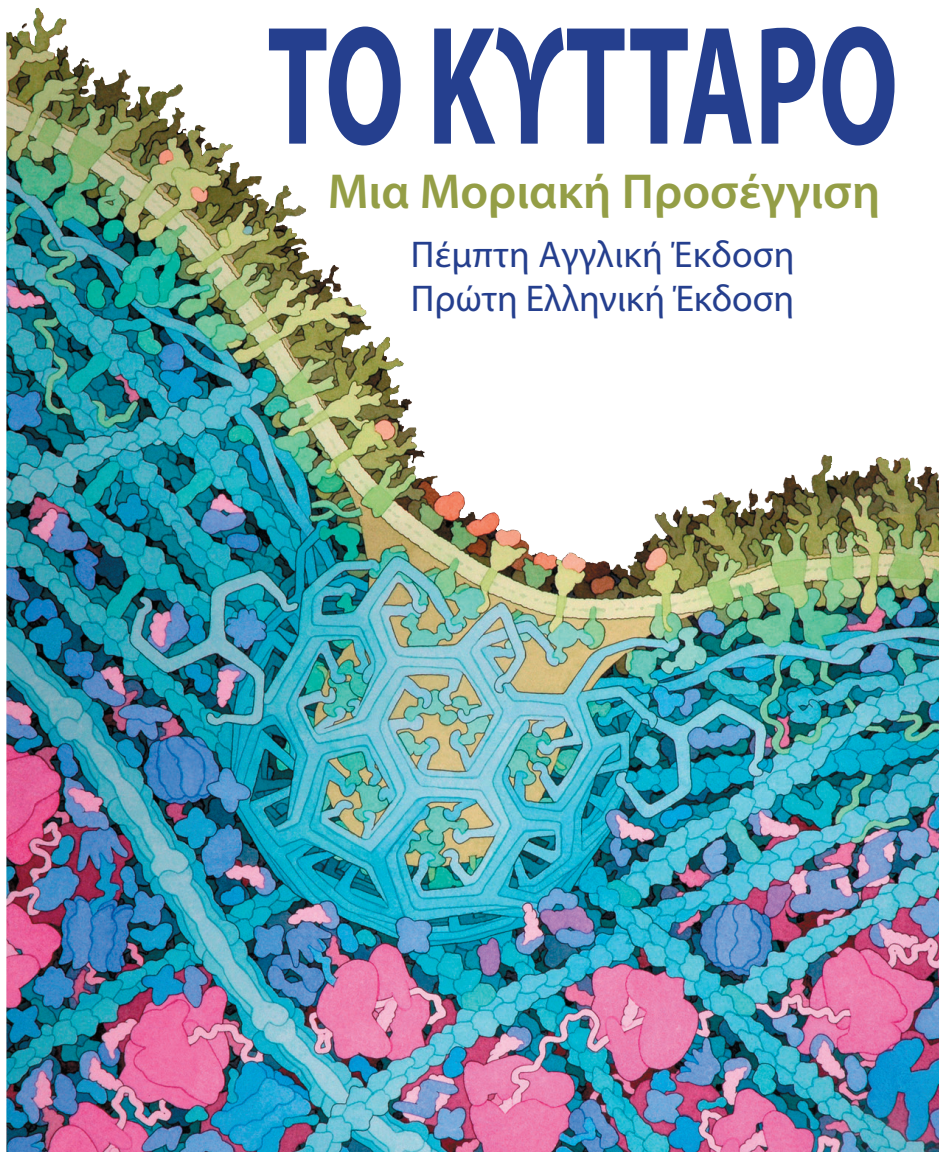




ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ

Μια Μοριακή Προσέγγιση

Πέμπτη Αγγλική Έκδοση
Πρώτη Ελληνική Έκδοση

GEOFFREY M. COOPER • ROBERT E. HAUSMAN

Boston University

Ακαδημαϊκές Εκδόσεις
Ι. Μπάσδρα και ΣΙΑ Ο.Ε.
Υψηλάντου 8 - Νέα Χιλή, Αλεξανδρούπολη

SINAUER ASSOCIATES, INC.
Sunderland, Massachusetts



**ASM
PRESS**

ASM PRESS
Washington, D.C.

Συντελεστές της Ελληνικής Έκδοσης

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Αλεξανδράκη Δέσποινα – Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Συνεργαζόμενη Ερευνήτρια του Ινστιτούτου Μοριακής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)

Ανάγνου Νικόλαος – Καθηγητής Βιολογίας, Ιατρική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Διευθυντής Έρευνας του Εργαστηρίου Κυτταρικής και Γονιδιακής Θεραπείας του Ιδρύματος Ιατροβιολογικών Ερευνών Ακαδημίας Αθηνών (Ι.ΙΒ.Ε.Α.Α.)

Βελετζά Σταυρούλα – Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ιατρικής Βιολογίας, Τμήμα Ιατρικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Δεδούσης Γεώργιος – Αναπληρωτής Καθηγητής Κυτταρικής και Μοριακής Βιολογίας του Ανθρώπου, Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας-Διατροφής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών

Δραΐνας Κωνσταντίνος – Καθηγητής Βιοχημικής-Μοριακής Γενετικής και Βιοτεχνολογίας, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Ζαρκάδης Ιωάννης – Αναπληρωτής Καθηγητής Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Πατρών

Ζίφα Αιμιλία – Επίκουρος Καθηγήτρια Βιολογίας (Νευροβιολογίας), Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Θυφρονίτης Γεώργιος – Αναπληρωτής Καθηγητής Ανοσολογίας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Κομητοπούλου Αικατερίνη – Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Μοριακής και Αναπτυξιακής Γενετικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κούκλης Παναγιώτης – Επίκουρος Καθηγητής Βιολογίας, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Κουρμούλη Νίκη – Λέκτορας Ιατρικής Βιολογίας, Τμήμα Ιατρικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Λυγερού Ζωή – Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Βιολογίας, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Πατρών

Μαθιόπουλος Κωνσταντίνος – Αναπληρωτής Καθηγητής Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μηλιώνη Δήμητρα – Επίκουρος Καθηγήτρια Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Μόσιαλος Γεώργιος – Αναπληρωτής Καθηγητής Βιοχημείας-Μοριακής Βιολογίας-Βιοτεχνολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Μούτου Αικατερίνη – Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Βιολογίας Σπονδυλωτών, Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Παναγιωτίδης Χρήστος – Καθηγητής Κυτταρικής και Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Φαρμακευτικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Παπαμαρκάκη Θωμαΐς – Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Βιολογικής Χημείας, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Πολίτου Αναστασία – Επίκουρος Καθηγήτρια Βιολογικής Χημείας, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Σανδάλτζόπουλος Ραφαήλ – Αναπληρωτής Καθηγητής Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Σίμος Γεώργιος – Αναπληρωτής Καθηγητής Βιοχημείας, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σκάβδης Γεώργιος – Επίκουρος Καθηγητής Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Σπηλιανάκης Χαράλαμπος – Επίκουρος Καθηγητής Βιοχημείας, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Συνεργαζόμενος Ερευνητής του Ινστιτούτου Μοριακής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)

Σταθόπουλος Κωνσταντίνος – Αναπληρωτής Καθηγητής Βιοχημείας, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Πατρών

