

Περιεχόμενα

Σχετικά με τους συγγραφείς	iv
Πρόλογος.....	xv
Ευχαριστίες.....	xviii

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Εισαγωγή στη χημεία της ζωής..... 1

1. Η προέλευση της ζωής.....	2
Α. Τα βιολογικά μόρια προέρχονται από μη έμβια ύλη.....	2
Β. Σύνθετα αυτοδιπλασιαζόμενα συστήματα που εξελίχθηκαν από απλά μόρια.....	3
2. Η αρχιτεκτονική του κυττάρου	5
Α. Τα κύτταρα εκτελούν μεταβολικές αντιδράσεις.....	5
Β. Υπάρχουν δύο τύποι κυττάρων: οι προκαρυώτες και οι ευκαρυώτες.....	6
Γ. Τα μοριακά δεδομένα αποκαλύπτουν τρεις εξελιγμένες επικράτειες οργανισμών.....	7
Δ. Οι οργανισμοί συνεχίζουν να εξελίσσονται.....	8
3. Θερμοδυναμική.....	9
Α. Ο πρώτος νόμος της θερμοδυναμικής δηλώνει την αρχή διατήρησης της ενέργειας.....	10
Β. Ο δεύτερος νόμος της θερμοδυναμικής δηλώνει ότι η εντροπία τείνει να αυξάνεται.....	11
Γ. Η μεταβολή της ελεύθερης ενέργειας καθορίζει την αυθορμητικότητα της διεργασίας.....	12
Δ. Η μεταβολή της ελεύθερης ενέργειας μπορεί να υπολογιστεί από τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων και των προϊόντων.....	14
Ε. Η ζωή επιτυγχάνει την ομοιόσταση υπακούοντας στους νόμους της θερμοδυναμικής.....	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Το νερό..... 21

1. Οι φυσικές ιδιότητες του νερού.....	21
Α. Το νερό είναι ένα πολικό μόριο.....	22
Β. Οι υδρόφιλες ουσίες διαλύονται στο νερό.....	25
Γ. Το υδρόφοβο φαινόμενο προκαλεί τη συσσωμάτωση των μη πολικών ουσιών στο νερό.....	26
Δ. Μετακίνηση νερού με ώσμωση και διαλυμένων ουσιών με διάχυση.....	28
2. Οι χημικές ιδιότητες του νερού.....	30
Α. Το νερό ιονίζεται σχηματίζοντας H^+ και OH^-	30
Β. Τα οξέα και οι βάσεις μεταβάλλουν το pH.....	31
Γ. Τα ρυθμιστικά διαλύματα αντιστέκονται στις μεταβολές του pH.....	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Νουκλεοτίδια, νουκλεϊνικά οξέα και γενετική πληροφορία..... 39

1. Τα νουκλεοτίδια.....	40
2. Εισαγωγή στη δομή των νουκλεϊνικών οξέων.....	42
Α. Τα νουκλεϊνικά οξέα είναι πολυμερή των νουκλεοτιδίων.....	42
Β. Το DNA σχηματίζει διπλή έλικα.....	43
Γ. Το RNA είναι μονόκλωνο νουκλεϊνικό οξύ.....	46
3. Επισκόπηση της λειτουργίας των νουκλεϊνικών οξέων.....	46
Α. Το DNA περιέχει τη γενετική πληροφορία.....	46
Β. Τα γονίδια κατευθύνουν την πρωτεϊνική σύνθεση.....	47
4. Η αλληλούχιση των νουκλεϊνικών οξέων.....	49
Α. Οι ενδονουκλεάσες περιορισμού διασπούν το DNA σε ειδικές αλληλουχίες.....	49
Β. Η ηλεκτροφόρηση διαχωρίζει τα νουκλεϊνικά σύμφωνα με το μέγεθός τους.....	50
Γ. Η παραδοσιακή αλληλούχιση του DNA χρησιμοποιεί τη μέθοδο τερματισμού της αλυσίδας.....	52
Δ. Οι τεχνολογίες αλληλούχισης της επόμενης γενιάς είναι μαζικά παράλληλες.....	54
Ε. Ολόκληρες αλληλουχίες γονιδιωμάτων έχουν αλληλουχηθεί.....	56
Ζ. Η εξέλιξη προκύπτει από τις μεταλλάξεις αλληλουχιών.....	57
5. Τροποποιώντας το DNA.....	59
Α. Το κλωνοποιημένο DNA είναι ένα ενισχυμένο αντίγραφο.....	59
Β. Οι DNA βιβλιοθήκες είναι συλλογές κλωνοποιημένων τμημάτων του DNA.....	62
Γ. Το DNA ενισχύεται από την αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης.....	64
Δ. Η τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA έχει πολλαπλές πρακτικές εφαρμογές.....	65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Τα αμινοξέα..... 73

