

Μορφή και λειτουργία στα ζώα

1 Βασικές αρχές της ζωικής μορφής και λειτουργίας 5

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Διαφορετικές μορφές, ίδιες προκλήσεις 5

ΤΜΗΜΑ 1.1 Μορφή και λειτουργία είναι αλληλένδετες σε όλα τα επίπεδα οργάνωσης των ζωικών οργανισμών 6

Φυσικοί περιορισμοί στο μέγεθος και στο σχήμα του ζώου 6

Ανταλλαγή με το περιβάλλον 7

Ιεραρχική οργάνωση των μορφοτύπων 8

Δομή και λειτουργία των ιστών 9

Συντονισμός και έλεγχος 13

ΤΜΗΜΑ 1.2 Σε πολλά ζώα, το εσωτερικό περιβάλλον διατηρείται σταθερό μέσω αναδραστικών διεργασιών 15

Ρύθμιση και προσαρμογή 15

Ομοίωση 15

ΤΜΗΜΑ 1.3 Η μορφή, η λειτουργία και η συμπεριφορά επηρεάζουν τους ομοιοστατικούς μηχανισμούς θερμορρύθμισης 17

Ενδοθερμία και εξωθερμία 18

Μεταβολές στη θερμοκρασία του σώματος 18

Ισοσταθμίζοντας την απώλεια και την πρόσληψη θερμότητας 19

Θερμορρύθμιση και εγκλιματισμός 24

Φυσιολογικοί θερμοστάτες και πυρετός 24

ΤΜΗΜΑ 1.4 Οι ενεργειακές απαιτήσεις συνδέονται με το μέγεθος, τη δραστηριότητα και το περιβάλλον του ζώου 25

Κατανομή και χρήση της ενέργειας 25

Καταμέτρηση της χρήσης ενέργειας 26

Ελάχιστος μεταβολικός ρυθμός και θερμορρύθμιση 26

Παράγοντες που επηρεάζουν τον μεταβολικό ρυθμό 27

Ενεργειακό ισοζύγιο 28

Λήθαργος και εξοικονόμηση ενέργειας 29

2 Ζωική θρέψη 35

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Η ανάγκη για τροφή 35

ΤΜΗΜΑ 2.1 Η διατροφή πρέπει να προμηθεύει στον ζωικό οργανισμό χημική ενέργεια, οργανικά μόρια και τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά 36

Απαραίτητα θρεπτικά συστατικά 36

Ανεπάρκειες της διατροφής 40

Ποσοτικός προσδιορισμός των διατροφικών αναγκών 40

ΤΜΗΜΑ 2.2 Τα κύρια στάδια επεξεργασίας της τροφής είναι η πρόσληψη, η πέψη, η απορρόφηση και η αποβολή 43

Πεπτικά διαμερίσματα 44

ΤΜΗΜΑ 2.3 Το πεπτικό σύστημα των θηλαστικών αποτελείται από όργανα που ειδικεύονται σε διαδοχικά στάδια επεξεργασίας της τροφής 45

Η στοματική κοιλότητα, ο φάρυγγας και ο οισοφάγος 46

Η πέψη στον στόμαχο 47

Η πέψη στο λεπτό έντερο 49

Απορρόφηση στο λεπτό έντερο 50

Απορρόφηση στο παχύ έντερο 52

ΤΜΗΜΑ 2.4 Η εξελικτική προσαρμογή του πεπτικού συστήματος των σπονδυλωτών σχετίζεται με τη διατροφή τους 53

Ορισμένες προσαρμογές των δοντιών 53

Στόμαχος και προσαρμογές του εντέρου 54

Προσαρμογές αμοιβαίας ωφέλειας 55

ΤΜΗΜΑ 2.5 Στην ενεργειακή ισορροπία των ζωικών οργανισμών συμμετέχουν ομοιοστατικοί μηχανισμοί 56

Πηγές και αποθήκες ενέργειας 56

Υπεραισιμότητα και παχυσαρκία 57

Παχυσαρκία και εξέλιξη 58

3 Κυκλοφορία και ανταλλαγή αερίων 63

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Περιοχές συναλλαγής 63

ΤΜΗΜΑ 3.1 Το κυκλοφορικό σύστημα συνδέει τις επιφάνειες ανταλλαγής ουσιών με τα κύτταρα ολόκληρου του σώματος 64

