

Ζαχαρίας Γ. Σκούρας

Καθηγητής Γενετικής Α.Π.Θ.

# Αναζητώντας τη ζωή

Από την αρχαιότητα μέχρι τον 21<sup>ο</sup> αιώνα



ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

ISBN 978-960-456-456-9

© Copyright: Ζ. Σκούρας, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 2015

---

*Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.*

---

**Φωτοστοιχειοθεσία**

**Εκτύπωση**

**Βιβλιοδεσία**

**Π. ΖΗΤΗ & Σία ΟΕ**

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας

Τ.Θ. 4171 • Περαία Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19

Τηλ.: 2392.072.222 - Fax: 2392.072.229 • e-mail: info@ziti.gr



**ΕΚΔΟΣΕΙΣ  
ΖΗΤΗ**

**www.ziti.gr**

**ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ:**

Αρμενοπούλου 27, 546 35 Θεσσαλονίκη

Τηλ.: 2310.203.720, Fax: 2310.211.305 • e-mail: sales@ziti.gr

**ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ - ΠΩΛΗΣΗ ΙΑΝΙΚΗ-ΧΟΝΔΡΙΚΗ**

Χαριλάου Τρικούπη 22, 106 79 Αθήνα

Τηλ.-Fax: 210.3816.650 • e-mail: athina@ziti.gr

**ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ:** www.ziti.gr

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

πρόλογος .....	19
ευχαριστίες .....	21
εισαγωγή .....	23

### Κεφάλαιο 1

#### Αρχαία Ελλάδα

ΣΤΡΟΦΗ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ .....	27
ΤΑΞΙΔΙ ΜΕ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΣΤΟΧΑΣΜΟ .....	28
Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ .....	29
ΠΡΟΣΩΚΡΑΤΙΚΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ .....	30
1. Οι Φιλόσοφοι της Φύσης – Η Σχολή της Μιλήτου .....	30
ΘΑΛΗΣ (630/635-543 π.Χ.) .....	31
ΑΝΑΞΙΜΑΝΔΡΟΣ (610-573 π.Χ.) .....	31
ΑΝΑΞΙΜΕΝΗΣ (585-528 π.Χ.) .....	32
2. Οι Πυθαγόρειοι Φιλόσοφοι .....	33
ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ (572-496 π.Χ.) .....	33
ΑΛΚΜΑΙΩΝ Ο ΚΡΟΤΩΝΙΑΤΗΣ (β' μισό 6 <sup>ου</sup> - α' μισό 5 <sup>ου</sup> αι. π.Χ.) .....	34
3. Οι Ελεάτες Φιλόσοφοι και ο Ηράκλειτος .....	35
ΞΕΝΟΦΑΝΗΣ (575/570-480; π.Χ.) .....	35
ΗΡΑΚΛΕΙΤΟΣ (544-484 π.Χ.) .....	35
ΠΑΡΜΕΝΙΔΗΣ (540/570 π.Χ. – πέθανε εβδομηκοντούτης) .....	37
ΕΜΠΕΔΟΚΛΗΣ (495-435 π.Χ.) .....	38
ΑΝΑΞΑΓΟΡΑΣ (500-428 π.Χ.) .....	39

4. Οι Ατομικοί Φιλόσοφοι – Η ατομική φιλοσοφία	40
ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ (460-370 π.Χ.)	40
5. Η Σχολή της Κω	42
ΙΠΠΟΚΡΑΤΗΣ (460-377 π.Χ.)	42
Η αρχή της Επιστημονικής Ιατρικής	42
Το πείραμα ως αποδεικτικό στοιχείο	43
Ο όρκος του Ιπποκράτη	43
Απόψεις για τη ζωή και την κληρονομικότητα	44
ΣΩΚΡΑΤΙΚΗ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ	44
1. Ο Σωκράτης και η Σχολή του Πλάτωνα	44
ΣΩΚΡΑΤΗΣ (470/469-399 π.Χ.)	44
Γνώθι σαυτόν	45
Διαλεκτική (μαιευτική): μέθοδος εύρεσης της αλήθειας	46
Κάποια ερωτήματα	46
ΠΛΑΤΩΝΑΣ (428/427-348/347 π.Χ.)	47
2. Ο Αριστοτέλης και η Περιπατητική Σχολή	48
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ (384-322 π.Χ.)	48
Ύλη – Μορφή (είδος) (Εντελέχεια)	49
Η έννοια της ζωής κατά τον Αριστοτέλη	49
Η εμφάνιση της ζωής κατά τον Αριστοτέλη	51
Η κατάταξη των όντων κατά τον Αριστοτέλη ( <i>Scala Naturae</i> )	52
ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ (373/371-288/286)	54
ΣΤΡΑΤΩΝΑΣ (335-269 π.Χ.)	55
ΑΡΙΣΤΟΞΕΝΟΣ (354-300 π.Χ.)	56
ΔΙΚΑΙΑΡΧΟΣ (; - 285 π.Χ.)	56
3. Επικούρεια Φιλοσοφία	56
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ (341-270 π.Χ.)	56
Η παρέγκλισις	57

## Κεφάλαιο 2

Αρχαία Αίγυπτος, Μεσοποταμία, Ινδία, Κίνα

ΑΡΧΑΙΑ ΑΙΓΥΠΤΟΣ	62
-----------------	----

## ΑΡΧΑΙΑ ΜΕΣΟΠΟΤΑΜΙΑ

Σουμέριοι, Ακκάδες, Ασσύριοι, Βαβυλώνιοι, Χαλδαίοι .....	64
ΑΡΧΑΙΑ ΙΝΔΙΑ .....	66
ΑΡΧΑΙΑ ΚΙΝΑ .....	68

## Κεφάλαιο 3

Από τους πρώτους Χριστιανικούς χρόνους μέχρι και το Μεσαίωνα

Ο ΧΡΙΣΤΙΑΝΙΣΜΟΣ – Το νέο κοσμοϊστορικό γεγονός .....	73
ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Ο ΜΕΓΑΣ (330-379 μ.Χ.) .....	74
ΑΓΙΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΙΝΟΣ (354-430 μ.Χ.) .....	74
ΜΕΣΑΙΩΝΑΣ – Σκοτάδι και Φόβος .....	76
Ο ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ ΠΑΡΕΞΗΓΕΙΤΑΙ .....	76
ΔΕΙΣΙΔΑΙΜΟΝΙΑ ΚΑΙ ΜΥΣΤΙΚΙΣΜΟΣ .....	77
ΑΛΧΗΜΕΙΑ .....	77
ΑΛΒΕΡΤΟΣ Ο ΜΕΓΑΣ (Albertus Magnus, 1193-1280 μ.Χ.) .....	78
ΘΩΜΑΣ ΑΚΙΝΑΤΗΣ (Thomas Aquinas, 1225-1275 μ.Χ.) .....	78
ΠΑΡΑΚΕΛΣΟΣ (Philippus Aureolus Paracelsus, 1493 -1541) .....	79

## Κεφάλαιο 4

Αναγέννηση: Η αυτογένεση κλονίζεται – Η Δημιουργία αμφισβητείται

ΦΩΣ ΣΤΟ ΒΑΘΟΣ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ .....	83
VAN HELMONT (1577-1644) .....	84
FRANCIS BACON (1561-1626) .....	85
RENE DESCARTES (Καρτέσιος, 1596-1650) .....	85
FRANCESCO REDI (1626-1698)	
Το πρώτο πλήγμα στην αυτογένεση .....	86
ANTHONY LEEUWENHOEK (1632-1723)	
& ROBERT HOOKE (1635-1703)	
Η διεύρυνση της όρασης – Η ανακάλυψη των μικροσκοπίων .....	86
18 <sup>ος</sup> ΑΙΩΝΑΣ – Η αυτογένεση στο μικροσκόπιο .....	88



ΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΑΙΡΝΟΥΝ ΟΝΟΜΑ & ΘΕΣΗ .....	90
CAROLUS LINNAEUS ( <i>Λινναίος, 1707-1778</i> ) .....	90
Η ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ .....	92
GEORGES BUFFON ( <i>1707-1788</i> ) .....	92

## Κεφάλαιο 5

### Η Κυτταρική Θεωρία

ΒΙΟΛΟΓΙΑ – Η επιστήμη που μελετά τα φαινόμενα της ζωής .....	95
Η ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ .....	96
ΤΟ ΩΑΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΚΥΤΤΑΡΟ .....	97
KARL ERNST VON BAER ( <i>1792-1876</i> ) .....	97
Ο ΠΥΡΗΝΑΣ ΤΟΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ & Η «ΚΙΝΗΣΗ BROWN» .....	98
ROBERT BROWN ( <i>1773-1858</i> ) .....	98
Η ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΚΥΤΤΑΡΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ .....	100
MATTHIAS JOCOB SCHLEIDEN ( <i>1804 –1881</i> )	
Όλα τα φυτά αποτελούνται από κύτταρα .....	100
THEODOR SCHWANN ( <i>1810-1882</i> )	
Όλα τα ζώα αποτελούνται από κύτταρα .....	101
ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ -Το πλήγμα της αυτογένεσης ...	102
RUDOLF LUDWIG KARL VIRCHOW ( <i>1821-1902</i> ) .....	102
Η ΖΩΗ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗ ΖΩΗ – Η κατάρριψη της αυτογένεσης	
LOUIS PASTEUR ( <i>1822-1895</i> ) .....	102
<i>Συνοπτική παρουσίαση του έργου του Pasteur – Η συνεισφορά του στην ανθρωπότητα</i> .....	104
<i>Η κατάρριψη της αυτογένεσης</i> .....	104
<i>Μοριακή ασυμμετρία</i> .....	104
Η ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΠΥΡΗΝΙΚΩΝ ΟΞΕΩΝ .....	105
FRIEDRICH MIESCHER ( <i>1844-1895</i> ) .....	105
Η ΜΙΤΩΣΗ .....	106
WALTHER FLEMMING ( <i>1844-1903</i> ) .....	106
ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ – ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ .....	108

## Κεφάλαιο 6

Η Θεωρία της Εξέλιξης των Ειδών – Η Φυσική Επιλογή – Η συνεκτική θεωρία της Βιολογίας

