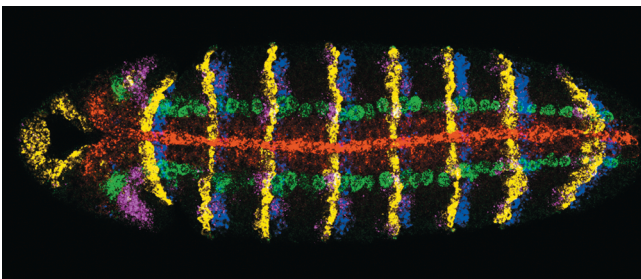
Εφαρμογή του κανόνα του γινομένου και του κανόνα του αθροίσματος σε μονοϋβριδικές διασταυρώσεις 332
Επίλυση περίπλοκων προβλημάτων γενετικής με τους κανόνες των πιθανοτήτων 333

ΤΜΗΜΑ 14.3 Τα πρότυπα κληρονομής είναι συχνά πιο περίπλοκα απ' ό,τι προβλέπει η απλή μεντελική γενετική 334

Επεκτείνοντας τη μεντελική γενετική σε ένα γονίδιο 334
Επεκτείνοντας τη μεντελική γενετική σε δύο ή περισσότερα γονίδια 337
Φύση και περιβάλλον: Η επίδραση του περιβάλλοντος στον φαινότυπο 338
Συσχέτιση της μεντελικής θεώρησης της κληρονομικότητας και της ποικιλομορφίας 339

ΤΜΗΜΑ 14.4 Πολλά γνωρίσματα του ανθρώπου κληρονομούνται σύμφωνα με τους νόμους του Μέντελ 339

Ανάλυση γενεαλογικού δέντρου 340
Διαταραχές κληρονομούμενες ως υπολειπόμενα γνωρίσματα 341
Διαταραχές κληρονομούμενες ως επικρατή γνωρίσματα 343
Πολυπαραγοντικές διαταραχές 344
Γενετικός έλεγχος και συμβουλευτική 344



15 Η χρωμοσωματική βάση της κληρονομικότητας 353

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Εντοπισμός των γονιδίων κατά μήκος των χρωμοσωμάτων 353

ΤΜΗΜΑ 15.1 Η μεντελική κληρονομικότητα βασίζεται στη συμπεριφορά των χρωμοσωμάτων 353

Πειραματικά στοιχεία του Morgan: Επιστημονική διερεύνηση 355

ΤΜΗΜΑ 15.2 Τα φυλοσύνδετα γονίδια εμφανίζουν ιδιαίτερα πρότυπα κληρονομής 357

Χρωμοσωματική βάση του φύλου 357
Κληρονομικότητα των φυλοσύνδετων γονιδίων 358
Απενεργοποίηση του X στα θηλυκά άτομα των θηλαστικών 359

ΤΜΗΜΑ 15.3 Τα συνδεδεμένα γονίδια τείνουν να συγκληρονομούνται διότι γειτνιάζουν στο ίδιο χρωμόσωμα 360

Πώς η σύνδεση των γονιδίων επηρεάζει την κληρονομικότητα 361
Γενετικός ανασυνδυασμός και σύνδεση 362
Χαρτογράφηση της απόστασης μεταξύ γονιδίων με τη χρήση δεδομένων ανασυνδυασμού: Επιστημονική διερεύνηση 364

ΤΜΗΜΑ 15.4 Αποκλίσεις στον αριθμό ή στη δομή των χρωμοσωμάτων προκαλούν γενετικές διαταραχές 366

Μη φυσιολογικός αριθμός χρωμοσωμάτων 366
Αλλοιώσεις στη δομή των χρωμοσωμάτων 367
Διαταραχές στον άνθρωπο λόγω χρωμοσωματικών αλλοιώσεων 368

ΤΜΗΜΑ 15.5 Ορισμένα πρότυπα κληρονομής δεν ακολουθούν την τυπική χρωμοσωματική θεωρία 370

Γονιδιωματική εγχάραξη 370
Κληρονομηση γονιδίων για οργάνια 371

16 Η μοριακή βάση της κληρονομικότητας 377

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Οδηγίες λειτουργίας των έμβιων όντων 377

