

BIOLOGY

ชีววิทยา



ดร.ศุภกมล ไพโรหกุล



BIOLOGY

ดร.ศุภณัฐ ไพโรหกุล

เลขทะเบียน	M 0151129
วันลงทะเบียน	7 ก.ย. 2560
เลขเรียกหนังสือ	540 ศ 6867 2560

ภาพประกอบโดย

รณกฤต โรจน์ยืนดีเลิศ

ธีรเจตน์ พงษ์สุพรรณ

Biology

ดร.ศุภณัฐ ไพโรหกุล



พิมพ์ครั้งที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2559	จำนวน 7,000 เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2559	จำนวน 5,000 เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2560	จำนวน 4,000 เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2560	จำนวน 4,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์

การผลิตและลอกเลียนหนังสือเล่มนี้ไม่ว่ารูปแบบใดทั้งสิ้นต้องได้รับการอนุญาติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้เขียน นายศุภณัฐ ไพโรหกุล

ISBN: 978-616-423-070-5

จัดพิมพ์โดย

บริษัท แอคทีฟ พรินท์ จำกัด

9 ซอยลาดพร้าว 64 แยก 14 แขวงวังทองหลาง
เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310

โทรศัพท์ 025304114 โทรสาร 021088950

Email: tanapress@gmail.com

Website: www.tanapress.com

จัดทำและจำหน่ายโดย

นายศุภณัฐ ไพโรหกุล

97/92 หมู่ 6 ซอยบางทราย-โทรน้อย 14
บางทราย อ.บางทราย จ.นนทบุรี 11130

โทรศัพท์ 0816942415 โทรสาร 028835484

Email: supanut.p@chula.ac.th



คำนำ

วิชาชีววิทยาจัดเป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา รวมไปถึงนิสิตนักศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์และสาขาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ เกษตรศาสตร์ อย่างไรก็ตามตำราชีววิทยาที่เป็นภาษาไทยนั้นเมื่ออยู่จำนวนน้อยในห้องตลาด และโดยทั่วไปมักเป็นตำราที่ส่งออกไปในแต่ละสาขาวิชาเฉพาะทาง นักเรียนและนักศึกษาจึงหาตำราชีววิทยาที่มีเนื้อหาถูกต้อง ครบคลุมทุกหัวข้อ และสามารถใช้เป็นแหล่งอ้างอิงได้ก่อนเข้าสาขาก ทางผู้เขียนตระหนักถึงปัญหานี้จึงได้ทำการรวบรวมจากประสบการณ์การเรียนการสอนในการเขียนตำรา Biology เล่มนี้ขึ้นมา เพื่อให้ให้นักเรียน นักศึกษามีตำราที่สามารถใช้เป็นแหล่งอ้างอิง และใช้เป็นตำราเพื่อการอ่านเตรียมความพร้อมในระดับการสอบเข้ามหาวิทยาลัย และการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานในระดับชั้นปีที่ 1 ได้ นอกจากนี้ตำราเล่มนี้ยังสามารถใช้เป็นตำราให้ครูผู้สอนนำไปใช้ในการอ้างอิงเนื้อหาและข้อมูลที่ถูกต้องสำหรับการเรียนการสอนในห้องเรียนได้