ΔΟΓΜΑΤΑ & ΑΝΑΤΡΟΠΕΣ .....	111
Η Γη δεν είναι το κέντρο του κόσμου και η ηλικία της είναι μεγάλη .....	112
Τα είδη δεν παραμένουν σταθερά και αμετάβλητα .....	113
Η θεωρία της εξέλιξης των ειδών κνοφορείται .....	113
Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ & Ο ΛΑΜΑΡΚΙΣΜΟΣ .....	114
JEAN-BAPTISTE LAMARCK (1744-1829) .....	114
Η Εγκυκλοπαίδεια von Humboldt .....	116
ALEXANDER VON HUMBOLDT (1769-1859) .....	116
Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΙΣΜΟΥ .....	118
CHARLES LYELL (1797-1875) .....	118
ΠΡΟΔΡΟΜΕΣ ΣΚΕΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ .....	119
THOMAS MALTHUS (1766-1834) .....	119
Η επίδραση της θεωρίας του Malthus .....	120
ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ – Η κινητήρια δύναμη της Εξέλιξης των Ειδών .....	121
CHARLES DARWIN (1809-1882) .....	121
Το ταξίδι που άλλαξε την ιστορία των ιδεών της ανθρωπότητας:	
Το ταξίδι του Beagle (Ιχνηλάτης) .....	122
Η προέλευση των Ειδών – Η Φυσική Επιλογή .....	125
Το γενεαλογικό δένδρο του Darwin .....	129
ALFRED RUSSEL WALLACE (1823-1913) .....	131
ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ & ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΔΑΡΒΙΝΙΚΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΣΤΟΝ 19 <sup>ο</sup> ΑΙΩΝΑ .....	133
THOMAS HENRY HUXLEY (1825-1895) .....	133
JOSEPH DALTON HOOKER (1817-1911) .....	135
ASA GRAY (1810-1888) .....	136
ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ (μέχρι τον 20 <sup>ο</sup> αιώνα) .....	137

## Κεφάλαιο 7

### Η Θεωρία της Κληρονομικότητας

#### ΕΝΑΣ ΚΟΜΒΙΚΟΣ, ΑΛΛΑ ΑΣΑΦΗΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ

Θεωρία της συγχωνευμένης κληρονομικότητας .....	139
CARL WILHELM NÄGELI (1817-1891) .....	140

#### Η ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ .....

GREGOR MENDEL (1822-1884) .....	141
Το περιβάλλον του Brno .....	142
Ο Mendel και η Έρευνα .....	142
Μεντελική κληρονομικότητα .....	144
Η επιστημονική μέθοδος του Mendel .....	146

#### Η ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ

Το έναυσμα για την επανανακάλυψη των Νόμων του Mendel .....	146
AUGUST WEISMANN (1834-1914) .....	146

#### ΕΠΑΝΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΟΥ MENDEL .....

HUGO DE VRIES (1848-1935) .....	147
CARL ERICH CORRENS (1864-1933) .....	149
ERICH TSCHERMAK VON SEYSENEGG (1871-1962) .....	150

## Κεφάλαιο 8

### Χρωμοσωμική Θεωρία

Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ .....	153
WILHELM ROUX (1850-1924) .....	153
HANS DRIESCH (1867-1941) .....	155
HANS SPEMANN (1869-1941) .....	156

#### Η ΧΡΩΜΟΣΩΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

Η μετάλλαξη, η γενετική, ο γενότυπος, ο φαινότυπος, το γονίδιο .....	158
EDMUND BEECHER WILSON (1856-1939) .....	159
Η ΠΡΩΙΜΗ ΧΡΩΜΟΣΩΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ – Boveri & Sutton .....	160
Η ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΧΡΩΜΟΣΩΜΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ – Morgan & συνεργάτες	
THOMAS HUNT MORGAN (1866-1945) .....	162
ALFRED HENRY STURTEVANT (1891-1970) .....	163



CALVIN BLACKMAN BRIDGES (1889–1938) .....	163
HERMANN JOSEPH MULLER (1890-1967) .....	164
Το δωμάτιο της μύγας ( <i>fly room</i> ) .....	165
Τα επιτεύγματα του Morgan και των συνεργατών του .....	166
ΤΑ ΧΡΩΜΟΣΩΜΑΤΑ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΤΩΝ ΓΟΝΙΔΙΩΝ .....	168
Η μετάλλαξη «άσπρα μάτια» ( <i>white mutant</i> ) .....	168
ΣΥΝΟΨΗ ΤΗΣ ΧΡΩΜΟΣΩΜΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ	
ΤΗΣ 4 <sup>ης</sup> ΜΕΓΑΛΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ .....	170

## Κεφάλαιο 9

### Η Σύγχρονη Σύνθεση – Η Νεο-Δαρβινική αντίληψη

ΠΡΟ ΣΥΝΘΕΣΗΣ .....	173
Ένα μόνο παράδειγμα δεν φέρνει τη γενίκευση – Η περιπέτεια ... του νυχτολούλουδου ( <i>Oenothera lamarckiana</i> ) .....	175
Η ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ .....	176
Επιστήμονες που συμμετείχαν ενεργά στη διαμόρφωση της νέας σύνθεσης .....	177
Συνοψίζοντας τη σύνθεση .....	179
ΕΠΟΜΕΝΟΣ ΣΤΟΧΟΣ – Η φύση του γενετικού υλικού .....	180

## Κεφάλαιο 10

### Οι Βιολογικές Επιστήμες και η Βιοτεχνολογία από το χθες στο σήμερα

ΜΙΑ ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ .....	183
Η ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ (10.000-2000 π.Χ.) .....	183
ΜΑΚΡΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΡΓΗΣ... ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (2000 π.Χ. - 1900 μ.Χ.) .....	184
Ο ΚΟΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗΣ (1300-1800 μ.Χ.) .....	184
Η ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ (1800-1900 μ.Χ.) ..	185
Η ΠΡΟ DNA ΕΠΟΧΗ (1900-1940 μ.Χ.) .....	186
ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΟΥ DNA (1941-1953) .....	187
Η ΜΕΤΑ DNA ΕΠΟΧΗ (1954-1970) .....	189
ΤΟ ΑΝΑΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ DNA ( <i>Γενετική Μηχανική</i> , 1970-1990) .....	191
ΟΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (1990-2001) .....	194

Η «ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΓΟΝΙΔΙΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ» ΕΠΟΧΗ (2001– σήμερα) .....	194
--	-----

## Κεφάλαιο 11

### Σύγχρονες Αντιλήψεις για την Προέλευση της Ζωής

ΟΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΑΙΩΝΕΣ .....	197
ΠΡΟΚΑΜΒΡΙΟΣ ΑΙΩΝΑΣ (4.600-570 εκατομμύρια έτη πριν)	
ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟΣ ΑΙΩΝΑΣ (570-250 εκατομμύρια έτη πριν – Περίοδοι)	
ΜΕΣΟΖΩΙΚΟΣ ΑΙΩΝΑΣ (250-66 εκατομμύρια έτη πριν – Περίοδοι)	
ΚΑΙΝΟΖΩΙΚΟΣ ΑΙΩΝΑΣ (66-0,01 εκατομμύρια έτη πριν – Περίοδοι)	
Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΖΩΗΣ .....	199
Η Θεωρία της «ζεστής σούπας» .....	200
Η Συμβιωτική ή Ενδοσυμβιωτική Θεωρία .....	201
Η αρχή της πολυκυτταρικότητας .....	202
Ενδοσυμβιωτική Θεωρία – Επιστημονικές αποδείξεις .....	204
Ερωτήσεις που περιμένουν απαντήσεις – Στίξεις και Αντιστίξεις .....	204
Το «αρσενοβόρο» βακτήριο: επιστημονική αστοχία ή υπερβάλλον ζήλος; .....	206
Συνοπτικά .....	207

## Κεφάλαιο 12

### Ατενίζοντας το μέλλον – Αλληλεπιδράσεις Γενετικών & Περιβαλλοντικών Παραγόντων

Η ΟΛΙΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ .....	210
DNA & ΓΕΝΕΤΙΚΟΣ ΠΟΛΥΜΟΡΦΙΣΜΟΣ .....	213
Γενετική Ταυτοποίηση – Μοριακοί Δείκτες .....	213
Τράπεζες γενετικού υλικού .....	214
ΟΙ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΟΡΙΑΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ .....	215
Από το φαινότυπο στο γενότυπο .....	216
Από το γενότυπο στο φαινότυπο .....	216
ΕΠΙΓΕΝΕΤΙΚΗ – Η επίδραση του μικρο- και μακρο- περιβάλλοντος στη γονιδιακή έκφραση – Κρυμμένοι κώδικες μέσα στους κώδικες .....	218
Δυόνια (Duons): νέοι κώδικες κρυμμένοι μέσα στα γονίδια .....	220

Η ΜΟΡΙΑΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ – Το όνειρο του Δαρβίνου γίνεται πραγματικότητα ...	221
<i>Το ενιαίο δένδρο της ζωής</i> .....	222
<i>LUCA: Ο Τελευταίος Παγκόσμιος Κοινός Πρόγονος – Υπόθεση</i>	
<i>Κυρπίδη - Ουζούνη</i> .....	223
ΒΙΟΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ - Συνδυασμός Βιολογίας,	
Μαθηματικών και Πληροφορικής .....	224
<i>Μεταγονιδιωματική και γονιδιωματική ανάλυση απλών κυττάρων,</i>	
<i>προκαρυωτικών κυττάρων</i> .....	225
ΣΤΑ «ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ» ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ .....	226
<i>Γονιδίωμα του ανθρώπου – Ιδιαιτερότητες και Εξατομικεύσεις</i> .....	227
ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ, ΑΝΑΓΕΝΝΗΤΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ,	
ΒΛΑΣΤΙΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ, ΚΛΩΝΟΠΟΙΗΣΗ .....	230
<i>Αναγεννητικές ικανότητες</i> .....	231
<i>Βλαστικά Κύτταρα</i> .....	233
<i>Γονιδιακή Θεραπεία</i> .....	235
<i>Κυτταρική Θεραπεία</i> .....	236
ΚΛΩΝΟΠΟΙΗΣΗ .....	237
ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ .....	239
<i>Κλάδοι της Οικολογίας</i> .....	239
<i>Ορισμένες έννοιες στην Οικολογία</i> .....	240
<i>Τροφική αλυσίδα – Τροφικό δίκτυο</i> .....	241
<i>Διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας – Οικολογικές κρίσεις</i> .....	244
ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ .....	245
<i>Βελτίωση της ζωής και της παραγωγής</i> .....	246
<i>Βασικές Αρχές της Βιοτεχνολογίας</i> .....	247
<i>Ερευνητικές και Αναπτυξιακές κατευθύνσεις της Βιοτεχνολογίας</i> .....	248