1. Η δομή των αμινοξέων.....	73
Α. Τα αμινοξέα είναι διπολικά ιόντα.....	74

B. Οι πεπτιδικοί δεσμοί συνδέουν τα αμινοξέα	76
Γ. Οι πλευρικές αλυσίδες των αμινοξέων είναι μη πολικές, πολικές ή φορτισμένες	77
Δ. Οι τιμές pK των ιονιζόμενων ομάδων εξαρτώνται από τις γειτονικές ομάδες	79
E. Τα αμινοξέα γράφονται με τη σύντμηση του ονόματός τους	79
2. Στερεοχημεία	80
3. Τα παράγωγα των αμινοξέων	83
A. Οι πλευρικές αλυσίδες των αμινοξέων μπορούν να τροποποιηθούν	83
B. Ορισμένα αμινοξέα είναι βιολογικώς ενεργά	83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Πρωτεΐνες: πρωτοταγής δομή	89
1. Ποικιλομορφία πολυπεπτιδίων	90
2. Καθαρισμός και ανάλυση πρωτεϊνών	91
A. Ο καθαρισμός των πρωτεϊνών απαιτεί στρατηγική	92
B. Η εξαλάτωση διαχωρίζει τις πρωτεΐνες σύμφωνα με τη διαλυτότητά τους	94
Γ. Στη χρωματογραφία αναπτύσσονται αλληλεπιδράσεις μεταξύ της στατικής και της κινητής φάσης	95
Δ. Η ηλεκτροφόρηση διαχωρίζει μόρια σύμφωνα με το φορτίο και το μέγεθός τους	98
E. Η υπερφυγοκέντρωση διαχωρίζει τα μακρομόρια σύμφωνα με τη μάζα τους	100
3. Αλληλούχηση πρωτεϊνών	101
A. Το πρώτο βήμα είναι ο διαχωρισμός των υπομονάδων	103
B. Οι πολυπεπτιδικές αλυσίδες διασπώνται	103
Γ. Η αποικοδόμηση κατά Edman απομακρύνει ένα αμινοξύ από το αμινο-τελικό άκρο του πεπτιδίου	105
Δ. Τα πεπτίδια μπορούν να αλληλουχηθούν με φασματοσκοπία μάζας	107
E. Οι ανακατασκευασμένες πρωτεϊνικές αλληλουχίες μπορούν να αποθηκευτούν σε βάσεις δεδομένων	109
4. Η εξέλιξη των πρωτεϊνών	110
A. Οι πρωτεϊνικές αλληλουχίες δείχνουν εξελικτικές σχέσεις	111
B. Οι πρωτεΐνες εξελίσσονται βιολογικά με τον μηχανισμό διπλασιασμού των γονιδίων ή των γονιδιακών τμημάτων	114
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Πρωτεΐνες: τριδιάστατη δομή	121
1. Δευτεροταγής δομή	122
A. Το επίπεδο της ομάδας ατόμων που συνιστούν τον πεπτιδικό δεσμό περιορίζει τις στερεοδιαμορφώσεις των πολυπεπτιδίων	122
B. Οι συνθέςστερες κανονικές δευτεροταγείς δομές είναι της α -έλικας και του β -ελάσματος	124
Γ. Οι ινώδεις πρωτεΐνες διαθέτουν επαναλαμβανόμενες δευτεροταγείς δομές	128
Δ. Οι περισσότερες πρωτεΐνες έχουν μη επαναλαμβανόμενες δομές	132
2. Τριτοταγής δομή	133
A. Οι πρωτεϊνικές δομές καθορίζονται με τις τεχνικές της κρυσταλλογραφίας ακτίνων X, του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού και της κρυο-ηλεκτρονικής μικροσκοπίας	134
B. Η τοποθέτηση των πλευρικών αλυσίδων ποικίλλει ανάλογα με την πολικότητα	137
Γ. Οι τριτοταγείς δομές περιέχουν συνδυασμούς των δευτεροταγών δομών	138
Δ. Η δομή συντηρείται περισσότερο από ό,τι η αλληλουχία	140
E. Η δομική βιοπληροφορική παρέχει εργαλεία για την αποθήκευση, την οπτικοποίηση και τη σύγκριση πληροφοριών των πρωτεϊνικών δομών	142
3. Τεταρτοταγής δομή και συμμετρία	144
4. Πρωτεϊνική σταθερότητα	146
A. Οι πρωτεΐνες σταθεροποιούνται από διάφορες δυνάμεις	146
B. Οι πρωτεΐνες μπορούν να υποστούν μετουσίωση και επαναδιάταξη	148
5. Πρωτεϊνική αναδίπλωση	151
A. Οι πρωτεΐνες ακολουθούν κανόνες αναδίπλωσης	152
B. Οι μοριακές πρωτεΐνες—συνοδοί βοηθούν στην αναδίπλωση των πρωτεϊνών	154
Γ. Πολλές ασθένειες προκαλούνται από μη φυσιολογική αναδίπλωση	158
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Πρωτεϊνική λειτουργία: μυοσφαιρίνη και αιμοσφαιρίνη, μυϊκή σύσπαση και αντισώματα	165
1. Το οξυγόνο συνδέεται με τη μυοσφαιρίνη και την αιμοσφαιρίνη	166
A. Η μυοσφαιρίνη είναι μια μονομερής πρωτεΐνη που συνδέεται με το οξυγόνο	166
B. Η αιμοσφαιρίνη είναι τετραμερές με δύο στερεοδιαμορφώσεις	169
Γ. Το οξυγόνο προσδένεται συνεργατικά στην αιμοσφαιρίνη	171
Δ. Οι δύο στερεοδιαμορφώσεις της αιμοσφαιρίνης παρουσιάζουν διαφορετική συγγένεια για το οξυγόνο	174
E. Οι μεταλλάξεις μπορούν να μεταβάλλουν τη δομή και τη λειτουργία της αιμοσφαιρίνης	180
2. Μυϊκή σύσπαση	183
A. Οι μύες αποτελούνται από αλληλοσυνδεδεμένα παχιά και λεπτά νημάτια	183
B. Η μυϊκή σύσπαση συμβαίνει όταν οι κεφαλές της μυοσίνης διατρέχουν τα λεπτά νημάτια	190
Γ. Η ακτίνη σχηματίζει νημάτια στα μη μυϊκά κύτταρα	190

3. Αντισώματα.....	193
Α. Τα αντισώματα έχουν σταθερές και μεταβλητές περιοχές	193
Β. Τα αντισώματα αναγνωρίζουν μεγάλη ποικιλία αντιγόνων.....	195
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 Υδατάνθρακες.....	203
1. Μονοσακχαρίτες.....	204
Α. Οι μονοσακχαρίτες είναι αλδόζες ή κετόζες	204
Β. Οι μονοσακχαρίτες διαφέρουν ως προς τη στερεοδιάταξη και τη στερεοδιαμόρφωση.....	204
Γ. Τα σάκχαρα μπορούν να τροποποιηθούν και να συνδεθούν ομοιοπολικά	207
2. Πολυσακχαρίτες	210
Α. Η λακτόζη και η σουκρόζη είναι δισακχαρίτες	210
Β. Η κυτταρίνη και η χιτίνη είναι δομικοί πολυσακχαρίτες.....	212
Γ. Το άμυλο και το γλυκογόνο είναι πολυσακχαρίτες αποθήκευσης.....	213
Δ. Οι γλυκοσαμινογλυκάνες σχηματίζουν άκρως ενυδατωμένες πηκτές.....	214
3. Γλυκοπρωτεΐνες.....	217
Α. Οι πρωτεογλυκάνες περιέχουν γλυκοσαμινογλυκάνες	217
Β. Τα κυτταρικά τοιχώματα των βακτηρίων κατασκευάζονται από πεπτιδογλυκάνη	218
Γ. Πολλές ευκαρυωτικές πρωτεΐνες είναι γλυκοσυλιωμένες	219
Δ. Οι ολιγοσακχαρίτες μπορούν να καθορίσουν τη δομή, τη λειτουργία και την αναγνώριση των γλυκοπρωτεϊνών	222
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 Λιπίδια και βιολογικές μεμβράνες	227
1. Ταξινόμηση λιπιδίων.....	228
Α. Οι ιδιότητες των λιπαρών οξέων εξαρτώνται από τις αλυσίδες των υδρογονανθράκων τους.....	228
Β. Οι τριακυλογλυκερόλες περιέχουν τρία εστεροποιημένα λιπαρά οξέα.....	229
Γ. Τα γλυκεροφωσfolιπίδια είναι αμφίφιλα	230
Δ. Τα σφίγγολιπίδια είναι παράγωγα αμινο-αλκοόλης	233
Ε. Τα στεροειδή περιέχουν τέσσερις συγχωνευμένους δακτύλιους	235
Ζ. Άλλα λιπίδια εκτελούν ποικίλους μεταβολικούς ρόλους.....	237
2. Λιπιδική διπλοστιβάδα	240
Α. Ο σχηματισμός της διπλοστιβάδας καθοδηγείται από υδρόφοβη επίδραση	240
Β. Οι λιπιδικές διπλοστιβάδες έχουν ιδιότητες που μοιάζουν με αυτές των υγρών.....	241
3. Μεμβρανικές πρωτεΐνες	243
Α. Οι ενσωματωμένες μεμβρανικές πρωτεΐνες αλληλεπιδρούν με τα υδρόφοβα λιπίδια.....	243
Β. Οι πρωτεΐνες που συνδέονται με λιπίδια ακινητοποιούνται στη διπλοστιβάδα	248
Γ. Οι περιφερειακές πρωτεΐνες συσχετίζονται ελαφρώς με τις μεμβράνες	249
4. Δομή και συναρμολόγηση της μεμβράνης	249
Α. Το μοντέλο του ρευστού μωσαϊκού αιτιολογεί την πλευρική διάχυση	250
Β. Ο σκελετός της μεμβράνης βοηθά στον καθορισμό της μορφής του κυττάρου	250
Γ. Τα λιπίδια της μεμβράνης είναι κατανεμημένα ασύμμετρα	254
Δ. Η εκκριτική οδός δημιουργεί τις εκκρινόμενες και διαμεμβρανικές πρωτεΐνες	257
Ε. Τα ενδοκυττάρια κυστιδία μεταφέρουν πρωτεΐνες.....	260
Ζ. Οι πρωτεΐνες μεσολαβούν στη σύντηξη των κυστιδίων.....	264
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 Μεμβρανική μεταφορά.....	273
1. Η θερμοδυναμική της μεταφοράς	273
2. Παθητική διαμεσολαβούμενη μεταφορά	275
Α. Τα ιοντοφόρα μεταφέρουν ιόντα διαμέσου μεμβρανών.....	275
Β. Οι πορίνες περιέχουν β-βαρέλια	276
Γ. Οι ιοντικοί διάυλοι είναι εξαιρετικά επιλεκτικοί.....	277
Δ. Οι ακουαπορίνες μεσολαβούν στη διαμεμβρανική κίνηση του νερού.....	283
Ε. Οι πρωτεΐνες μεταφοράς εναλλάσσονται μεταξύ δύο στερεοδιαμορφώσεων.....	284
3. Ενεργός μεταφορά.....	288
Α. Η ΑΤΡάση Na^+-K^+ μεταφέρει ιόντα σε αντίθετες κατευθύνσεις	289
Β. Η ΑΤΡάση Ca^{2+} αντλεί Ca^{2+} από το κυτοσόλιο.....	291
Γ. Οι μεταφορείς ABC είναι υπεύθυνοι για την ανθεκτικότητα σε φάρμακα	292
Δ. Η ενεργητική μεταφορά μπορεί να καθοδηγείται από τις βαθμιδώσεις των ιόντων	294
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 Ενζυμική κατάλυση.....	299
1. Γενικές ιδιότητες των ενζύμων.....	300
Α. Τα ένζυμα ταξινομούνται σύμφωνα με τον τύπο της αντίδρασης που καταλύουν	300
Β. Τα ένζυμα δρουν σε εξειδικευμένα υποστρώματα	301
Γ. Ορισμένα ένζυμα απαιτούν την παρουσία συμπαραγόντων	303

