

คู่มือเรียนรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพิ่มเติม ตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)



BIOLOGICAL ชีววิทยา ม.4 เล่ม 1

พศ.ประสงค์ หล้าสะอาด

ก.บ. ชีววิทยา (เกียรติยศอันดับ 1)
ว.บ. (ชีววิทยา จุฬาลงกรณ์)
Cert. in Teaching & Learning in Hi-Ed.
and Research Supervision (University of Sydney, Australia)
อาจารย์สอนวิชาชีววิทยา CHEM. HOUSE

พศ.ดร.จิตเกษม หล้าสะอาด

ว.บ. (ชีววิทยา, จุฬาลงกรณ์), ว.บ. (กายวิภาค, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)



สรุปเนื้อหาสำคัญ

- การศึกษาชีววิทยา
- เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
- เซลล์และการทำงานของเซลล์

แบบทดสอบท้ายบท

ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยครบทุกระบบ

พร้อมเฉลยครบถ้วน



คู่มือรายวิชา เพิ่มเติม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

เพิ่มเติม ชีววิทยา ม.4 เล่ม 1

- การศึกษาชีววิทยา
- เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
- เซลล์และการทำงานของเซลล์

เหมาะสำหรับ

- ☑ เน้นสำหรับนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์
- ☑ ใช้สอบ Entrance เข้ามหาวิทยาลัยระบบ Admissions PAT 2 และ O-NET
- ☑ ใช้สอบตรงเพื่อเข้ามหาวิทยาลัยประเภทโควตาฯ
- ☑ สอบประจำภาคเรียน
- ☑ สามารถใช้ศึกษาด้วยตนเอง

พศ.ประสงค์ หล้าสะอาด

กศ.ม. ชีววิทยา (เกียรติยศอันดับ 1), วท.ม. (สัตววิทยา, จุฬาลงกรณ์)
Cert. in Teaching & Learning in Hi-Ed. and Research Supervision
(University of Sydney, Australia)

พศ.ดร.จิตเกษม หล้าสะอาด

วท.ม. (ชีววิทยา, จุฬาลงกรณ์), วท.ด. (สัตววิทยา, ม.เกษตรศาสตร์)

● สนวนลิขสิทธ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558

เพิ่มเติม จิตยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ชีววิทยา

ม.4 เล่ม 1

ผู้เรียบเรียง : ศส.ประสงค์ หล้าละเอียด
 ศส.ดร.จิตเกษม หล้าละเอียด

กองบรรณาธิการ : อรศรี ไรจน์พจนรัตน์, ณัฐฐ์ธนิน ลูกเสือดิรา, อมรศักดิ์ บุญเรือง
 สถาพร พุศิริจิรพร, พิรุณณิชา ไบสุวรรณ, มณฑญา กมลวานนท์

จัดพิมพ์ : บริษัท สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด
 12 หม่อมแก้ว แยก 3 ถ.พระราม 6 (ซอย 41) แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
 โทร 02-279-6222 (อัตโนมัติ 15 คู่สาย) โทรสาร 02-279-6203-4

พิมพ์ที่ : บริษัท ธนรัชการพิมพ์ จำกัด
 43/100 หมู่ที่ 5 ซ.เทอดพระเกียรติ 1 ถ.เทอดพระเกียรติ ต.วัดชลอ อ.บางกรวย จ.นนทบุรี 11130

ผู้พิมพ์ - ผู้โฆษณา :

นางนงลักษณ์ ธนกุลโรจน์



หนังสือเล่มนี้พิมพ์ด้วย กระดาษรีไซเคิล
 กระดาษจากไม้ปลูก ไม่รบกวนไม้ธรรมชาติ



คู่มือเรียนรายวิชา **เพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.4 เล่ม 1** นี้ ได้เรียบเรียงขึ้นตามโครงสร้างใหม่ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (**ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560**) ตรงตามหลักสูตรสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมใหม่ล่าสุดตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของสสวท. ทบทวนได้เพิ่มเติมเนื้อหาที่เห็นว่านักเรียนระดับนี้ควรจะได้รู้ได้เข้าใจเอาไว้ด้วย เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีความรอบรู้อย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นประโยชน์ในการสอบประจำภาค และสอบเข้าศึกษาต่อในระดับสูงต่อไป

เนื้อหาของหนังสือเล่มนี้สรุปไว้เป็นบทๆ ตามลำดับ พร้อมด้วยภาพประกอบจำนวนมาก เพื่อให้เข้าใจ แก่การเข้าใจ ทำแบบทุกบทมีตัวอย่างข้อสอบ วัดความรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นจำนวนมาก เพื่อให้ครอบคลุม เนื้อหาในทุกแง่มุมให้นักเรียนได้ลองฝึกทำ นอกจากนี้ผู้เรียบเรียงยังได้เฉลยข้อสอบอย่างละเอียด โดยให้เหตุผล ประกอบด้วยทุกข้อ เพื่อความสะดวกของนักเรียนที่ใช้หนังสือเล่มนี้ ผู้เรียบเรียงขอแนะนำ วิธีการใช้หนังสือเล่มนี้ อย่างถูกต้องคือ อ่านและทำความเข้าใจเนื้อหา ก่อน ต่อจากนั้นจึงลองทำตัวอย่างข้อสอบ หากสงสัยหรือไม่เข้าใจ หรือทำไม่ได้จึงค่อยเปิดแบบเฉลยดู และควรดูที่เหตุผลที่ให้ไว้ด้วยว่าทำไมจึงเลือกข้อนั้น หากท่านปฏิบัติได้ดังนี้ ผู้เรียบเรียงเชื่อว่าหนังสือเล่มนี้ จะเป็นหนังสือ คู่มือเรียน **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.4 เล่ม 1 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)** ของท่านอย่างแท้จริง

ในการจัดทำหนังสือเล่มนี้อาจมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ผู้เรียบเรียงยินดีรับความคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะจากผู้ทุกท่าน เพื่อจะได้แก้ไขปรับปรุงสำหรับการพิมพ์ครั้งต่อไป

ผู้เรียบเรียงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือ คู่มือเรียน **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.4 เล่ม 1 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)** นี้ คงอำนวยประโยชน์ให้แก่ นักเรียนมากพอสมควร

ด้วยความปรารถนาดีอย่างจริงใจ



(ผศ.ประสงค์ หล้าสะอาด)

ในนามผู้เรียบเรียง

สารบัญ

บทที่ 1 การศึกษาชีววิทยา

1.1 ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต	1
- มีกระบวนการเมแทบอลิซึม	1
- มีกระบวนการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต	1
- มีกระบวนการการตอบสนองต่อสิ่งเร้า	3
- มีกระบวนการควบคุม	4
- มีการจัดระบบ	6
- ชีววิทยาคืออะไร	9
- ชีววิทยากับการดำรงชีวิต	10
- ชีวจริยธรรม	11
1.2 การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์	12
- การกำหนดปัญหาที่ได้จากการสังเกต	12
- การตั้งสมมติฐาน	15
- การตรวจสอบสมมติฐาน	16
- การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	17
- สรุปผล	17
1.3 กิจกรรมส่งเสริมศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	18
■ ตัวอย่างข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย บทที่ 1	19
เฉลยตัวอย่างข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย บทที่ 1	29
■ แบบทดสอบวัดความรู้ บทที่ 1	33
เฉลยแบบทดสอบวัดความรู้ บทที่ 1	45

บทที่ 2 เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

2.1 อะตอม ธาตุและสารประกอบ	52
2.2 สารอินทรีย์	60
- น้ำ	60
- แร่ธาตุหรือเกลือแร่	61
2.3 สารประกอบคาร์บอนในสิ่งมีชีวิต	63
- คาร์โบไฮเดรต	63
- มอโนแซ็กคาไรด์	63
- ไดแซ็กคาไรด์	69
- โอลิโกแซ็กคาไรด์	71
- พอลิแซ็กคาไรด์	72
- โปรตีน	76
- ประเภทของโปรตีน	79
- ลิพิด	84
- ลิพิดธรรมดา	86
- ลิพิดประกอบ	87
- อนุพันธ์ของลิพิด	87
- กรดนิวคลีอิก	92
- DNA	93
- RNA	98
- วิตามิน	99
- วิตามินที่ละลายในไขมัน	100
- วิตามินที่ละลายในน้ำ	106

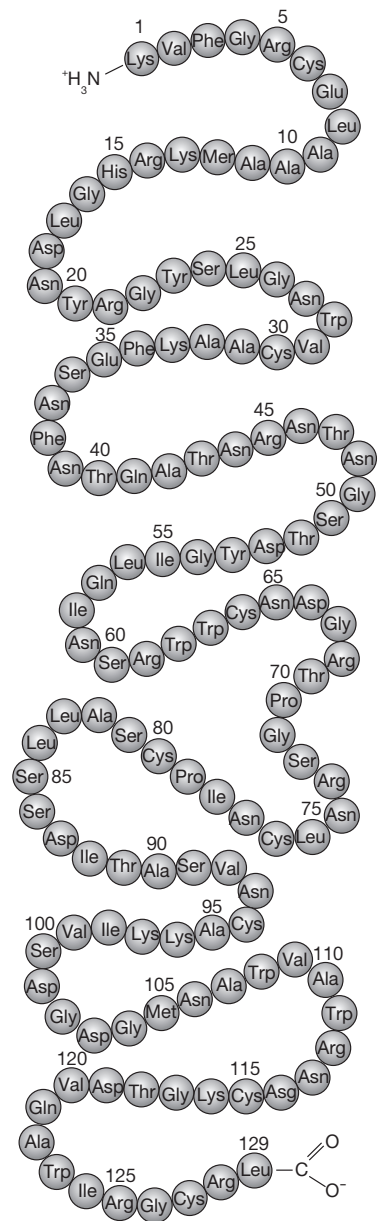
สารบัญ

2.4 ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	116
- พลังงานกับการเกิดปฏิกริยาเคมี	117
- เอนไซม์	119
- สมบัติของเอนไซม์	122
- การทำงานของเอนไซม์	124
- พลังงานกระตุ้น	125
- โคแฟกเตอร์ของเอนไซม์	129
- การยับยั้งเอนไซม์	131
- เมแทบอลิซึม	134
■ ตัวอย่างข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย บทที่ 2	135
เฉลยตัวอย่างข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย บทที่ 2	153
■ แบบทดสอบวัดความรู้ บทที่ 2	163
เฉลยแบบทดสอบวัดความรู้ บทที่ 2	185