Γαστραγγειακή κοιλότητα 64

Ανοικτό και κλειστό κυκλοφορικό σύστημα 64

Οργάνωση του κυκλοφορικού συστήματος των σπονδυλωτών 66

ΤΜΗΜΑ 3.2 Η διπλή κυκλοφορία των θηλαστικών βασίζεται σε συντονισμένους κύκλους καρδιακής συστολής 69

Η κυκλοφορία στα θηλαστικά 69

Η καρδιά των θηλαστικών: Αναλυτική εξέταση 70

Διατήρηση του ρυθμικού χτύπου της καρδιάς 71

ΤΜΗΜΑ 3.3 Τα πρότυπα της πίεσης και της ροής του αίματος αντανakλούν τη δομή και τη διάταξη των αιμοφόρων αγγείων 72

Δομή και λειτουργία των αιμοφόρων αγγείων 72

Ταχύτητα της ροής του αίματος 73

Πίεση του αίματος 73

Λειτουργία των τριχοειδών αγγείων 74

Επιστροφή υγρών μέσω του λεμφικού συστήματος 78

ΤΜΗΜΑ 3.4 Τα συστατικά του αίματος συμμετέχουν στην ανταλλαγή και τη μεταφορά ουσιών, και στην άμυνα του οργανισμού 78

Σύνθεση και λειτουργία του αίματος 78

Καρδιαγγειακές παθήσεις 82

ΤΜΗΜΑ 3.5 Η ανταλλαγή αερίων πραγματοποιείται μεταξύ εξειδικευμένων αναπνευστικών επιφανειών 83

Διαβαθμίσεις μερικής πίεσης κατά την ανταλλαγή αερίων 83
Αναπνευστικά μέσα 84
Αναπνευστικές επιφάνειες 84
Τα βράγχια των υδρόβιων ζώων 85
Τα τραχειακά συστήματα των εντόμων 86
Πνεύμονες 87

ΤΜΗΜΑ 3.6 Η αναπνοή προκαλεί οξυγόνωση των πνευμόνων 89

Πώς αναπνέουν τα αμφίβια 89
Πώς αναπνέουν τα θηλαστικά 89
Πώς αναπνέουν τα πτηνά 90
Έλεγχος της αναπνοής στον άνθρωπο 90

ΤΜΗΜΑ 3.7 Η δέσμευση και η μεταφορά αερίων μέσω χρωστικών ουσιών αποτελούν προσαρμογές που αφορούν την ανταλλαγή των αερίων 92

Συντονισμός μεταξύ κυκλοφορίας και ανταλλαγής αερίων 92
Αναπνευστικές χρωστικές 92
Ζώα-πρωταθλητές 94

4 Το ανοσοποιητικό σύστημα 101

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Αναγνώριση και απόκριση 101

ΤΜΗΜΑ 4.1 Στην εγγενή ανοσία, η αναγνώριση και η απόκριση βασίζονται σε κοινά γνωρίσματα των παθογόνων 102

Εγγενής ανοσία στα ασπόνδυλα 102
Εγγενής ανοσία στα σπονδυλωτά 104
Πώς διαφεύγουν τα παθογόνα από το εγγενές ανοσοποιητικό σύστημα 108

ΤΜΗΜΑ 4.2 Στην επίκτητη ανοσία, οι υποδοχείς των λεμφοκυττάρων προσφέρουν εξειδικευμένη αναγνώριση των παθογόνων 108

Επίκτητη ανοσία: *Επισκόπηση* 108
Αναγνώριση των αντιγόνων από τα λεμφοκύτταρα 109
Ανάπτυξη των λεμφοκυττάρων 111

ΤΜΗΜΑ 4.3 Η επίκτητη ανοσία προστατεύει τον οργανισμό από λοιμώξεις των κυττάρων και των υγρών του σώματος 115

Βοηθητικά κύτταρα T: Απόκριση σε όλα σχεδόν τα αντιγόνα 116
Κυτταροτοξικά κύτταρα T: Απόκριση στα μολυσμένα κύτταρα 116
Κύτταρα B: Απόκριση στα εξωκυττάρια παθογόνα 117
Ενεργητική και παθητική ανοσοποίηση 120
Ανοσιακή απόρριψη 121