2. Ενέργεια ενεργοποίησης και πρόδος αντίδρασης	304
3. Καταλυτικοί μηχανισμοί.....	306
Α. Η οξεοβασική κατάλυση συμβαίνει με τη μεταφορά πρωτονίων	307
Β. Η ομοιοπολική κατάλυση συνήθως απαιτεί την παρουσία ενός πυρηνόφιλου	309
Γ. Οι συμπαράγοντες των μεταλλικών ιόντων δρουν ως καταλύτες	311
Δ. Η κατάλυση μπορεί να συμβεί μέσω της επίδρασης της εγγύτητας και του προσανατολισμού	312
Ε. Τα ένζυμα καταλύουν τις αντιδράσεις προσδένοντας κατά προτίμηση τη θέση μετάβασης	314
4. Λυσοζύμη	316
Α. Η καταλυτική θέση της λυσοζύμης ταυτοποιήθηκε μέσω μοντελοποίησης	316
Β. Η αντίδραση της λυσοζύμης προχωρά μέσω ενός ομοιοπολικού ενδιάμεσου	318
5. Πρωτεάσες σερίνης.....	322
Α. Η ενεργή θέση των καταλοίπων ταυτοποιήθηκε με χημική σήμανση	322
Β. Οι δομές που προσδιορίζονται με ακτίνες Χ παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την κατάλυση, την εξειδίκευση του υποστρώματος και την εξέλιξη.....	323
Γ. Οι πρωτεάσες σερίνης χρησιμοποιούν αρκετούς καταλυτικούς μηχανισμούς.....	326
Δ. Τα ζυμογόνα είναι ανενεργοί πρόδρομοι ενζύμων	330
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 Ενζυμική κινητική, αναστολή και έλεγχος	335
1. Κινητική αντίδρασης	336
Α. Η χημική κινητική περιγράφεται από εξισώσεις ταχύτητας	336
Β. Η ενζυμική κινητική συχνά ακολουθεί την εξίσωση Michaelis–Menten	338
Γ. Τα δεδομένα της κινητικής μπορούν να παρέχουν τις τιμές των $V_{\max}$ και K_M	342
Δ. Οι αντιδράσεις δύο υποστρωμάτων ακολουθούν μία από πολλές εξισώσεις ταχύτητας	344
2. Ενζυμική αναστολή.....	346
Α. Η συναγωνιστική αναστολή περιλαμβάνει την πρόσδεση του αναστολέα στη θέση πρόσδεσης του υποστρώματος του ενζύμου	346
Β. Η μη συναγωνιστική αναστολή περιλαμβάνει την πρόσδεση του αναστολέα στο σύμπλοκο ενζύμου–υποστρώματος.....	352
Γ. Η μεικτή αναστολή περιλαμβάνει την πρόσδεση του αναστολέα τόσο στο ελεύθερο ένζυμο όσο και στο σύμπλοκο ενζύμου–υποστρώματος	352
3. Ο έλεγχος της ενζυμικής δραστηριότητας	354
Α. Ο αλλοστερικός έλεγχος περιλαμβάνει την πρόσδεση σε μια θέση διαφορετική από το ενεργό κέντρο	355
Β. Ο έλεγχος από την ομοιοπολική τροποποίηση περιλαμβάνει τη φωσφορυλίωση της πρωτεΐνης.....	358
4. Σχεδιασμός φαρμάκων.....	361
Α. Η ανακάλυψη ενός φαρμάκου περιλαμβάνει μια ποικιλία τεχνικών	362
Γ. Οι κλινικές δοκιμές ελέγχουν την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια	363
Δ. Τα κυτοχρώματα P450 συχνά εμπλέκονται σε δυσμενείς αντιδράσεις φαρμάκων	364
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 Βιοχημική σηματοδότηση	371
1. Οι ορμόνες	372
Α. Οι ορμόνες των παγκρεατικών νησίδων ελέγχουν τον μεταβολισμό των τροφών	373
Β. Η επινεφρίνη και η νορεπινεφρίνη προετοιμάζουν το σώμα για δράση	374
Γ. Οι στεροειδείς ορμόνες ρυθμίζουν μια μεγάλη ποικιλία μεταβολικών και σεξουαλικών διαδικασιών	375
Δ. Η αυξητική ορμόνη προσδένεται στους υποδοχείς των μυών, των οστών και των χόνδρων	376
2. Οι υποδοχείς κινασών τυροσίνης.....	377
Α. Οι υποδοχείς κινασών τυροσίνης μεταδίδουν σήματα διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης.....	377
Β. Οι καταρράκτες —κλιμακωτές δράσεις— κινασών μεταβιβάζουν σήματα στον πυρήνα	380
Γ. Ορισμένοι υποδοχείς σχετίζονται με μη υποδοχείς κινασών τυροσίνης.....	385
Δ. Οι φωσφατάσες πρωτεϊνών είναι πρωτεΐνες σηματοδότησης με όλα τα πλεονεκτήματά τους.....	388
3. Οι ετεροτρίμερεις G–πρωτεΐνες	391
Α. Οι υποδοχείς που είναι συζευγμένοι με G–πρωτεΐνες περιέχουν επτά διαμεμβρανικές έλικες.....	392
Β. Οι ετεροτρίμερες G–πρωτεΐνες διίστανται κατά την ενεργοποίηση	393
Γ. Η αδενολική κυκλάση συνθέτει cAMP για την ενεργοποίηση της κίνησης Α των πρωτεϊνών	395
Δ. Η φωσφοδιεστεράση περιορίζει τη δραστηριότητα του δεύτερου μηνύματος.....	399
4. Η οδός των φωσφοϊνοσιτιδίων	399
Α. Η πρόσδεση του προσδέτη οδηγεί στην κυτταροπλασματική απελευθέρωση των δεύτερων μηνυμάτων IP_3 και Ca^{2+}	400
Β. Η καλμοδουλίνη είναι ένας διακόπτης ενεργοποιούμενος από Ca^{2+}	401
Γ. Η DAG είναι ένα λιποδιαλυτό δεύτερο μήνυμα που ενεργοποιεί την κίνηση C των πρωτεϊνών	403
Δ. Επίλογος: τα σύνθετα συστήματα έχουν ανακλύπτουσες ιδιότητες.....	404
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14 Εισαγωγή στον μεταβολισμό.....	409
1. Επισκόπηση μεταβολισμού	410
Α. Η διατροφή περιλαμβάνει την πρόσληψη και χρήση τροφής	410
Β. Οι βιταμίνες και τα μεταλλικά στοιχεία βοηθούν τις μεταβολικές αντιδράσεις	411