## Κεφάλαιο 13

Η πολυπλοκότητα & η διαφορά του ανθρώπου  
στην ομική εποχή – *Στοιχεία από τη γονιδιωματική ανάλυση*

Η ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ .....	253
Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΓΟΝΙΔΙΩΝ ΠΟΥ ΕΚΦΡΑΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟ	
ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ .....	256

Η συστημική μελέτη των γονιδιωμάτων ανθρώπου και χιμπατζή ανατρέπει κρατούσες αντιλήψεις .....	257
Η ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΟΡΙΖΕΙ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΓΟΝΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ, ΑΥΞΑΝΕΙ ΟΜΩΣ ΤΗ ΜΕΤΑΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΥΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ .....	258
Η ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ – <i>Επιγραμματικά</i> .....	261
<i>Νευρώνας</i> .....	261
<i>Νευροδιαβίβαση</i> .....	262
<i>Νευροδιαβιβαστές</i> .....	262
ΣΥΝΕΙΔΗΣΗ .....	264

## Κεφάλαιο 14

Βιοηθική – *Η διαχείριση & τα όρια  
των εφαρμογών της Βιοτεχνολογίας*

<i>Προβληματισμός</i> .....	267
Η ΚΛΩΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ .....	270
<i>Λίγα χρόνια αργότερα</i> .....	270
Η ΑΡΧΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ .....	271
<i>Διεθνείς Επιτροπές – Επιτροπές Βιοηθικής</i> .....	271
<i>Αυστραλία: Αντικείμενο πατέντας ανθρώπινα γονίδια</i> .....	273
ΕΘΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ .....	274
<i>Αρμοδιότητες της Εθνικής Επιτροπής Βιοηθικής</i> .....	275
<i>Γνώμες και Εκθέσεις της Εθνικής Επιτροπής Βιοηθικής</i> .....	275
ΣΥΝΟΨΙΖΟΝΤΑΣ .....	276

## Κεφάλαιο 15

Η Δεύτερη Φύση

Η ΕΓΚΛΩΒΙΣΜΕΝΗ ΚΟΙΝΩΝΙΑ .....	280
ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΝ-ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ .....	281
<i>Η «κρίση που μαστίζει την ανθρωπότητα»</i> .....	284
ΒΙΟΛΟΓΙΑ, ΚΟΙΝΩΝΙΑ, ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ .....	285

Η «Κοινωνβιολογία» και ο «Κοινωνικός Δαρβινισμός» .....	285
Ο Γενότυπος – Το Περιβάλλον – Ο Φαινότυπος .....	287
Επιστήμη – Ηθική – Κοινωνία – Γνώση – Διαχείριση .....	289

## **Παράρτημα / 1**

CHARLES DARWIN – Η ΖΩΗ ΚΑΙ Η ΔΡΑΣΗ ΤΟΥ .....	293
Η καταγωγή της οικογένειας του Charles Darwin .....	293
Τα παιδικά και νεανικά του χρόνια .....	295
Τα φοιτητικά χρόνια του Darwin .....	296
Ο Darwin και η θρησκεία .....	298
Ο Darwin και η πολιτική .....	300
Σημαντικές ημερομηνίες στη ζωή του Darwin .....	301
Το χρονικό της «Καταγωγής των ειδών» (Origin of Species) .....	305
Οι δημοσιεύσεις του Darwin .....	305

## **Παράρτημα / 2**

ALFRED RUSSEL WALLACE – Σημαντικές ημερομηνίες στη ζωή του .....	308
--	-----

## **Παράρτημα / 3**

Η ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ MENDEL (VERSUCHE ÜBER PFLANZEN-HYBRIDEN) .....	312
1. Εισαγωγικές Παρατηρήσεις .....	313
2. Επιλογή των πειραματικών φυτών .....	314
3. Καταμερισμός και διάταξη των πειραμάτων .....	316
4. Οι μορφές των υβριδίων .....	319
5. Η πρώτη γενεά των υβριδίων .....	320
6. Η δεύτερη γενεά των υβριδίων .....	323
7. Οι επόμενες γενεές των υβριδίων .....	325
8. Οι απόγονοι των υβριδίων στους οποίους συνδέονται πολλοί διαφοροποιημένοι χαρακτήρες .....	326
9. Τα αναπαραγωγικά κύτταρα των υβριδίων .....	331
10. Πειράματα με υβρίδια άλλων ειδών φυτών .....	338
11. Τελικές παρατηρήσεις .....	343

## **Παράρτημα / 4**

«Η ΑΜΦΙΣΒΗΤΗΣΗ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΣΤΑ ΣΧΟΛΕΙΑ» .....	351
--	-----

*Το γράμμα του Προέδρου της Εθνικής Ακαδημίας των ΗΠΑ Bruce Alberts  
προς τους Ακαδημαϊκούς της Χώρας*

<b>Ευρετήριο</b> .....	357
------------------------	-----

<b>Βιβλιογραφία</b> .....	363
---------------------------	-----



## πρόλογος

Έντεκα χρόνια μετά την πρώτη προσπάθεια, που αποτυπώθηκε κάτω από τον τίτλο «Φιλοσοφία και Σύγχρονες Τάσεις της Βιολογίας: Οι αντιλήψεις για τη ζωή από την αρχαιότητα μέχρι τον 20<sup>ο</sup> Αιώνα» (Εκδόσεις University Studio) επιχειρείται σήμερα μια νέα έκδοση, «Αναζητώντας τη ζωή, από την αρχαιότητα μέχρι τον 21<sup>ο</sup> αιώνα». Οι ευχαριστίες, για τους ανθρώπους που βοήθησαν σε εκείνη την έκδοση, παραμένουν ουσιαστικές, γιατί ήταν η αρχή μιας προσπάθειας που συνεχίζεται.

Το βιβλίο αποτελείται από 15 κεφάλαια και το Παράρτημα. Επτά από τα κεφάλαια, καθώς και το το μεγαλύτερο μέρος του Παραρτήματος είχαν συμπεριληφθεί στην αρχική προσπάθεια, τα οποία όμως μετά από 11 χρόνια εμπειριών, πληροφοριών και γνώσεων έχουν υποστεί προσθέσεις, αφαιρέσεις, επαναθεωρήσεις και εμπεριέχουν μια νέα γνωσιολογική προσέγγιση.

Το βιβλίο, γραμμένο από έναν Βιολόγο, αναφέρεται στο πιο πολύπλοκο φαινόμενο που αντιμετώπισε ποτέ ο ανθρώπινος νους, το φαινόμενο της ζωής. Μια ματιά στα Περιεχόμενα ίσως δώσει μια πρώτη εικόνα για το τι πραγματεύεται. Ο αναγνώστης προσκαλείται σε ένα ταξίδι, μέσα στο χώρο και το χρόνο, όπως το ένιωσε και το παρουσιάζει ο γράφων, με τα πρόσωπα που πρωταγωνίστησαν και το περιβάλλον που έζησαν, τον προβληματισμό, το στοχασμό, τις ιδέες, την αναγωγική και τη συνθετική μεθοδολογία, τα επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα που κατέθεσαν για το φαινόμενο της ζωής και τις προοπτικές που ανοίγονται για το μέλλον μας με εφόδιο τις γνώσεις για τη ζωή.

Απευθύνεται σε κάθε άνθρωπο που προβληματίζεται για την ύπαρξή του, μέσα στο φυσικό και κοινωνικό του περιβάλλον.

Με γνώμονα τις αντιλήψεις για τη ζωή, το βιβλίο ξεκινά από τον αρχαίο ελληνικό πολιτισμό, που διαμόρφωσε τη σύγχρονη δυτική σκέψη, και τους μεγάλους πολιτισμούς της ανατολής (αιγυπτιακό, μεσοποτάμιο, ινδικό και κινέζικο), διερευνά τα πρώτα χριστιανικά χρόνια, τον μεσαίωνα και την αναγέννηση, αναπτύσσει τις πρώτες μεγάλες θεωρίες της Βιολογίας (κυτταρική, εξέλιξης των ειδών, κληρονομικότητας, χρωμοσωμική) και τη σύγχρονη σύνθεση, επιχειρεί μία σύντομη αναδρομή στα επιτεύγματα των Βιολογικών Επιστημών και τη Βι-

οτεχνολογία, και αναφέρει τις σύγχρονες αντιλήψεις που αφορούν στην προέλευση της ζωής. Παρουσιάζει τις σύγχρονες τάσεις της Βιολογίας, την ολιστική προσέγγισή της για την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, καθώς και τις προοπτικές που ανοίγονται για την ανθρωπότητα, υποστηριζόμενη από την πολλά υποσχόμενη ομική τεχνολογία (τη γονιδιωματική, την πρωτεωματική, τη μεταβολωματική, κ.ά.). Ακολουθεί η αναφορά στην πολυπλοκότητα και τη διαφορά του ανθρώπου από άλλες μορφές ζωής, όπως προκύπτει από τη σκαπάνη της νέας ομικής τεχνολογίας και επιχειρείται μια προσαρμοσμένη, στα νέα δεδομένα, απόδοση της έννοιας της συνείδησης. Το προτελευταίο κεφάλαιο αναφέρεται στη Βιοηθική, στον προβληματισμό που αναπτύσσεται από τις εφαρμογές των νέων τεχνολογιών καθώς και τα όρια της Βιοτεχνολογίας για τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να έχουν όχι μόνο στον άνθρωπο αλλά και στην ίδια τη Φύση. Το τελευταίο κεφάλαιο έχει ως θέμα τον άνθρωπο μέσα στη Φύση και την Κοινωνία, όπου με βάση τη νέα βιολογική γνώση και την ερμηνευτική της ασκείται κριτική στις κρατούσες διαχειριστικές λογικές και δογματικές βεβαιότητες, αναγνωρίζεται η ιδιαιτερότητα και η αξία της κάθε ύπαρξης και υποστηρίζεται η έννοια της Δημοκρατίας. Συνεκτικότητα στη σκέψη του γράφοντα δίνει η εξελικτική θεώρηση της ζωής, αποστασιοποιημένη όμως από εννοιολογικές συσχετίσεις κοινωνιολογικών φορτίσεων.