Σωτηροπούλου Γεωργία – Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Φαρμακογνώσις-Βιοτεχνολογίας, Τμήμα Φαρμακευτικής, Πανεπιστήμιο Πατρών

Ταραβήρας Σταύρος – Επίκουρος Καθηγητής Φαρμακολογίας, Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Πατρών

Φασσέας Κωνσταντίνος – Καθηγητής Λεπτής Δομής Κυττάρου, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Φλυτζάνης Κωνσταντίνος – Αναπληρωτής Καθηγητής Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών

Φριλίγγος Ευστάθιος – Αναπληρωτής Καθηγητής Βιολογικής Χημείας, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Χαλεπάκης Γεώργιος – Καθηγητής Κυτταρικής Βιολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Χατζηλουκάς Ευστάθιος – Αναπληρωτής Καθηγητής Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Χατζόπουλος Πολυδεύκης – Καθηγητής Μοριακής Βιολογίας, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Χριστοφορίδης Σάββας – Επίκουρος Καθηγητής Βιολογικής Χημείας, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Συνεργαζόμενος Ερευνητής του Ινστιτούτου Βιοϊατρικών Ερευνών του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (Ι.Τ.Ε.)

ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ

Βακάκη Βασιλική – Βιολόγος, MSc στην Επιστημονική Μετάφραση

Κοκκινάκη Αδαμαντία – Βιολόγος, Δίπλωμα Μεταπτυχιακών Σπουδών ICAMAS στο αντικείμενο «Αειφόρος Γεωργία»

Λάκκα Λαοκρατία – Βιολόγος, PhD και MSc στη Μοριακή Βιολογία

Χατζηδημητρίου Αναστασία Ν. – Βιολόγος, PhD στη Γενετική του Ανθρώπου

Χηνοπούλου Ουρανία – Δασολόγος, MSc στο αντικείμενο «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΟΥ ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΥ

Γεωργούλια Παναγιώτα – Πτυχιούχος και υποψήφια Διδάκτωρ του Τμήματος Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ΣαδίκΟγλου Ελντέμ – Πτυχιούχος Βιολογίας του Πανεπιστημίου της Άγκυρας, υποψήφια Διδάκτωρ του Τμήματος Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Στυλιανοπούλου Ηλέκτρα – Πτυχιούχος και υποψήφια Διδάκτωρ του Τμήματος Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Κόη Κωνσταντίνα – Φιλολόγος

Μέρος I: Εισαγωγή**Γενική επιμέλεια:** Πολίτου Α.**Κεφάλαιο 1** Γενική επισκόπηση των κυττάρων και της κυτταρικής βιολογικής έρευνας:

Φασσέας Κ. – Πολίτου Α.

Κεφάλαιο 2 Η σύσταση των κυττάρων:

Πολίτου Α. – Μηλιώνη Δ.

Κεφάλαιο 3 Κυτταρικός μεταβολισμός:

Δραΐνας Κ. – Δεδούσης Γ.

Κεφάλαιο 4 Βασικές αρχές της μοριακής βιολογίας:

Φλυτζάνης Κ. – Σκάβδης Γ.

Μέρος II: Η ροή των γενετικών πληροφοριών**Γενική επιμέλεια:** Αλεξανδράκη Δ.**Κεφάλαιο 5** Η οργάνωση και οι αλληλουχίες των κυτταρικών γονιδιωμάτων:

Μαθιόπουλος Κ. – Φριλίγγος Ε.

Κεφάλαιο 6 Αντιγραφή, διατήρηση και αναδιατάξεις του γονιδιωματικού DNA:

Βελετζά Σ. – Κομητοπούλου Α.

Κεφάλαιο 7 Σύνθεση και επεξεργασία του RNA:

Αλεξανδράκη Δ. – Ζαρκάδης Ι.

Κεφάλαιο 8 Σύνθεση πρωτεϊνών, επεξεργασία και ρύθμιση της λειτουργίας τους:

Σταθόπουλος Κ. – Χατζηλουκάς Ε.

Μέρος III: Δομή και λειτουργία των κυττάρων**Γενική επιμέλεια:** Φριλίγγος Ε.**Κεφάλαιο 9** Ο πυρήνας:

Σπηλιανάκης Χ. – Κουρμούλη Ν.

Κεφάλαιο 10 Διαλογή και μεταφορά πρωτεϊνών:

Παναγιωτίδης Χ. – Χριστοφορίδης Σ.

Κεφάλαιο 11 Βιοενεργητική και μεταβολισμός:

Φριλίγγος Ε. – Μούτου Α.

Κεφάλαιο 12 Ο κυτταροσκελετός και η κυτταρική κίνηση:

Σίμος Γ. – Κούκλης Π.

Κεφάλαιο 13 Η κυτταροπλασματική μεμβράνη:

Παπαμαρκάκη Θ. – Φριλίγγος Ε.

Κεφάλαιο 14 Κυτταρικά τοιχώματα, εξωκυτταρικό στρώμα και αλληλεπιδράσεις των κυττάρων:

Χατζόπουλος Π. – Χαλεπάκης Γ.

Μέρος IV: Κυτταρική ρύθμιση**Γενική επιμέλεια:** Ανάγνου Ν.**Κεφάλαιο 15** Κυτταρική σηματοδότηση:

Μόσιαλος Γ. – Θυφρονίτης Γ.

Κεφάλαιο 16 Ο κυτταρικός κύκλος:

Λυγερού Ζ. – Ζίφα Α.

Κεφάλαιο 17 Κυτταρικός θάνατος και κυτταρική ανανέωση:

Σωτηροπούλου Γ. – Ταραβήρας Σ.

Κεφάλαιο 18 Καρκίνος:

Ανάγνου Ν. – Σανδαλτζόπουλος Ρ.

Σύντομα Περιεχόμενα

ΜΕΡΟΣ I **Εισαγωγή 1**

- Κεφάλαιο 1 Γενική επισκόπηση των κυττάρων και της κυτταρικής βιολογικής έρευνας 3
- Κεφάλαιο 2 Η σύσταση των κυττάρων 65
- Κεφάλαιο 3 Κυτταρικός μεταβολισμός 109
- Κεφάλαιο 4 Βασικές αρχές της μοριακής βιολογίας 151

ΜΕΡΟΣ II **Η ροή των γενετικών πληροφοριών 229**

- Κεφάλαιο 5 Η οργάνωση και οι αλληλουχίες των κυτταρικών γονιδιωμάτων 231
- Κεφάλαιο 6 Αντιγραφή, διατήρηση και αναδιατάξεις του γονιδιωματικού DNA 301
- Κεφάλαιο 7 Σύνθεση και επεξεργασία του RNA 375
- Κεφάλαιο 8 Σύνθεση πρωτεϊνών, επεξεργασία και ρύθμιση της λειτουργίας τους 461

ΜΕΡΟΣ III **Δομή και λειτουργία των κυττάρων 527**

- Κεφάλαιο 9 Ο πυρήνας 529
- Κεφάλαιο 10 Διαλογή και μεταφορά πρωτεϊνών:
Ενδοπλασματικό δίκτυο, συσκευή Golgi και λυσοσώματα 567
- Κεφάλαιο 11 Βιοενεργητική και μεταβολισμός:
Μιτοχόνδρια, χλωροπλάστες και υπεροξειδιοσώματα 639
- Κεφάλαιο 12 Ο κυτταροσκελετός και η κυτταρική κίνηση 699
- Κεφάλαιο 13 Η κυτταροπλασματική μεμβράνη 779
- Κεφάλαιο 14 Κυτταρικά τοιχώματα, εξωκυτταρικό στρώμα και αλληλεπιδράσεις των κυττάρων 843