บทที่ 3 เซลล์และการทำงานของเซลล์

3.1 กล้องจุลทรรศน์และการค้นพบหน่วยของสิ่งมีชีวิต	197
- กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสง	198
- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	206
3.2 โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์	210
- ทฤษฎีเซลล์	212
- ชนิดของเซลล์	217
- ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์	217
- เยื่อหุ้มเซลล์	217
- ผนังเซลล์	218

- ไฮโทพลาสซึม	221
- นิวเคลียส	230
3.3 การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์	233
3.4 การหายใจระดับเซลล์	246
- การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ	246
- ไกลโคไลซิส	246
- การสร้างแอซิติลโคเอนไซม์เอ	248
- วัฏจักรเครบส์	249
- กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน	254
- กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเกิดขึ้นที่ใด	256
- การสลายไขมันและโปรตีน	260
- การหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ	268
3.5 การแบ่งเซลล์	272
- การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	274
- การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	276
3.6 การสื่อสารระหว่างเซลล์และการชราภาพของเซลล์	282
3.7 เนื้อเยื่อ อวัยวะและระบบร่างกาย	283
- เนื้อเยื่อสัตว์	284
- เนื้อเยื่อพืช	285
■ ตัวอย่างข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย บทที่ 3	286
เฉลยตัวอย่างข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย บทที่ 3	315
■ แบบทดสอบวัดความรู้ บทที่ 3	328
เฉลยแบบทดสอบวัดความรู้ บทที่ 3	345



บทที่

1

การศึกษาชีววิทยา

ชีววิทยา ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า **biology** ซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษากรีกโบราณ 2 คำ คือ

bios หมายถึง ชีวิต

logos หมายถึง การศึกษา ความคิดและเหตุผล

ดังนั้นชีววิทยา จึงมีความหมายว่า “การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต”

1.1 ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต

1.1.1 สิ่งมีชีวิตคืออะไร

สมบัติของสิ่งมีชีวิต คือ เป็นหน่วยที่ต้องใช้พลังงานและพลังงานที่ใช้นั้นต้องเกิดจากปฏิกิริยาเคมีในเซลล์หรือในร่างกายสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ สิ่งมีชีวิตมีสมบัติทางกายภาพและชีวภาพดังนี้

1. มีกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolic process)

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการสารอาหารและพลังงาน เพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของตัวสิ่งมีชีวิตเอง กิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตจะต้องประกอบด้วยกระบวนการ เมแทบอลิซึม (metabolism) กระบวนการเมแทบอลิซึมเป็นกระบวนการทางเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ หรือภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต กระบวนการนี้แบ่งได้เป็น 2 กระบวนการย่อย คือ

1.1 **แคแทบอลิซึม (catabolism)** หรือกระบวนการสลาย เป็นการเปลี่ยนแปลงของสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารที่มีโมเลกุลเล็กลง กระบวนการนี้มักมีพลังงานและความร้อนถูกปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการ เช่น การย่อยสลาย การหายใจ

1.2 **แอนาบอลิซึม (anabolism)** หรือกระบวนการสร้าง เป็นการเปลี่ยนแปลงของสารโมเลกุลเล็กให้เป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้น เป็นผลให้มีการเก็บพลังงานไว้ในสารโมเลกุลใหญ่นั้น เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและกรดอะมิโน มีผลให้เกิดการเพิ่มปริมาณของโปรโทพลาซึม ทำให้เกิดการเจริญเติบโต กระบวนการเมแทบอลิซึมทั้งสองกระบวนการนี้ต้องมีเอนไซม์ (enzyme) และพลังงานต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องและร่วมกระบวนการเสมอ

2. มีกระบวนการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต

2.1 สิ่งมีชีวิตมีการสืบพันธุ์

การสืบพันธุ์ (reproduction) การสืบพันธุ์ หมายถึง การเพิ่มจำนวนลูกหลานที่มีลักษณะเหมือนเดิมของสิ่งมีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นนี้จะทดแทนสิ่งมีชีวิตรุ่นเก่าที่ล้มหายตายจากไป ทำให้สิ่งมีชีวิตเหลือรอดอยู่ในโลกได้โดยไม่สูญพันธุ์ไป การสืบพันธุ์มี 2 วิธี คือ

1. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) เป็นการเพิ่มจำนวนลูกหลานที่ไม่ต้องอาศัยเพศเข้ามาเกี่ยวข้องและไม่มีการผสมกันของเซลล์สืบพันธุ์ เช่น การแบ่งเซลล์ของแบคทีเรีย การแตกหน่อของไฮดรา การสืบพันธุ์ในลักษณะนี้มีข้อดี คือ ได้ลูกจำนวนมากและรวดเร็วและมีพันธุกรรมเหมือนกับรุ่นพ่อแม่ แต่มีข้อเสียคือพันธุกรรมที่เหมือนพ่อแม่ไม่ก่อให้เกิดความหลากหลาย จึงอาจไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา

2. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) เป็นการสืบพันธุ์ที่ต้องอาศัยเพศโดยที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย แล้วผสมกันเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตหน่วยใหม่ ซึ่งมีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ แต่มีลักษณะบางประการที่แตกต่างออกไปอันเป็นผลจากการผสมกันของเซลล์สืบพันธุ์ลูกที่เกิดขึ้นจึงมีความหลากหลายมีทั้งลักษณะที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม ลักษณะที่เหมาะสมก็จะถูกคัดเลือกไว้ในธรรมชาติ ส่วนลักษณะที่ไม่เหมาะสมก็จะถูกกำจัดออกจากธรรมชาติไป เช่น ความแข็งแรง ความต้านทานโรคจะถูกเก็บไว้และสืบพันธุ์ต่อไปได้ ส่วนลักษณะที่อ่อนแอ ติดโรคได้ง่ายก็จะตายไป ซึ่งก็ถูกกำจัดออกจากธรรมชาติไปนั่นเอง

การเจริญเติบโต (growth and development) ประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ 4 กระบวนการ คือ

1. การเพิ่มจำนวนเซลล์ (cell multiplication)
2. การเติบโต (growth)
3. การเปลี่ยนแปลงของเซลล์เพื่อไปทำหน้าที่ต่างๆ (cell differentiation)
4. การเกิดรูปร่างที่แน่นอน (morphogenesis)

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีขนาดไม่เท่ากัน บางชนิดใหญ่มาก เช่น ช้าง สูงถึง 7 เมตร ขนาดใหญ่ เช่น วัว ควาย ขนาดเล็ก เช่น หนู กุ้ง ปู ขนาดเล็กมาก เช่น แมลงวัน แมลงหวี่ ไรน้ำ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เมื่อเติบโตระยะหนึ่งก็จะตายไป อายุของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดเรียกว่า อายุขัย (life span) อายุขัยของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป ดังตาราง

ชนิดของสิ่งมีชีวิต	อายุขัยสูงสุด	ชนิดของสิ่งมีชีวิต	อายุขัยสูงสุด
คน	120 ปี	สัตว์ตระกูลแมว	27 ปี
เต่า	100+ ปี	สุนัข	20 ปี
ช้างอินเดียและช้างแอฟริกา	70 ปี	ค่างคาว	13 ปี
จระเข้	52 ปี	นกฟิราบ	10 ปี
เหยี่ยว	46 ปี	หนู	3 ปี
กอริลล่า	39 ปี	หนูผี	1 ปี
ค่างคก	36 ปี	แมลงวัน 15 °C	18 สัปดาห์
		แมลงวัน 25 °C	6 สัปดาห์

ตารางที่ 1 - 1 แสดงอายุขัยของสัตว์ชนิดต่างๆ

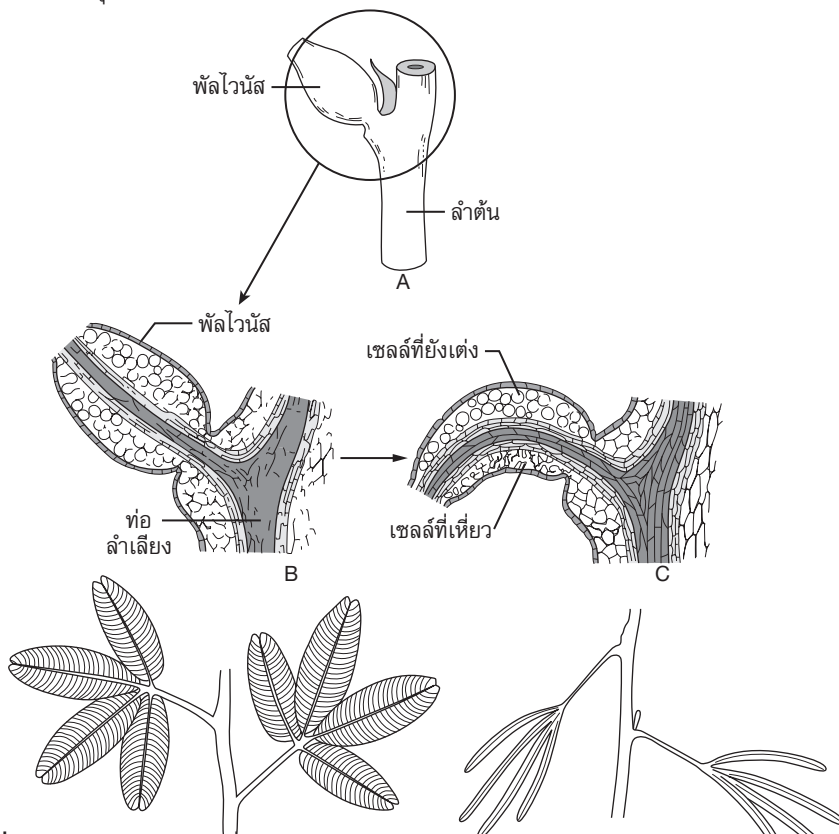
ส่วนอายุขัยของพืชจะมีความแตกต่างกันมาก โดยแบ่งเป็น