Το βιβλίο «Αναζητώντας τη ζωή» ολοκληρώνεται με το Παράρτημα και τη Βιβλιογραφία, προϋπόθεση για την τεκμηρίωση αρχών και θέσεων. Στο Παράρτημα αναφέρονται η ζωή, η δράση και τα επιτεύγματα του αστού Charles Darwin και του φτωχού Alfred Russel Wallace (*εξέλιξη των ειδών δια μέσου της φυσικής επιλογής*), καθώς και του κληρικού Gregor Mendel (*οι νόμοι της κληρονομικότητας των χαρακτηριστικών*), που άφησαν ανεξίτηλα τα χνάρια τους στην υπόθεση της βιολογικής, και όχι μόνο, αντίληψης για τη ζωή. Το Παράρτημα κλείνει με την επιστολή του πρώην Προέδρου της Εθνικής Ακαδημίας των ΗΠΑ Bruce Alberts που αναφέρεται στην αμφισβήτηση της εξέλιξης στα σχολεία και τις συνέπειές της.

## ευχαριστίες

Ευχαριστώ το Τμήμα Βιολογίας του ΑΠΘ που συνεχίζει να μου εμπιστεύεται τη διδασκαλία του μαθήματος «Φιλοσοφία και σύγχρονες τάσεις της Βιολογίας».

Ευχαριστώ τους ανθρώπους που με βοήθησαν σημαντικά στην παρούσα έκδοση, με τις συζητήσεις, τις διορθώσεις, τις υποδείξεις, τα επαινετικά και κριτικά σχόλια: τους Ομότιμους Καθηγητές Γεώργιο Στάμου (*Οικολογίας*) και Δήμητρα Σφενδόνη-Μέντζου (*Φιλοσοφίας της Επιστήμης*). Τους Καθηγητές Θεόδωρο Αρπατζόπουλο (*Εξελικτικής Βιολογίας*), Μηνά Αρσενάκη (*Μοριακής Βιολογίας*), Νικόλαο Κυρπίδη (*Μικροβιακής Γονιδιωματικής και Μεταγονιδιωματικής*), Αθανάσιο Ντινόπουλο (*Ανατομικής και Ιστολογίας*), Χρήστο Ουζούνη (*Βιολογίας Συστημάτων και Υπολογιστικής Βιολογίας*) και Νικόλαο Παρασκευόπουλο (*Ποινικού Δικαίου*). Τον Δρ. Θεόδωρο Μαρδίρη (*Επιστημών Περιβάλλοντος*). Τη Βασιλική Τερζόγλου (*MSc Ψυχολογίας*). Τον Ελευθέριο Νεοφύτου (*Βιολόγο-Επιστημονικό Συνεργάτη*). Τον Πάνο Χαρίτο (*Αστροφυσικό*). Τον Αθανάσιο Καψάλη (*Βιολόγο-Καθηγητή Β/θμιας*). Τους υποψήφιους διδάκτορες Αστέριο Κεχαγιά (*Θεολογίας*) και Δήμητρα Μπαλλά (*Φιλοσοφίας*).

Ευχαριστώ την οικογένειά μου: τη σύζυγό μου, Ευτυχία Κασιμάτη-Σκούρα (*Φαρμακοποιό*), για την αμέριστη συμπαράστασή της, την υπομονή της, την κριτική ανάγνωση των κειμένων, τα σχήματα (από τα φοιτητικά της χρόνια) και τις φωτογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν στο πόνημα. Τις κόρες μου, Άννα Σκούρα (*MSc Αποκατάστασης Μνημείων και Συνόλων*) και Ειρήνη (*MSc Αρχαιολογίας*), για τη στήριξή τους, τις παρατηρήσεις και τις υποδείξεις τους. Γράφοντας το τελευταίο Κεφάλαιο, η «Δεύτερη Φύση», γεννήθηκε ο εγγονός μου, χαρά και ελπίδα για μια νέα ζωή.

Τέλος, ευχαριστώ τον εκδοτικό οίκο ΖΗΤΗ για την εμπιστοσύνη και τη στήριξή του, τον κ. Ηλία Τσιπτσέ και τον κ. Νίκο Νικολαΐδη για τη βοήθειά τους, την κα Ελευθερία Καστρινάκη για τις δημιουργικές προτάσεις, την καλλιτεχνική επιμέλεια, τη σελιδοποίηση και την υπομονή της, την κα Μαρία Ζαμπέτη για την επιμέλεια του κειμένου και του Ευρετηρίου καθώς και τον κ. Τάσο Παπατόλη για το επιμελημένο εξώφυλλο.

Παρατηρήσεις και κριτικές είναι καλοδεχούμενες. Μόνο βελτιώσεις και αρτι-  
ότητα μπορούν να προσφέρουν, που είναι το ζητούμενο όλων των προσπαθειών.

Ζαχαρίας Σκούρας  
Οκτώβριος 2015

## εισαγωγή

Ερωτήματα που σχετίζονται με τη ζωή δημιουργούνται σε κάθε άνθρωπο, συνειδητά ή ασυνείδητα, ανεξάρτητα από το μορφωτικό του επίπεδο, τον τόπο και τον χρόνο που ζει. Από πού ήρθα, πού είμαι και πού πάω; Οι όποιες απαντήσεις επηρεάζονται από την ιδιοσυγκρασία του, την οργάνωση της κοινωνίας, την ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας, τις δεσπόζουσες κοσμοθεωρίες, τη σχέση του με τη φύση του, τη Φύση και τη μεταφυσική.

Όσο και αν προχωρά, πάλι κάτι λείπει. Αναθεωρεί, σβήνει και ξαναγράφει. Πώς να διακρίνει κανείς μέσα από τον δικό του, μοναδικό, τολμηρό ή φοβισμένο νου, τη χρήσιμη από την άχρηστη πληροφορία, το κατάλληλο από το ακατάλληλο, το πραγματικό από το ψεύτικο, την αλήθεια από τον θόρυβο; Είναι φιλοσοφική, επιστημονική ή μεταφυσική ουτοπία η υπέρτατη γνώση; Υπάρχει η αρχή ως σημείο αναφοράς ή πλανάται ως απροδιοριστία; Λιμάνι ηρεμίας φαντάζει η προσήλωση στα παραδεδομένα, στα γνωστά.

Η Βιολογία, η επιστήμη που μελετά τα φαινόμενα της ζωής, ήρθε στο προσκήνιο, μετά τη ραγδαία ανάπτυξη της Φυσικής και της Χημείας. Η Φυσιογνωσία, πριν από τη διάκρισή της σε Βιολογία και Γεωλογία, ήταν μια περιγραφική επιστήμη, η οποία από την αρχαιότητα μέχρι τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, αλλά και αργότερα, στηριζόταν σε αρχές και ερμηνείες, έντονα υποκειμενικές, σε βαθμό που πολλές φορές, η παρατήρηση μπερδευόταν με μύθους, δοξασίες και δόγματα. Μετά τον 18<sup>ο</sup> αιώνα άρχισε να αποκτά τη δική της μέθοδο, τις δικές της προσεγγίσεις. Η «γέννησή» της πρέπει να αποδοθεί στη Θεωρία της Εξέλιξης, γιατί σε αυτή βρήκε η Βιολογία τη συνεκτική της θεωρία και την κατέστησε αυτοδύναμο τμήμα της σύγχρονης θετικής επιστημονικής σκέψης.

Δύο από τους πιο σημαντικούς παράγοντες, που επηρεάζουν άμεσα τις μεταβολές του βιολογικού συστήματος, είναι ο χρόνος και ο χώρος, ή όπως θα ορίζαμε τον χώρο σήμερα, το *μίκρο-* και *μάκρο-περιβάλλον*. Οποιοδήποτε φαινόμενο άλλωστε, κάτω από οποιαδήποτε επιστημονική θεώρηση, ή απλή καθημερινή ανάλυση, για την παρατήρησή του, την περιγραφή του ή την επανάληψή του (το πείραμα), διέπεται από τον χώρο και τον χρόνο. Ο τόπος και ο χρόνος όπου δια-

δραματίζονται τα γεγονότα θεωρούνται, σύμφωνα με τα παραδεδομένα, Ιστορία και κατά την έννοια αυτή, η Βιολογία ενέχει έντονη ιστορικότητα.

Τα διάφορα επίπεδα οργάνωσης της ζωής, όπως το κύτταρο –προκαρυωτικό και ευκαρυωτικό–, ο οργανισμός –μονοκύτταρος ή πολυκύτταρος–, ο πληθυσμός –το σύνολο των ατόμων ενός είδους που συνυπάρχουν σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον–, το είδος –οι συγγενικοί πληθυσμοί που διασταυρώνονται μεταξύ τους και είναι αναπαραγωγικά απομονωμένοι από άλλους–, αποδεικνύονται εξαιρετικά πολύπλοκα. Πολύπλοκες είναι οι δομές και οι διαδικασίες, όπως η αντιγραφή του γενετικού υλικού και η μετάδοση της πληροφορίας του, η μίτωση, ο πολλαπλασιασμός και η μείωση, η παραγωγή των ιδιαίτερων γαμετικών κυττάρων (ωαρίου και σπερματοζωαρίου) θεματοφυλάκων της διαιώνισης της ζωής, που διαφοροποιούν τη ζωή από τις άλλες γνωστές μορφές της ύλης.

Η εξαιρετική πολυπλοκότητα του βιολογικού συστήματος κεντρίζει το ενδιαφέρον όλο και περισσότερων επιστημόνων από διάφορους κλάδους, όλο και περισσότερων ανθρώπων διαφορετικών κοσμοθεωριών. Συναντώνται σκέψεις, που φαινομενικά αποκλίνουν, που αντιτίθενται, αλλά που τελικά δημιουργούν νέες αφετηρίες, νέες προοπτικές στη Βιολογία και τη διερεύνηση της ζωής. Το κάλεσμα του Erwin Schrödinger, το 1944, με το βιβλίο του *“What is Life”*, για συμμετοχή όλων στη διερεύνηση της ζωής, φαίνεται ότι οδηγεί σε μία συναρπαστική περιπέτεια. Θα ήταν θαυμάσιο εάν αφήνονταν οι άνθρωποι να ταξιδέψουν σε αυτήν την περιπέτεια της ειρήνης και της δημιουργίας. Η υπόθεση της ζωής δεν αφήνει κανέναν να περισσέψει. Ο λόγος περί βίου είναι καθολικός.