ΤΜΗΜΑ 4.4 Διαταραχές στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες ή να τις επιδεινώσουν 122

Υπερβολική ανοσοαπόκριση, ανοσοαπόκριση εναντίον του εαυτού και μειωμένη ανοσοαπόκριση 122
Αποφυγή της επίκτητης ανοσοαπόκρισης από τα παθογόνα 124
Καρκίνος και ανοσία 126

5 Ωσμορρύθμιση και απέκκριση 131

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Μια πράξη εξισορρόπησης 131

ΤΜΗΜΑ 5.1 Η ωσμορρύθμιση εξισορροπεί την πρόσληψη και την απώλεια νερού και διαλυμένων ουσιών 132

Ωσμωση και ωσμομοριακότητα 132

Ωσμωτικές αντιξοότητες 132
Το ενεργειακό ισοζύγιο της ωσμορρύθμισης 135
Μεταφορικό επιθήλιο στην ωσμορρύθμιση 136

ΤΜΗΜΑ 5.2 Τα αποβαλλόμενα αζωτούχα προϊόντα του μεταβολισμού ενός ζώου αντανακλούν τη φυλογένεσή του και το περιβάλλον όπου ζει 137

Μορφές αζωτούχων αποβλήτων 137
Η επίδραση της εξέλιξης και του περιβάλλοντος στα αζωτούχα απόβλητα 139

ΤΜΗΜΑ 5.3 Τα απεκκριτικά συστήματα πολλών οργανισμών αποτελούν παραλλαγές μιας βασικής δομής σωληνίσκων 139

Διεργασίες απέκκρισης 139
Επισκόπηση των απεκκριτικών συστημάτων 140
Δομή του απεκκριτικού συστήματος των θηλαστικών 142

ΤΜΗΜΑ 5.4 Η οργάνωση του νεφρώνα προσφέρεται για τη βαθμιαία επεξεργασία του διηθήματος του αίματος 144

Από το διήθημα του αίματος στα ούρα: *Αναλυτική θεώρηση* 144
Διαβαθμίσεις διαλυμένων ουσιών και εξοικονόμηση νερού 146
Προσαρμογές του νεφρού των σπονδυλωτών σε διάφορα περιβάλλοντα 148

ΤΜΗΜΑ 5.5 Η λειτουργία των νεφρών, η υδατική ισορροπία και η πίεση του αίματος συνδέονται μέσω ορμονικών κυκλωμάτων 149

Αντιδιουρητική ορμόνη 150
Το σύστημα ρενίνης-αγγειοτασίνης-αλδοστερόνης 152
Ρύθμιση της ομοιόστασης των νεφρών 152

6 Ορμόνες και ενδοκρινικό σύστημα 157

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Οι εξ αποστάσεως ρυθμιστές της μορφής του σώματος 157

ΤΜΗΜΑ 6.1 Οι ορμόνες και τα άλλα σηματοδοτικά μόρια προσδένονται σε υποδοχείς-στόχους, πυροδοτώντας ειδικά μονοπάτια απόκρισης 158

Τύποι εκκρινόμενων σηματοδοτικών μορίων 158
Χημικές κατηγορίες ορμονών 159
Τοπογραφία των ορμονικών υποδοχέων: *Επιστημονική διερεύνηση* 160
Μονοπάτια κυτταρικής απόκρισης 161
Ορμόνες με πολλαπλές επιδράσεις 162
Σηματοδότηση από τοπικούς ρυθμιστές 163

ΤΜΗΜΑ 6.2 Η αρνητική ανάδραση και τα ζεύγη ανταγωνιστικών ορμονών είναι κοινά γνωρίσματα του ενδοκρινικού συστήματος 164

Απλά ορμονικά μονοπάτια 164
Ινσουλίνη και γλυκαγόνη: Ρύθμιση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα 165

ΤΜΗΜΑ 6.3 Το ενδοκρινικό και το νευρικό σύστημα δρουν ανεξάρτητα και σε συνεργασία για τη ρύθμιση της φυσιολογίας των ζώων 167