พืชที่มีช่วงอายุ 1 ปี (annual plant) เป็นไม้ล้มลุก (herb) เช่น ข้าว อ้อย ข้าวโพด สับปะรด ถั่วเหลือง

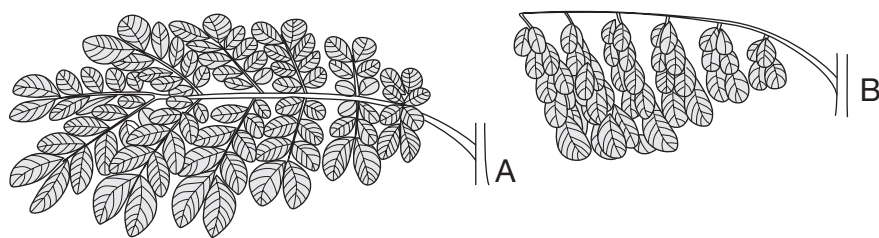
พืชที่มีช่วงอายุ 2 ปี (biennial plant) เป็นไม้ล้มลุก (herb) พืชพวกนี้มักมีลำต้นใต้ดิน เมื่อใบและลำต้นเหี่ยวไป ยังมีลำต้นใต้ดิน ซึ่งสามารถงอกใหม่ได้ เช่น หอม กระเทียม ว่านสี่ทิศ เป็นต้น

พืชที่มีช่วงอายุยืนกว่า 2 ปี (perennial plant) ซึ่งอาจเป็นไม้พุ่ม (shrub) มีความสูงประมาณ 120 - 300 เซนติเมตร หรืออาจเป็นไม้ยืนต้น (tree) ซึ่งมีความสูงมากกว่า 300 เซนติเมตรขึ้นไป เช่น มะขาม มะปราง มะม่วง ลำไย ประดู่ มังคุด ต้นสัก เงาะ เต็ง รัง เป็นต้น พืชบางชนิดเมื่อออกดอกและผลแล้วก็จะตายไป เช่น ไม้ หนุ่ย ลาน และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอีกหลาย ๆ ชนิด เป็นต้น

3. มีกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งเร้า เป็นการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีที่เกิดขึ้น สิ่งเร้า (stimulus) อย่างเดียวกันอาจจะตอบสนอง (response) ไม่เหมือนกันก็ได้ในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด เช่น แสงเป็นสิ่งเร้าที่พืชเอนเข้าหา ส่วนโพรงโททิวหลายชนิดจะเคลื่อนไหว ตัวอย่างของการตอบสนองต่อสิ่งเร้า เช่น มือเกาะ (tendrill) ของบวบ น้ำเต้า ฟัก จะพันรอบกิ่งไม้ที่อยู่ใกล้ๆ เพื่อพยุงลำต้นให้สูงขึ้น พืชเอนเข้าหาแสง พืชตระกูลถั่วจะหุบใบในตอนเย็นหรือกลางคืน ซึ่งเรียกว่าต้นไม้นอน สำหรับสัตว์จะมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยการปรับตัว เช่น หลบร้อน หลบหนาว การต่อสู้เพื่อแย่งชิงอาหารที่อยู่ หรือการผสมพันธุ์ เป็นต้น



รูปที่ 1 - 1 เซลล์พัลไวน์สที่โคนก้านใบของไมยราบและใบไมยราบขณะกางใบและหุบใบ



รูปที่ 1 - 2 ต้นไม้ของก้ามปู

A. เวลากลางวัน B. กลางคืน

4. มีกระบวนการควบคุม (regulating process) สมดุลยภาพของร่างกาย

เซลล์ของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายจะดำรงชีวิตและทำหน้าที่ต่างๆ ได้อย่างปกติสุขได้นั้น จะต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สภาพแวดล้อมต่างๆ นั้น ได้แก่ ระดับน้ำในร่างกายและในเซลล์ ความเป็นกรด-เบส อุณหภูมิ แร่ธาตุ ระดับน้ำตาลในเลือด ดังนั้นการรักษาระดับของปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ให้อยู่ในภาวะที่เหมาะสม จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับเซลล์และร่างกายสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างเช่น

การรักษาสมดุลของน้ำในสิ่งมีชีวิต

การรักษาสมดุลของร่างกายสิ่งมีชีวิต หมายถึง ความสามารถในการปรับระดับสภาพแวดล้อมภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตให้มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ทำให้เซลล์ต่างๆ ทำงานได้อย่างปกติเป็นผลให้ร่างกายของสิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ได้อย่างปกติด้วย ภาวะดังกล่าวเรียกได้อีกอย่างว่า ภาวะธำรงดุล (homeostasis)

การรักษาสมดุลของน้ำในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีน้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญของร่างกาย แมงกะพรุนมีน้ำอยู่ถึงร้อยละ 95 พืชมีน้ำประมาณร้อยละ 50 สำหรับคนมีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 60 - 70 ในร่างกายของผู้ชายที่มีน้ำหนัก 65 กิโลกรัมจะมีน้ำอยู่ประมาณ 40 ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ 40 ลิตร คิดเป็นประมาณร้อยละ 62 ของน้ำหนักตัว ในคนแต่ละคนมีน้ำในร่างกายแตกต่างกันไป เนื่องจากแต่ละคนมีไขมันไม่เท่ากัน ในเนื้อเยื่อทั่วไปจะมีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 75 ส่วนในเนื้อเยื่อไขมันมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่เพียงร้อยละ 10 - 20 เท่านั้น ดังนั้นคนผอมจึงมีร้อยละของน้ำสูงกว่าคนอ้วน และผู้ชายก็มีร้อยละของน้ำสูงกว่าผู้หญิง เนื่องจากผู้หญิงมีไขมันเป็นส่วนประกอบของร่างกายเป็นร้อยละสูงกว่าผู้ชาย การรักษาสมดุลของน้ำคือการรักษาปริมาณน้ำในร่างกายให้คงที่ ดังนั้นในแต่ละวันน้ำที่รับเข้าสู่ร่างกาย เช่น น้ำดื่ม น้ำที่อยู่ในอาหาร จะต้องสมดุลกับน้ำที่ออกจากร่างกาย เช่น น้ำปัสสาวะ เหงื่อ และไอน้ำที่ออกทางลมหายใจ เป็นต้น

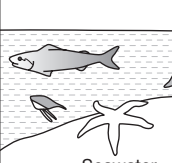
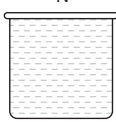
การรักษาสมดุลน้ำของพืช คือ การดูดน้ำทางรากและคายน้ำทางใบ ซึ่งต้องสมดุลกันและเหมาะสม การคายน้ำคือการสูญเสียน้ำของพืชในรูปของไอน้ำ น้ำที่พืชดูดขึ้นไปจะใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพียงร้อยละ 1-2 เท่านั้น น้ำส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 98-99 จะสูญเสียไปในรูปของการคายน้ำ โดยน้ำเปลี่ยนเป็นไอและระเหยออกไป น้ำส่วนใหญ่ระเหยออกทางปากใบ (stomata) เรียกว่า **สโตมาทอลทรานสไพเรชัน** (stomatal transpiration) นอกจากนี้ น้ำอาจสูญเสียทางผิวใบและส่วนของลำต้นอ่อนๆ เรียกว่า **คิวทิคิวลาร์ ทรานสไพเรชัน** (cuticular transpiration) ทางรอยแตกหรือรูเล็กๆ ที่ลำต้นหรือเลนทิเซล (lenticel) เรียกว่า **เลนทิคิวลาร์ทรานสไพเรชัน** (lenticular transpiration) การคายน้ำทางผิวใบและ

เลนทิเซลถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการคายน้ำทางปากใบ แต่ในสภาพที่พืชขาดน้ำ ปากใบจะปิด ดังนั้นการคายน้ำทางผิวใบและเลนทิเซล จะช่วยลดอุณหภูมิให้กับพืชได้บ้าง ทำให้ลำต้นพืชไม่ร้อนมากเกินไปที่ผิวใบพืชมีเซลล์ชั้นเอพิเดอร์มิส (epidermis layer) เซลล์ชั้นนี้เป็นชั้นที่อยู่นอกสุด ปกคลุมส่วนที่อยู่ข้างในทั้งทางด้านบน คือเอพิเดอร์มิสด้านบน (upper epidermis) และทางด้านล่างคือเอพิเดอร์มิสด้านล่าง (lower epidermis) เซลล์เอพิเดอร์มิสมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวแถวเดียวตลอดทั่วไป เซลล์ชั้นต้นนี้ไม่มีคลอโรฟิลล์อยู่ด้วย จึงทำให้สังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้ เซลล์เอพิเดอร์มิสบางเซลล์เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เป็นเซลล์คุม (guard cell) อยู่กันเป็นคู่หนึ่งด้านในของเซลล์คุมหนากว่าผนังด้านนอกระหว่างเซลล์คุมเป็นปากใบ (stomata) พบว่าทางด้านล่างของใบมีปากใบอยู่มากกว่าทางด้านบนเซลล์คุมทำหน้าที่ปิดและเปิดปากใบ

เซลล์คุมแตกต่างจากเซลล์เอพิเดอร์มิสอื่น คือ เซลล์คุมมีคลอโรฟิลล์อยู่ด้วย จึงสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้และการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้เป็นกลไกสำคัญที่ทำให้เกิดการเปิดปิดของปากใบ, การคายน้ำและการลำเลียงสารของพืช ผิวของเซลล์ชั้นเอพิเดอร์มิสมีสารพวกขี้ผึ้ง เรียกว่า คิวทิน (cutin) ฉาบอยู่ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ ออกจากผิวใบพืช