ΜΕΡΟΣ IV **Κυτταρική ρύθμιση 885**

- Κεφάλαιο 15 Κυτταρική σηματοδότηση 887
- Κεφάλαιο 16 Ο κυτταρικός κύκλος 965
- Κεφάλαιο 17 Κυτταρικός θάνατος και κυτταρική ανανέωση 1023
- Κεφάλαιο 18 Καρκίνος 1071

Περιεχόμενα

Πρόλογος Αγγλικής Έκδοσης xiii

Πρόλογος Ελληνικής Έκδοσης xvi

Οργάνωση και χαρακτηριστικά του βιβλίου *Το Κύτταρο: Μια Μοριακή Προσέγγιση* xxii

ΜΕΡΟΣ Ι ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1 Γενική επισκόπηση των κυττάρων και της κυτταρικής βιολογικής έρευνας 3

1.1 Προέλευση και εξέλιξη των κυττάρων 5

Το πρώτο κύτταρο 5

Η εξέλιξη του μεταβολισμού 9

Σύγχρονοι προκαρυωτικοί οργανισμοί 11

Ευκαρυωτικά κύτταρα 12

Η προέλευση των ευκαρυωτών 15

Η ανάπτυξη των πολυκύτταρων οργανισμών 17

1.2 Τα κύτταρα ως πειραματικά μοντέλα 22

E. coli 22

Ζυμομύκητες 24

Caenorhabditis elegans 25

Drosophila melanogaster 27

Arabidopsis thaliana 27

Σπονδυλωτά 28

1.3 Εργαλεία της κυτταρικής βιολογίας 31

Φωτονική μικροσκοπία 32

Ηλεκτρονική μικροσκοπία 41

Υποκυτταρική κλασμάτωση 46

Πολλαπλασιασμός ζωικών κυττάρων σε καλλιέργεια 50

Καλλιέργεια φυτικών κυττάρων 54

Ιοί 55

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Καλλιέργεια ζωικών κυττάρων 52

ΜΟΡΙΑΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Ιοί και καρκίνος 57

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 59

Ερωτήσεις 62

Βιβλιογραφικές αναφορές 63

2 Η σύσταση των κυττάρων 65

2.1 Τα μόρια των κυττάρων 66

Υδατάνθρακες 67

Λιπίδια 70

Νουκλεϊκά οξέα 74

Πρωτεΐνες 77

2.2 Κυτταρικές μεμβράνες 87

Μεμβρανικά λιπίδια 87

Μεμβρανικές πρωτεΐνες 89

Μεταφορά μέσω κυτταρικών μεμβρανών 93

2.3 Πρωτεωμική: ανάλυση των κυτταρικών πρωτεϊνών σε μεγάλη κλίμακα 97

Ταυτοποίηση κυτταρικών πρωτεϊνών 97

Συνολική ανάλυση της υποκυτταρικής εντόπισης των πρωτεϊνών 101

Πρωτεϊνικές αλληλεπιδράσεις 103

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η αναδίπλωση των πολυπεπτιδικών αλυσίδων στον χώρο 80

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η δομή των κυτταρικών μεμβρανών 90

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 105

Ερωτήσεις 107

Βιβλιογραφικές αναφορές 107

3 Κυτταρικός μεταβολισμός 109

3.1 Ο κεντρικός ρόλος των ενζύμων ως βιολογικών καταλυτών 109

Η καταλυτική ενεργότητα των ενζύμων 110

Μηχανισμοί ενζυμικής κατάλυσης 112

Συνένζυμα 116

Ρύθμιση της ενζυμικής ενεργότητας 118

3.2 Μεταβολική ενέργεια 120

Ελεύθερη ενέργεια και ATP 121

Η παραγωγή ATP από γλυκόζη 126

Παραγωγή ενέργειας από άλλα οργανικά μόρια 133

Φωτοσύνθεση 134

3.3 Η βιοσύνθεση των κυτταρικών συστατικών 136

Υδατάνθρακες 137

Λιπίδια 140

Πρωτεΐνες 140

Νουκλεϊκά οξέα 144

ΜΟΡΙΑΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Φαινυλοκετονουρία 144

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Αντιμεταβολίτες και χημειοθεραπεία 146

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 147

Ερωτήσεις 149

Βιβλιογραφικές αναφορές 149

4 Βασικές αρχές της μοριακής βιολογίας 151

4.1 Κληρονομικότητα, γονίδια και DNA 152

Γονίδια και χρωμοσώματα 152
Γονίδια και ένζυμα 155
Το DNA είναι το γενετικό υλικό 157
Η δομή του DNA 159
Η αντιγραφή του DNA 161

4.2 Έκφραση της γενετικής πληροφορίας 164

Η συγγραμμικότητα μεταξύ γονιδίων και πρωτεϊνών 164
Ο ρόλος του αγγελιαφόρου RNA 165
Ο γενετικός κώδικας 167
Ιοί RNA και αντίστροφη μεταγραφή 170

4.3 Ανασυνδυασμένο DNA 174

Οι ενδονουκλεάσες περιορισμού 175
Δημιουργία ανασυνδυασμένων μορίων DNA 178
Φορείς κλωνοποίησης 181
Αλληλούχηση του DNA 185
Έκφραση των κλωνοποιημένων γονιδίων 186

4.4 Ανίχνευση νουκλεϊκών οξέων και πρωτεϊνών 190

Πολλαπλασιασμός τμημάτων DNA με την αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης 191
Υβριδισμός νουκλεϊκών οξέων 194
Τα αντι σώματα ως εργαλεία για την ανίχνευση πρωτεϊνών 199

4.5 Λειτουργική μελέτη των ευκαρυωτικών γονιδίων 203

Γενετική ανάλυση σε ζυμομύκητες 204
Γονιδιακή μεταφορά σε φυτά και ζώα 205
Μεταλλαξιγένεση *in vitro* 212
Εισαγωγή μεταλλαγών στο γονιδίωμα κυττάρων και οργανισμών 213
Παρεμβαίνοντας στη γονιδιακή έκφραση 216

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η υπόθεση του προϊού DNA 172

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Παρεμβολή RNA 218

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 221

Ερωτήσεις 225

Βιβλιογραφικές αναφορές 225

ΜΕΡΟΣ II Η ΡΟΗ ΤΩΝ ΓΕΝΕΤΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

5 Η οργάνωση και οι αλληλουχίες των κυτταρικών γονιδιωμάτων 231

5.1 Η πολυπλοκότητα των ευκαρυωτικών γονιδιωμάτων 232

Ιντρόνια και εξόνια 232
Επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες DNA 239
Διπλασιασμοί γονιδίων και ψευδογονίδια 244
Η σύνθεση των γονιδιωμάτων των ανώτερων ευκαρυωτών 246