Συντονισμός ενδοκρινικού και νευρικού συστήματος στα ασπόνδυλα 168
Συντονισμός ενδοκρινικού και νευρικού συστήματος στα σπονδυλωτά 169
Ορμόνες του οπίσθιου λοβού της υπόφυσης 169
Ορμόνες του πρόσθιου λοβού της υπόφυσης 171

ΤΜΗΜΑ 6.4 Οι ενδοκρινείς αδένες αποκρίνονται σε ποικίλα ερεθίσματα για τη ρύθμιση του μεταβολισμού, της ομοιόστασης, της ανάπτυξης και της συμπεριφοράς 174

- Θυρεοειδική ορμόνη: Ρύθμιση του μεταβολισμού και της ανάπτυξης 174
- Παραθυρεοειδική ορμόνη και βιταμίνη D: Ρύθμιση των επιπέδων ασβεστίου του αίματος 175
- Ορμόνες των επινεφριδίων: Απόκριση στο στρες 176
- Φυλετικές ορμόνες των γονάδων 178
- Μελατονίνη και βιορρυθμοί 179

7 Η αναπαραγωγή των ζώων 183

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Ζευγαρώνοντας με σκοπό τη φυλετική αναπαραγωγή 183

ΤΜΗΜΑ 7.1 Στο ζωικό βασίλειο συμβαίνει τόσο αφυλετική όσο και φυλετική αναπαραγωγή 183

- Μηχανισμοί αφυλετικής αναπαραγωγής 184
- Φυλετική αναπαραγωγή: ένα εξελικτικό αίνιγμα 184
- Αναπαραγωγικοί κύκλοι και πρότυπα 185

ΤΜΗΜΑ 7.2 Η γονιμοποίηση βασίζεται σε μηχανισμούς που φέρνουν σε επαφή σπερματοζωάρια και ωάρια του ίδιου είδους 187

- Διασφαλίζοντας την επιβίωση των απογόνων 188
- Παραγωγή και διάθεση γαμετών 188

ΤΜΗΜΑ 7.3 Τα αναπαραγωγικά όργανα παράγουν και μεταφέρουν τους γαμέτες 191

- Ανατομία του αναπαραγωγικού συστήματος της γυναίκας 191
- Ανατομία του αναπαραγωγικού συστήματος του άνδρα 192
- Σεξουαλική απόκριση στον άνθρωπο 194

ΤΜΗΜΑ 7.4 Ο χρονισμός και το πρότυπο της μείωσης στα θηλαστικά διαφέρει από φύλο σε φύλο 195

ΤΜΗΜΑ 7.5 Η αναπαραγωγή στα θηλαστικά ρυθμίζεται από την αλληλεπίδραση τροπικών και φυλετικών ορμονών 198

- Ορμονικός έλεγχος του αναπαραγωγικού συστήματος των ανδρών 198
- Οι αναπαραγωγικοί κύκλοι της γυναίκας 199

ΤΜΗΜΑ 7.6 Στα πλακουντοφόρα θηλαστικά, το έμβρυο αναπτύσσεται πλήρως στη μήτρα της μητέρας 201

- Σύλληψη, εμβρυϊκή ανάπτυξη και τοκετός 201
- Ανοσιακή ανοχή της μητέρας προς το έμβρυο 205
- Αντισύλληψη και έκτρωση 205
- Σύγχρονες τεχνολογίες αναπαραγωγής 207

8 Η ανάπτυξη των ζώων 213

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Ένα σχέδιο κατασκευής του σώματος 213

ΤΜΗΜΑ 8.1 Μετά τη γονιμοποίηση, η εμβρυϊκή ανάπτυξη προχωρά μέσω της αυλάκωσης, της γαστριδίωσης και της οργανογένεσης 214

- Γονιμοποίηση 214
- Αυλάκωση 218
- Γαστριδίωση 220
- Οργανογένεση 224
- Αναπτυξιακές προσαρμογές των αμνιωτών 226
- Ανάπτυξη των θηλαστικών 226

ΤΜΗΜΑ 8.2 Η μορφογένεση στα ζώα περιλαμβάνει συγκεκριμένες αλλαγές στο σχήμα, τη θέση και την προσκόλληση των κυττάρων 229

- Κυτταροσκελετός, κυτταρική κινητικότητα και συγκλίνουσα επέκταση 229
- Ο ρόλος των μορίων κυτταρικής συγκόλλησης και η εξωκυττάρια θεμέλια ουσία 230