ตำรา Biology เล่มนี้ผู้เขียนใช้เวลารวบรวมและเรียบเรียงเป็นเวลากว่า 4 ปีนับตั้งแต่ที่ผู้เขียนได้พิมพ์หนังสือ Essential Biology ออกมาวางจำหน่าย โดยตำรา Biology เล่มนี้เป็นตำราที่แตกต่างจากตำราหนังสือวิชาชีววิทยาอื่นๆ ตรงที่ตำราเล่มนี้ผู้เขียนและทีมงานได้รวบรวมประกอบทุกภาพและถ่ายภาพจากที่ต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อนำมาสร้างเป็นตำรา Biology ที่อาจถือได้ว่าเป็นตำราชีววิทยาที่สมบูรณ์ที่สุดเล่มหนึ่ง นอกจากนี้ตำราเล่มนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาจำนวนมากในการอ่านและทบทวนต้นฉบับเพื่อให้ตำราเล่มนี้เป็นตำราที่สมบูรณ์และมีความถูกต้องของเนื้อหาเพิ่มเติมยิ่งขึ้น รวมไปถึงทางผู้เขียนมีความพยายามที่จะทำให้ตำรา Biology ไม่ได้เป็นหนังสือแปลมาจากตำราต่างประเทศ แต่เป็นตำราที่มีการใช้ตัวอย่างที่ใกล้ชิดกับชีวิตประจำวันของผู้อ่านให้มากที่สุด โดยใช้สิ่งมีชีวิตท้องถิ่นที่สามารถหาหรือพบเจอได้ง่ายในประเทศ เพื่อให้ผู้อ่านสามารถนึกภาพและรู้สึกว่าเป็นความจริงแล้ววิชาชีววิทยามีความใกล้ชิดกับชีวิตของมนุษย์ และหวังเป็นอย่างยิ่งให้ผู้อ่านมีความรักในชีววิทยาเพิ่มขึ้นเหมือนอย่างกับผู้เขียนรักในวิชานี้

ผู้เขียนและทีมงานมีความพยายามเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้ตำรา Biology เล่มนี้มีความพร้อมมากที่สุด อย่างไรก็ตามคงเป็นการยากที่จะทำให้นิสิตักเล่มหนึ่งมีความสมบูรณ์พร้อมในทุกด้าน ทางผู้เขียนยินดีและน้อมรับคำติชมต่างๆ สำหรับการพัฒนานิสิตเล่มนี้ให้ดีขึ้นเรื่อยๆ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะสามารถช่วยให้ผู้อ่านได้รับประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อย

ดร.ศุภกฤต ไพบูลย์

สิงหาคม ๒๕๕๕

สารบัญ

หน้า

หน่วยที่ 1 ชีวเคมีและชีววิทยาของเซลล์ (Biochemistry and Cell Biology)

บทที่ 1 บทนำเกี่ยวกับชีววิทยา (Introduction to Biology)	1
1. ลักษณะของสิ่งมีชีวิต (Characteristics of Life)	1
2. ชีววิทยาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Biology and Scientific Process)	5
บทที่ 2 เคมีในสิ่งมีชีวิต (The Chemistry of Life)	7
1. ทบทวนหลักเคมีพื้นฐานที่จำเป็น (Revision of Basic Chemistry)	7
2. คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	9
3. กรดอะมิโนและโปรตีน (Amino Acid and Protein)	15
4. ลิพิด (Lipid)	19
5. กรดนิวคลีอิก (Nucleic Acid)	22
บทที่ 3 โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ (Cell Structure and Function)	24
1. บทนำเบื้องต้นเกี่ยวกับเซลล์ (Introduction to Cell)	24
2. กล้องจุลทรรศน์ (Microscope)	26
3. ประเภทของเซลล์ (Cell Types: Prokaryotic Cell vs. Eukaryotic Cell)	28
4. โครงสร้างของเซลล์ยูคาริโอต: นิวเคลียสและไรโบโซม (Nucleus and Ribosome)	32
5. โครงสร้างของเซลล์ยูคาริโอต: ระบบเยื่อหุ้มภายในเซลล์ (Endomembrane System)	33
6. โครงสร้างของเซลล์ยูคาริโอต: ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์ (Mitochondria and Chloroplast)	36
7. โครงสร้างของเซลล์ยูคาริโอต: ไซโทสเกเลตอน (Cytoskeleton)	39
8. โครงสร้างของเซลล์ยูคาริโอต: ผนังเซลล์ (Cell Wall)	41
บทที่ 4 เมมเบรนและการลำเลียงสารผ่านเข้าออกเซลล์ (Membrane Structure and Function)	43
1. โครงสร้างของเมมเบรน (Membrane Structure)	43
2. การลำเลียงสารผ่านเข้าออกเซลล์ (Cell Transport)	45
บทที่ 5 พลังงาน เอนไซม์ และเมแทบอลิซึม (Energy, Enzyme and Metabolism)	51
1. บทนำเกี่ยวกับพลังงานและเมแทบอลิซึม (Introduction to Energy and Metabolism)	51
2. โครงสร้างของ ATP (ATP Structure)	52
3. เอนไซม์ (Enzyme)	53