5.2 Χρωμοσώματα και χρωματίνη 247

Χρωματίνη 248
Κεντρομερή 254
Τελομερή 261

5.3 Οι αλληλουχίες ολόκληρων γονιδιωμάτων 262

Προκαρυωτικά γονιδιώματα 263
Το γονιδίωμα του σακχαρομύκητα 265
Τα γονιδιώματα του *Caenorhabditis elegans*, της *Drosophila melanogaster* και άλλων ασπονδύλων 268
Γονιδιώματα φυτών 272
Το γονιδίωμα του ανθρώπου 275

Τα γονιδιώματα άλλων σπονδυλωτών 282

5.4 Βιοπληροφορική και βιολογία συστημάτων 286

Συστηματικοί έλεγχοι της γονιδιακής λειτουργίας 287
Ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης 288
Η ποικιλότητα μεταξύ των ατόμων και η γονιδιωματική ιατρική 291

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η ανακάλυψη των ιντρονίων 236

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Το γονιδίωμα του ανθρώπου 278

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 293

Ερωτήσεις 297

Βιβλιογραφικές αναφορές 297

6 Αντιγραφή, διατήρηση και αναδιατάξεις του γονιδιωματικού DNA 301

6.1 Αντιγραφή του DNA 302

DNA πολυμεράσες 302
Η αντιγραφική διχάλα 304
Η πιστότητα της αντιγραφής 313
Θέσεις έναρξης αντιγραφής και έναρξης της αντιγραφής 316
Τελομερή και τελομεράση: διατήρηση των χρωμοσωμικών άκρων 320

6.2 Επιδιόρθωση του DNA 323

Άμεση αντιστροφή της βλάβης 324
Επιδιόρθωση με εκτομή 327
Διαβλαβική σύνθεση DNA 335
Επιδιόρθωση δίκλωνων ρήξεων 336

6.3 Ανασυνδυασμός μεταξύ ομόλογων αλληλουχιών DNA 339

Μοντέλα ομόλογου ανασυνδυασμού 340
Ένζυμα που εμπλέκονται στον ομόλογο ανασυνδυασμό 344

6.4 Αναδιατάξεις του DNA 346

Ανασυνδυασμός ειδικής θέσης 347
Μετάθεση μέσω ενδιάμεσων μορίων DNA 357
Μετάθεση μέσω ενδιάμεσων μορίων RNA 360

Γονιδιακή ενίσχυση 366

ΜΟΡΙΑΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Καρκίνος του παχέος εντέρου και επιδιόρθωση του DNA 337

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Αναδιάταξη των γονιδίων των ανοσοσφαιρινών 354

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 368

Ερωτήσεις 371

Βιβλιογραφικές αναφορές 372

7 Σύνθεση και επεξεργασία του RNA 375

7.1 Η μεταγραφή στους προκαρυωτικούς οργανισμούς 376

RNA πολυμεράση και μεταγραφή 376
Καταστολείς και αρνητικός έλεγχος της μεταγραφής 383
Θετικός έλεγχος της μεταγραφής 385

7.2 Η RNA πολυμεράση των ευκαρυωτικών οργανισμών και οι γενικοί μεταγραφικοί παράγοντες 386

Ευκαρυωτικές RNA πολυμεράσες 386
Γενικοί μεταγραφικοί παράγοντες και έναρξη της μεταγραφής από την RNA πολυμεράση II 388
Μεταγραφή από τις RNA πολυμεράσες I και III 393

7.3 Η ρύθμιση της μεταγραφής στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς 396

cis-Δραστικές ρυθμιστικές αλληλουχίες: υποκινητές και ενισχυτές 396
Περιοχές πρόσδεσης μεταγραφικών παραγόντων 401
Πρωτεΐνες που ρυθμίζουν τη μεταγραφή 405
Δομή και λειτουργία των ενεργοποιητών της μεταγραφής 408
Ευκαρυωτικοί καταστολείς 412
Ρύθμιση της επιμήκυνσης 414

Δομή της χρωματίνης και μεταγραφή 415

Έλεγχος της μεταγραφής από μη κωδικά RNA 424

Μεθυλίωση του DNA 427

7.4 Επεξεργασία και ανακύκλωση του RNA 429

Επεξεργασία του ριβοσωμικού και του μεταφορικού RNA 429
Επεξεργασία του mRNA στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς 433
Ο μηχανισμός του ματίσματος 436
Εναλλακτικό μάτισμα 445
Στοιχειοθεσία του RNA 448
Αποικοδόμηση του RNA 450

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η απομόνωση ενός μεταγραφικού παράγοντα 404

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η ανακάλυψη των snRNP 440

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 452

Ερωτήσεις 456

Βιβλιογραφικές αναφορές 456

8 Σύνθεση πρωτεϊνών, επεξεργασία και ρύθμιση της λειτουργίας τους 461

8.1 Μετάφραση του mRNA 462

Μεταφορικά RNA 462

Το ριβόσωμα 466

Η οργάνωση των μορίων mRNA και η έναρξη της μετάφρασης 471

Η διαδικασία της μετάφρασης 475

Ρύθμιση της μετάφρασης 483

8.2 Αναδίπλωση και επεξεργασία των πρωτεϊνών 491

Μοριακοί συνοδοί και αναδίπλωση των πρωτεϊνών 492

Ένζυμα που καταλύουν την αναδίπλωση των πρωτεϊνών 496

Κοπή των πρωτεϊνών 497

Γλυκοζυλίωση 500

Πρόσδεση λιπιδίων 503

8.3 Ρύθμιση της λειτουργίας των πρωτεϊνών 507

Ρύθμιση μέσω μικρών μορίων 507

Φωσφορυλίωση των πρωτεϊνών 509

Αλληλεπιδράσεις μεταξύ πρωτεϊνών 513

8.4 Αποικοδόμηση των πρωτεϊνών 516

Το μονοπάτι ουβικιτίνης-πρωτεασώματος 516

Πρωτεόλυση στα λυσοσώματα 520

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Ο καταλυτικός ρόλος του ριβοσωμικού RNA 472

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η ανακάλυψη των πρωτεϊνικών κινασών τυροσίνης 514

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 522

Ερωτήσεις 524

Βιβλιογραφικές αναφορές 524

ΜΕΡΟΣ III ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ

9 Ο πυρήνας 529

9.1 Ο πυρηνικός φάκελος και η κυκλοφορία μορίων ανάμεσα στον πυρήνα και το κυτταρόπλασμα 530

Η δομή του πυρηνικού φακέλου 530
Το σύμπλοκο του πυρηνικού πόρου 536

Επιλεκτική μεταφορά πρωτεϊνών από και προς τον πυρήνα 539

Ρύθμιση της εισαγωγής πρωτεϊνών στον πυρήνα 545

Μεταφορά των μορίων RNA 547

9.2 Εσωτερική οργάνωση του πυρήνα 548

Χρωμοσώματα και υψηλότερη οργάνωση δομής της χρωματίνης 549

Υποδιαμερίσματα μέσα στον πυρήνα 552

9.3 Ο πυρηνίσκος και η επεξεργασία του rRNA 555

Γονίδια του ριβοσωμικού RNA και οργάνωση του πυρηνίσκου 556

Μεταγραφή και επεξεργασία του rRNA 558

Η συναρμολόγηση των ριβοσωμάτων 561

ΜΟΡΙΑΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Ασθένειες που συνδέονται με την πυρηνική λάμινα 534

