

วิวัฒนาการ: จากทฤษฎีสู่การประยุกต์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา รังษิรุจิ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	ประวัติการศึกษาและแนวคิดด้านวิวัฒนาการ	1
	แนวคิดด้านวิวัฒนาการก่อนยุคชาร์ลส์ ดาร์วิน	1
	ชาร์ลส์ ดาร์วิน และทฤษฎีวิวัฒนาการ	4
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักฐานเชิงวิวัฒนาการ	11
	ทฤษฎีวิวัฒนาการจากอดีตถึงปัจจุบัน	11
	ทฤษฎีออโตเจเนติก	11
	กฎการใช้และไม่ใช้ และการถ่ายทอดลักษณะที่ได้มา	11
	การเหนี่ยวนำของสิ่งแวดล้อม	11
	ซาลเทชันนิซึม หรือมิวเทชันนิซึม	11
	ทฤษฎีแรนดอม	12
	ทฤษฎีซินเทติก	12
	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแบบเบลนดิง และแบบเมนเดล	16
	หลักฐานเชิงวิวัฒนาการ	19
	กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบ	19
	วิทยาเอ็มบริโอเปรียบเทียบ	21
	ชีวเคมีเปรียบเทียบ	22
	บรรพชีวินวิทยา หรือการศึกษาซากดึกดำบรรพ์	23
	การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต	24
	การคัดเลือกโดยมนุษย์	27
บทที่ 3	การกำเนิดเอกภพ	29
	ทฤษฎีบิกแบง	29
	หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง	29
	การขยายตัวของเอกภพอย่างต่อเนื่อง	29
	การแผ่รังสีของวัตถุดำ	30
	แกแล็กซีทางช้างเผือก	31
	การกำเนิดของดาวฤกษ์	33

การกำเนิดของระบบสุริยะและโลก	33
โครงสร้างของโลก	34
แกนกลาง	34
แมนเทิล	34
เปลือกโลก	35
การเกิดบรรยากาศของโลก	38
 บทที่ 4 การเกิดทวีป	39
การเกิดทวีป	39
หลักฐานที่สนับสนุนการแยกตัวของแผ่นทวีป	41
รอยต่อที่พอดีของขอบทวีป	41
การเปรียบเทียบชั้นหินที่มีอายุเท่ากัน	41
หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์	42
หลักฐานทางธรณีวิทยาของพื้นมหาสมุทร	43
ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก	43
การเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก	45
แบบลู่ออก	45
แบบลู่เข้า	46
แบบเคลื่อนไหวด้านข้าง	47
ผลกระทบทางชีวภาพที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก	48
 บทที่ 5 การกำเนิดของสิ่งมีชีวิต	51
โลกในยุคดึกดำบรรพ์	51
ลิโอสเฟียร์	51
ไฮโดรสเฟียร์	51
แอตโมสเฟียร์	51
แหล่งของพลังงานที่พบในโลกดึกดำบรรพ์	52
พลังงานจากดวงอาทิตย์	52
พลังงานใต้พิภพ	52
พลังงานจากการแผ่รังสีของสารกัมมันตรังสี	52
พลังงานไฟฟ้า	52

การกำเนิดของสิ่งมีชีวิต	52
สิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต	53
สิ่งมีชีวิตเริ่มแรกมาจากดาวเคราะห์ดวงอื่น	54
สิ่งมีชีวิตเกิดจากการวิวัฒนาการทางเคมี	54
วิวัฒนาการของสารพันธุกรรม	61
สมมติฐานโปรตีนมีวิวัฒนาการก่อนกรดนิวคลีอิก	61
สมมติฐานอาร์เอ็นเอมีวิวัฒนาการก่อนดีเอ็นเอและโปรตีน	62
บทที่ 6 วิวัฒนาการของวิถีเมแทบอลิซึม	63
วิถีเมแทบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจน	63
การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน	63
ไกลโคไลซิสในสภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจน	63
ความสำคัญในเชิงวิวัฒนาการของไกลโคไลซิสในสภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจน	65
การสังเคราะห์ด้วยแสง	65
ปฏิกิริยาที่ใช้แสง	67
การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร	67
การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร	68
ปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง หรือวัฏจักรคัลวิน	69
การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์	69
การใช้ ATP และ NADPH	70
การสร้าง RuBP และกลูโคสหรือคาร์โบไฮเดรตอื่น ๆ	70
วิถีเมแทบอลิซึมแบบใช้ออกซิเจน	72
ไกลโคไลซิส	74
การสร้างแอสิติลโคเอนไซม์เอ	74
วัฏจักรเครบส์	74
ระบบการถ่ายทอดอิเล็กตรอน	75
บทที่ 7 วิวัฒนาการของโพรแคริโอตและยูแคริโอต	78
วิวัฒนาการของโพรแคริโอต	78
วิวัฒนาการของยูแคริโอต	81
ทฤษฎีเอนโดซิมไบโอติก	83