การรักษาอุณหภูมิภายในร่างกาย อุณหภูมิภายในร่างกายสัตว์สามารถใช้ในการแบ่งสัตว์ออกได้เป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ สัตว์เลือดอุ่น (homoiothermic animal) และสัตว์เลือดเย็น (poikilothermic animal) สัตว์เลือดอุ่น หมายถึง สัตว์ที่มีอุณหภูมิของร่างกายค่อนข้างคงที่ ถึงแม้อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลงไปมาก แต่อุณหภูมิของร่างกายก็จะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ได้แก่ สัตว์ปีกและสัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนม ส่วนสัตว์เลือดเย็น หมายถึง สัตว์ที่มีอุณหภูมิของร่างกายเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม ดังนั้นในวันหนึ่ง ๆ อุณหภูมิของสัตว์เลือดเย็นจะเปลี่ยนแปลงไปมาก ได้แก่ สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก และสัตว์เลื้อยคลาน

สัตว์เลือดอุ่น อุณหภูมิของร่างกายค่อนข้างคงที่ ดังนั้น สัตว์เลือดอุ่นจึงต้องมีกลไกในการรักษาอุณหภูมิของร่างกาย ซึ่งต้องสมดุลกันทั้งการสร้างความร้อนและการสูญเสียความร้อนของร่างกาย

ของเสียในรูป	(a) แอมโมเนีย	(b) ยูเรีย	(c) กรดยูริก
สิ่งมีชีวิต			
สูตรโครงสร้าง	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{N} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H} - \text{N} - \text{C} - \text{N} - \text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{N} - \text{C} - \text{N} - \text{C} - \text{N} - \text{C} - \text{OH} \\ & & & \\ \text{HO} - \text{C} & \text{N} & \text{C} & \text{N} - \text{C} - \text{OH} \end{array}$
ปริมาณน้ำที่ใช้ในการกำจัดของเสีย			

รูปที่ 1 - 3 การกำจัดของเสียพวกไนโตรเจน (nitrogen waste) คือแอมโมเนีย ยูเรียและกรดยูริกของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ และปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการกำจัดของเสีย

การรักษาสมดุลของแร่ธาตุหรือเกลือแร่ การรักษาสมดุลของเกลือแร่ในร่างกาย มีความใกล้ชิดกับการรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายมาก เนื่องจากเกลือแร่ต่างๆ มักจะอยู่ในรูปของไอออน และละลายน้ำได้ ดังนั้นถ้าสูญเสียน้ำก็จะทำให้สูญเสียเกลือแร่ไปด้วย สัตว์แต่ละชนิดจะมีการรักษาสมดุลของเกลือแร่ในร่างกายแตกต่างกันไป เช่น ปลากำจัดของเสียในรูปแอมโมเนีย คนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกำจัดของเสียในรูปยูเรีย ส่วนนก สัตว์เลื้อยคลานและแมลงกำจัดในรูปของกรดยูริก ซึ่งปริมาณน้ำที่สูญเสียไปต่อการกำจัดของเสียจะไม่เท่ากันดังรูป 1.3

5. มีการจัดระบบ (organization) สิ่งมีชีวิตมีลักษณะจำเพาะ เช่นลักษณะของคนจะมีลักษณะเฉพาะที่เรียกว่าคน แมวก็เช่นกัน สุนัข หรือ แม้แต่ต้นพืชหรือสาหร่ายขนาดเล็กก็มีลักษณะเฉพาะเช่นกัน

สิ่งมีชีวิตมีการจัดระบบโครงสร้างและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ดังนี้

5.1 โครงสร้างของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย

5.1.1 โครงสร้างทางเคมี (chemical structure) ประกอบด้วยธาตุต่างๆ ประมาณ 30 ชนิด ในจำนวนธาตุ 30 ชนิดนี้ ธาตุ 7 ชนิด จะมีปริมาณ ถึง 99.8 เปอร์เซ็นต์ของร่างกาย ดังตาราง

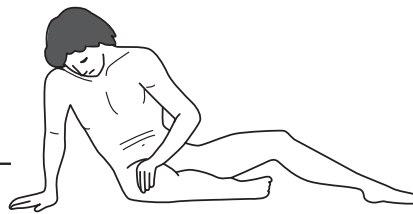
ธาตุ	เปอร์เซ็นต์
ออกซิเจน	65
คาร์บอน	18
ไฮโดรเจน	10
ไนโตรเจน	3
แคลเซียม	2
ฟอสฟอรัส	1.4
โพแทสเซียม	0.4
อื่นๆ	0.2
รวม	100

ตารางที่ 1 - 2 แสดงจำนวนธาตุต่างๆ ในร่างกายของมนุษย์ (โดยน้ำหนัก)

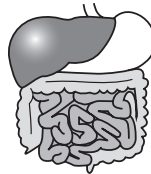
ธาตุต่างๆ เหล่านี้จะมารวมกันเป็นสารต่างๆ ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ คือ น้ำ (H_2O) โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต กรดนิวคลีอิก ฯลฯ

5.1.2 โครงสร้างระดับเซลล์ (cellular structure) สิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปประกอบด้วยเซลล์ (ยกเว้นไวรัสและไวรอยด์) โดยเซลล์ของสิ่งมีชีวิตพวกแรกๆ เรียกว่า โปรคาริโอต (prokaryotic cell) ได้แก่ แบคทีเรีย และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) ซึ่งมีเยื่อหุ้มเซลล์แต่ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส และเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ในสิ่งมีชีวิตชั้นสูงเซลล์เป็นชนิด ยูคาริโอต (eukaryotic cell) คือมีเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มนิวเคลียสเซลล์เหล่านี้จะรวมกันเป็นเนื้อเยื่อ (tissue) เช่น เนื้อเยื่อบุผิว (epithelial tissue) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) เนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue) เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (muscular tissue) เนื้อเยื่อเหล่านี้จะประกอบกันเป็นอวัยวะ (organ) เช่น กระเพาะอาหาร (stomach) ลำไส้ (intestine) ตับ (liver) และอวัยวะต่างๆ จะประกอบกันเป็นระบบ (system) เช่น ระบบย่อยอาหาร (digestive system) ระบบสืบพันธุ์ (reproductive system) และระบบต่างๆ เหล่านี้จะรวมกันเป็นร่างกายของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดต่อไป

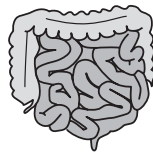
ร่างกายสิ่งมีชีวิต



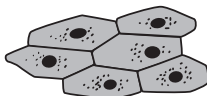
ระดับระบบของอวัยวะ



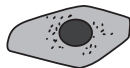
ระดับอวัยวะ



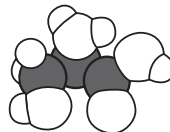
ระดับเนื้อเยื่อ



ระดับเซลล์



ระดับโมเลกุล



ระดับอะตอม

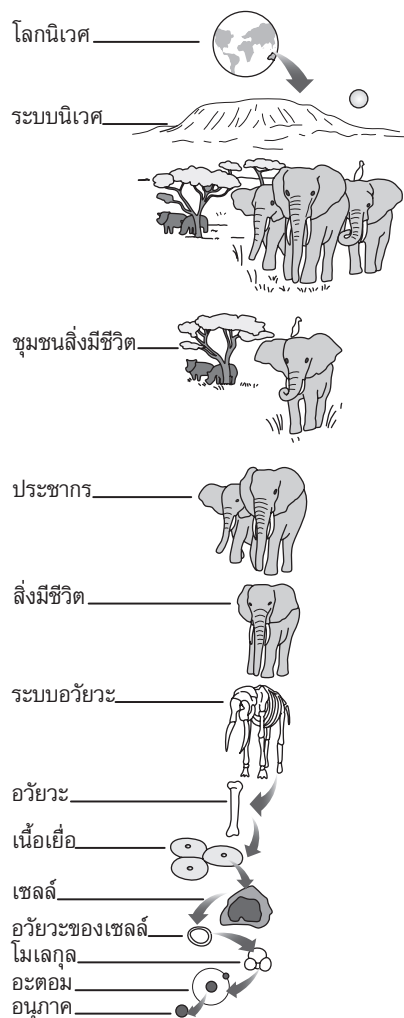


รูปที่ 1 - 4 การประสานงานระดับต่าง ๆ ภายในร่างกายสิ่งมีชีวิต

5.2 การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย

5.2.1 การได้มาซึ่งอาหาร (nutrition) ได้แก่ สารประกอบต่าง ๆ ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่นำเข้าสู่เซลล์หรือร่างกายของสิ่งมีชีวิต สารต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นวัตถุดิบ (raw material) ที่ใช้ในการสร้างพลังงาน และการเจริญเติบโต เพื่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่อไป

5.2.2 การหายใจระดับเซลล์ (cellular respiration) เป็นวิธีการได้มาซึ่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต โดยการสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรตให้เป็นกลูโคส และสลายต่อไปจนได้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O) วิธีการดังกล่าวจะมีการปลดปล่อยพลังงานออกมาโดยพลังงานส่วนหนึ่งจะออกมาในรูปพลังงานความร้อนทำให้ร่างกายอบอุ่น และพลังงานอีกส่วนหนึ่งจะสะสมไว้ในรูปของพลังงานเคมีที่เรียกว่าสารประกอบพลังงานสูง อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (adenosine triphosphate) หรือ ATP ซึ่งจะนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ของการดำรงชีวิตต่อไป

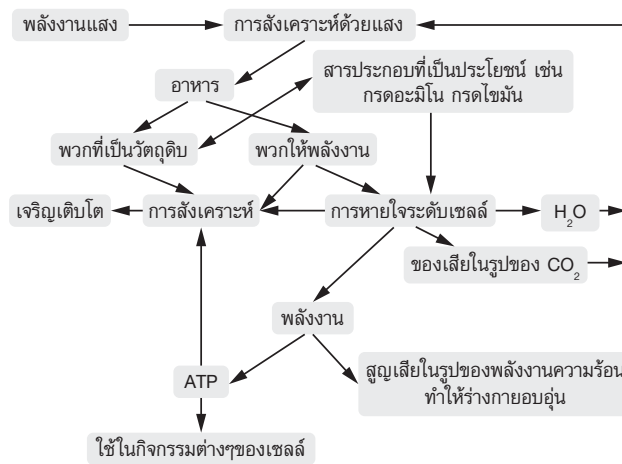


รูปที่ 1 - 5 การประสานของโครงสร้างต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระดับประชากร
 ชุมชนสิ่งมีชีวิตระบบนิเวศและโลกนิเวศ