ΤΜΗΜΑ 16.1 Το DNA είναι το γενετικό υλικό 377

Η αναζήτηση του γενετικού υλικού: Επιστημονική διερεύνηση 378

Κατασκευάζοντας το δομικό μοντέλο του DNA:
Επιστημονική διερεύνηση 381

ΤΜΗΜΑ 16.2 Για την αντιγραφή και την επιδιόρθωση του DNA συνεργάζονται πολλές πρωτεΐνες 384

Η βασική αρχή: Οι βάσεις ζευγαρώνουν χρησιμοποιώντας ως εκμαγείο τη μία αλυσίδα 384

Αντιγραφή του DNA: Μια αναλυτικότερη θεώρηση 386

Διορθωτικός έλεγχος και επιδιόρθωση του DNA 391

Αντιγράφοντας τα άκρα των μορίων DNA 392

ΤΜΗΜΑ 16.3 Το χρωμόσωμα αποτελείται από ένα μόριο DNA που συσκευάζεται με ειδικές πρωτεΐνες 395

17 Από το γονίδιο στην πρωτεΐνη 401

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Η ροή της γενετικής πληροφορίας 401

ΤΜΗΜΑ 17.1 Τα γονίδια κωδικοποιούν πρωτεΐνες μέσω της μεταγραφής και της μετάφρασης 402

Στοιχεία από τη μελέτη ατελειών του μεταβολισμού 402

Βασικές αρχές της μεταγραφής και της μετάφρασης 403

Ο γενετικός κώδικας 406

ΤΜΗΜΑ 17.2 Μεταγραφή είναι η κατευθυνόμενη από το DNA σύνθεση RNA: Αναλυτική εξέταση 409

Μοριακά συστατικά της μεταγραφής 409

Σύνθεση μεταγράφου RNA 410

ΤΜΗΜΑ 17.3 Στα ευκαρυωτικά κύτταρα, το RNA τροποποιείται κατά τη μεταγραφή 412

Τροποποίηση των άκρων του mRNA 412

Διαμερισμένα γονίδια και συναρμογή του RNA 413

ΤΜΗΜΑ 17.4 Μετάφραση είναι η κατευθυνόμενη από το RNA σύνθεση πολυπεπτιδίου: Αναλυτική εξέταση 416

Μοριακά συστατικά της μετάφρασης 416

Σχηματισμός πολυπεπτιδίου 419

Ολοκλήρωση και στόχευση της λειτουργικής πρωτεΐνης 422

ΤΜΗΜΑ 17.5 Οι σημειακές μεταλλάξεις μπορούν να επηρεάσουν τη δομή και τη λειτουργία των πρωτεϊνών 424

Τύποι σημειακών μεταλλάξεων 424

Μεταλλαξιγόνα 425

ΤΜΗΜΑ 17.6 Αν και η γονιδιακή έκφραση ποικίλλει στους οργανισμούς των τριών επικρατειών, η έννοια του γονιδίου είναι καθολική 427

Σύγκριση γονιδιακής έκφρασης στα Βακτήρια, τα

Αρχαία και τα Ευκάρυα 427

Τελικά, τι είναι γονίδιο; Επανεξετάζοντας το ερώτημα 428



Διαφορική γονιδιακή έκφραση 439

Ρύθμιση της δομής της χρωματίνης 441

Ρύθμιση της έναρξης της μεταγραφής 443

Μηχανισμοί μετα-μεταγραφικής ρύθμισης 447

ΤΜΗΜΑ 18.3 Τα μη κωδικά RNA παίζουν πολλούς ρόλους στη ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης 450

Επίδραση των μικρών RNA (miRNA) και των μικρών παρεμβαλλόμενων RNA (siRNA) στο mRNA 450

Επαναδιαμόρφωση της χρωματίνης και αποσιώπηση της μεταγραφής από τα μικρά παρεμβαλλόμενα RNA 451

ΤΜΗΜΑ 18.4 Στους πολυκύτταρους οργανισμούς, το πρόγραμμα διαφορικής γονιδιακής έκφρασης οδηγεί στον σχηματισμό κυττάρων διαφορετικού τύπου 452