ΤΜΗΜΑ 8.3 Η αναπτυξιακή τύχη των κυττάρων εξαρτάται από την ιστορία τους και από επαγωγικά σήματα 232

- Χαρτογράφηση της αναπτυξιακής τύχης 233
- Δημιουργία κυτταρικών ασυμμετριών 234
- Καθορισμός της κυτταρικής τύχης και σχηματισμός μορφοτύπου από επαγωγικά σήματα 236

9 Νευρώνες, συνάψεις και νευρικά σήματα 243

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Γραμμές επικοινωνίας 243

ΤΜΗΜΑ 9.1 Η λειτουργία της μετάδοσης πληροφοριών εξαρτάται από την οργάνωση και τη δομή των νευρώνων 244

- Εισαγωγή στην επεξεργασία των πληροφοριών 244
- Δομή και λειτουργία των νευρώνων 245

ΤΜΗΜΑ 9.2 Αντλίες ιόντων και δίαυλοι ιόντων διατηρούν σταθερό το δυναμικό ηρεμίας ενός νευρώνα 246

- Σχηματισμός του δυναμικού ηρεμίας 246
- Ένα μοντέλο για το δυναμικό ηρεμίας 247

ΤΜΗΜΑ 9.3 Τα δυναμικά ενέργειας είναι τα σήματα που άγονται από νευράξονες 249

- Παραγωγή δυναμικών ενέργειας 249
- Γένεση δυναμικών ενέργειας: Αναλυτική θεώρηση 250
- Αγωγή των δυναμικών ενέργειας 252

ΤΜΗΜΑ 9.4 Οι νευρώνες επικοινωνούν με άλλα κύτταρα μέσω των συνάψεων 254

- Γένεση των μετασυναπτικών δυναμικών 254
- Άθροιση των μετασυναπτικών δυναμικών 255
- Ρυθμιζόμενη συναπτική διαβίβαση 256
- Νευροδιαβιβαστές 257

10 Νευρικά συστήματα 263

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Κέντρο εντολών και ελέγχου 263

ΤΜΗΜΑ 10.1 Τα νευρικά συστήματα αποτελούνται από κυκλώματα νευρώνων και υποστηρικτικά κύτταρα 264

- Οργάνωση του νευρικού συστήματος των σπονδυλωτών 265
- Το περιφερικό νευρικό σύστημα 267

ΤΜΗΜΑ 10.2 Ο εγκέφαλος των σπονδυλωτών αποτελείται από εξειδικευμένες επιμέρους περιοχές 269

- Το εγκεφαλικό στέλεχος 269
- Η παρεγκεφαλίδα 271
- Ο διάμεσος εγκέφαλος 272
- Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια 273
- Εξέλιξη της γνωστικής λειτουργίας στα σπονδυλωτά 274

ΤΜΗΜΑ 10.3 Ο φλοιός των εγκεφαλικών ημισφαιρίων ελέγχει τις εκούσιες κινήσεις και τις γνωστικές λειτουργίες 275

- Επεξεργασία των πληροφοριών στον φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων 275
- Γλώσσα και ομιλία 277
- Πλαγίωση της φλοιικής λειτουργίας 277
- Συναισθήματα 278
- Συνείδηση 278

ΤΜΗΜΑ 10.4 Η μνήμη και η μάθηση βασίζονται σε αλλαγές των συναπτικών συνδέσεων 279

- Νευρωνική πλαστικότητα 279

Μνήμη και μάθηση 280
Μακρόχρονη ενδυνάμωση 281

ΤΜΗΜΑ 10.5 Οι διαταραχές του νευρικού συστήματος είναι δυνατό να εξηγηθούν σε μοριακό επίπεδο 282

Σχιζοφρένεια 282
Κατάθλιψη 283
Εθισμός σε ουσίες και το σύστημα ανταμοιβής του εγκεφάλου 283
Νόσος Alzheimer 284
Νόσος Parkinson 285
Θεραπεία με βλαστικά κύτταρα 285

11 Αισθητικοί και κινητικοί μηχανισμοί 289

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Αίσθηση και δράση 289

ΤΜΗΜΑ 11.1 Οι αισθητικοί υποδοχείς μετατρέπουν την ενέργεια του ερεθίσματος σε νευρικές ώσεις και τις διαβιβάζουν στο κεντρικό νευρικό σύστημα 290