5.2.3 การสังเคราะห์ (synthesis) เป็นวิธีการในการสร้างสารต่าง ๆ โดยใช้วัตถุดิบจากสารอาหารและใช้พลังงานจากการหายใจระดับเซลล์มาสร้างสารโมเลกุลเล็ก เช่น สังเคราะห์โปรตีนจากกรดอะมิโน สังเคราะห์ไขมันจากกรดไขมันและกลีเซอรอล สังเคราะห์ไกลโคเจนจากกลูโคส เป็นต้น สำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) เป็นการสังเคราะห์พิเศษที่เกิดขึ้นในพืชและสาหร่ายเท่านั้น โดยพืชสามารถใช้พลังงานจากแสงสว่างเปลี่ยนให้เป็นพลังงานเคมีในรูปของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตและ ATP ได้

5.2.4 การสืบพันธุ์ (reproduction) เป็นการเพิ่มลูกหลานของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผลให้เกิดการดำรงเผ่าพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดเอาไว้

5.2.5 การปรับตัวและวิวัฒนาการ (adaptation and evolution) ผลจากการต่อสู้ดิ้นรนเพื่อการอยู่รอดทำให้เกิดการปรับตัวในด้านต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเมื่อระยะเวลายาวนานมาก ๆ ก็ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ



รูปที่ 1 - 6 แสดงความสัมพันธ์ของการได้มาซึ่งอาหาร การหายใจระดับเซลล์และการสังเคราะห์ด้วยแสง

1.1.2 ชีววิทยาคืออะไร

ชีววิทยาเป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต ชีววิทยามีหลายสาขาได้แก่

1. การศึกษาสิ่งมีชีวิตและกลุ่มของสิ่งมีชีวิต

(1) สัตววิทยา (zoology) เป็นการศึกษาเรื่องราวต่างๆ ของสัตว์ แบ่งออกเป็นสาขาย่อยๆ เช่น

1. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (invertebrate)
2. สัตว์มีกระดูกสันหลัง (vertebrate)
3. มินวิทยา (ichthyology) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับปลาชนิดต่างๆ
4. สังขวิทยา (malacology) ศึกษาเกี่ยวกับหอยชนิดต่างๆ
5. ปักษีวิทยา (ornithology) ศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับนก
6. วิทยาสัตวเลี้ยงลูกด้วยนม (mammalogy)
7. กีฏวิทยา (entomology) ศึกษาเกี่ยวกับแมลง
8. วิทยาเห็บไร (acarology) ศึกษาเกี่ยวกับเห็บและไร

(2) พืชศาสตร์ (botany) ศึกษาเรื่องราวต่างๆ ของพืช เช่น

1. พืชชั้นต่ำ (lower plant)
2. พืชมีท่อลำเลียง (vascular plant)
3. พืชมีดอก (angiosperm)

(3) จุลชีววิทยา (microbiology) คือการศึกษาเรื่องราวต่างๆ ของจุลินทรีย์ เช่น

1. วิทยาแบคทีเรีย (bacteriology) ศึกษาเกี่ยวกับแบคทีเรีย
2. วิทยาไวรัส (virology) ศึกษาเกี่ยวกับ ไวรัส
3. ราวิทยา (mycology) ศึกษาเกี่ยวกับ รา เห็ด ยีสต์
4. วิทยาสัตวเซลล์เดียว (protozoology) ศึกษาเกี่ยวกับพวกโพรทิสต์

2. การศึกษาจากโครงสร้างหน้าที่และการทำงานของสิ่งมีชีวิต

- (1) กายวิภาคศาสตร์ (anatomy) ศึกษาโครงสร้างต่าง ๆ โดยการตัดผ่า
- (2) สัณฐานวิทยา (morphology) ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและรูปร่างของสิ่งมีชีวิต
- (3) สรีรวิทยา (physiology) ศึกษาหน้าที่การทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต
- (4) พันธุศาสตร์ (genetics) ศึกษาลักษณะต่าง ๆ ทางพันธุกรรมและการถ่ายทอดลักษณะต่าง ๆ

จากบรรพบุรุษสู่ลูกหลาน

- (5) นิเวศวิทยา (ecology) ศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- (6) มิถุนวิทยาหรือเนื้อเยื่อวิทยา (histology) ศึกษาลักษณะของเนื้อเยื่อทั้งทางด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงาน
- (7) วิทยาเอ็มบริโอ (embryology) ศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของตัวอ่อน
- (8) ปรสิตวิทยา (parasitology) ศึกษาเกี่ยวกับการเป็นปรสิตของสิ่งมีชีวิต
- (9) วิทยาเซลล์ (cytology) ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์สิ่งมีชีวิต

3. การศึกษาเรื่องราวของสิ่งมีชีวิต

- (1) อนุกรมวิธาน (taxonomy) ศึกษาเกี่ยวกับการแบ่งหมวดหมู่ การตั้งชื่อสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ
- (2) วิวัฒนาการ (evolution) ศึกษาเรื่องราวของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน
- (3) บรรพชีวินวิทยา (paleontology) ศึกษาเกี่ยวกับซากโบราณของสิ่งมีชีวิต

ในปัจจุบันการศึกษาทางชีววิทยาได้พัฒนาไปมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้กับสิ่งมีชีวิต เช่น การผลิตสารต่าง ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์อินซูลิน ผลิตภัณฑ์เอนไซม์ การเลี้ยงเนื้อเยื่อ การผลิตแก๊สชีวภาพ การโคลนนิ่ง (cloning) การตัดต่อยีน ซึ่งกระทำในพลาสมิดในเซลล์ เพื่อประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมและการสาธารณสุข ซึ่งเรียกว่า พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) ซึ่งกำลังเจริญพัฒนาอย่างรวดเร็วโดยการศึกษาของนักจุลชีววิทยา นักเคมี และนักชีวเคมี

1.1.3 ชีววิทยากับการดำรงชีวิต

ชีววิทยาจะเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของเราเป็นอย่างมาก เช่น

1. การดูแลรักษาสุขภาพของร่างกาย ได้แก่

- (1) การเลือกบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและไม่เป็นโทษต่อร่างกาย เช่น เลือกกินอาหารที่สะอาด และสุกใหม่ ๆ ไม่กินอาหารสุก ๆ ดิบ ๆ ซึ่งอาจติดโรคพยาธิได้ ไม่กินอาหารที่หมดวันต่อมเพราะอาจจะแพร่โรคได้ เลือกอาหารที่ปลอดจากสารพิษต่าง ๆ เป็นต้น
- (2) การออกกำลังกายช่วยให้สุขภาพแข็งแรง รู้จักเลือกการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับเพศและวัยและสภาพของร่างกาย
- (3) การรู้จักระบบต่าง ๆ ของร่างกายช่วยให้การดูแลและรักษาระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ระบบโครงกระดูก ระบบผิวหนัง ระบบหายใจ ระบบย่อยอาหาร ฯลฯ เป็นไปอย่างถูกต้อง อันจะเป็นผลให้สุขภาพของระบบต่าง ๆ รวมถึงร่างกายเป็นปกติสุขด้วย ฯลฯ

2. การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม ได้แก่

(1) การไม่ตัดไม้ทำลายป่า เพราะต้นไม้มีความสำคัญต่อสภาพแวดล้อม และเป็นตัวการสำคัญในการผลิตออกซิเจนให้แก่ โลก และลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ให้แก่โลกด้วย

(2) การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชหมุนเวียน การสงวนรักษาน้ำ ดิน แร่ธาตุ และอากาศมีผลต่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมของโลกให้ยั่งยืนทั้งสิ้น

(3) การเข้าใจสมดุลของ พืช สัตว์ จุลินทรีย์ในฐานะผู้ผลิตอาหาร ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลายสารอิน จะก่อให้เกิดวัฏจักรต่าง ๆ ของสารในระบบนิเวศ ซึ่งนำไปสู่ความสมดุลของสารในธรรมชาติได้ดียิ่งขึ้น ฯลฯ

3. การพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อการอยู่ดีกินดีของมนุษยชาติ ได้แก่

(1) การผลิตสารต่าง ๆ ที่เป็นอาหารและช่วยในการรักษาโรค เช่น การผลิตฮอร์โมนอินซูลิน จากยีสต์เพื่อรักษาโรคเบาหวานในคน การผลิตฮอร์โมนโกรท โดยสุกรเพื่อใช้ในการรักษาโรคเกี่ยวกับกระดูกเจริญเติบโตที่มากหรือน้อยเกินไป การผลิตกรดอะมิโนจำเป็นโดยแบคทีเรีย การผลิตสารหยาดสไปรูไลนา ซึ่งมีโปรตีนสูง การถนอมอาหาร โดยวิธีการต่าง ๆ เป็นต้น

(2) การพัฒนาทางด้านพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) มาใช้ในการดัดต่อสารพันธุกรรมเพื่อใช้ในการพัฒนาพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ที่ให้ผลตอบแทนหรือมีคุณภาพดีมากยิ่งขึ้น เพื่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ที่ดีขึ้น แต่ก็ยังต้องมีการศึกษาถึงผลดีและผลเสียกันต่อไป

(3) การพัฒนาเทคนิคทางด้าน DNA เพื่อนำมาใช้ในการตรวจหาสายสัมพันธ์ของพ่อแม่ลูก นอกจากนี้ยังใช้ในการสืบสวนสอบสวนทางคดีของแพทย์และตำรวจได้เป็นอย่างดี

(4) การศึกษาทางด้านพืชสมุนไพรสามารถนำมาผลิตเป็นยาแผนโบราณใช้ในการรักษาโรคต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีนับเป็นภูมิปัญญาไทยที่น่าภาคภูมิใจ