Γ. Οι μεταβολικές οδοί αποτελούνται από μια σειρά ενζυμικών αντιδράσεων	412
Δ. Η θερμοδυναμική υπαγορεύει την κατεύθυνση και τη ρυθμιστική ικανότητα των μεταβολικών οδών	414
Ε. Η μεταβολική ροή πρέπει να είναι ελεγχόμενη	416
2. Ενώσεις «υψηλής ενέργειας»	418
Α. Το ATP έχει ένα υψηλό δυναμικό μεταφοράς φωσφορυλομάδας	419
Β. Οι συζευγμένες αντιδράσεις καθοδηγούν ενδεργονικές διαδικασίες	421
Γ. Μερικές άλλες φωσφορυλιωμένες ενώσεις έχουν υψηλά δυναμικά μεταφοράς φωσφορυλομάδας	423
Δ. Οι θειοεστέρες είναι πλούσιες ενεργειακά ενώσεις	426
3. Οι αντιδράσεις οξειδωσης-αναγωγής	427
Α. Το NAD ⁺ και το FAD είναι φορείς ηλεκτρονίων	427
Β. Η εξίσωση του Nernst περιγράφει τις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής	428
Γ. Το «αυθόρμητο» των αντιδράσεων μπορεί να προσδιοριστεί μετρώντας τις διαφορές των δυναμικών αναγωγής	430
4. Πειραματικές προσεγγίσεις στη μελέτη του μεταβολισμού	431
Α. Οι σημασμένοι μεταβολίτες μπορούν να ανιχνευθούν	432
Β. Η μελέτη των μεταβολικών οδών συχνά περιλαμβάνει τη διαταραχή του συστήματος	433
Γ. Η συστηματική βιολογία εισήγαγε τη μελέτη του μεταβολισμού	435
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15 Ο καταβολισμός της γλυκόζης	443
1. Επισκόπηση της γλυκόλυσης	444
2. Οι αντιδράσεις της γλυκόλυσης	445
Α. Η εξοκίνηση χρησιμοποιεί το πρώτο ATP	447
Β. Η ισομεράση της φωσφοφρουκτοκινάσης μετατρέπει την 6-φωσφορική γλυκόζη σε 6-φωσφορική φρουκτόζη	448
Γ. Η φωσφοφρουκτοκινάση χρησιμοποιεί το δεύτερο ATP	448
Δ. Η αλδολάση μετατρέπει μια ένωση 6 ατόμων άνθρακα σε δύο ενώσεις 3 ατόμων άνθρακα	449
Ε. Η ισομεράση των φωσφορικών τριοζών αλληλομετατρέπει τη φωσφορική διυδροξυακετόνη και την 3-φωσφορική γλυκεριναλδεύδη	452
Ζ. Η αφυδρογονάση της 3-φωσφορικής γλυκεριναλδεύδης σχηματίζει το πρώτο ενδιάμεσο «υψηλής ενέργειας»	454
Η. Η κινάση του φωσφο-γλυκερινικού δημιουργεί το πρώτο ATP	456
Θ. Η μούτάση του φωσφο-γλυκερινικού αλληλομετατρέπει το 3-φωσφο-γλυκερινικό και το 2-φωσφο-γλυκερινικό	456
Ι. Η ενολάση σχηματίζει το δεύτερο ενδιάμεσο «υψηλής ενέργειας»	458
Κ. Η πυροσταφυλική κινάση δημιουργεί το δεύτερο ATP	459
3. Ζύμωση: η αναερόβια τύχη του πυροσταφυλικού	461
Α. Η ομογалаκτική ζύμωση μετατρέπει το πυροσταφυλικό σε γαλακτικό	461
Β. Η αλκοολική ζύμωση μετατρέπει το πυροσταφυλικό σε αιθανόλη και CO ₂	462
Γ. Η ζύμωση είναι ενεργητικά ευνοούμενη	465
4. Η ρύθμιση της γλυκόλυσης	466
Α. Η φωσφοφρουκτοκινάση είναι το κυριότερο ένζυμο που ελέγχει τη ροή της γλυκόλυσης στους μύες	467
Β. Η κυκλοποίηση του υποστρώματος βελτιώνει τον έλεγχο της ροής	470
5. Ο μεταβολισμός εξοζών πέραν της γλυκόζης	471
Α. Η φρουκτόζη μετατρέπεται σε 6-φωσφορική φρουκτόζη ή σε 3-φωσφορική γλυκεριναλδεύδη	471
Β. Η γαλακτόζη μετατρέπεται σε 6-φωσφορική γλυκόζη	472
Γ. Η μαννόζη μετατρέπεται σε 6-φωσφορική φρουκτόζη	475
6. Η οδός των φωσφορικών πεντοζών	475
Α. Οι οξειδωτικές αντιδράσεις παράγουν NADPH στο Στάδιο 1	477
Β. Ο ισομερισμός και ο επιμερισμός της 5-φωσφορικής ριβουλόζης συμβαίνουν στο Στάδιο 2	478
Γ. Το Στάδιο 3 περιλαμβάνει διάσπαση και σχηματισμό δεσμών άνθρακα-άνθρακα	478
Δ. Η οδός των φωσφορικών πεντοζών πρέπει να ρυθμίζεται	479
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16 Ο μεταβολισμός του γλυκογόνου και η γλυκονεογένεση	485
1. Η διάσπαση της γλυκόζης	486
Α. Η φωσφορυλάση του γλυκογόνου διασπά το γλυκογόνο στην 1-φωσφορική γλυκόζη	487
Β. Το ένζυμο αποδιακλάδωσης του γλυκογόνου δρα ως γλυκοσυλοτρανσφεράση	490
Γ. Η φωσφογλυκομυτάση αλληλομετατρέπει την 1-φωσφορική γλυκόζη και την 6-φωσφορική γλυκόζη	491
2. Η σύνθεση του γλυκογόνου	491
Α. Η πυροφωσφορυλάση της UDP-γλυκόζης ενεργοποιεί τις γλυκοσυλικές μονάδες	494
Β. Η συνθάση του γλυκογόνου επεκτείνει τις αλυσίδες του γλυκογόνου	494
Γ. Το ένζυμο αποδιακλάδωσης του γλυκογόνου μεταφέρει τμήματα γλυκογόνου που αποτελούνται από επτά κατάλοιπα	496
3. Έλεγχος του μεταβολισμού του γλυκογόνου	496
Α. Η φωσφορυλάση του γλυκογόνου και η συνθάση του γλυκογόνου υπόκεινται σε αλλοστερικό έλεγχο	497
Β. Η φωσφορυλάση του γλυκογόνου και η συνθάση του γλυκογόνου υπόκεινται σε έλεγχο με ομοιοπολική τροποποίηση	498
Γ. Ο μεταβολισμός του γλυκογόνου υπόκειται σε ορμονικό έλεγχο	502
4. Γλυκονεογένεση	504
Α. Το πυροσταφυλικό μετατρέπεται σε φωσφοενολπυροσταφυλικό σε δύο βήματα	504