Αισθητικές οδοί 290
Τύποι αισθητικών υποδοχέων 292

ΤΜΗΜΑ 11.2 Οι μηχανοϋποδοχείς που είναι υπεύθυνοι για την ακοή και την ισορροπία ανιχνεύουν τις κινήσεις υγρών ή σωματιδίων 294

Αίσθηση της βαρύτητας και του ήχου στα ασπόνδυλα 294
Ακοή και ισορροπία στα θηλαστικά 295
Ακοή και ισορροπία στα άλλα σπονδυλωτά 299

ΤΜΗΜΑ 11.3 Οι αισθήσεις της γεύσης και της όσφρησης βασίζονται σε παραπλήσιες ομάδες αισθητικών υποδοχέων 300

Η γεύση στα θηλαστικά 300
Η όσφρηση στον άνθρωπο 302

ΤΜΗΜΑ 11.4 Οι μηχανισμοί της όρασης είναι παρόμοιοι σε όλα τα ζωικά είδη 303

Η όραση στα ασπόνδυλα 303
Το οπτικό σύστημα των σπονδυλωτών 305

ΤΜΗΜΑ 11.5 Η μυϊκή λειτουργία απαιτεί τη φυσική αλληλεπίδραση πρωτεϊνικών νηματίων 310

Οι σκελετικοί μύες των σπονδυλωτών 310
Άλλοι τύποι μυών 316

ΤΜΗΜΑ 11.6 Τα σκελετικά συστήματα μετατρέπουν τη μυϊκή σύσπαση σε κίνηση 317

Τύποι σκελετικών συστημάτων 318
Τύποι μετακίνησης 320
Ενεργειακό κόστος της μετακίνησης 321

12 Συμπεριφορά των ζώων 327

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ Χορεύουμε; 327

ΤΜΗΜΑ 12.1 Απλά αισθητικά σήματα μπορούν να προκαλέσουν απλές αλλά και σύνθετες συμπεριφορές 328

Στερεότυπες αποκρίσεις 328
Προσανατολισμένη κίνηση 329
Συμπεριφορικοί ρυθμοί 330
Ζωικά σήματα και επικοινωνία 331

ΤΜΗΜΑ 12.2 Η μάθηση εδραιώνει εξειδικευμένες συνδέσεις μεταξύ εμπειρίας και συμπεριφοράς 333

Εξοικείωση 334
Εγχάραξη 334
Χωρική μάθηση 334
Συνειρμική μάθηση 336
Γνωστική λειτουργία και επίλυση προβλημάτων 337
Ανάπτυξη επίκτητων συμπεριφορών 337

ΤΜΗΜΑ 12.3 Στην ανάπτυξη συμπεριφορών συμβάλουν η γενετική σύσταση και το περιβάλλον 338

Εμπειρία και συμπεριφορά 338
Ρυθμιστικά γονίδια και συμπεριφορά 339
Συμπεριφορικές παραλλαγές με γενετική βάση σε φυσικούς πληθυσμούς 339
Επίδραση της παραλλαγής σε έναν μόνο γενετικό τόπο 341

ΤΜΗΜΑ 12.4 Οι περισσότερες συμπεριφορές αποτελούν προϊόν εξελικτικής πίεσης για ατομική επιβίωση και αναπαραγωγική επιτυχία 342

Συμπεριφορά αναζήτησης τροφής 343
Συμπεριφορά ζευγαρώματος και επιλογή συντρόφου 344

ΤΜΗΜΑ 12.5 Η αλτρουιστική κοινωνική συμπεριφορά αιτιολογείται εξελικτικά από την εγκλείουσα αρμοστικότητα 349

Αλτρουισμός 349
Εγκλείουσα αρμοστικότητα 349
Κοινωνική μάθηση 351

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α Απαντήσεις

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β Ο περιοδικός πίνακας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ Το μετρικό σύστημα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ Σύγκριση οπτικού και ηλεκτρονικού μικροσκοπίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε Ταξινόμηση των έμβιων όντων

ΠΗΓΕΣ

ΓΛΩΣΣΑΡΙ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