(5) การศึกษาทางด้านเทคโนโลยีการเจริญพันธุ์ เช่น การผสมเทียมในหลอดแก้ว แล้วถ่ายฝากตัวอ่อน (InVtro Fertilization - Embryo Transfer) การนำเซลล์สืบพันธุ์ไปใส่ที่ท่อไข่หรือที่เรียกว่า กิ๊ฟ (GIFT หรือ Gamete Intrafallopian Transfer) การทำอิกซี่ (ICSI, หรือ Intracytoplasmic Sperm Injection) รวมไปถึงการทำโคลนนิ่ง (Cloning) ด้วย สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ช่วยให้คนมีบุตรยากมีบุตรได้ทั้งสิ้น สำหรับการโคลนนิ่งยังไม่มีข่าวว่าทำสำเร็จแล้วในคน แต่พบว่าสำเร็จแล้วในสัตว์หลายชนิด เช่น แกะ วัว ลิง เป็นต้น

1.1.4 ชีวจริยธรรม

การศึกษาทางด้านชีววิทยาเป็นการศึกษาเรื่องของสิ่งมีชีวิตจึงเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนเป็นอย่างมากในการศึกษาและกระทำ เพราะอาจจะผิดต่อขนบธรรมเนียมประเพณี กฎหมาย หรือจริยธรรมได้ เช่น

1. การโคลนนิ่งมนุษย์ เพื่อใช้อวัยวะบางส่วนมารักษาโรคหรือเพื่อผลิตลูกหลานขึ้นมาเพราะอาจมีปัญหาดต่อสถาบันครอบครัวได้

2. การทำแท้ง ในหลายประเทศสามารถทำแท้งได้แต่ในหลายประเทศก็เป็นการผิดกฎหมาย

3. การใช้สัตว์ทดลองทางชีววิทยา เพราะสัตว์ก็มีชีวิตเช่นเดียวกับมนุษย์ ดังนั้นการทดลองต้องไม่ทรมานสัตว์ และใช้สัตว์ให้น้อยที่สุดและได้ผลความรู้มากที่สุด และต้องไม่ผิดกฎหมายด้วย



4. การใช้สารเร่งการเจริญเติบโตในพืชหรือในสัตว์ อันจะก่อให้เกิดสารตกค้างได้นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีการใช้สารเร่งเนื้อแดงให้แก่เนื้อหมู ซึ่งจะมีผลเสียต่อผู้บริโภคได้

5. การใช้สารฟอร์มาลิน ในการแช่ผัก ปลา หรือเนื้อ ช่วยให้ผัก ปลา และเนื้อ เน่าเสียช้าลงแต่เป็นพิษต่อผู้บริโภคเป็นอย่างมาก นอกจากนี้การใช้สารบอร์แรกซีในลูกชิ้นแดง การฉีดสีให้แก่ปลาเค็ม เนื้อเค็มก็มีผลเสียต่อผู้บริโภคทั้งสิ้น

6. การผลิตอาหารชีวภาพ เช่น การนำเชื้อโรคในของจืดมาขาย แล้วส่งไปในที่ต่างๆ ทางไปรษณีย์ การปล่อยเชื้อโรคไปในที่สาธารณะ การผลิตระเบิดติดหัวรบที่มีเชื้อโรค ซึ่งเรียกว่าอาวุธเชื้อโรค หรืออาวุธชีวภาพ ซึ่งเป็นอันตรายเป็นอย่างมาก สิ่งต่างๆ เหล่านี้ ถือว่าผิดทางด้านชีวจริยธรรมทั้งสิ้น และเป็นเรื่องที่ต้องคำนึงและตระหนกอยู่เสมอเพราะจะเป็นผลให้โลกของเราเกิดสภาพไม่สงบสุขได้

1.2 การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ดังนั้นการศึกษาทางชีววิทยาจึงต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะแสวงหาความจริงหรือความรู้ต่างๆ ในธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์ (scientist) หรือนักชีววิทยา (biologist) เพื่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งจะเป็นประโยชน์ ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันและอนาคตต่อไป

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ มีหลักเกณฑ์ และมีวิธีการพื้นฐาน ดังนี้

1.2.1 การกำหนดปัญหาที่ได้จากการสังเกต (problems and observation)

ปัญหาเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา แต่การตั้งปัญหาที่ดีนั้นกระทำได้อย่างมาก แอลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) นักฟิสิกส์ชาวอเมริกัน เชื้อสายยิวได้กล่าวว่า **“การตั้งปัญหานั้นสำคัญกว่าการแก้ปัญหา”** ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งปัญหาที่ดีและมีความชัดเจนย่อมนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ เนื่องจากปัญหาที่ตั้งขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมและข้อมูลที่รวบรวมไว้แล้วก็สามารถวางแผนในการแก้ปัญหาได้ การตั้งปัญหาที่ดีนั้นต้องเป็นปัญหาที่เป็นไปได้ มีคุณค่าต่อการค้นคว้าหาคำตอบและสามารถวางแผนในการพิสูจน์เพื่อหาคำตอบได้ ส่วนปัญหาที่เลื่อนลอย และยากต่อการพิสูจน์หาความเป็นจริงนั้นเป็นปัญหาที่ไม่ดี และไม่มีคุณค่าทางวิทยาศาสตร์

ปัญหาที่มีแนวทางในการพิสูจน์หาความจริงได้ เช่น

- แบคทีเรียทำให้เกิดโรคแก่คนและสัตว์ได้อย่างไร
- แสงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนสีของกิ้งก่าตุ๊กแต่นหรือไม่
- มนุษย์มีวิวัฒนาการมาอย่างไร
- มีปัจจัยอะไรบ้างช่วยให้สิ่งมีชีวิตเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ได้

ปัญหาที่หาแนวทางในการพิสูจน์หาความจริงยากมาก เช่น

- ไก่กับไข่อะไรเกิดก่อนกัน
- แมลงจะครองโลกจริงหรือไม่
- ทำไมจึงเกิดสิ่งมีชีวิตขึ้นบนโลก

การสังเกต (observation) เป็นลักษณะพื้นฐานอันดับแรกของนักวิทยาศาสตร์ ที่นำไปสู่ความอยากรู้อยากเห็น (curiosity) เมื่อสังเกตเห็นสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา ก็ทำให้อยากทราบว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ซึ่งก็คือเกิดปัญหาขึ้นนั่นเอง ซึ่งจะต้องมีกระบวนการในการแสวงหา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ต่อไป ดังนั้นความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ก็มาจากการสังเกต และความอยากรู้อยากเห็นนั่นเอง

การสังเกต เป็นการใช้ประสาทสัมผัสของร่างกาย ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และอวัยวะสัมผัส และการคิดของสมอง ดังนั้น คนที่สังเกตได้ดีจะต้องมีสมองที่ฉับไว สงสัยและอยากรู้อยากเห็นในสิ่งต่างๆ รอบตัวเสมอ ข้อสำคัญของการสังเกตอีกอย่างก็คือ อย่าเอาความคิดเห็นส่วนตัวไปอธิบายสิ่งที่ได้จากการสังเกตเพราะจะทำให้ข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตไม่ตรงตามความเป็นจริง โดยมีการใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตเข้าไปในข้อเท็จจริงนั้นๆ ด้วย

นักเรียนศึกษาข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกต ดังนี้

- ต้นหญ้าได้ต้นไม้ใหญ่มักจะไม่เจริญงอกงาม
- ต้นหญ้าที่อยู่ใต้หลังคามักจะไม่เจริญงอกงาม



รูปที่ 1 - 7 การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ

- ต้นหญ้าบริเวณใกล้เคียงดังกล่าว แต่ได้รับแสงสว่างเต็มที่ เจริญงอกงามดีถ้าหากนักเรียนได้ความเห็นส่วนตัวลงไปด้วย อาจทำให้ได้ข้อเท็จจริงจากการสังเกตเป็นดังนี้
- ต้นหญ้าได้ต้นไม้ใหญ่และได้หลังคามักจะไม่งอกงาม เนื่องจากไม่ได้รับแสงจึงสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้ และถูกต้นไม้ใหญ่แย่งอาหาร
- ต้นหญ้าบริเวณใกล้เคียง แต่ได้รับแสงสว่างเต็มที่ เจริญงอกงามดี เนื่องจากคลอโรฟิลล์ที่อยู่ในใบสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีจึงทำให้เจริญงอกงาม เป็นต้น

ซึ่งไม่ถูกต้องตามข้อเท็จจริงจากการสังเกต



รูปที่ 1 - 8 การศึกษาวิทยาศาสตร์โดยการออกปฏิบัติการนอกสถานที่

อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง (Alexander Fleming) นักจุลชีววิทยาชาวอังกฤษได้สังเกตพบว่า แบคทีเรียในจานเพาะเชื้อไม่เจริญ ถ้าหากมีราสีเขียวที่ชื่อ ราเพนิซิลเลียม (*Penicillium sp.*) เจริญอยู่ด้วยและยังพบอีกว่า ราเพนิซิลเลียมสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ จึงทำให้เกิดปัญหาขึ้นว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จึงทำให้เฟลมมิง ศึกษาค้นคว้าจนพบว่า ราเพนิซิลเลียมสร้างสารปฏิชีวนะ เพนิซิลลิน (penicillin) ออกมายับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ และเป็นประโยชน์อย่างใหญ่หลวง ต่อมนุษยชาติในเวลาต่อมา

นักเรียนอาจคิดว่า เฟลมมิงโชคดีที่บังเอิญพบเหตุการณ์ดังกล่าวข้างต้นนั้น ซึ่งในสภาพจริง ๆ แล้วในธรรมชาติจะเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ มากมาย แต่ทำไมหลาย ๆ คนไม่มีโอกาสค้นพบได้เลย ดังนั้นผู้ที่ค้นพบเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ จะต้องเป็นบุคคลที่ช่างสังเกต ช่างคิด อยากรู้ อยากเห็น ชอบค้นคว้าหาคำตอบเท่านั้นจึงจะหยิบยกเหตุการณ์เหล่านั้นมาเป็นของตนได้

การสังเกตที่ลึกซึ้งทางวิทยาศาสตร์ในสิ่งที่ประสาทสัมผัสทั้งห้าไม่สามารถรับรู้ได้ จะต้องมีการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และสารเคมีต่าง ๆ เข้าช่วย เช่นการสังเกตเซลล์แบคทีเรีย ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์หรือกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเข้าช่วย และอาจต้องมีการย้อมสีเพื่อให้เห็นชัดเจนขึ้นด้วย

1.2.2 การตั้งสมมติฐาน (creative hypothesis)