บทที่ 6 การหายใจระดับเซลล์ (Cellular Respiration)	58
1. ปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox Reaction)	58
2. การหายใจแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Respiration)	59
3. การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและการหมัก (Anaerobic Respiration and Fermentation)	67
4. การสลายโมเลกุลของสารอาหารชนิดอื่น	66
บทที่ 7 การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis)	70
1. บทนำเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง (Introduction to Photosynthesis)	70
2. รงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthetic Pigments)	71
3. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง: ปฏิกิริยาแสง (Light-dependent Reaction)	74
4. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง: ปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอน (Carbon Fixation)	78
5. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง	82
หน่วยที่ 2 โครงสร้างและหน้าที่ของสัตว์ (Animal Structure and Function)	
บทที่ 8 เนื้อเยื่อสัตว์และการรักษาสมดุลภาพ (Animal Tissues and Homeostasis)	87
1. เนื้อเยื่อสัตว์พื้นฐาน (Basic Animal Tissues)	87
2. การรักษาสมดุลภาพของร่างกาย (Homeostasis)	93
บทที่ 9 การรักษาความเข้มข้นในร่างกายและการขับถ่าย (Osmoregulation and Excretion)	96
1. กลไกการรักษาความเข้มข้นในร่างกาย (Osmoregulation)	96
2. การขับถ่ายในสัตว์ (Animal Excretion)	98
3. การขับถ่ายปัสสาวะในมนุษย์ (Human Excretion)	100
บทที่ 10 การย่อยอาหารในสัตว์ (Animal Digestion)	106
1. วิวัฒนาการของระบบย่อยอาหาร (Evolution of Digestive System)	106
2. ระบบย่อยอาหารของมนุษย์ (Human Digestive System)	110
3. กลไกการย่อยอาหารและการดูดซึมอาหาร (Digestion and Absorption mechanism)	117
บทที่ 11 การลำเลียงสารในสัตว์ (Animal Circulation)	120
1. การลำเลียงสารในสัตว์ (Animal Circulation)	120
2. ระบบหมุนเวียนเลือดในมนุษย์: หัวใจ (Heart)	122
3. ระบบหมุนเวียนเลือดในมนุษย์: เลือด (Blood)	126
4. ระบบหมุนเวียนเลือดในมนุษย์: หลอดเลือด (Blood Vessel)	130
5. ระบบน้ำเหลือง (Lymphatic System)	133