ทฤษฎีคลาสสิกัล	85
ทฤษฎีคลัสเตอร์ โคลน	87
ทฤษฎีอินดีเพนเดนท์	87
จากโพรแคร์ไอตสู่ยูแคริโอต	87
บทที่ 8 ความแปรผันของลักษณะทางพันธุกรรม	89
สาเหตุของการเกิดความแปรผันของลักษณะทางพันธุกรรม	89
จากกระบวนการแบ่งเซลล์	89
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมภายใต้กฎของเมนเดล	93
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนอกเหนือกฎของเมนเดล	97
จากการกลาย หรือมิวเทชัน	100
การกลายในระดับโครโมโซม	101
ความแปรผันของจำนวนโครโมโซม	101
ความแปรผันของโครงสร้างโครโมโซม	106
การกลายในระดับยีน	110
การกลายแบบนอนซินอนิมัส	110
การกลายแบบซินอนิมัส	111
บทที่ 9 พันธุศาสตร์ประชากร	117
การคำนวณความถี่ของแอลลีล และความถี่ของจีโนไทป์ในประชากร	117
ตัวอย่างการคำนวณความถี่ของแอลลีลที่สนใจ	118
กฎฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	120
อัตราส่วนฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก และสมการฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	120
การใช้สมการฮาร์ดี-ไวน์เบิร์กเพื่อตรวจสอบความสมดุลทางพันธุกรรมของประชากร	122
ร่วมกับการวิเคราะห์ไคสแควร์	124
การประยุกต์ใช้กฎฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	125
ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลและความถี่ของจีโนไทป์	127
การเลือกคู่ที่ไม่เป็นไปแบบสุ่ม	127
การอพยพ	127
การหักเหทางพันธุกรรมโดยสุ่ม	128
การกลาย	129

การคัดเลือกโดยธรรมชาติ	130
รูปแบบของการคัดเลือกโดยธรรมชาติ	130
การคัดเลือกแบบไดเรกชันนัล	131
การคัดเลือกแบบดิสรัปทีฟ	132
การคัดเลือกแบบสเทปีไลซิง	132
การคัดเลือกโดยธรรมชาติและเหมาะสม	133
ความเหมาะสมและผลกระทบต่อสภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	134
 บทที่ 10 แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ การเกิดสปีชีส์ และการสูญพันธุ์	137
แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์	137
แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ของกรีก	137
แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ที่มีตัวแทนที่เหมือนกัน	137
แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ด้านสัณฐานวิทยา	138
แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ด้านวิวัฒนาการ	138
แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ด้านนิเวศวิทยา	138
แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ด้านไฟโลเจเนติก	139
แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ด้านการรับรู้ภายในสปีชีส์	139
แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ด้านความเสถียรของลักษณะปรากฏ	140
แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ด้านชีววิทยา	140
กลไกการป้องกันการผสมข้ามสปีชีส์	142
กลไกการป้องกันก่อนจะมีการผสมพันธุ์และได้ไซโกต	142
กลไกการป้องกันหลังจากมีการผสมพันธุ์และได้ไซโกต	144
วิธีการเกิดสปีชีส์	146
การเกิดสปีชีส์แบบแอลโลแพทริก	146
การเกิดสปีชีส์แบบซิมแพทริก	148
การเกิดสปีชีส์แบบพาราแพทริก	149
รูปแบบการเกิดสปีชีส์	150
คลาโดเจเนซิส	150
แอนาเจเนซิส	151
อัตราการเกิดสปีชีส์	152
แกรจวลลิซึม	152