B. Οι αντιδράσεις υδρόλυσης παρακάμπτουν τις μη αναστρέψιμες γλυκολυτικές αντιδράσεις	508
Γ. Η γλυκονογένεση και η γλυκόλυση ρυθμίζονται ανεξάρτητα	508
5. Άλλες βιοσυνθετικές οδοί των υδατανθράκων	511

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17 Ο κύκλος του κιτρικού οξέος 519

1. Επισκόπηση της GTPάσης του κύκλου του κιτρικού οξέος	520
2. Η σύνθεση του ακετυλο-συνενζύμου Α.....	523
A. Η πυροσταφυλική αφυδρογονάση είναι ένα πολυενζυμικό σύμπλοκο	523
B. Το σύμπλοκο της πυροσταφυλικής αφυδρογονάσης καταλύει πέντε αντιδράσεις	524
3. Τα ένζυμα του κύκλου του κιτρικού οξέος	528
A. Η κιτρική συνθάση συνδέει μια ακετυλομάδα στο οξαλοξικό.....	528
B. Η ακονιτάση αλληλομετατρέπει το κιτρικό και το ισοκιτρικό	530
Γ. Η εξαρτώμενη από το NAD ⁺ ισοκιτρική αφυδρογονάση απελευθερώνει CO ₂	531
Δ. Η αφυδρογονάση του α-κετογλουταρικού μοιάζει με την πυροσταφυλική αφυδρογονάση	531
E. Η συνθάση του ηλεκτρυλο-CoA παράγει το GTP	532
Z. Η ηλεκτρική αφυδρογονάση δημιουργεί το FADH ₂	533
H. Η φουμαράση παράγει το μηλικό.....	534
Θ. Η μηλική αφυδρογονάση αναγεννά το οξαλοξικό	534
4. Η ρύθμιση του κύκλου του κιτρικού οξέος	535
A. Η πυροσταφυλική αφυδρογονάση ρυθμίζεται με αναστολή προϊόντος και ομοιοπολική τροποποίηση	536
B. Τρία ένζυμα ελέγχουν τον ρυθμό του κύκλου του κιτρικού οξέος	536
5. Αντιδράσεις που σχετίζονται με τον κύκλο του κιτρικού οξέος	538
A. Άλλες οδοί χρησιμοποιούν τα ενδιάμεσα του κύκλου του κιτρικού οξέος.....	539
B. Ορισμένες αντιδράσεις αναπληρώνουν τα ενδιάμεσα του κύκλου του κιτρικού οξέος	540
Γ. Ο κύκλος του γλυoxyλικού οξέος μοιράζεται ορισμένα βήματα με τον κύκλο του κιτρικού οξέος.....	540

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18 Μεταφορά ηλεκτρονίων και οξειδωτική φωσφορυλίωση 547

1. Το μιτοχόνδριο.....	548
A. Τα μιτοχόνδρια περιέχουν μια εξαιρετικά αναδιπλωμένη εσωτερική μεμβράνη	548
B. Τα ιόντα και οι μεταβολίτες εισέρχονται στα μιτοχόνδρια μέσω μεταφορέων	549
2. Η μεταφορά ηλεκτρονίων.....	552
A. Η μεταφορά των ηλεκτρονίων είναι μια εξεργονική διαδικασία	552
B. Οι φορείς των ηλεκτρονίων είναι διατεταγμένοι σε σειρά.....	553
Γ. Το Σύμπλοκο I δέχεται ηλεκτρόνια από το NADH.....	555
Δ. Το Σύμπλοκο II συνεισφέρει ηλεκτρόνια στο συνένζυμο Q	559
E. Το Σύμπλοκο III μετατοπίζει τα πρωτόνια μέσω του κύκλου Q	562
Z. Το Σύμπλοκο IV ανάγει το οξυγόνο σε νερό	565
3. Η οξειδωτική φωσφορυλίωση	567
A. Η χημειοσμωτική θεωρία συνδέει τη μεταφορά ηλεκτρονίων στη σύνθεση του ATP.....	567
B. Η συνθάση του ATP καθοδηγείται από τη ροή των πρωτονίων.....	570
Γ. Η αναλογία P/O συσχετίζει την ποσότητα του ADP που συντίθεται με την ποσότητα του οξυγόνου που παράγεται.....	575
Δ. Η οξειδωτική φωσφορυλίωση μπορεί να αποσυνδεθεί από τη μεταφορά ηλεκτρονίων.....	576
4. Ο έλεγχος της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης	577
A. Ο ρυθμός της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις του ATP και του NADH.....	577
B. Ο αερόβιος μεταβολισμός έχει ορισμένα μειονεκτήματα	579