เป็นการพยายามหาคำตอบหรือคำอธิบาย ซึ่งอาจเกิดจากการคาดคะเนหรือสมมติขึ้นมา ซึ่งอาจเป็นจริงหรือไม่จริงก็ได้ ดังนั้นสมมติฐานจึงเป็นคำตอบปัญหาชั่วคราว หรือการคาดคะเนที่ต้องมีการพิสูจน์หาเหตุผลประกอบอีกเพื่อให้แน่ใจว่า สมมติฐานนั้นเป็นจริง การตั้งสมมติฐานที่ดีจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพราะสามารถอธิบายถึงปัญหาได้อย่างชัดเจนถูกต้อง โดยการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เกิดจากการสังเกตเช่น

ข้อมูลจากการสังเกต (เป็นข้อเท็จจริง)

“ปลาที่เลี้ยงไว้ในตู้ปลาตายหมด”

ปัญหาที่ได้จากการสังเกต คือ ทำไมไม่ลาจึงตาย

สมมติฐานที่ตั้งขึ้น (คือคำอธิบายหรือคาดคะเนคำตอบที่สอดคล้องกับข้อเท็จจริงและปัญหา)

- ปลาตายเพราะขาดออกซิเจน
- ปลาตายเพราะขาดอาหาร
- ปลาตายเพราะเป็นโรคบางอย่าง
- ปลาตายเพราะน้ำเน่าเสีย

นักเรียนจะเห็นได้ว่า ข้อมูลจากการสังเกตซึ่งก่อให้เกิดปัญหาเพียงปัญหาเดียวสามารถตั้งสมมติฐานได้หลายอย่าง ซึ่งแต่ละอย่างก็เป็นเพียงการคาดคะเนเท่านั้น ยังไม่เป็นที่ยอมรับ จนกว่าจะมีการทดสอบสมมติฐานนั้นอย่างรอบคอบเสียก่อน การตั้งสมมติฐาน นิยมใช้คำว่า

“ถ้า _____ ดังนั้น” _____ เช่น

ข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกต

- ต้นหญ้าได้ต้นไม้ใหญ่ร่มไม่เจริญงอกงาม
- ต้นหญ้าที่อยู่ใต้หลังคามักไม่เจริญงอกงาม
- ต้นหญ้าบริเวณใกล้เคียงที่ดังกล่าว แต่ได้รับแสงเต็มที่เจริญงอกงามดี

ปัญหาของสถานการณ์ คือ

“แสงสว่างเกี่ยวข้องกับการเจริญงอกงามของหญ้าหรือไม่” สมมติฐานจะเป็น ดังนี้

1. “ถ้า แสงสว่างเกี่ยวข้องกับการเจริญงอกงามของหญ้า
ดังนั้น หญ้าที่ได้รับแสงสว่างจะเจริญงอกงาม” หรือ
2. “ถ้า แสงสว่างไม่เกี่ยวข้องกับการเจริญงอกงามของหญ้า
ดังนั้น หญ้าที่ไม่ได้รับแสงสว่างจะเจริญงอกงาม”

เมื่อรวมสองสมมติฐานเข้าด้วยกัน

“ถ้า แสงสว่างเกี่ยวข้องกับการเจริญงอกงามของหญ้า

ดังนั้น หญ้าที่ได้รับแสงสว่างจะเจริญงอกงามและหญ้าที่ไม่ได้รับแสงสว่างจะไม่เจริญงอกงาม”

1.2.3 การตรวจสอบสมมติฐาน (testing the hypothesis)

สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจมีหนึ่งหรือมากกว่าก็ได้ ต่อจากนั้นจึงนำสมมติฐานมาตรวจสอบข้อมูล และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ดูว่า สมมติฐานนั้นอันใดน่าจะเป็นจริงและอันใดไม่น่าจะเป็นจริงหรือเป็นไปได้ยากมาก ต่อจากนั้นจึงนำสมมติฐานที่น่าจะเป็นไปได้มาศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานนั้นว่าสามารถอธิบายปัญหาได้หรือไม่อย่างไร การตรวจสอบสมมติฐานของนักวิทยาศาสตร์มักใช้ วิธีการทดลอง (experiment) สัมรวจ (survey) หรือการค้นคว้าเพิ่มเติมจากผลงานวิจัยที่มีผู้ทำการศึกษามาก่อนแล้ว หรือใช้ ทั้ง 3 อย่างประกอบกันประเมินดูว่า สมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นเป็นจริงได้หรือไม่เพียงใด

การทดลองเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้กันมาก การทดลองที่เชื่อถือได้โดยไม่มีข้อโต้แย้งจะต้อง เป็นการทดลองการควบคุม (controlled experiment) ซึ่งหมายถึง การทดลองที่ต้องมีการควบคุมตัวแปร หรือปัจจัยต่าง ๆ ยกเว้น ปัจจัยที่ต้องการทดสอบเท่านั้น การวางแผนการทดลองควบคุม เช่น เราศึกษาเรื่อง “แสงสว่างมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่” ผู้ทดลองจะต้องกำหนดชนิดของพืช อายุ ขนาด และความแข็งแรงของพืชให้พอ ๆ กัน ต่อจากนั้น แบ่งพืชออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มทดลอง (experiment group) คือกลุ่มพืชที่ไม่ได้รับแสงสว่าง

กลุ่มควบคุม (control group) คือกลุ่มพืชที่ได้รับแสงสว่างเป็นปกติ

ในระหว่างทำการทดลองนี้ พืชจะต้องได้รับปัจจัยต่าง ๆ เท่าเทียมกัน เช่น วิธีการปลูก เวลาปลูก ชนิดของดิน ปุ๋ย น้ำ อุณหภูมิ ฯลฯ ต่างกันเฉพาะแสงสว่างเท่านั้น การพิจารณาว่ากลุ่มใดเป็นกลุ่มทดลอง หรือกลุ่มควบคุมนั้น โดยทั่วไปจะถือเอากลุ่มที่เป็นปกติตามสภาพธรรมชาติเป็นกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มที่ทำให้แตกต่างจากสภาพธรรมชาติไปเป็นกลุ่มทดลอง

ตัวอย่างอื่น เช่น เราศึกษาเรื่อง “ต่อมหมวกไตมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของหนูขาว หรือไม่”

ผู้ทดลองออกแบบการทดสอบได้โดย คัดเลือกหนูขาวจากกรงเลี้ยงที่เป็นเพศเดียวกัน ขนาดและอายุ เท่ากัน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เท่า ๆ กัน โดยให้มีจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มมากพอสมควร

กลุ่มทดลอง (experiment group) คือ กลุ่มของหนูขาวที่ผ่าตัด และนำต่อมหมวกไตออกแล้วเย็บแผล ให้เรียบร้อย

กลุ่มควบคุม (control group) คือ กลุ่มของหนูขาวที่ผ่าตัดที่ตำแหน่งเดียวกับกลุ่มทดลอง แต่ไม่ตัดต่อมหมวกไตออก แล้วเย็บแผลให้เรียบร้อย ต่อจากนั้นนำหนูขาวทั้งสองกลุ่มไปเลี้ยงต่อตามเวลาที่กำหนด โดยการให้อาหาร น้ำ ควบคุมอุณหภูมิ ฯลฯ ให้เหมือนกันทั้งสองกลุ่ม แล้วดูผลว่าหนูทั้งสองกลุ่มเป็นอย่างไร

ตัวแปร (variable) คือ ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทดลอง เช่น การปลูกพืช ตัวแปรก็คือชนิดของดิน น้ำ ปริมาณแสงสว่างที่พืชได้รับ อุณหภูมิ ปุ๋ย ฯลฯ เป็นต้น ตัวแปรมี 3 ชนิด คือ

1. ตัวแปรอิสระ (independent variable) คือ ตัวแปรที่เราต้องการศึกษา โดยผู้ทำการทดลอง เป็นผู้กำหนด เช่น เราศึกษาเรื่อง “แสงสว่างมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่” แสงสว่างจะต้องเป็นตัวแปรอิสระ หรือถ้าศึกษาเรื่อง “ชนิดของดินมีอิทธิพลต่อการเจริญงอกงามของต้นกุหลาบหรือไม่” ในที่นี้ตัวแปรอิสระคือชนิดของดิน

2. **ตัวแปรตาม (dependent variable)** คือ ตัวแปรที่แปรเปลี่ยนไปตามตัวอิสระ เช่นจากตัวอย่างในเรื่องตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม คือ อัตราการเจริญเติบโตของพืช และอัตราการเจริญงอกงามของต้นกุหลาบ โดยที่

- เมื่อปริมาณแสงสว่างเปลี่ยนแปลงไป อัตราการเจริญเติบโตของพืชก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย
- เมื่อชนิดของดินเปลี่ยนแปลงไป อัตราการเจริญงอกงามของต้นกุหลาบก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

3. **ตัวแปรคงที่ หรือ ตัวแปรที่ต้องควบคุม (controlled variable)** คือตัวแปรอื่นๆ ที่เราไม่ต้องการให้มีผลต่อการทดลอง ต้องควบคุมตลอดการทดลอง เช่น เรื่อง “แสงสว่างมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่” ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ ชนิดของดิน อุณหภูมิ ปริมาณน้ำ ชนิดของพืช ขนาดที่ใช้ในการปลูก ฯลฯ โดยต่างกันเรื่องเดียว คือ เรื่องแสงสว่างที่เป็นตัวแปรอิสระ

1.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล (collecting data and analysis data)

เมื่อจบการทดลอง เราจะได้ข้อมูลหรือผลการทดลองออกมา ผลการทดลองก็คือข้อเท็จจริงจากการทดลองนั่นเอง การแปรผลและสรุปผลการทดลองก็คือการวิเคราะห์ (analysis) ผลการทดลองนั้นว่ามีความเป็นไปได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

1.2.5 สรุปผล (conclusion)