Το γενετικό πρόγραμμα της εμβρυϊκής ανάπτυξης 452

Κυτταροπλασματικοί καθοριστές και επαγωγικά σήματα 453

Διαδοχική ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης κατά την κυτταρική διαφοροποίηση 454

Σχηματισμός μορφοτύπου: Καταστρώνοντας το αρχιτεκτονικό σχέδιο του σώματος 456

ΤΜΗΜΑ 18.5 Ο καρκίνος είναι αποτέλεσμα γενετικών αλλαγών που επηρεάζουν τη ρύθμιση του κυτταρικού κύκλου 461

Τύποι γονιδίων που σχετίζονται με τον καρκίνο 461

Παραμβολή στα φυσιολογικά μονοπάτια κυτταρικής σηματοδότησης 462

Το μοντέλο πολυσταδιακής ανάπτυξης του καρκίνου 464

Κληρονομική προδιάθεση και άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνιση καρκίνου 465

18 Ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης 433

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Διευθύνοντας τη γενετική ορχήστρα 433

ΤΜΗΜΑ 18.1 Τα βακτήρια συχνά αποκρίνονται σε αλλαγές του περιβάλλοντος με ρύθμιση της μεταγραφής 434

Οπερόνια: Θεμελιώδης έννοια 435

Καταστέλλόμενα και επαγόμενα οπερόνια: Δύο τύποι αρνητικής γονιδιακής ρύθμισης 436

Θετική γονιδιακή ρύθμιση 438

ΤΜΗΜΑ 18.2 Η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης στους ευκαρυώτες μπορεί να γίνει σε διάφορα επίπεδα 439

19 Ιοί 471

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Μια ζωή δανεική 471

ΤΜΗΜΑ 19.1 Οι ιοί αποτελούνται από νουκλεϊκό οξύ μέσα σε ένα πρωτεϊνικό περίβλημα 472

Η ανακάλυψη των ιών: Επιστημονική διερεύνηση 472

Δομή των ιών 473

ΤΜΗΜΑ 19.2 Οι ιοί αναπαράγονται μόνο μέσα στα κύτταρα των ξενιστών τους 474

Γενικά χαρακτηριστικά του αναπαραγωγικού κύκλου των ιών 475

Αναπαραγωγικοί κύκλοι των φάγων 476

Αναπαραγωγικοί κύκλοι των ιών των ζώων 478

Εξέλιξη των ιών 480



ΤΜΗΜΑ 19.3 Οι ιοί, τα ιοειδή και τα πριόνια είναι πανίσχυρα παθογόνα των ζώων και των φυτών 482
 Ιογενείς ασθένειες στα ζώα 482
 Αναδυόμενοι ιοί 483
 Ιογενείς ασθένειες στα φυτά 485
 Ιοειδή και πριόνια: Οι απλούστεροι μολυσματικοί παράγοντες 486

20 Βιοτεχνολογία 491

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Το οπλοστάσιο ανάλυσης του DNA 491

ΤΜΗΜΑ 20.1 Η κλωνοποίηση του DNA παράγει πολλαπλά αντίγραφα ενός γονιδίου ή ενός άλλου τμήματος DNA 492

Κλωνοποίηση του DNA και εφαρμογές της:
 Προεπισκόπηση 493
 Η χρήση περιοριστικών ενζύμων για τη σύνθεση ανασυνδυασμένου DNA 493
 Κλωνοποίηση γονιδίου ευκαρυώτη σε πλασμίδιο βακτηρίου 494
 Έκφραση κλωνοποιημένων γονιδίων ευκαρυωτών 499
 Πολλαπλασιασμός DNA *in vitro*: Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR) 500

ΤΜΗΜΑ 20.2 Η τεχνολογία του DNA μάς επιτρέπει να μελετήσουμε την αλληλουχία, την έκφραση και τη λειτουργία των γονιδίων 502

Ηλεκτροφόρηση σε πήκτωμα και στύπωμα κατά Southern 502
 Αλληλούχηση του DNA 504
 Ανάλυση της γονιδιακής έκφρασης 507
 Προσδιορισμός της γονιδιακής λειτουργίας 509

ΤΜΗΜΑ 20.3 Η κλωνοποίηση οργανισμών μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή βλαστικών κυττάρων για έρευνα και άλλες εφαρμογές 510