Στην ανθρώπινη ιστορία φαίνεται ξεκάθαρα ότι η ελεύθερη σκέψη μπορεί ελεύθερα να δημιουργεί και να παράγει. Η Επιστήμη ερευνά τον Κόσμο μας, στηρίζεται στην αντικειμενικότητα, στην κριτική παρατήρηση, στην επαναληψιμότητα των πειραμάτων και απαιτεί τον συνδυασμό και την αξιοποίηση όλων των παραγόντων που συμμετέχουν στη διαμόρφωσή του. Δεν μπορούν να μπουν φραγμοί στην αναζήτηση της πληροφορίας, στην ανάπτυξη του ανθρώπινου εγκεφάλου, στη δημιουργία της γνώσης. Μπορούν, όμως, να μπουν φραγμοί στη διαχείριση των αποτελεσμάτων με γνώμονα μόνο έναν: την αρμονική συνύπαρξη των μελών της κοινωνίας μας, της ανθρωπότητας, με τη Φύση και τον περιβάλλοντα Κόσμο. Οι νόμοι της Κληρονομικότητας και η Φυσική Επιλογή έδειξαν έναν δρόμο. Οι ιδέες δε θα πάνε να υπάρχουν. Οι αλλαγές δε θα σταματήσουν. Απαιτείται σεβασμός στην ύπαρξή μας, στη διαιώνιση της ζωής. Καθετί που γεννιέται και αναπτύσσεται είναι μοναδικό στη Φύση και αποτελεί δεξαμενή πλούτου για το παρόν και το μέλλον.

Με σκέψεις όπως οι παραπάνω, θα γίνει μια προσπάθεια να διαπραγματευτούμε έννοιες πολύπλοκες που πολλές φορές είναι σφικτά εναγκαλισμένες με δοξασίες, αφορισμούς και δογματισμούς. Θα προσπαθήσουμε να διερευνήσουμε το φαινόμενο της ζωής και τις αντιλήψεις που είχαν οι άνθρωποι διαμέσου των



αιώνων μέχρι σήμερα. Φιλόδοξο το εγχείρημα, αρχή όμως για τη συνέχεια. Δε θα επιμείνουμε σε αυστηρούς επιστημονικούς όρους και λεπτομερείς περιγραφές, που σε πολλές περιπτώσεις δεν αποτελούν το επιστημονικό πεδίο του γράφοντα, αποφεύγοντας έτσι πιθανά λάθη απόδοσης και ερμηνείας και επιτρέποντας στο κείμενο μεγαλύτερη ευελιξία και προσβασιμότητα σε ανθρώπους διαφορετικών επιστημονικών πεδίων, κοσμοθεωριών και φιλοσοφίας. Ζητούμενο είναι η σκέψη, ο συνδυασμός των δεδομένων και ο διάλογος, με καταθέσεις απόψεων και τεκμηριωμένων επιχειρημάτων, που αφορούν στο πολύπλοκο φαινόμενο της ζωής. Αυτός είναι και ο λόγος που πολλές φορές ο γράφων αφήνεται στην παράθεση ερωτήσεων, που και για τον ίδιο, πέραν του τρόπου έκφρασης, αποτελούν επιστημονικές, κοινωνικές και φιλοσοφικές αναζητήσεις.



κεφάλαιο 8

## Η Χρωσωμική Θεωρία

Η αρχή του 20<sup>ου</sup> αιώνα βρίσκει τη Βιολογία με τις τρεις μεγάλες της θεωρίες: την Κυτταρική, της Εξέλιξης των Ειδών με το μηχανισμό της Φυσικής Επιλογής και της Κληρονομικότητας.

Η πειραματική και εργαστηριακή δουλειά, παράλληλα με την παρατήρηση στη φύση, συνεχίζεται με μεγαλύτερη ένταση. Ταυτόχρονα, δημιουργούνται καινούρια επιστημονικά πεδία και προσελκύονται νέοι και δραστήριοι ερευνητές.

Η μεταφορά των πειραμάτων στο εργαστήριο –χώρος μικρότερος και ελεγχόμενος– ανέδειξε τη δυναμική του πειράματος, ενώ επέτρεψε μεγαλύτερη ανάλυση των μικροσκοπικότερων δομών, προσφέροντας νέα εργαλεία και παραδείγματα. Ανέδειξε νέες ιδέες και έπαιξε αποφασιστικό ρόλο στην εδραίωση ή στην απόρριψη προηγούμενων αντιλήψεων, αλλά και στη δημιουργία νέων. Έθεσε ισχυρές βάσεις για περαιτέρω θεωρητική συζήτηση και εντονότερο πειραματισμό, ενσωματώνοντας πλέον στη δυναμική της Βιολογίας τη δράση μορίων, κυττάρων, ιστών, οργάνων, συστημάτων, οργανισμών, πληθυσμών, ειδών και οικοσυστημάτων.

## Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ

**WILHELM ROUX** (1850-1924)

Ο Wilhelm Roux γεννήθηκε στην Ιένα της Γερμανίας και σπούδασε Ζωολογία στα Πανεπιστήμια της Ιένας, του Βερολίνου και του Στρασβούργου. Αργότερα, διετέλεσε καθηγητής και διευθυντής σε ινστιτούτα και πανεπιστήμια.

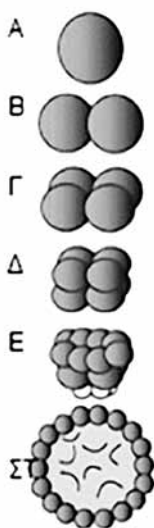
Ο Roux ξεκίνησε, το 1880, μία σειρά πειραμάτων με σκοπό να αποδείξει ότι η δαρβινική εξέλιξη υπάρχει και σε κυτταρικό επίπεδο.

Ως πειραματικό υλικό χρησιμοποίησε αυγά βατράχου. Μετά από την πρώτη ή δεύτερη κυτταρική διαίρεση του γονιμοποιημένου ωαρίου, στο στάδιο των δύο ή τεσσάρων κυττάρων (βλαστομερίδια), με μία καυτή βελόνα κατέστρεψε τα μισά από τα παραχθέντα βλαστομερίδια, επιτρέποντας στα άλλα να συνεχίσουν

την ανάπτυξη, με αποτέλεσμα, σύμφωνα με τις αναφορές του, να αναπτύσσεται μισό μόνο έμβρυο. Το αποτέλεσμα αυτό, ο Roux το απέδωσε στον προκαθορισμό των βλαστομεριδίων, βασικός μηχανισμός του οποίου πίστευε ότι ήταν η κυτταρική διαίρεση του γονιμοποιημένου ωαρίου. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά, ο Roux πρότεινε τη «Μωσαϊκή Θεωρία της Επιγένεσης», σύμφωνα με την οποία, αμέσως μετά από μερικές κυτταρικές διαιρέσεις, κάθε βλαστομερίδιο είναι πλήρως καθορισμένο για το ρόλο του στο αναπτυσσόμενο έμβρυο.

Οι απόψεις του Roux ανατράπηκαν λίγα χρόνια αργότερα από τον Hans Driesch και τελικά από τον Hans Spemann. Η μηχανιστική, όμως, μεθοδολογία που ανέπτυξε ο Roux, αν και εξαιρετικά αναγωγική, η πρωτοπόρα έρευνά του για την ανακάλυψη αναπτυξιακών μηχανισμών για την ιστογένεση και την οργανογένεση του οργανισμού, από τη γονιμοποίηση του ωαρίου και μετά, καθώς και η ανάπτυξη μεθόδων καλλιέργειας κυττάρων, τον έκαναν να θεωρείται σήμερα ιδρυτής της πειραματικής εμβρυολογίας.

Κανονική ανάπτυξη



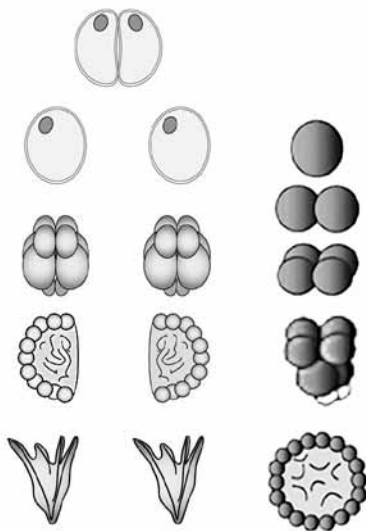
A: γονιμοποιημένο ωάριο,  
B, Γ, Δ: 2, 4, 8 βλαστομερίδια  
αντίστοιχα,  
Ε: μορίδιο,  
ΣΤ: βλαστίδιο.

Το πείραμα του Roux



Καταστροφή του ενός βλαστομεριδίου με καυτή βελόνα. Το άλλο διαιρείται (αυλάκωση) και σχηματίζει τις μισές προβλεπόμενες δομές.

Το πείραμα του Driesch



Απομονωμένα βλαστομερίδια σχηματίζουν το μισό σύνολο των κυττάρων (4 μέσο-, 2 μακρο- και 2 μικρομερίδια), μισή στο μέγεθος βλαστοκύστη και μισά έμβρυα που θα αναπτυχθούν σε φυσιολογικά άτομα.

## HANS DRIESCH (1867-1941)

Ο Hans Driesch γεννήθηκε στην πόλη Bad Kreuznach της Γερμανίας, άρχισε να σπουδάζει Ιατρική στο Πανεπιστήμιο του Freiburg, κοντά στον August Weismann, συνέχισε τις σπουδές του στο Πανεπιστήμιο της Ιένα κοντά στους Ernst Haeckel, Oscar Hertwig και Christian Ernst Stahl και μετά στο Πανεπιστήμιο του Μονάχου, από όπου έλαβε και τη διδακτορική του διατριβή.