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 19 Φωτοσύνθεση

1. Χλωροπλάστες	
A. Οι φωτεινές αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα στη μεμβράνη του θυλακοειδούς	
B. Τα μόρια χρωστικών απορροφούν φως	
2. Οι φωτεινές αντιδράσεις	
A. Η φωτεινή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική ενέργεια	
B. Η μεταφορά ηλεκτρονίων στα φωτοσυνθετικά βακτήρια ακολουθεί μια κυκλική οδό	
Γ. Η μεταφορά ηλεκτρονίων δύο κέντρων είναι η γραμμική οδός που παράγει O ₂ και NADPH	
Δ. Η βαθμίδωση πρωτονίων καθοδηγεί τη σύνθεση του ATP με φωσφορυλίωση	
3. Οι σκοτεινές αντιδράσεις	
A. Ο κύκλος του Calvin δεσμεύει CO ₂	
B. Τα προϊόντα του κύκλου Calvin μετατρέπονται σε άμυλο, σουκρόζη και κυτταρίνη	
Γ. Ο κύκλος του Calvin ελέγχεται έμμεσα από το φως	
Δ. Η φωτοαναπνοή ανταγωνίζεται τη φωτοσύνθεση	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 20 Ο μεταβολισμός των λιπιδίων.....	587
1. Η πέψη, η απορρόφηση και η μεταφορά των λιπιδίων	588
Α. Οι τριακυλογλυκερόλες διασπώνται πριν απορροφηθούν	588
Β. Τα λιπίδια μεταφέρονται ως λιποπρωτεΐνες	590
2. Η οξείδωση των λιπαρών οξέων	595
Α. Τα λιπαρά οξέα ενεργοποιούνται από την επισύναψή τους στο συνένζυμο Α	596
Β. Η καρνιτίνη μεταφέρει ακυλομάδες κατά μήκος της μιτοχονδριακής μεμβράνης	596
Γ. Η β-οξείδωση αποικοδομεί τα λιπαρά οξέα σε ακετυλο-CoA	597
Δ. Η οξείδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων απαιτεί πρόσθετα ένζυμα	599
Ε. Η οξείδωση λιπαρών οξέων με περιττό αριθμό ατόμων άνθρακα αποδίδει το προπιονυλο-CoA	600
Ζ. Η β-οξείδωση των υπεροξειδισωμάτων διαφέρει από τη β-οξείδωση των μιτοχονδρίων	606
3. Τα κετονοσώματα	607
4. Η βιοσύνθεση των λιπαρών οξέων	609
Α. Το μιτοχονδριακό ακετυλο-CoA πρέπει να μεταφερθεί στο κυτοσόλιο	609
Β. Η καρβοξυλάση του ακετυλο-CoA παράγει το μηλονυλο-CoA	610
Γ. Η συνθάση των λιπαρών οξέων καταλύει επτά αντιδράσεις	611
Δ. Τα λιπαρά οξέα μπορεί να επιμηκυνθούν και να αποκορεστούν	616
Ε. Τα λιπαρά οξέα εστεροποιούνται σχηματίζοντας τις τριακυλογλυκερόλες	617
5. Η ρύθμιση του μεταβολισμού των λιπαρών οξέων	618
6. Η σύνθεση άλλων λιπιδίων	621
Α. Τα γλυκεροφωσfolιπίδια σχηματίζονται από τα ενδιάμεσα της σύνθεσης των τριακυλογλυκερολών	621
Β. Τα σφίγγολιπίδια σχηματίζονται από το παλμιτοϋλο-CoA και τη σερίνη	624
Γ. Τα λιπαρά οξέα C ₂₀ είναι οι πρόδρομοι των προσταγλανδινών	625
7. Ο μεταβολισμός της χοληστερόλης	626
Α. Η χοληστερόλη συντίθεται από το ακετυλο-CoA	626
Β. Η αναγωγή του HMG-CoA ελέγχει τον ρυθμό σύνθεσης της χοληστερόλης	631
Γ. Η μη φυσιολογική μεταφορά της χοληστερόλης οδηγεί στην αθηροσκλήρυνση	632
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 21 Ο μεταβολισμός των αμινοξέων.....	639
1. Η αποικοδόμηση των πρωτεϊνών	640
Α. Τα λυσοσώματα αποικοδομούν πολλές πρωτεΐνες	640
Β. Η ουβικιτίνη σημαίνει τις πρωτεΐνες για αποικοδόμηση	641
Γ. Το πρωτεάσωμα ξεδιπλώνει και υδρολύει τα ουβικιτινωμένα πολυπεπτίδια	642
2. Η απαμίνωση των αμινοξέων	645
Α. Οι τρανσαμινάσες χρησιμοποιούν την PLP για να μεταφέρουν τις αμινομάδες	645
Β. Το γλουταμινικό μπορεί να απαμινώνεται οξειδωτικά	648
3. Ο κύκλος της ουρίας	649
Α. Πέντε ένζυμα συμμετέχουν στον κύκλο της ουρίας	649
Β. Ο κύκλος της ουρίας ρυθμίζεται από τη διαθεσιμότητα του υποστρώματος	652
4. Η διάσπαση των αμινοξέων	653
Α. Η αλανίνη, η κυστεΐνη, η γλυκίνη, η σερίνη και η θρεονίνη διασπώνται σε πυροσταφυλικό	653
Β. Η ασπαργίνη και το ασπαργινικό διασπώνται σε οξαλοξικό	655
Γ. Η αργινίνη, το γλουταμινικό, η γλουταμίνη, η ιστιδίνη και η προλίνη διασπώνται σε α-κετογλουταρικό	656
Δ. Η μεθειονίνη, η θρεονίνη, η ισολευκίνη και η βαλίνη διασπώνται σε ηλεκτρυλο-CoA	656
Ε. Η λευκίνη και η λυσίνη διασπώνται μόνο σε ακετυλο-CoA και/ή ακετοξικό	662
Ζ. Η τρυπτοφάνη διασπάται σε αλανίνη και ακετοξικό	662
Η. Η φαινυλαλανίνη και η τυροσίνη διασπώνται σε φουμαρικό και ακετοξικό	662
5. Η βιοσύνθεση των αμινοξέων	666
Α. Τα μη κοινά αμινοξέα συντίθενται από κοινούς μεταβολίτες	666
Β. Τα φυτά και οι μικροοργανισμοί συνθέτουν τα κοινά αμινοξέα	671
6. Άλλα προϊόντα του μεταβολισμού των αμινοξέων	676
Α. Η αίμη συντίθεται από τη γλυκίνη και το ηλεκτρυλο-CoA	676
Β. Τα αμινοξέα είναι πρόδρομοι των φυσιολογικά ενεργών αμινών	679
Γ. Το οξείδιο του αζώτου προέρχεται από την αργινίνη	680
7. Η δέσμευση του αζώτου	681
Α. Η νιτρογενάση ανάγει το N ₂ σε NH ₃	682
Β. Το δεσμευμένο άζωτο αφομοιώνεται στα βιολογικά μόρια	685
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 22 Ο μεταβολισμός των τροφών στα θηλαστικά: ενσωμάτωση και ρύθμιση	691
1. Εξειδίκευση οργάνου	692
Α. Ο εγκέφαλος απαιτεί μια σταθερή παροχή γλυκόζης	693
Β. Οι μύες χρησιμοποιούν γλυκόζη, λιπαρά οξέα και κετονικά σώματα	693