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η ταυτοποίηση των σημάτων πυρηνικού εντοπισμού 538

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 563

Ερωτήσεις 564

Βιβλιογραφικές αναφορές 565

10 Διαλογή και μεταφορά πρωτεϊνών: Ενδοπλασματικό δίκτυο, συσκευή Golgi και λυσοσώματα 567

10.1 Το ενδοπλασματικό δίκτυο 568

Ενδοπλασματικό δίκτυο και έκκριση πρωτεϊνών 569
Στόχευση πρωτεϊνών στο ενδοπλασματικό δίκτυο 571
Εισαγωγή πρωτεϊνών στη μεμβράνη του ER 579
Αναδίπλωση και επεξεργασία πρωτεϊνών στο ER 586
Ποιοτικός έλεγχος στο ER 589
Το λείο ER και η σύνθεση λιπιδίων 593
Εξαγωγή πρωτεϊνών και λιπιδίων από το ER 597

10.2 Η συσκευή Golgi 601

Η οργάνωση του Golgi 601
Γλυκοζυλίωση πρωτεϊνών μέσα στο Golgi 604
Μεταβολισμός λιπιδίων και πολυσακχαριτών στο Golgi 607
Διαλογή των πρωτεϊνών και εξαγωγή τους από τη συσκευή Golgi 608

10.3 Ο μηχανισμός της μεταφοράς μέσω κυστιδίων 613

Πειραματικές προσεγγίσεις για την κατανόηση της μεταφοράς μέσω κυστιδίων 614
Επιλογή φορτίου, πρωτεΐνες καλύμματος και εκβάσταση κυστιδίων 616
Σύντηξη κυστιδίων 621

10.4 Λυσοσώματα 626

Όξινες υδρολάσες των λυσοσωμάτων 627
Ενδοκυττάρωση και σχηματισμός λυσοσωμάτων 629
Φαγοκυττάρωση και αυτοφαγία 631

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η υπόθεση σήματος 576

ΜΟΡΙΑΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Η νόσος Gaucher 628

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 633

Ερωτήσεις 636

Βιβλιογραφικές αναφορές 636

11 Βιοενεργητική και μεταβολισμός: Μιτοχόνδρια, χλωροπλάστες και υπεροξειδισώματα 639

11.1 Τα μιτοχόνδρια 640

Οργάνωση και λειτουργία των μιτοχονδρίων 640
Το γενετικό σύστημα των μιτοχονδρίων 643
Εισαγωγή πρωτεϊνών και συναρμολόγηση των μιτοχονδρίων 646

11.2 Ο μηχανισμός της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης 656

Η αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων 657
Χημειωσμητική σύζευξη 660
Μεταφορά μεταβολιτών μέσω της εσωτερικής μιτοχονδριακής μεμβράνης 666

11.3 Οι χλωροπλάστες και άλλα πλαστίδια 668

Δομή και λειτουργία των χλωροπλάστων 668
Το χλωροπλαστικό γονιδίωμα 670
Εισαγωγή και διαλογή των πρωτεϊνών του χλωροπλάστη 673
Άλλα πλαστίδια 677

11.4 Φωτοσύνθεση 680

Ροή ηλεκτρονίων μέσα από τα φωτοσυστήματα I και II 680
Κυκλική ροή ηλεκτρονίων 685
Σύνθεση ATP 686

11.5 Τα υπεροξειδισώματα 687

Λειτουργίες των υπεροξειδισωμάτων 688
Συναρμολόγηση των υπεροξειδισωμάτων 692

ΜΟΡΙΑΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Ασθένειες που συνδέονται με τα μιτοχόνδρια: η κληρονομική οπτική νευροπάθεια του Leber 648

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η χημειωσμητική θεωρία 662

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 694

Ερωτήσεις 697

Βιβλιογραφικές αναφορές 697

12 Ο κυτταροσκελετός και η κυτταρική κίνηση 699

12.1 Δομή και οργάνωση των ινιδίων ακτίνης 700

Συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση των ινιδίων ακτίνης 700
Οργάνωση των ινιδίων ακτίνης 708
Σύνδεση των ινιδίων ακτίνης με την κυτταροπλασματική μεμβράνη 712
Προεκβολές της κυτταρικής επιφάνειας 717

12.2 Ακτίνη, μυοσίνη και κυτταρική κίνηση 720

Μυϊκή σύσπαση 720
Συσταλτά συστήματα ακτίνης και μυοσίνης σε μη μυϊκά κύτταρα 727
Μη μυϊκές μυοσίνες 729
Σχηματισμός προεκβολών και κυτταρική κίνηση 731

12.3 Ενδιάμεσα ινίδια 734

Πρωτεΐνες ενδιάμεσων ινιδίων 735
Συναρμολόγηση των ενδιάμεσων ινιδίων 737
Ενδοκυτταρική οργάνωση των ενδιάμεσων ινιδίων 739
Οι λειτουργίες των κερατινών και των νευροϊνιδίων: ασθένειες του δέρματος και του νευρικού συστήματος 741

12.4 Μικροσωληνίσκοι 745

Δομή και δυναμική οργάνωση των μικροσωληνίσκων 746
Συναρμολόγηση των μικροσωληνίσκων 749
Οργάνωση των μικροσωληνίσκων στο κύτταρο 753

12.5 Κινητήρες μικροσωληνίσκων και κίνηση 755

Ταυτοποίηση των κινητήριων πρωτεϊνών των μικροσωληνίσκων 755
Μεταφορά φορτίου και ενδοκυτταρική οργάνωση 761
Βλεφαρίδες και μαστίγια 763
Αναδιοργάνωση των μικροσωληνίσκων κατά τη μίτωση 767
Κίνηση των χρωμοσωμάτων 769

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η έκφραση μεταλλαγμένης κερατίνης

προκαλεί ανωμαλίες στην ανάπτυξη του δέρματος 744

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η απομόνωση της κινησίνης 758

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 772

Ερωτήσεις 775

Βιβλιογραφικές αναφορές 776

13 Η κυτταροπλασματική μεμβράνη 779

13.1 Η δομή της κυτταροπλασματικής μεμβράνης 780

Η φωσφολιπιδική διπλοστιβάδα 780

Μεμβρανικές πρωτεΐνες 784

Κινητικότητα των μεμβρανικών πρωτεϊνών 794

Ο γλυκοκάλυκας 797

13.2 Μεταφορά μικρών μορίων 799

Παθητική διάχυση 799

Διευκολυνόμενη διάχυση και πρωτεΐνες-φορείς 800

Δίαυλοι ιόντων 803

Ενεργός μεταφορά ωθούμενη από την υδρόλυση του ATP 814

Ενεργός μεταφορά ωθούμενη από τη διαβάθμιση ιόντων 821

13.3 Ενδοκυττάρωση 824

Φαγοκυττάρωση 824

Ενδοκυττάρωση μέσω υποδοχέων 826

Διακίνηση πρωτεϊνών στην ενδοκυττάρωση 832

ΜΟΡΙΑΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Κυστική ίνωση 820

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Ο υποδοχέας LDL 828

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 837

Ερωτήσεις 839

Βιβλιογραφικές αναφορές 840

14 Κυτταρικά τοιχώματα, εξωκυτταρικό στρώμα και αλληλεπιδράσεις των κυττάρων 843

14.1 Κυτταρικά τοιχώματα 843

Κυτταρικά τοιχώματα των βακτηρίων 844

Κυτταρικά τοιχώματα των ευκαρυωτών 846

14.2 Εξωκυτταρικό στρώμα και αλληλεπιδράσεις κυττάρου-στρώματος 852

Δομικές πρωτεΐνες του στρώματος 853

Πολυσακχαρίτες του στρώματος 858

Πρωτεΐνες πρόσφυσης του στρώματος 860

Αλληλεπιδράσεις κυττάρου-στρώματος 861

14.3 Αλληλεπιδράσεις κυττάρου-κυττάρου 867

Σύνδεσμοι πρόσφυσης 868

Στενοσύνδεσμοι 873

Χασμοσύνδεσμοι 875

Πλασμοδέσμες 879

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Ο χαρακτηρισμός των ιντεγκρινών 864

ΜΟΡΙΑΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Ασθένειες που συνδέονται με τους χασμοσυνδέσμους 878

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 881

Ερωτήσεις 883

Βιβλιογραφικές αναφορές 883

ΜΕΡΟΣ IV ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΡΥΘΜΙΣΗ

15 Κυτταρική σηματοδότηση 887

15.1 Σηματοδοτικά μόρια και οι υποδοχείς τους 888

Τύποι διακυτταρικής σηματοδότησης 888

Οι στεροειδείς ορμόνες και η υπεροικογένεια των πυρηνικών υποδοχέων 890

Οξείδιο του αζώτου και μονοξείδιο του άνθρακα 893

Νευροδιαβιβαστές 896

Πεπτιδικές ορμόνες και αυξητικοί παράγοντες 897

Εικοσανοειδή 899

Φυτοορμόνες 901

15.2 Λειτουργίες των επιφανειακών υποδοχέων 903

Υποδοχείς συνδεδεμένοι με πρωτεΐνες G 904

Υποδοχείς-πρωτεϊνικές κινάσες τυροσίνης 907

Υποδοχείς κυτταροκινών και πρωτεϊνικές κινάσες τυροσίνης που δεν είναι υποδοχείς 913

Υποδοχείς συνδεδεμένοι με άλλες ενζυμικές ενεργότητες 914

15.3 Μονοπάτια ενδοκυτταρικής μεταγωγής σήματος 916

Το μονοπάτι cAMP: δευτεροί αγγελιαφόροι και φωσφορυλίωση πρωτεϊνών 916

Κυκλικό GMP 921

Φωσφολιπίδια και Ca^{2+} 922

Τα μονοπάτια των κινασών PI 3/Akt και mTOR 926

Μονοπάτια των κινασών MAP 931

Τα μονοπάτια JAK/STAT και TGF- β /Smad 940

Το σηματοδοτικό μονοπάτι του NF- κ B 941

Τα μονοπάτια Hedgehog, Wnt και Notch 942

15.4 Μεταγωγή σήματος και ο κυτταροσκελετός 946

Ιντεγκρίνες και μεταγωγή σήματος 947

Ρύθμιση του κυτταροσκελετού ακτίνης 949

15.5 Δίκτυα σηματοδότησης 951

Ανάδραση και διασύνδεση 952

Δίκτυα σηματοδότησης 954

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Υποδοχείς συνδεδεμένοι με

πρωτεΐνες G και ανίχνευση οσμών 908

ΜΟΡΙΑΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Καρκίνος: μεταγωγή σήματος και τα

ογκογονίδια *ras* 934

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 956

Ερωτήσεις 960

Βιβλιογραφικές αναφορές 961

16 Ο κυτταρικός κύκλος 965

16.1 Ο κυτταρικός κύκλος των ευκαρυωτών 966

Οι φάσεις του κυτταρικού κύκλου 966
Ρύθμιση του κυτταρικού κύκλου από την κυτταρική αύξηση και από εξωκυτταρικά σήματα 969

Σημεία ελέγχου του κυτταρικού κύκλου 973

Περιορισμός της αντιγραφής του DNA σε μία μόνο φορά ανά κυτταρικό κύκλο 975

16.2 Ρυθμιστές της προόδου του κυτταρικού κύκλου 975

Οι πρωτεϊνικές κινάσες και η ρύθμιση του κυτταρικού κύκλου 976
Οικογένειες κυκλινών και κυκλινοεξαρτώμενων κινασών 983

Αυξητικοί παράγοντες και η ρύθμιση των Cdk της G₁ 987

Σημεία ελέγχου βλαβών στο DNA 990

16.3 Τα γεγονότα της φάσης M 994

Τα στάδια της μίτωσης 994

Το σύμπλοκο Cdk1/κυκλίνης B και η πρόοδος της μετάφασης 998

Το σημείο ελέγχου συγκρότησης της ατράκτου και η μετάβαση στην ανάφαση 1003

Η κυτταροκίνηση 1005

16.4 Μείωση και γονιμοποίηση 1007

Η διαδικασία της μείωσης 1008

Η ρύθμιση της μείωσης στα ωκύτταρα 1012

Η γονιμοποίηση 1015

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η ανακάλυψη του MPF 978

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η ταυτοποίηση της κυκλίνης 982

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 1018

Ερωτήσεις 1020

Βιβλιογραφικές αναφορές 1021

17 Κυτταρικός θάνατος και κυτταρική ανανέωση 1023

17.1 Προγραμματισμένος κυτταρικός θάνατος 1024

Τα βήματα της απόπτωσης 1025

Κασπάσες: οι τελεστές της απόπτωσης 1029

Κεντρικοί ρυθμιστές της απόπτωσης: η οικογένεια Bcl-2 1032

Σηματοδοτικά μονοπάτια που ρυθμίζουν την απόπτωση 1035

Εναλλακτικά μονοπάτια προγραμματισμένου κυτταρικού θανάτου 1041

17.2 Τα βλαστικά κύτταρα και η διατήρηση των ιστών στους ενήλικες 1043

Ο πολλαπλασιασμός των διαφοροποιημένων κυττάρων 1043

Βλαστικά κύτταρα 1046

Κλινικές εφαρμογές βλαστικών κυττάρων ενηλίκων 1054

17.3 Εμβρυϊκά βλαστικά κύτταρα και θεραπευτική κλωνοποίηση 1058

Εμβρυϊκά βλαστικά κύτταρα 1058

Μεταφορά πυρήνα σωματικού κυττάρου 1061

Επαγόμενα πολυδύναμα βλαστικά κύτταρα 1063

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Ταυτοποίηση γονιδίων που συμμετέχουν στον προγραμματισμένο κυτταρικό θάνατο 1028

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Καλλιέργεια εμβρυϊκών βλαστικών κυττάρων 1056