Ο Hans Driesch εργάστηκε για αρκετά χρόνια στο Marine Zoological Laboratory της Νάπολης (Ιταλία), όπου γνώρισε και επηρέασε με την επιστημονική του παρουσία και την ερευνητική του δουλειά τον Thomas Morgan, θεμελιωτή της Χρωμοσωματικής Θεωρίας και νομπελίστα.

Ο Hans Driesch ήταν μία παράξενη προσωπικότητα, μοιραζόταν τη λογική με τη μεταφυσική και έγινε ευρέως γνωστός για την έρευνά του στην πειραματική εμβρυολογία, αλλά και για τις νεο-βιταλιστικές απόψεις του (ενστερνιζόμενος την αριστοτελική εντελέχεια), τις οποίες χρησιμοποίησε για να ερμηνεύσει τη δυναμική των εμβρυικών κυττάρων, ταυτόχρονα με την ενασχόλησή του με την παραψυχολογία.

Στα πειράματά του, ο Driesch χρησιμοποίησε ως βιολογικό υλικό αυγά και έμβρυα αχινού. Παρατηρούσε ότι παρεμβαίνοντας με διάφορους τρόπους στα αυγά ή στα βλαστομερίδια (αφαιρώντας μεγάλα τμήματα από τα αυγά, ανακατεύοντας ή απομονώνοντας τα βλαστομερίδια κ.ά.) η ανάπτυξη του εμβρύου δεν επηρεαζόταν ή επηρεαζόταν λίγο. Παρατηρούσε, επίσης, ότι κάθε απομονωμένο βλαστομερίδιο, μετά την πρώτη ή και δεύτερη κυτταρική διαίρεση του γονιμοποιημένου αυγού, οδηγούσε σε ολοκληρωμένα έμβρυα (αν και στη δεύτερη περίπτωση μικρότερα) και τελικά σε μικρότερους σε μέγεθος ενήλικες οργανισμούς. Ο Driesch θεώρησε ότι τα κύτταρα (βλαστομερίδια) στην πρώτη περίπτωση είναι «ολοδυναμικά» (*“totipotent”*) και στη δεύτερη «πολυδυναμικά» (*“pluripotent”*), έννοιες οι οποίες αναφέρονται σε ένα κύτταρο που μπορεί να δημιουργήσει οποιοδήποτε κύτταρο του οργανισμού και σε ένα που μπορεί να δημιουργήσει σχεδόν κάθε κύτταρο του οργανισμού, αντίστοιχα.

Τα αποτελέσματα που παρουσίασε ο Driesch διέψευδαν άμεσα τη θεωρία του προσχηματισμού και τη μωσαϊκή θεωρία του Wilhelm Roux, προκάλεσαν πολλές συζητήσεις (επιστημονικές και φιλοσοφικές) και έντονες αντιπαραθέσεις μεταξύ των Driesch, Roux και Haeckel.

Προσπαθώντας, όμως, να απομακρυνθεί από τη σύγχρονη μηχανιστική αντίληψη της οντογένεσης, πρότεινε ότι η αυτονομία της ζωής οφείλεται σε μια *δύναμη της ζωής*, αυτό που ο Driesch αποκαλούσε *εντελέχεια* (όρο που δανείστηκε από τον Αριστοτέλη). Θεωρούσε ότι η δύναμη της ζωής ήταν κάτι *σαν μυαλό (mind-like)*, *μη-χωρική, εντατική και ποιοτική* και *όχι χωρική, εκτεταμένη και ποσοτική*.

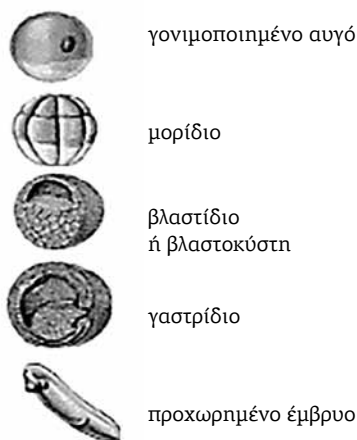
Αργότερα, από το 1907 και μετά, ασχολήθηκε αποκλειστικά με τη φιλοσοφία, την ψυχολογία και την παραψυχολογία, καταλαμβάνοντας πανεπιστημιακές έδρες και δίνοντας διαλέξεις σε διάφορα μέρη του κόσμου.



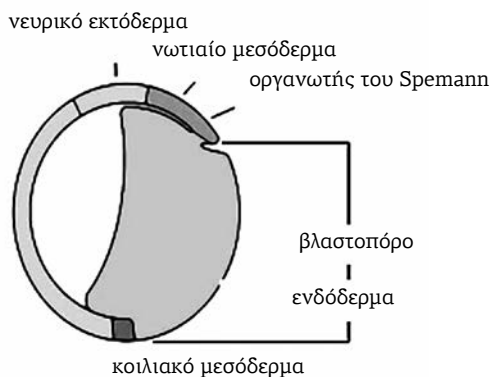
Τα αποτελέσματα των πειραμάτων του Driesch επιβεβαιώθηκαν με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια από τον Hans Spemann, ο οποίος όμως πρότεινε επιστημονικές ερμηνείες, παραβλέποντας τις βιταλιστικές και άλλες απόψεις που εξέφραζε ο Driesch.

## HANS SPEMANN (1869-1941)

Ο Hans Spemann γεννήθηκε στη Στουτγκάρδη της Γερμανίας το 1891. Μετά τη στρατιωτική του θητεία, εισήλθε στο Πανεπιστήμιο της Χαϊδελβέργης για να σπουδάσει Ιατρική, όπου πήρε προκαταρκτική εξέταση το 1893. Συνέχισε τις σπουδές του στο Πανεπιστήμιο του Μονάχου και μετά στο Πανεπιστήμιο του Würzburg, όπου το 1895 πήρε το πτυχίο του στη Ζωολογία, στη Βοτανική και στη Φυσική. Κατά τη διάρκεια των σπουδών του, επηρεάστηκε από τη διδασκαλία και το έργο των *Theodor Boveri*, *Julius Sachs* και *Wilhelm Röntgen* και ιδιαίτερα (στη Χαϊδελβέργη) από τον συγκριτικό ανατόμο *Karl Gegenbaur*. Το 1898 έγινε λέκτορας στο Πανεπιστήμιο του Würzburg, το 1908 καθηγητής Ζωολογίας και Συγκριτικής Ανατομίας στο Ροστόκ, το 1914 αναπληρωτής διευθυντής του Ινστιτούτου Βιολογίας Kaiser Wilhelm στο Βερολίνο-Dahlem και το 1919 καθηγητής Ζωολογίας στο Πανεπιστήμιο του Freiburg-im-Breisgau, από όπου και συνταξιοδοτήθηκε, ενώ έγινε ομότιμος καθηγητής το 1935, τη χρονιά που του απονεμήθηκε το βραβείο Νόμπελ.



Στάδια ανάπτυξης των αμφιβίων



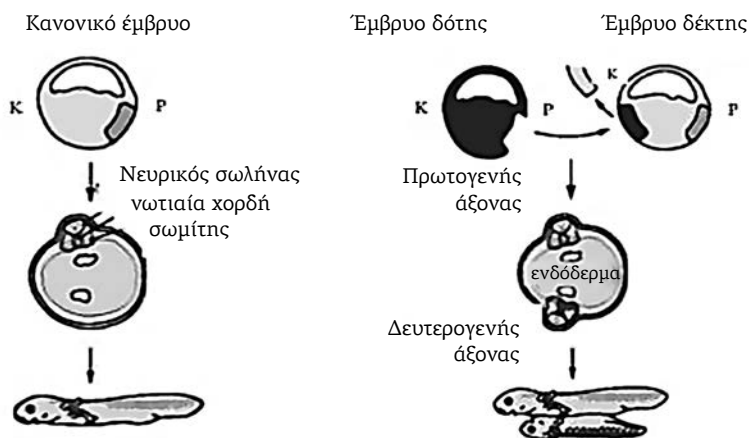
Χαρτογράφηση περιοχών της βλαστοκύστης



Το όνομα του Spemann είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την πειραματική εμβρυολογία. Χρησιμοποιώντας μια δικής του έμπνευσης μικρο-χειρουργική τεχνική και έχοντας ως πειραματικό υλικό τα σχετικά μεγάλα αυγά των αμφιβίων, ανακάλυψε το 1924, μαζί με την Hilde Mangold (υποψήφια διδάκτορα του Spemann, η οποία απεβίωσε νωρίς), την ύπαρξη μιας περιοχής στο έμβρυο, τα τμήματα της οποίας, κατά τη μεταμόσχευση σε ένα διαφορετικό τμήμα ενός δεύτερου εμβρύου, προκαλούσαν δευτερεύοντες εμβρυϊκούς ιστούς ή όργανα. Τα τμήματα αυτά τα ονόμασε «κέντρα του οργανωτή» ή «οργανωτή» (“organizer centres”, “organizer”). Για την ανακάλυψη του φαινομένου της εμβρυϊκής επαγωγής στην ανάπτυξη (της επίδρασης των οργανωτών στην εμβρυϊκή ανάπτυξη), ο Spemann τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ το 1935.

Ο Spemann, στην έρευνά του, έδειξε ότι τα διαφορετικά τμήματα του κέντρου οργάνωσης παράγουν διαφορετικά μέρη του εμβρύου. Τα πρόσθια τμήματά του τείνουν να παράγουν τμήματα της κεφαλής και τα οπίσθια τμήματα της ουράς. Επιπλέον, οι οργανωτές της ουράς, όταν μεταμοσχεύονταν στην περιοχή της κεφαλής του άλλου εμβρύου, μπορεί να παρήγαγαν κεφάλια αντί ουρές, γεγονός που αποδιδόταν στην επίδραση του οργανωτή της κεφαλής στο νέο περιβάλλον όπου βρέθηκαν οι μεταμοσχευμένοι οργανωτές της ουράς.