Κλωνοποίηση φυτών: Καλλιέργειες από ένα μόνο αρχικό κύτταρο 510
 Κλωνοποίηση ζώων: Μεταμόσχευση πυρήνα 511
 Βλαστικά κύτταρα ζώων 514

ΤΜΗΜΑ 20.4 Οι πρακτικές εφαρμογές της τεχνολογίας του DNA επηρεάζουν τη ζωή μας ποικιλοτρόπως 516

Ιατρικές εφαρμογές 516
 Ιατροδικαστικά στοιχεία και γενετικά πρότυπα (προφίλ) 520
 Απορρύπανση του περιβάλλοντος 521
 Γεωργικές εφαρμογές 522
 Τεχνολογία του DNA και ζητήματα ασφάλειας και ηθικής 523

21 Τα γονιδιώματα και η εξέλιξή τους 529

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Εξετάζοντας τα φύλλα του δέντρου της ζωής 529

ΤΜΗΜΑ 21.1 Νέες προσεγγίσεις επιτάχυναν τον ρυθμό αλληλούχησης γονιδιωμάτων 530

Αλληλούχηση του DNA: Προσέγγιση σε τρία στάδια 530

Μέθοδος αλληλούχησης γονιδιώματος μέσω αλληλούχησης τυχαίων κομματιών DNA σε γονιδιωματική κλίμακα 531

ΤΜΗΜΑ 21.2 Χρήση της βιοπληροφορικής στην ανάλυση του γονιδιώματος και της λειτουργίας του 533

Βιοϋπολογιστικά εργαλεία και πηγές πληροφόρησης για την ανάλυση γονιδιωματικών αλληλουχιών 533

Εντοπισμός γονιδίων που κωδικοποιούν πρωτεΐνες ανάμεσα σε άλλες αλληλουχίες DNA 534

Κατανόηση των γονιδίων και των προϊόντων τους σε επίπεδο συστημάτων 535

ΤΜΗΜΑ 21.3 Τα γονιδιώματα έχουν ποικίλο μέγεθος, αριθμό γονιδίων και πυκνότητα γονιδίων 537

Μέγεθος του γονιδιώματος 537

Αριθμός γονιδίων 538

Πυκνότητα γονιδίων και μη κωδικό DNA 539

ΤΜΗΜΑ 21.4 Οι πολυκύτταροι ευκαρυώτες διαθέτουν υψηλό ποσοστό μη κωδικού DNA και πολλές πολυγονιδιακές οικογένειες 539

Μεταθετά στοιχεία και αλληλουχίες σχετικές με αυτά 540

Άλλες επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες DNA, μαζί με απλές αλληλουχίες DNA 542

Γονίδια και πολυγονιδιακές οικογένειες 543

ΤΜΗΜΑ 21.5 Διπλασιασμοί, αναδιτάξεις και μεταλλάξεις του DNA συμβάλλουν στην εξέλιξη του γονιδιώματος 544

Διπλασιασμός του συνόλου των χρωμοσωμάτων 544

Αλλαγές στη δομή των χρωμοσωμάτων 545

Διπλασιασμός και διαφοροποίηση περιοχών του DNA μεγέθους γονιδίου 546

Ανακατατάξεις τμημάτων γονιδίων: Διπλασιασμός και αναδιάταξη εξονίων 547

Πώς συμβάλλουν τα μεταθετά στοιχεία στην εξέλιξη του γονιδιώματος 548

ΤΜΗΜΑ 21.6 Η σύγκριση των γονιδιωματικών αλληλουχιών (συγκριτική γονιδιωματική) προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για την εξέλιξη και την ανάπτυξη 549

Σύγκριση γονιδιωμάτων 550

Σύγκριση αναπτυξιακών διαδικασιών 553

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α Απαντήσεις Α-1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β Ο περιοδικός πίνακας Β-1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ Το μετρικό σύστημα Γ-1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ Σύγκριση οπτικού και ηλεκτρονικού μικροσκοπίου Δ-1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε Ταξινόμηση των έμβιων όντων Ε-1

ΠΗΓΕΣ Π-1

ΓΛΩΣΣΑΡΙ Γ-1

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ Ι-1