	หน้า
บทที่ 12 ระบบภูมิคุ้มกัน (Immune System)	134
1. กลไกการต่อต้านสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะเจาะจง (Nonspecific Immune Responses)	134
2. กลไกการต่อต้านสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะเจาะจง (Specific Immune Response)	138
3. การกอบกู้มีคุ้มกันในร่างกาย (Immunization)	142
4. ความผิดปกติเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกัน	143
บทที่ 13 การแลกเปลี่ยนแก๊ส (Gas Exchange)	144
1. การแลกเปลี่ยนแก๊สในสัตว์ (Animal Gas Exchange)	144
2. ระบบหายใจของมนุษย์ (Human Respiratory System)	148
3. กลไกการหายใจ (Breathing Mechanism)	149
4. การแลกเปลี่ยนแก๊สที่ถุงลมและเนื้อเยื่อ (Gas Exchanges in Alveoli and Tissues)	152
5. การลำเลียงแก๊ส (Gas Transport)	153
6. การควบคุมการหายใจ (Control of Breathing)	155
บทที่ 14 ระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัส (Nervous System and Sense Organ)	157
1. ภาพรวมของการทำงานของระบบประสาท (Nervous System - Overview)	157
2. เซลล์ประสาทและเซลล์เกลีย (Neuron and Glial Cell)	158
3. ศักย์ไฟฟ้าเยื่อ, เซลล์และกระแสประสาท (Membrane Potential and Action Potential)	162
4. การส่งกระแสประสาทบริเวณไซแนปส์ (Synapse)	167
5. วิวัฒนาการของระบบประสาท (Evolution of Nervous System)	168
6. ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System: CNS)	170
7. ระบบประสาทรอบนอก (Peripheral Nervous System: PNS)	175
8. เซลล์รับความรู้สึกและอวัยวะรับความรู้สึก (Sensory Neuron and Sense Organ)	177
บทที่ 15 ฮอร์โมนและระบบต่อมไร้ท่อ (Hormones and Endocrine System)	189
1. บทนำเกี่ยวกับฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ (Introduction to Hormone and Endocrine System)	189
2. ไฮโปทาลามัสและต่อมใต้สมอง (Hypothalamus and Pituitary Gland)	194
3. ต่อมไทรอยด์และต่อมพาราไทรอยด์ (Thyroid Gland and Parathyroid Gland)	197
4. ต่อมหมวกไต (Adrenal Gland)	199
5. ตับอ่อน (Pancreas)	200
6. ต่อมไพเนียล (Pineal Gland)	201
บทที่ 16 การเคลื่อนไหวในสัตว์ (Animal Movement)	202
1. การเคลื่อนไหวในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์	202
2. กระดูกและข้อต่อ (Bone and Joint)	206
3. กล้ามเนื้อ (Muscle)	208

	หน้า
บทที่ 17 การสืบพันธุ์และการเจริญในสัตว์ (Animal Reproduction and Development)	212
1. วิวัฒนาการของระบบสืบพันธุ์ในสัตว์	212
2. ระบบสืบพันธุ์เพศชาย (Human Male Reproductive System)	214
3. ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง (Human Female Reproductive System)	219
4. การเจริญของสัตว์ (Animal Development)	224
หน่วยที่ 3 โครงสร้างและหน้าที่ของพืช (Plant Structure and Function)	
บทที่ 18 โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก	235
1. การจัดระเบียบของร่างกายในพืช (Plant Organization)	235
2. เนื้อเยื่อพืช (Plant Tissues)	236
3. โครงสร้างและหน้าที่ของราก (Root Structure and Function)	245
4. โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น (Stem Structure and Function)	250
5. โครงสร้างและหน้าที่ของใบ (Leaf Structure and Function)	257
บทที่ 19 การลำเลียงน้ำและอาหารในพืช (Plant Water Transport and Phloem Translocation)	262
1. การลำเลียงน้ำในพืช (Water Transport)	262
2. ธาตุอาหารและการลำเลียงธาตุอาหารเข้าสู่รากพืช (Mineral Transport)	266
3. การลำเลียงอาหารในพืช (Phloem Translocation)	268
บทที่ 20 การสืบพันธุ์และการเจริญของพืชดอก (Flowering Plant Reproduction and Development)	270
1. วงชีวิต (Life Cycle)	270
2. โครงสร้างและหน้าที่ของดอก (Flower Structure and Function)	272
3. การสร้างสปอร์ แมงโทไฟต์และเซลล์สืบพันธุ์ในพืชดอก	277
4. การถ่ายเรณู การปฏิสนธิ และการเจริญในระยะแรกของพืชดอก	279
5. ผลและเมล็ด (Fruit and Seed)	280
6. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอก (Asexual Reproduction in Flowering Plants)	285
บทที่ 21 การตอบสนองและฮอร์โมนพืช (Plant Responses and Hormones)	287
1. การเคลื่อนไหวของพืช (Plant Movement)	287
2. ฮอร์โมนพืช (Plant Hormones)	291

หน่วยที่ 4 การแบ่งเซลล์และหลักพันธุศาสตร์ (Cell Division and Principles of Genetics)