Νωρίτερα, ο Spemann μεταμόσχευσε εμβρυϊκά τμήματα του οφθαλμού στο εξώτατο στρώμα της περιοχής της κοιλιάς και διαπίστωσε ότι επάγεται, σε αυτή τη νέα κατάσταση, φακός ματιού. Ο Spemann ερμήνευσε τα αποτελέσματα αυτά



#### Μεταμόσχευση οργανωτή (Spemann και Mangold)

Ραχιαίο τμήμα του βλαστοπόρου από πρώιμο γαστρίδιο μεταμοσχεύεται στην κοιλιακή περιοχή ενός εμβρύου ξενιστή, που προορίζεται για κοιλιακή επιδερμίδα. Ο μεταμοσχευμένος ιστός επάγει έναν δεύτερο εμβρυϊκό άξονα που αναπτύσσεται πλήρως. Με Κ συμβολίζεται η κοιλιακή περιοχή και με Ρ η ραχιαία.

δεχόμενος την ύπαρξη δευτερογενών οργανωτών, οι οποίοι ενεργοποιούνται μετά την ολοκλήρωση της επαγωγής από τούς πρωτογενείς οργανωτές. Με άψογο και εκτεταμένο πειραματισμό, λεπτομερείς περιγραφές και εμπεριστατωμένες ερμηνείες των εντυπωσιακών αποτελεσμάτων του, ο Spemann έθεσε τα θεμέλια της θεωρίας της εμβρυϊκής επαγωγής από τους οργανωτές, που οδήγησε αργότερα σε βιοχημικές μελέτες αυτής της διαδικασίας και στην τελική ανάπτυξη της σύγχρονης επιστήμης της πειραματικής μορφογένεσης.

Συνοπτικά, κάποιες από τις διαχρονικές πλέον προτάσεις του Spemann και της Mangold:

- Ο οργανωτής δρα αυτόνομα σε άλλα κύτταρα, επηρεάζοντας «τις τύχες των κυττάρων» τόσο στο εξώδερμα όσο και στο ενδόδερμα του ξενιστή.
- Ο μεταμοσχευμένος οργανωτής έχει την τάση να δημιουργεί δομές παρόμοιες με αυτές για τις οποίες είναι προορισμένος (π.χ. νωτιαία χορδή), διαφέροντας έτσι, στη συγκεκριμένη αναπτυξιακή στιγμή, από άλλες περιοχές του εμβρύου.
- Υπάρχει πόλωση των αξόνων τόσο κατά μήκος κεφαλής-ουράς όσο και ράχης-κοιλίας.
- Η ανάπτυξη μπορεί να θεωρηθεί μια σειρά διαδοχικών επαγωγικών γεγονότων οργανωτών, που υπάρχουν σε διάφορα αναπτυξιακά στάδια και διαφορετικές θέσεις στο έμβρυο.
- Η διαφοροποίηση δεν αρχίζει ταυτόχρονα σε όλα τα μέρη του εμβρύου, ξεκινά από το «κέντρο οργάνωσης» και προχωρά από κύτταρο σε κύτταρο προς μία ορισμένη κατεύθυνση. Υπάρχουν, δηλαδή, «σήματα» που ταξιδεύουν μέσα στο έμβρυο.
- Επιγένεση, Προσχηματισμός, Μωσαϊκισμός. Αν και ο Spemann δε στάθηκε σε αυτό το σημείο, τα αποτελέσματα των εργασιών του αποκλείουν την περίπτωση του προσχηματισμού και της Μωσαϊκής θεωρίας του Roux.

## Η ΧΡΩΜΟΣΩΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

### Η μετάλλαξη, η γενετική, ο γενότυπος, ο φαινότυπος, το γονίδιο

Όπως είδαμε σε προηγούμενα κεφάλαια, το 1900, ο *Hugo de Vries* εισήγαγε τον όρο *μετάλλαξη* (mutation) για να περιγράψει τις αλλαγές στο φαινότυπο των απογόνων, όταν διασταύρωνε αυτοφυείς με καλλιεργούμενες ποικιλίες του φυτού *Oenothera lamarckiana*. Η νέα γνώση, με τον έντονο αναγωγικό της χαρακτήρα, δημιούργησε έντονες αντιπαραθέσεις, οι οποίες θα συζητηθούν στη συνέχεια του κεφαλαίου, στο πλαίσιο της Νέας Σύνθεσης. Έδωσε, όμως, την κατάλληλη εκείνη πειραματική διαδικασία, με την οποία μπορούσε πλέον να χρησιμοποιη-

θεί η μετάλλαξη ως εργαλείο και να γίνει περισσότερο κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο εμφανίζεται και κληρονομείται ένα χαρακτηριστικό.

Το 1903, ο Άγγλος *William Bateson* (1861-1926) χρησιμοποίησε τον όρο *Γενετική*, ως μία έννοια που περιλάμβανε την έννοια *κληρονομικότητα*, καθώς και την πιο εκλαϊκευμένη έκφραση *βιολογική κληρονομιά*, που χρησιμοποιήθηκαν από τον *Gregor Mendel* για την περιγραφή της μεταβίβασης των χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους. Ο όρος, όμως, αυτός παρέμενε σχετικά ανενεργός μέχρι το 1909.

Το 1909, ο Δανός *Wilhelm Johannsen* (1857-1927), ερευνώντας την αυτογονιμότητα στο κοινό φασόλι, ανέπτυξε τη «*Θεωρία των καθαρών σειρών*». Στο πλαίσιο της θεωρίας του, ο *Johannsen* ήταν ο πρώτος που πρότεινε τους όρους *γενότυπος* και *φαινότυπος*, για να περιγράψει τις κληρονομικές προδιαθέσεις των οργανισμών (γενοτύπους) και τον τρόπο με τον οποίο αποτυπώνονται οι προδιαθέσεις αυτές στα φυσικά χαρακτηριστικά των οργανισμών (φαινοτύπους)<sup>1</sup>. Στον *Johannsen* οφείλεται, επίσης, ο όρος *γονίδιο*, τον οποίο πρότεινε για να περιγράψει τη μονάδα της κληρονομικότητας του *Mendel*.

Υπάρχουν οι *νόμοι της κληρονομικότητας* (ο μηχανισμός μεταβίβασης των χαρακτηριστικών από τους γονείς στους απογόνους), υπάρχουν τα *γεννητικά κύτταρα* (μετά από τη διάκριση του *Weismann*), υπάρχουν τα *χρωμοσώματα* και η *μίτωση* (του *Walther Flemming*), υπάρχουν οι *μεταλλάξεις* (οι κληρονομήσιμες αλλαγές, που μπορεί να έχει το κάθε χαρακτηριστικό, του *Hugo de Vries*), υπάρχει ο *γενότυπος*, ο *φαινότυπος* και το *γονίδιο* (του *Wilhelm Johannsen*), υπάρχει και το πλαίσιο μέσα στο οποίο εξετάζονται όλα τα παραπάνω, η *Γενετική* (του *William Bateson*).

Τίθεται η μεγάλη ερώτηση: *ποιος είναι ο φορέας της κληρονομικότητας*; Η απάντηση δεν ήταν εύκολη. Τα μέσα ήταν ακόμη πενιχρά, η διάθεση όμως των ερευνητών σε όλο τον κόσμο, ήταν μεγάλη, το πεδίο αρκετά διευρυμένο, η κριτική, όμως, επί των αποτελεσμάτων και της εξαγωγής των συμπερασμάτων, σκληρή.

## **EDMUND BEECHER WILSON (1856-1939)**

Ο *Edmund Beecher Wilson* γεννήθηκε στη *Geneva* του *Illinois* των *Η.Π.Α.*, αποφοίτησε από το Πανεπιστήμιο *Yale* (1878) και έκανε τη διδακτορική του διατριβή στο Πανεπιστήμιο *Johns Hopkins* (1881). Από το 1883 μέχρι το 1891 εργάστηκε ερευνητικά και διδακτικά σε διάφορα πανεπιστήμια και ινστιτούτα της χώρας και το 1891 εντάχθηκε στο δυναμικό του Πανεπιστημίου *Columbia* (επίκουρος καθηγητής της Βιολογίας την περίοδο 1891-1894, καθηγητής της Ζωολογίας των ασπόνδυλων από το 1894 έως το 1897 και καθηγητής της Ζωολογίας

1. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι, αν και στην αρχή υπήρξε ψυχρή αποδοχή των όρων *γενότυπος* - *φαινότυπος*, στη συνέχεια οι όροι αυτοί αποτέλεσαν τους πυλώνες της Γενετικής του 20<sup>ου</sup> αιώνα.

το 1897). Ο Wilson πέρασε το υπόλοιπο της καριέρας του στο Πανεπιστήμιο Columbia.

Ο Wilson, ο οποίος θεωρείται ο πρώτος κυτταρικός βιολόγος της Αμερικής, χρησιμοποιούσε την κυτταρική βιολογία (κυτταρολογία) για την κατανόηση της εξέλιξης των ειδών και της γενετικής των οργανισμών. Με βάση την ομοιότητα των εμβρύων, περιέγραψε φυλογενετικές σχέσεις ειδών, γενών κ.ά. Το 1898, παρατηρώντας τη σπειροειδή αυλάκωση των μαλακίων, των σκωλήκων και δακτυλιοσκωλήκων, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα ίδια όργανα προέρχονται από την ίδια ομάδα κυττάρων και ότι όλοι αυτοί οι οργανισμοί θα πρέπει να έχουν έναν κοινό πρόγονο.

Η πιο σημαντική ανακάλυψη του Wilson θεωρείται το *χρωμοσωμικό σύστημα φυλοκαθορισμού XY* (1905 – τα φυλετικά χρωμοσώματα των αρσενικών ατόμων είναι XY, ενώ των θηλυκών XX). Την ίδια χρονιά, η Nettie Stevens έκανε, ανεξάρτητα, την ίδια ανακάλυψη. Το 1907, ο Wilson περιέγραψε για πρώτη φορά τα υπεράριθμα ή πρόσθετα χρωμοσώματα, που σήμερα ονομάζονται χρωμοσώματα-B<sup>2</sup>.

Το 1896 (ακολούθησαν πολλές εκδόσεις) έγραψε ένα από τα καλύτερα βιβλία που έχουν γραφτεί ποτέ στη σύγχρονη Βιολογία, με τίτλο *“The cell in Development and Inheritance”*. Από το βιβλίο αυτό διδάχθηκαν και εμπνεύστηκαν πολλές γενιές βιολόγων και είχε μεγάλη επίδραση σε πολλά επιστημονικά πεδία.