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 1065

Ερωτήσεις 1067

Βιβλιογραφικές αναφορές 1067

18 Καρκίνος 1071

18.1 Η ανάπτυξη και η αιτιολογία του καρκίνου 1072

Τύποι καρκίνου 1072

Η ανάπτυξη του καρκίνου 1074

Τα αίτια του καρκίνου 1077

Ιδιότητες των καρκινικών κυττάρων 1079

Μετασχηματισμός των κυττάρων μιας καλλιέργειας 1086

18.2 Ογκογόνοι ιοί 1087

Οι ιοί της ηπατίτιδας B και C 1088

Ο ιός SV40 και ο ιός Polyoma 1089

Οι ιοί των θηλωμάτων 1091

Οι αδενοίοι 1092

Οι ερπητοίοι 1092

Οι ρετροίοι 1093

18.3 Ογκογονίδια 1094

Ρετροϊκά ογκογονίδια 1095

Πρωτο-ογκογονίδια 1096

Ογκογονίδια στον καρκίνο του ανθρώπου 1101

Λειτουργίες των προϊόντων των ογκογονιδίων 1107

18.4 Ογκοκατασταλτικά γονίδια 1114

Η ανακάλυψη των ογκοκατασταλτικών γονιδίων 1114

Λειτουργίες των προϊόντων των ογκοκατασταλτικών γονιδίων 1119

Ο ρόλος των ογκογονιδίων και των ογκοκατασταλτικών γονιδίων στην ανάπτυξη των όγκων 1124

18.5 Μοριακές προσεγγίσεις στη θεραπεία του καρκίνου 1126

Πρόληψη και έγκαιρη διάγνωση 1126

Μοριακή διάγνωση 1128

Θεραπευτικές προσεγγίσεις 1129

ΠΕΙΡΑΜΑ-ΣΤΑΘΜΟΣ

Η ανακάλυψη των πρωτο-ογκογονιδίων 1100

ΜΟΡΙΑΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Imatinib: θεραπευτική προσέγγιση του καρκίνου με στόχο το ογκογονίδιο bcr/abl 1134

Περίληψη και Σημαντικοί όροι 1137

Ερωτήσεις 1140

Βιβλιογραφικές αναφορές 1140

Απαντήσεις στις ερωτήσεις 1143

Γλωσσάριο 1161

Ευρετήριο 1191

Πρόλογος Αγγλικής Έκδοσης

Ο τρόπος προσέγγισης των επιστημονικών θεμάτων στην 5η έκδοση του βιβλίου *Το Κύτταρο: Μια Μοριακή Προσέγγιση* είναι ίδιος με αυτόν που ακολουθήθηκε στις προηγούμενες εκδόσεις. Στόχος της προσέγγισης αυτής είναι η εκμάθηση των βασικών αρχών του συνεχώς αναπτυσσόμενου επιστημονικού πεδίου της κυτταρικής βιολογίας και η μύηση των φοιτητών στην έρευνα. Από την προηγούμενη έκδοση (2006) μέχρι σήμερα έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος στην κυτταρική βιολογία. Τα νέα δεδομένα που προκύπτουν έχουν ενσωματωθεί στην τρέχουσα έκδοση. Για παράδειγμα, η πρόοδος στη γονιδιωματική είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς οι νέες τεχνολογίες δίνουν τη δυνατότητα ταχύτερης ταυτοποίησης της αλληλουχίας ολόκληρων γονιδιωμάτων και αναγνώρισης γονιδίων που σχετίζονται με διάφορες ασθένειες. Αρχίζει να διαφαίνεται πλέον ότι θα καταστεί εφικτή η δυνατότητα προσδιορισμού του γονιδιώματος όλων των ανθρώπων, η οποία θα επιτρέψει την ανάπτυξη προσεγγίσεων εξατομικευμένης ιατρικής. Προς την κατεύθυνση αυτή, από γονιδιωματικές αναλύσεις μεγάλης κλίμακας έχουν ήδη προκύψει νέες πληροφορίες σχετικά με τις γενετικές συνιστώσες διαφόρων τύπων καρκίνου και έχουν αναπτυχθεί ειδικές θεραπευτικές μέθοδοι και εφαρμογές για τον σχεδιασμό νέων φαρμάκων με στοχευμένη δράση.

Παράλληλα με τις εξελίξεις στη γονιδιωματική, σημειώθηκε εντυπωσιακή πρόοδος στην επιγενετική. Για παράδειγμα, αποκαλύφθηκε ο επιγενετικός μηχανισμός του σχηματισμού των κεντρομερών στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς, κατανοήθηκε σε ουσιαστικότερο βαθμό η πολυπλοκότητα των τροποποιήσεων των ιστονών και ο ρόλος τους στη γονιδιακή έκφραση και άρχισε η αποκρυπτογράφηση του μηχανισμού απενεργοποίησης του χρωμοσώματος X από μη κωδικά RNA. Επιπλέον, αναγνωρίστηκε ο ρόλος των miRNA στη μετα-μεταγραφική ρύθμιση των γονιδίων, όχι μόνο σε φυσιολογικά κύτταρα αλλά και σε παθολογικές καταστάσεις, όπως στον καρκίνο και σε διάφορες καρδιοπάθειες. Τέλος, εντυπωσιακή ήταν η πρόοδος προς την κατεύθυνση της κλινικής εφαρμογής των βλαστικών κυττάρων. Μάλιστα, ιδιαίτερης σημασίας αποδείχθηκε η ανακάλυψη ότι σωματικά κύτταρα ενηλίκων μπορούν να επαναπρογραμματιστούν, ώστε να συμπεριφέρονται ως πολυδύναμα κύτταρα. Άλλες πρόσφατες ανακαλύψεις αφορούν σημαντικά ζητήματα της κυτταρικής και μοριακής βιολογίας, όπως

τον ρόλο των ευκαρυωτικών DNA πολυμερασών στην αντιγραφική διχάλα και τον μηχανισμό διακίνησης πρωτεϊνών μέσω της συσκευής Golgi.

Επιδίωξή μας ως συγγραφέων στην 5η έκδοση δεν ήταν μόνο να προσφέρουμε στον αναγνώστη νέες πληροφορίες, αλλά και να του μεταδώσουμε τον ενθουσιασμό για τις προκλήσεις της έρευνας στην κυτταρική βιολογία. Ταυτόχρονα, φροντίσαμε να διατηρηθεί η απλότητα του ύφους, η οποία χαρακτηρίζει και τις προηγούμενες εκδόσεις του βιβλίου *Το Κύτταρο: Μια Μοριακή Προσέγγιση*, ώστε το κείμενο να είναι εύληπτο και κατανοητό από προπτυχιακούς φοιτητές, που βρίσκονται ακόμα στην αρχή των σπουδών τους σε αντικείμενα κυτταρικής και μοριακής βιολογίας. Καινοτομία του βιβλίου αποτελεί η προσθήκη ειδικών θεμάτων Μοριακής Ιατρικής, στα οποία τονίζονται οι κλινικές εφαρμογές, και Πειραμάτων-σταθμών, στα οποία περιγράφονται πρωτοποριακά ερευνητικά άρθρα. Νέα πειράματα-σταθμοί που περιλαμβάνονται στην τρέχουσα έκδοση αναφέρονται στην ανακάλυψη της παρεμβολής RNA από τους Andrew Fire και Craig Mello και στην ταυτοποίηση των οσφρητικών υποδοχέων ως μιας μεγάλης οικογένειας υποδοχέων συνδεδεμένων με πρωτεΐνες G από τους Linda Buck και Richard Axel. Αυτά τα ειδικά θέματα, σε συνδυασμό με τα πειράματα που παρουσιάζονται στο κυρίως κείμενο, αποκαλύπτουν στον φοιτητή πώς σημειώνεται η πρόοδος στο πεδίο της μοριακής βιολογίας και τον μούν στον τρόπο με τον οποίο διατυπώνονται οι επιστημονικές υποθέσεις και ερμηνεύονται τα πειραματικά αποτελέσματα. Κάθε κεφάλαιο περιλαμβάνει επίσης σύντομες ξεχωριστές αναφορές σε ειδικότερα θέματα με ιδιαίτερο ή κλινικό ενδιαφέρον. Επιπλέον, στο τέλος κάθε κεφαλαίου υπάρχει μια ομάδα ερωτήσεων, οι οποίες απαντώνται στο τέλος του βιβλίου. Αυτές οι ερωτήσεις δίνουν την ευκαιρία για ανασκόπηση της ύλης κάθε κεφαλαίου και έχουν ως στόχο να ενθαρρύνουν τους φοιτητές να αναλύσουν διάφορες πειραματικές προσεγγίσεις ή να ερμηνεύσουν πειραματικά δεδομένα.