Γ. Ο λιπώδης ιστός αποθηκεύει και απελευθερώνει λιπαρά οξέα και ορμόνες.....	696
Δ. Το ήπαρ είναι το κεντρικό μεταβολικό σύστημα διαχείρισης του σώματος.....	696
Ε. Οι νεφροί φιλτράρουν τα απόβλητα και διατηρούν το pH του αίματος.....	698
Ζ. Το αίμα μεταφέρει τους μεταβολίτες σε μεταβολικές οδούς μεταξύ των οργάνων	698
2. Ορμονικός έλεγχος του μεταβολισμού των τροφών.....	699
Α. Η απελευθέρωση της ινσουλίνης ενεργοποιείται από τη γλυκόζη.....	700
Β. Η γλυκαγόνη και οι κατεχολαμίνες αντιμετωπίζουν τις επιδράσεις της ινσουλίνης.....	701
3. Μεταβολική ομοιόσταση: η ρύθμιση του μεταβολισμού ενέργειας, της όρεξης και του σωματικού βάρους.....	704
Α. Η AMP-εξαρτώμενη κίνηση των πρωτεϊνών είναι ο μετρητής ενέργειας του κυττάρου.....	704
Β. Τα λιποκύτταρα και άλλοι ιστοί βοηθούν στη ρύθμιση του μεταβολισμού τροφών και της όρεξης.....	705
Γ. Η δαπάνη ενέργειας μπορεί να ελεγχθεί με προσαρμοστική θερμογένεση.....	707
4. Διαταραχές στον μεταβολισμό των τροφών.....	708
Α. Ο υποσιτισμός οδηγεί σε μεταβολικές προσαρμογές.....	708
Β. Ο σακχαρώδης διαβήτης χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα.....	710
Γ. Η παχυσαρκία προκαλείται συνήθως από υπερβολική πρόσληψη τροφής.....	712
Δ. Ο μεταβολισμός του καρκίνου.....	713

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 23 Μεταβολισμός νουκλεοτιδίων..... 719

1. Η σύνθεση των ριβονουκλεοτιδίων πουρίνης.....	720
Α. Η σύνθεση των πουρινών αποδίδει τη μονοφωσφορική ινοσίνη.....	720
Β. Η IMP μετατρέπεται στην αδενίνη και τη γουανίνη των ριβονουκλεοτιδίων.....	723
Γ. Η βιοσύνθεση των νουκλεοτιδίων πουρίνης ρυθμίζεται σε αρκετά βήματα.....	724
Δ. Οι πουρίνες μπορούν να περισώθουν.....	725
2. Η σύνθεση των ριβονουκλεοτιδίων πυριμιδίνης.....	725
Α. Η UMP συντίθεται σε έξι βήματα.....	726
Β. Η UMP μετατρέπεται σε UTP και CTP.....	727
Γ. Η βιοσύνθεση των νουκλεοτιδίων πυριμιδίνης ελέγχεται από την ATCάση ή από τη συνθετάση II του φωσφορικού καρβα- μοϋλίου.....	728
3. Ο σχηματισμός των δεοξυριβονουκλεοτιδίων.....	728
Α. Η αναγωγή ριβονουκλεοτιδίων μετατρέπει τα ριβονουκλεοτίδια σε δεοξυριβονουκλεοτίδια.....	729
Β. Η dUMP μεθυλιώνεται σχηματίζοντας τη θυμίνη.....	733
4. Η αποικοδόμηση των νουκλεοτιδίων.....	736
Α. Ο καταβολισμός των πουρινών αποδίδει το ουρικό οξύ.....	737
Β. Ορισμένα ζώα αποικοδομούν το ουρικό οξύ.....	740
Γ. Οι πυριμιδίνες διασπώνται σε μηλονυλο-CoA και μεθυλομηλονυλο-CoA.....	742

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 24 Η δομή των νουκλεϊνικών οξέων..... 747

1. Η έλικα του DNA.....	748
Α. Το DNA μπορεί να υιοθετήσει διαφορετικές στερεοδιαμορφώσεις.....	748
Β. Το DNA διαθέτει περιορισμένη ευλυγισία.....	752
Γ. Το DNA μπορεί να είναι υπερελικομένο.....	754
Δ. Οι τοποϊσομεράσες μεταβάλλουν την υπερελίκωση του DNA.....	756
2. Δυνάμεις που σταθεροποιούν τις δομές των νουκλεϊνικών οξέων.....	762
Α. Τα νουκλεϊνικά οξέα σταθεροποιούνται με ζευγάρωμα, επιστοίβαξη και ιοντικές αλληλεπιδράσεις των βάσεων.....	763
Β. Το DNA μπορεί να υποβληθεί σε αποδιάταξη και μετουσίωση της φυσικής δομής του.....	764
Γ. Οι δομές του RNA είναι εξαιρετικά μεταβλητές.....	765
3. Η κλασμάτωση των νουκλεϊνικών οξέων.....	769
Α. Τα νουκλεϊνικά οξέα μπορούν να καθαριστούν με χρωματογραφία.....	769
Β. Η ηλεκτροφόρηση διαχωρίζει τα νουκλεϊνικά οξέα σύμφωνα με το μέγεθος.....	769
4. Οι αλληλεπιδράσεις DNA-πρωτεΐνης.....	771
Α. Οι ενδονουκλεάσες περιορισμού αποδιάτassουν το DNA κατά την πρόσδεση.....	773
Β. Οι προκαρυωτικοί καταστολείς συχνά περιλαμβάνουν συγκεκριμένη έλικα πρόσδεσης στο DNA.....	773
Γ. Οι παράγοντες της ευκαρυωτικής μεταγραφής περιλαμβάνουν δακτύλους ψευδαργύρου ή «φερμουάρ» λευκίνης.....	776
5. Η δομή των ευκαρυωτικών χρωμοσωμάτων.....	778
Α. Το DNA συσπειρώνεται γύρω από τις ιστόνες προς σχηματισμό νουκλεοσωμάτων.....	780
Β. Η χρωματίνη σχηματίζει δομές υψηλής τάξης.....	782

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 25 Η αντιγραφή, η επιδιόρθωση και ο ανασυνδυασμός του DNA..... 789

1. Η επισκόπηση της αντιγραφής του DNA.....	790
2. Η προκαρυωτική αντιγραφή του DNA.....	792
Α. Οι DNA πολυμεράσες προσθέτουν τα σωστά ζευγαρωμένα νουκλεοτίδια.....	793
Β. Η έναρξη της αντιγραφής απαιτεί την παρουσία ελικάσης και πριμάρης.....	798