Η πρωτοποριακή δουλειά του Wilson εκτιμήθηκε από όλη την επιστημονική κοινότητα. Συμβούλεψε και βοήθησε τον Morgan στη θεωρητική και πειραματική του δουλειά, ενώ μαζί του ο Sutton περάτωσε το διδακτορικό του. Ο Wilson πρότεινε τη *«Χρωμοσωμική Θεωρία Sutton-Boveri»* συμβάλλοντας ενεργά στην ανάδειξη της Χρωμοσωμικής Θεωρίας, γενικότερα. Τιμήθηκε με πολλά βραβεία και διακρίσεις.

## Η ΠΡΩΙΜΗ ΧΡΩΜΟΣΩΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

### **Boveri & Sutton**

Ο Mendel, αλλά και η επανανακάλυψη των νόμων του, έδωσαν το πλαίσιο της κληρονομικότητας για χαρακτηριστικά που αφορούσαν ολόκληρο τον οργανισμό. Δε διευκρίνισαν, όμως, τον τρόπο με τον οποίο τα χαρακτηριστικά αυτά μεταφέρονταν και συνδυάζονταν στο κυτταρικό επίπεδο, στα γεννητικά κύτταρα, εκεί από όπου ξεκινά η δυναμική της αναπαραγωγής.

2. *Χρωμοσώματα-B*: Εκτός από τον φυσιολογικό καρυότυπο, συναντώνται σε άγριους πληθυσμούς πολλών ζώων, φυτών και μυκήτων, τα χρωμοσώματα-B (B-chromosomes – ονομάζονται επίσης υπεράριθμα ή πρόσθετα χρωμοσώματα). Μέχρι σήμερα δεν φαίνεται να παίζουν ουσιαστικό ρόλο για τη ζωή ενός είδους και λείπουν συνήθως από τα περισσότερα άτομα ενός πληθυσμού. Σε έναν πληθυσμό μπορούμε να συναντήσουμε άτομα με 0, 1, 2, ...n χρωμοσώματα-B. Ο ρόλος των χρωμοσωμάτων-B, ακόμη και σήμερα, δεν έχει διευκρινισθεί πλήρως. Στις περισσότερες περιπτώσεις φαίνεται ότι αποτελούνται από ετεροχρωματίνη (υπερελιγμένη χρωματίνη που δεν περιέχει γονίδια), αν και σε άλλες περιπτώσεις φαίνεται ότι περιέχουν μεταθετά στοιχεία και στοιχεία που θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στην προσαρμογή του είδους.

Το 1902, ο αναγνωρισμένος Γερμανός επιστήμονας *Theodor Boveri* (1862-1915) και ο Αμερικανός μεταπτυχιακός φοιτητής *Walter Sutton* (1877-1916), ανεξάρτητα ο καθένας, συσχέτισαν άμεσα τα χρωμοσώματα με τους ζευγαρωμένους παράγοντες, τα *σωματίδια* του Mendel (που ήταν προϋπόθεση για τη μεντελική κληρονομικότητα).

Ο Theodor Boveri χρησιμοποιούσε ως πειραματικό υλικό έμβρυα και εμβρυϊκά κύτταρα αχινού, όπου διαπίστωσε ότι «για να υπάρξει σωστή εμβρυϊκή ανάπτυξη απαιτείται η παρουσία όλων των χρωμοσωμάτων». Το πειραματικό υλικό του Walter Sutton ήταν οι ακρίδες, όπου έδειξε ότι «τα χρωμοσώματα εμφανίζονται σε ζεύγη μητρικών και πατρικών χρωμοσωμάτων, τα οποία διαχωρίζονται κατά τη διάρκεια της μειωτικής διαδικασίας και μπορούν να αποτελέσουν τη φυσική βάση των νόμων της κληρονομικότητας του Mendel».

Οι πρωτοποριακές αυτές έρευνες οδήγησαν τον Wilson<sup>3</sup> στην ενοποίηση των συμπερασμάτων των δύο ερευνητών κάτω από τον τίτλο «Χρωμοσωμική Θεωρία της Κληρονομικότητας των Sutton-Boveri». Ο Wilson ήταν κοντά και στους δύο άνδρες, αφού ο νεαρός Sutton ήταν μαθητής του και ο Boveri φίλος του (στην πραγματικότητα, ο Wilson αφιέρωσε το προαναφερθέν βιβλίο στον Boveri). Παρά το γεγονός ότι αναστράφηκε αργότερα η ονομασία από “Sutton-Boveri” στην κρατούσα “Boveri-Sutton”, αρκετοί ερευνητές υποστήριζαν ότι ο Sutton<sup>4</sup> είχε ήδη δημοσιεύσει την έρευνά του το 1902 και 1903, ενώ ο Boveri εκφράστηκε για την ενοποιημένη χρωμοσωμική θεωρία μετά το 1904.

Αναφέρεται, λοιπόν, στη Χρωμοσωμική Θεωρία των Boveri-Sutton ότι τα χρωμοσώματα, τα οποία εμφανίζονται σε όλα τα διαιρούμενα κύτταρα και περνούν από τη μια γενιά στην επόμενη, είναι η βάση για όλη τη γενετική κληρονομικότητα. Τα χρωμοσώματα είναι γραμμικές δομές, όπου σε συγκεκριμένες περιοχές τους, οι οποίες ονομάστηκαν «θέσεις» (loci), εδράζονται τα γονίδια.

---

3. Αναφέρεται σε μία μεταγενέστερη έκδοση του κλασικού βιβλίου του “The Cell in Development and Inheritance”.

4. Στη δημοσίευση του Sutton με τίτλο “The chromosomes in Heredity” (Τα χρωμοσώματα στην Κληρονομικότητα) συνοπτικά αναφέρονται:

- Η ομάδα των χρωμοσωμάτων των προσυναπτικών γεννητικών κυττάρων (germ line) αποτελείται από δύο ισοδύναμες χρωμοσωμικές σειρές, από τις οποίες μία είναι η πατρική και η άλλη η μητρική.
- Η διαδικασία της σύναψης (ψευδο-μείωση) συνίσταται στην ένωση των ομόλογων μελών των δύο σειρών (δηλαδή, εκείνα που αντιστοιχίζονται στο μέγεθος).
- Η πρώτη μετα-συναπτική ή «ωριμασμένη» μίτωση είναι ισορροπημένη και ως εκ τούτου δεν οδηγεί σε καμία χρωμοσωμική διαφοροποίηση.
- Η δεύτερη μετα-συναπτική διαίρεση είναι μια αναγωγική διαίρεση, με αποτέλεσμα το διαχωρισμό των συζευγμένων, κατά τη σύναψη, χρωμοσωμάτων και τη μετάβασή τους σε διαφορετικά γεννητικά κύτταρα.
- Τα χρωμοσώματα διατηρούν μια μορφολογική ιδιαιτερότητα κατά τη διάρκεια των διάφορων κυτταροδιαίρεσεων.

Το επίτευγμα ήταν μεγάλο και η κριτική σκληρή. Αρχικά αμφισβητήθηκε, κάτι το οποίο είναι σύνηθες στην επιστημονική κοινότητα, ισχυροποιήθηκε όμως, το 1913, όταν η *Eleanor Carothers* κατάφερε να αποδείξει τον ανεξάρτητο διαχωρισμό των χρωμοσωμάτων σε ένα είδος ακρίδας.

Η συζήτηση, όμως, συνεχίστηκε μέχρι το 1915, όταν ο *Thomas Hunt Morgan* και οι συνεργάτες του (βλέπε παρακάτω) προέβαλαν αδιάσειστα πλέον στοιχεία για τα χρωμοσώματα και τον ρόλο τους στην κληρονομικότητα.

## Η ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΧΡΩΜΟΣΩΜΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

### *Morgan & συνεργάτες*

Ο Thomas Hunt Morgan και οι συνεργάτες του, Alfred Henry Sturtevant, Calvin Bridges και Hermann Joseph Muller, χρησιμοποιώντας ως πειραματικό υλικό τη μύγα των φρούτων *Drosophila melanogaster* εδραίωσαν την πολυπόθητη Χρωμοσωμική Θεωρία.

### THOMAS HUNT MORGAN (1866-1945)

Ο Thomas Hunt Morgan γεννήθηκε στο Lexington του Kentucky των Η.Π.Α. Από μικρός έδειχνε την κλίση του για τις επιστήμες της φύσης, κάνοντας συλλογές από πουλιά, αυγά πουλιών και απολιθώματα.

Αποφοίτησε από το Πανεπιστήμιο του Kentucky και συνέχισε τις μεταπτυχιακές του σπουδές στο Πανεπιστήμιο Johns Hopkins, κοντά στον μορφολόγο W. K. Brooks και τον φυσιολόγο H. Newell Martin. Το 1890 πήρε το διδακτορικό του δίπλωμα (Philosophy Degree - Ph.D.) από το Πανεπιστήμιο του Johns Hopkins και την ίδια χρονιά έλαβε υποτροφία και επισκέφτηκε την Ευρώπη, όπου εργάστηκε στο Marine Zoological Laboratory της Νάπολης (Ιταλία). Εκεί, γνωρίστηκε με τον Hans Driesch, με τον οποίο συνεργάστηκε αργότερα. Η επιρροή του Driesch πάνω στον νεαρό επιστήμονα ήταν μεγάλη, γεγονός που αποδεικνύεται από τη στροφή του Morgan στην Πειραματική Εμβρυολογία.

Επέστρεψε στην Αμερική και το 1891 έγινε αναπληρωτής καθηγητής στο Bryn Mawr College for Women, θέση που κατείχε μέχρι το 1904, όταν εξελέγη καθηγητής της Πειραματικής Ζωολογίας στο Πανεπιστήμιο Columbia της Νέας Υόρκης.

Είκοσι τέσσερα χρόνια αργότερα (το 1928), έφυγε από το Columbia και έγινε καθηγητής της Βιολογίας και διευθυντής των εργαστηρίων G. Kerckhoff στο California Institute of Technology στην Pasadena. Το 1933 τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ «για την ανακάλυψή του, που αφορά στο ρόλο που παίζουν τα χρωμοσώματα στην κληρονομικότητα». Το 1945 αποσύρθηκε και έκανε το ιδιωτικό του εργαστήριο σε μία ήσυχη περιοχή της California, στην Corona del Mar, όπου και απεβίωσε.