Όπως και στις προηγούμενες εκδόσεις, ο σημαντικότερος στόχος του βιβλίου *Το Κύτταρο: Μια Μοριακή Προσέγγιση* είναι να διεγείρει το ενδιαφέρον του αναγνώστη και να του μεταδώσει τον ενθουσιασμό που προκαλούν οι σύγχρονες εξελίξεις της έρευνας στο πεδίο της κυτταρικής και μοριακής βιολογίας. Οι δυνατότητες που διαφαίνονται στο επιστημονικό αυτό πεδίο είναι περισσότερες από ποτέ άλλοτε. Ελπίζουμε ότι το βιβλίο μας θα προετοιμάσει κατάλληλα τους σημερινούς φοιτητές, ώστε να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις της έρευνας στο μέλλον.

Ευχαριστίες

Η 5η έκδοση του βιβλίου *Το Κύτταρο: Μια Μοριακή Προσέγγιση* έχει βελτιωθεί σημαντικά χάρη στα σχόλια και τις υποδείξεις των επιμελητών, των συνεργατών και των φοιτητών που χρησιμοποίησαν τις προηγούμενες εκδόσεις. Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τους παρακάτω συναδέλφους για τη συμβολή

τους: Dr. Felipe Kierszenbaum (Michigan State University), Dr. Karen Guzman (Campbell University), Dr. T. Page Owen, Jr (Connecticut College), Dr. Junjun Liu (California State University, Pomona), Dr. Floyd Knoop (Creighton University), Dr. Jason Bush (California State University, Fresno), Dr. Gene Settle (University of Arizona), Dr. Amelia Ahern-Rindell και τους φοιτητές της (University of Portland), Dr. Cynthia Bradham και Dr. Ulla Hansen (Boston University).

Εκφράζουμε επίσης την ευγνωμοσύνη μας στους συνεργάτες μας από τους εκδοτικούς οίκους Sinauer Associates και ASM Press για τη συνεχή υποστήριξή τους. Όπως πάντα, συνεργαστήκαμε με ιδιαίτερη ευχαρίστηση με τους Andy Sinauer, Dean Scudder (Sinauer Associates) και Jeff Holtmeier (ASM Press). Οι Christopher Small και Janice Holabird έκαναν εξαιρετική δουλειά όσον αφορά την καλλιτεχνική επιμέλεια και την παρουσίαση του βιβλίου. Τέλος, είμαστε ευγνώμονες στην Chelsea Holabird για τις άοκνες προσπάθειές της, το χιούμορ της και την άριστη διαχείριση των διαδικαστικών θεμάτων σε όλα τα στάδια της παραγωγής του βιβλίου.

Geoffrey M. Cooper και Robert E. Hausman

Φεβρουάριος 2009

Πρόλογος Ελληνικής Έκδοσης

Γιατί να καταπιαστούμε με τη μετάφραση ενός ακόμη βιβλίου εισαγωγής στην κυτταρική βιολογία; Υπήρχε ανάγκη; Η αλήθεια είναι πως οι επιστημονικές εξελίξεις σήμερα στους τομείς της βιολογίας «τρέχουν» και ο ρυθμός συσσώρευσης νέων γνώσεων και αξιοποίησης νέων τεχνολογιών είναι κατατρεχτικός. Ολοένα και περισσότερο αντιλαμβάνεται κανείς ότι η εξειδίκευση σε έναν τομέα που τον ενδιαφέρει άμεσα δεν αρκεί για μια επιτυχημένη ερευνητική και πανεπιστημιακή πορεία. Χρειάζεται σε μεγάλο βαθμό η κατανόηση και άλλων πεδίων έρευνας ώστε να μπορεί να ανταποκρίνεται σωστά στην ανάγκη συνεργασιών με επιστήμονες διαφορετικής εξειδίκευσης, όχι μόνο από άλλους τομείς της βιολογίας αλλά και από επιστήμες που προσφέρουν τις βάσεις για την ανάπτυξη των σύγχρονων μεθοδολογικών εργαλείων (χημεία, μαθηματικά, φυσική, πληροφορική). Χρειάζεται επίσης μια ορθολογική και εμπειριστατωμένη εκτίμηση των «μεταφραστικών» δυνατοτήτων που έχει η έρευνά του σε πεδία εφαρμογής με μεγάλη κοινωνική σπουδαιότητα, όπως είναι η υγεία. Η διαρκής αναμέτρηση με τα νέα δεδομένα και τις νέες προσεγγίσεις που αναπτύσσονται μας θυμίζει αναπόφευκτα την αξία που έχει η σωστή εμπέδωση των βασικών εννοιών της βιολογίας και η εξοικείωση με τον τρόπο που «διαπλάθονται» οι έννοιες αυτές μέσω της έρευνας. Αν λοιπόν θέλουμε να εκπαιδεύσουμε τους σημερινούς φοιτητές των επιστημών της ζωής ώστε να προετοιμαστούν όσο γίνεται καλύτερα για τις ερευνητικές προκλήσεις που έρχονται στο μέλλον, θα ήταν χρήσιμο να επιλέγουμε εισαγωγικά διδακτικά βοηθήματα που να μην καλύπτουν απλώς το εύρος των μελετών και τις εξελίξεις αιχμής στο αντίστοιχο αντικείμενο, αλλά να δίνουν τις έννοιες με απλό και εκπαιδευτικά ελκυστικό τρόπο και να τονίζουν τις διαστάσεις και τις δυνατότητες της βασικής έρευνας, που είναι ο βασικός μοχλός ανάπτυξης για όλες τις σύγχρονες γνώσεις και εφαρμογές. Προς αυτή την κατεύθυνση, το βιβλίο των Geoffrey Cooper και Robert Hausman *Το Κύτταρο: Μια Μοριακή Προσέγγιση*, το οποίο αποδίδεται για πρώτη φορά στην ελληνική γλώσσα με τη μετάφραση της 5ης έκδοσης, είναι, πιστεύουμε, μια εξαιρετική επιλογή.

Η πρώτη αγγλική έκδοση του βιβλίου *Το Κύτταρο: Μια Μοριακή Προσέγγιση* παρουσιάστηκε το 1997 από τον Geoffrey Cooper, ο οποίος είναι Καθηγητής Βιολογίας στο Πανεπιστήμιο της Βοστόνης με ειδίκευση στην έρευνα των μηχαν-