Γ. Οι προπορευόμενοι και οι καθυστερημένοι κλώνοι συντίθενται ταυτόχρονα	800
Δ. Η αντιγραφή τερματίζεται σε ειδικές θέσεις	803
Ε. Το DNA αντιγράφεται με εξαιρετική πιστότητα	805
3. Η ευκαρυωτική αντιγραφή του DNA	806
Α. Οι ευκαρυώτες χρησιμοποιούν αρκετές DNA πολυμεράσες	806
Β. Το ευκαρυωτικό DNA αντιγράφεται από πολλαπλές αφετηρίες	809
Γ. Η τελομεράση εκτείνει τα χρωμοσωμικά άκρα	810
4. Η βλάβη του DNA	812
Α. Οι περιβαλλοντικοί και οι χημικοί παράγοντες δημιουργούν τις μεταλλάξεις	812
Β. Αρκετά μεταλλαξιογόνα είναι καρκινογόνα	814
5. Η επιδιόρθωση του DNA	816
Α. Ορισμένες βλάβες μπορούν να αντιστραφούν άμεσα	816
Β. Η επιδιόρθωση μέσω της εκτομής βάσης απαιτεί μια γλυκοσυλάση	817
Γ. Η επιδιόρθωση μέσω της εκτομής νουκλεοτιδίου απομακρύνει τμήμα ενός DNA κλώνου	819
Δ. Η επιδιόρθωση της κακοσύζευξης διορθώνει τα λάθη της αντιγραφής	820
Ε. Ορισμένοι μηχανισμοί επιδιόρθωσης του DNA εισάγουν λάθη	821
6. Ο ανασυνδυασμός	822
Α. Ο ομόλογος ανασυνδυασμός περιλαμβάνει αρκετά πρωτεϊνικά σύμπλοκα	823
Β. Το DNA μπορεί να επιδιορθωθεί με τον ανασυνδυασμό	828
Γ. Το σύμπλοκο CRISPR–Cas9, ένα σύστημα επεξεργασίας και ρύθμισης των γονιδιωμάτων	829
Δ. Η μετάθεση αναδιατάσσει τα τμήματα του DNA	833
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 26 Η μεταγραφή και η επεξεργασία του RNA	843
1. Η προκαρυωτική μεταγραφή του RNA	844
Α. Η RNA πολυμεράση μοιάζει με άλλες πολυμεράσες	844
Β. Η μεταγραφή αρχίζει σε έναν προαγωγέα	846
Γ. Η αλυσίδα του RNA αυξάνεται από το 5' προς το 3' άκρο	848
Δ. Η μεταγραφή τερματίζεται σε ειδικές θέσεις	850
2. Η μεταγραφή στους ευκαρυώτες	853
Α. Οι ευκαρυώτες έχουν αρκετές RNA πολυμεράσες	853
Β. Κάθε πολυμεράση αναγνωρίζει ένα διαφορετικό είδος προαγωγέα	857
Γ. Οι μεταγραφικοί παράγοντες απαιτούνται για την αρχή της μεταγραφής	859
3. Η μετα–μεταφραστική επεξεργασία	864
Α. Τα αγγελιοφόρα RNA αποκτούν ένα 5' κάλυμμα και μια 3' ουρά	864
Β. Η συρραφή απομακρύνει τα ιντρόνια από τα ευκαρυωτικά γονίδια	865
Γ. Οι πρόδρομοι του ριβοσωμικού RNA μπορεί να διασπαστούν, να τροποποιηθούν και να συρραφούν	874
Δ. Τα μεταφορικά RNA επεξεργάζονται με την απομάκρυνση, προσθήκη και τροποποίηση των νουκλεοτιδίων	878
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 27 Η σύνθεση των πρωτεϊνών	883
1. Ο γενετικός κώδικας	884
Α. Τα κωδικόνια είναι τριπλέτες που διαβάζονται διαδοχικά	884
Β. Ο γενετικός κώδικας έχει συστηματικά αποκρυπτογραφηθεί	885
Γ. Ο γενετικός κώδικας είναι εκφυλισμένος και μη τυχαίος	886
2. Το μεταφορικό RNA και η αμινοακετυλίωσή του	889
Α. Όλα τα tRNA έχουν παρόμοιες δομές	889
Β. Οι συνθετάσες του αμινοακυλο–tRNA επισυνάπτουν τα αμινοξέα στα tRNA	890
Γ. Τα περισσότερα tRNA αναγνωρίζουν περισσότερα από ένα κωδικόνια	895
3. Τα ριβοσώματα	896
Α. Το προκαρυωτικό ριβόσωμα αποτελείται από δύο υπομονάδες	897
Β. Το ευκαρυωτικό ριβόσωμα περιέχει ένα κρυμμένο προκαρυωτικό ριβόσωμα	902
4. Η μετάφραση	904
Α. Η έναρξη της αλυσίδας απαιτεί εκκινήτη tRNA και τους παράγοντες έναρξης	905
Β. Το ριβόσωμα απόκωδικοποιεί το mRNA, καταλύει τον σχηματισμό του πεπτιδικού δεσμού και στη συνέχεια μετακινείται στο επόμενο κωδικόνιο	910
Γ. Η απελευθέρωση των παραγόντων τερματίζει τη μετάφραση	919
5. Η μετα–μεταφραστική επεξεργασία	922
Α. Οι μοριακές πρωτεΐνες–συνοδοί που είναι συνδεδεμένες στο ριβόσωμα βοηθούν στην αναδίπλωση των πρωτεϊνών	922
Β. Οι νεο–συντιθέμενες πρωτεΐνες μπορεί να τροποποιηθούν ομοιοπολικά	923
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 28 Η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης	931
1. Η οργάνωση του γονιδιώματος	932
Α. Ο αριθμός των γονιδίων ποικίλλει μεταξύ των οργανισμών	932

B. Ορισμένα γονίδια υπάρχουν σε αθροίσματα	935
Γ. Τα ευκαρυωτικά γονιδιώματα περιέχουν επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες DNA	936
2. Η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης στους προκαρυώτες	939
A. Το οπερόνιο <i>lac</i> ελέγχεται από έναν καταστολέα	940
B. Τα οπερόνια που καταστέλλονται από έναν καταβολίτη μπορούν να ενεργοποιηθούν	944
Γ. Η εξασθένιση ρυθμίζει τον τερματισμό της μεταγραφής	945
Δ. Οι ριβοδιακόπτες είναι RNAs που ανιχνεύουν τους μεταβολίτες	947
3. Η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης στους ευκαρυώτες	948
A. Η δομή της χρωματίνης επηρεάζει τη γονιδιακή έκφραση	949
B. Οι ευκαρυώτες περιέχουν πολλαπλούς μεταγραφικούς ενεργοποιητές	960
Γ. Οι μετα-μεταφραστικοί μηχανισμοί ελέγχου	965
Δ. Η ποικιλομορφία των αντισωμάτων προκύπτει από τον σωματικό ανασυνδυασμό και την υπερμετάλλαξη	971
4. Ο κυτταρικός κύκλος, ο καρκίνος, η απόπτωση και η ανάπτυξη	975
A. Η διαδικασία μέσω του κυτταρικού κύκλου είναι αυστηρά ελεγχόμενη	975
B. Οι καταστολείς όγκων εμποδίζουν τον καρκίνο	976
Γ. Η απόπτωση είναι μια μεθοδική διαδικασία	979
Δ. Η ανάπτυξη έχει μοριακή βάση	981
<i>Γλωσσάρι</i>	993
<i>Ευρετήριο</i>	1025
<i>Συντομογραφίες</i>	1037