ฟังก์ชันเอพิดี อีคิวลิเบรียม	153
การสูญพันธุ์	154
มหายุคพาสีโอโซอิก	156
มหายุคมีโซโซอิก	159
มหายุคซีโนโซอิก	163
 บทที่ 11 กลไกการเกิดสปีชีส์ในระดับโมเลกุล	165
การวิวัฒนาการแบบพร้อมกัน	165
ยีนแฟมิลี	167
แรงขับเคลื่อนในระดับโมเลกุล	169
การเกิดครอสซิงโอเวอร์แบบไม่เท่ากัน	169
ยีนคอนเวอร์ชัน	170
ความคลาดเคลื่อนจากกระบวนการจำลองดีเอ็นเอ	173
ทรานสโพซิชั่น	174
การถ่ายโอนข้อมูลพันธุกรรมโดยมีอาร์เอ็นเอเป็นตัวกลาง	175
 บทที่ 12 ระบบวิทยาและการจำแนกหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต	176
ระบบวิทยา	176
หลักเกณฑ์ในการจำแนกหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต	177
เฟเนติกส์	177
คลาดิสติกส์	179
คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและลักษณะที่ใช้ในการศึกษาคลาดิสติกส์	189
สาเหตุของการเกิดฮอโมเพลซี	190
การเปรียบเทียบการจำแนกหมวดหมู่แบบเฟเนติกส์ แบบคลาดิสติกส์ และแบบตามสายวิวัฒนาการ	192
 บทที่ 13 ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการในระดับโมเลกุล	193
ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการในระดับโมเลกุล	193
การศึกษาในระดับโปรตีน	193
การเกิดปฏิกริยาภูมิคุ้มกัน	193
การเปรียบเทียบลำดับกรดอะมิโน	195

การศึกษาในระดับดีเอ็นเอ	195
การเกิดไฮบริโดเซชันระหว่างดีเอ็นเอ	195
การวิเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่ได้จากการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ	197
การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์	198
วิธีการสร้างแผนภาพต้นไม้แห่งวิวัฒนาการ	199
วิธีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณระยะห่างทางพันธุกรรม	199
เนเบอร์ จอยนิง (NJ)	199
วิธีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์สถานะของลักษณะที่เป็นลำดับกรดอะมิโน หรือลำดับนิวคลีโอไทด์โดยตรง	204
แมกซิมัม พาร์ซิโมนี (MP)	204
แมกซิมัม ไลค์ลิฮูด (ML)	208
แบบจำลองวิวัฒนาการ	210
การวิเคราะห์ภูมิตถร	212
ตัวอย่างการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการในระดับโมเลกุลโดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์	214
ตัวอย่างที่ 1: การสร้างแผนภาพต้นไม้แห่งวิวัฒนาการด้วยวิธี NJ	214
ตัวอย่างที่ 2: การสร้างแผนภาพต้นไม้แห่งวิวัฒนาการด้วยวิธี MP	220
แผนภาพต้นไม้แห่งวิวัฒนาการและการประยุกต์	223
 บทที่ 14 วิวัฒนาการของพืช	227
บรรพบุรุษของพืชบก	227
วิวัฒนาการของพืชบก	231
อาณาจักรพืช	232
พืชที่ไม่มีท่อลำเลียง	234
ไบรโอไฟต์	234
พืชมีท่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด	236
เทอริโดไฟต์	236
พืชมีท่อลำเลียงที่มีเมล็ด	240
จิมโนสเปิร์ม	242
แองจิโอสเปิร์ม	244

บทที่ 15	วิวัฒนาการของสัตว์	248
	ลักษณะของสัตว์	248
	การกำเนิดของอาณาจักรสัตว์	249
	มุมมองของการจำแนกหมวดหมู่ของสัตว์ในอาณาจักรสัตว์	251
	การจำแนกหมวดหมู่ของสัตว์โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา	251
	การจำแนกหมวดหมู่ของสัตว์โดยอาศัยข้อมูลพันธุกรรม	258
บทที่ 16	วิวัฒนาการของมนุษย์	263
	ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไพรเมต	263
	การจำแนกหมวดหมู่ของไพรเมต	263
	วิวัฒนาการจากไพรเมตโบราณสู่โฮมินิด	268
	การกำเนิดของมนุษย์ระยะแรก	271
	<i>Australopithecus</i>	272
	<i>Homo</i>	277
	การกำเนิดของมนุษย์ยุคใหม่ <i>Homo sapiens sapiens</i>	284
บทที่ 17	ชีววิทยาการเจริญเชิงวิวัฒนาการ	288
	ชีววิทยาการเจริญเชิงวิวัฒนาการ	288
	ชีววิทยาการเจริญของแมลงหมี	288
	วัฏจักรชีวิตของแมลงหมี	288
	การพัฒนาของเอ็มบริโอของแมลงหมี	289
	ยีนที่ควบคุมแบบแผนร่างกายของแมลงหมี	291
	ยีนมาเทอร์นัล-เอฟเฟกต์	292
	ผลกระทบของการกลายในยีนมาเทอร์นัล-เอฟเฟกต์	295
	ยีนไซโกติกและผลกระทบของการกลายในยีนไซโกติก	296
	ยีนแซ็กเมนเทชัน	296
	ยีนโฮมิโอติก	299
	โครงสร้างของยีนโฮมิโอติกและการเปรียบเทียบโครงสร้างของยีนเชิงวิวัฒนาการ	301
	บรรณานุกรม	305
	ดัชนี	309