บทที่ 22 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส (Mitosis and Meiosis)	301
1. ความสัมพันธ์ระหว่าง DNA โครมาทิน และโครโมโซม	301
2. วัฏจักรเซลล์และการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (Cell Cycle and Mitosis)	304
3. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (Meiosis)	308
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสกับความแปรผันทางพันธุกรรม (Meiosis and Genetic Variation)	312
บทที่ 23 หลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (Principles of Inheritance)	316
1. คำศัพท์พื้นฐานในทางพันธุศาสตร์ (Basic Terminology of Genetics)	316
2. การศึกษารูปแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดลและกฎเมนเดล	317
3. ความน่าจะเป็นกับพันธุศาสตร์ (Probabilities and Genetics)	323
4. ส่วนขยายของกฎเมนเดล (Extensions of Mendelian Genetics)	330
5. ยีนที่อยู่บนโครโมโซมเดียวกัน (Linked Gene)	341
6. เพศและยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ (Sex and Sex-linked Inheritance)	344
7. มนุษย์พันธุศาสตร์ (Human Genetics)	348
8. พันธุศาสตร์เชิงปริมาณ (Quantitative Genetics)	354
บทที่ 24 หลักพันธุศาสตร์โมเลกุล (Principles of Molecular Genetics)	359
1. ประวัติการศึกษาค้นคว้าโครงสร้างและบทบาทของสารพันธุกรรม	359
2. การจำลอง DNA (DNA Replication)	362
3. ภาพรวมของการแสดงออกของยีน (Overview of Gene Expression)	366
4. การถอดรหัส (Transcription)	367
5. รหัสพันธุกรรมและการแปลรหัส (Genetic Code and Translation)	370
6. การกลาย (Mutation)	375
บทที่ 25 พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยี DNA (Genetics Engineering and DNA Technology)	377
1. พันธุวิศวกรรมและการโคลนยีน (Genetic Engineering and Gene Cloning)	377
2. การประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านพันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยี DNA	388

หน่วยที่ 5 วิวัฒนาการ (Evolution)

บทที่ 26 วิวัฒนาการ (Evolution)

	393
1. การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ (Development of Evolutionary Thoughts)	393
2. ทฤษฎีการคัดเลือกทางธรรมชาติ (Natural Selection)	397
3. หลักฐานในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต (Evidences of Evolution)	402
4. พันธุศาสตร์ประชากรเบื้องต้น (Introduction to Population Genetics)	405
5. วิวัฒนาการระดับจุลภาค (Microevolution)	409
6. การเกิดสปีชีส์ใหม่และวิวัฒนาการระดับมหภาค (Speciation and Macroevolution)	413
7. วิวัฒนาการมนุษย์ (Human Evolution)	419

หน่วยที่ 6 ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity)

บทที่ 27 หลักอนุกรมวิธานและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต (Principles of Taxonomy and Biodiversity)

	429
1. หลักอนุกรมวิธานเบื้องต้น (Introduction to Taxonomy)	429
2. อาณาจักรและโดเมนของสิ่งมีชีวิต (Kingdom and Domain of Life)	433
3. โพรคาริโอต (Prokaryotes)	435
4. โพรทิสต์ (Protists)	443
5. พืช (Plants)	459
6. อาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi)	473
7. อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia)	479

หน่วยที่ 7 พฤติกรรมสัตว์และหลักนิเวศวิทยา (Animal Behavior and Principles of Ecology)

บทที่ 28 พฤติกรรมสัตว์ (Animal Behavior)

	521
1. ประเภทของพฤติกรรม (Types of Behaviors)	521
2. วิวัฒนาการของพฤติกรรม (Evolution of Behavior)	526
3. การสื่อสารในสัตว์ (Animal Communication)	527
4. พฤติกรรมทางสังคม (Social Behavior)	530

บทที่ 29 หลักนิเวศวิทยา (Principles of Ecology)

	532
1. นิเวศวิทยาระดับสิ่งมีชีวิต (Organismal Ecology)	532
2. นิเวศวิทยาระดับประชากร (Population Ecology)	534
3. นิเวศวิทยาระดับกลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community Ecology)	542
4. นิเวศวิทยาาระดับระบบนิเวศ (Ecosystem Ecology)	550

บรรณานุกรม