เมื่อเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลแล้วจึงแปรผล และสรุปผลการทดลองเพื่อเป็นคำตอบของปัญหาต่อไป เช่น การทดลองเรื่องการปลูกพืชในที่ที่มีแสงสว่างและไม่มีแสงสว่างผลการทดลองคือ พืชที่ได้รับแสงสว่าง เจริญงอกงามดี ส่วนพืชที่ไม่ได้รับแสงสว่างจะค่อยๆ ตายไป จนหมดทั้งแปลงเราก็สามารถสรุปเพื่อตอบปัญหาได้ว่า “แสงสว่างมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช” เป็นต้น

กฎ (law) คือ ความจริงพื้นฐาน (principle) โดยมีความเป็นจริงในตัวของมันเองสามารถทดสอบได้และได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้งโดยไม่มีข้อโต้แย้ง เช่น

- กฎความต้องการต่ำสุดของลิบิก (Liebig's law of the minimum)
- กฎแห่งความทนทานต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงของเชลด์ฟอร์ด (Sheldford's law of tolerance)
- กฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล (Mendel's law) เป็นต้น

ทฤษฎี (theory) คือ สมมติฐานที่ได้รับการตรวจสอบและทดลองหลายครั้งหลายหน จนสามารถอธิบายข้อเท็จจริง สามารถคาดคะเนทำนายเหตุการณ์ต่างๆ ไป ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ชนิดเดียวกันนั้นอย่างถูกต้อง และมีเหตุผลจนเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป จึงเป็นผลให้สมมติฐานนั้นกลายเป็นทฤษฎีไป ทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับกันแล้ว คือ

ทฤษฎีเซลล์ (the cell theory)

ทฤษฎีวิวัฒนาการ (the evolution theory)

ทฤษฎีประชากรของมอลทัส (Maltus population theory)

ทฤษฎียีน (the gene theory) เป็นต้น

1.3 กิจกรรมส่งเสริมศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะต้องใช้ความรู้ที่หลากหลายของความรู้แขนงอื่นๆ เช่น ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ และความรู้ทางด้านเทคโนโลยี ร่วมบูรณาการในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงโดยการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน

1.3.1 สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) คือ การใช้ความรู้ทางด้านต่างๆ 4 ด้านร่วมกันในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต ได้แก่

1. วิทยาศาสตร์ (Science : S) คือ ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ
2. เทคโนโลยี (Technology : T) คือ การประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดประโยชน์ อำนวยความสะดวกหรือตอบสนองความต้องการได้อย่างเหมาะสม
3. วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) เป็นการสร้างชิ้นงานโดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานการออกแบบ
4. คณิตศาสตร์ (Mathematic : M) เช่น ความรู้ทางด้านเรขาคณิต รูปทรง พื้นที่ ปริมาตรในการออกแบบชิ้นงาน

1.3.2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นเครื่องมือในการออกแบบกิจกรรม โดยมีขั้นตอนต่างๆ 6 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem identification) คือ การทำความเข้าใจปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาในการสร้างชิ้นงาน
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (related information search) เป็นการรวบรวมข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชิ้นงานหรือการแก้ปัญหา
3. ออกแบบวิธีการทำกิจกรรมแก้ปัญหา (Solution design) เป็นการออกแบบชิ้นงานโดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนในการสร้างชิ้นงาน
5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการทำกิจกรรม แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing evaluation and development) เป็นการทดสอบ ประเมินผลชิ้นงานเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพอย่างเหมาะสมกับความต้องการ
6. นำเสนอวิธีการทำกิจกรรมแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (presentation) นำเสนอผลงานเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจและได้เสนอแนะเพื่อการพัฒนา

ตัวอย่าง:ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย

การศึกษาชีววิทยา

บทที่
1

1. การสืบพันธุ์ข้อใดสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้ดี
 - ก. Budding
 - ข. Meristem culture
 - ค. Conjugation
 - ง. Parthenogenesis
 1. ก และ ง
 2. ข และ ค
 3. ค และ ง
 4. ก และ ข
2. วงปีของต้นไม้จะมีเข็มและอ่อนต่างกันอย่างชัดเจน ถ้าขึ้นอยู่ในพื้นที่แบบใด
 - ก. มีอุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาว
 - ข. ได้รับแสงแตกต่างกันมากระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาว
 - ค. ได้รับธาตุอาหารแตกต่างกันมากระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาว
 - ง. ได้รับปริมาณน้ำฝนแตกต่างกันมากระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาว
 1. ก
 2. ก และ ข
 3. ข และ ค
 4. ง
3. หลังจากที่เกิดชายคนหนึ่งออกกำลังโดยการวิ่งในตอนบ่ายที่อากาศร้อนจัดของเหลวในหลอดปัสสาวะ (ureter) จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
 - ก. ความเข้มข้นของยูเรียเพิ่มขึ้น
 - ข. ปริมาณของเหลวน้อย
 - ค. ปริมาณของน้ำตาลกลูโคสเพิ่มขึ้น
 - ง. ของเหลวเคลื่อนผ่านหลอดปัสสาวะมากขึ้น
 1. ก
 2. ข
 3. ง
 4. ทั้ง ก และ ข
4. โครงสร้างใดที่มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับ amoeboid movement และการทำงานของเซลล์กล้ามเนื้อ
 1. myofibril
 2. microtubules
 3. microfilament
 4. microfibers
5. วิทยาการสมัยใหม่ที่ทำการปฏิสนธิโดยฉีดอสุจิเข้าสู่เซลล์ไข่โดยตรง มีข้อแตกต่างจากการปฏิสนธิตามธรรมชาติข้อใด
 - ก. มารดาที่ท้องไข่อุดตันสามารถตั้งครรภ์ได้
 - ข. สามารถใช้อสุจิที่ไม่แข็งแรงมาปฏิสนธิไข่
 - ค. เอ็มบริโอที่ได้จะแข็งแรงกว่าปกติ
 1. ก
 2. ข
 3. ค
 4. ก, ข และ ค
6. บริเวณใดของอวัยวะสืบพันธุ์ชายที่เป็นแหล่งพักของตัวอสุจีก่อนที่จะไปปฏิสนธิกับไข่ภายในท่อนำไข่
 1. Seminiferous tubule
 2. Epididymis
 3. Urethra
 4. Seminal vesicle



7. พลาสมาเรียดัวที่หนึ่ง (1) อยู่ในน้ำเกลือเจือจาง ส่วนตัวที่สอง (2) อยู่ในน้ำฝน เฟลล์เซลล์ของทั้งสองตัวจะมีกิจกรรมอย่างไร
1. ของตัว (1) มีกิจกรรมมากกว่าของตัว (2)
 2. ของตัว (1) มีกิจกรรมน้อยกว่าของตัว (2)
 3. ไม่ต่างกัน เพราะเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนปรับตัวได้ดี
 4. ไม่ต่างกัน เพราะการทำงานของมันถูกควบคุมโดยของเสียในร่างกาย
8. การกำจัดของเสียที่เป็นของเหลวโดยเฟลล์เซลล์ (flame cell) นั้น พบได้ในสัตว์พวกใด
1. ฟองน้ำ
 2. สัตว์ที่มีเนื้อเยื่อ 2 ชั้น
 3. สัตว์ที่มีเนื้อเยื่อ 3 ชั้น
 4. 1 และ 2 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง
9. บริเวณใดของหน่วยเนฟรอนของไตที่มีการดูดกลับของน้ำและสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายได้มากที่สุด
1. Henle's loop
 2. proximal convoluted tubule
 3. distal convoluted tubule
 4. collecting tubule
10. แอลโดสเตอโรน เป็นฮอร์โมนที่สร้างมาจาก
1. อัณฑะ และควบคุมลักษณะของเพศชาย
 2. อัณฑะ และควบคุมลักษณะของเพศชายร่วมกับเทสโทสเตอโรน
 3. อะดรีนอลคอร์เทกซ์ และควบคุมสมดุลของโซเดียมในเลือด
 4. อะดรีนอลคอร์เทกซ์ และควบคุมสมดุลของน้ำตาลในเลือด
11. ในภาวะปกติร่างกายจะสูญเสียน้ำออกสู่ภายนอกเรียงตามลำดับจากมากที่สุดได้ดังนี้
1. ปัสสาวะ หายใจออก อูจจาระ เหงื่อ
 2. ปัสสาวะ เหงื่อ หายใจออก อูจจาระ
 3. เหงื่อ ปัสสาวะ อูจจาระ หายใจออก
 4. เหงื่อ ปัสสาวะ หายใจออก อูจจาระ
12. ชายผู้หนึ่งเดินทางกลางทะเลทรายและขาดแคลนน้ำจึงดื่มปัสสาวะของตนเองแก้กระหายจะเกิดอะไรในระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังดื่มปัสสาวะ
1. ถ่ายปัสสาวะออกมามีปริมาณมากกว่าที่ดื่มเข้าไป
 2. ถ่ายปัสสาวะออกมามีปริมาณเท่ากับที่ดื่มเข้าไป
 3. ถ่ายปัสสาวะออกมามีปริมาณน้อยกว่าที่ดื่มเข้าไป
 4. ไม่มีการถ่ายปัสสาวะอีกเลย
13. ฮอร์โมนใดที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมสมดุลของระดับไอออนของเกลือแร่ในเลือด
1. parathyroid hormone และ aldosterone
 2. mineralocorticoids และ vasopressin
 3. calcitonin และ cortisol
 4. insulin และ thyroxine
14. สัตว์ชนิดใดที่มีอวัยวะขับถ่ายของเสียเกี่ยวข้องกับส่วนของทางเดินอาหารมากที่สุด
1. จิ้งหรีด
 2. จิ้งจก
 3. นกทะเล
 4. ไส้เดือนดิน

15. อูจจาละของแมลงจะประกอบด้วยสิ่งใด

1. ผลิติดผลที่เกิดจากเมแทบอลิซึมของอาหาร
2. ผลิติดผลที่เหลือจากการย่อยอาหาร
3. กากอาหารและน้ำ
4. กากอาหารและของเสียที่ถูกขับถ่ายจากร่างกาย

16. เมื่อตัดอวัยวะอย่างหนึ่งของหนูออกแล้วให้หนูดื่มน้ำกลั่นปรากฏว่าหนูตาย แต่ถ้าให้น้ำเกลือ 1% หนูจะมีชีวิตรอด ถ้าต้องการให้หนูดื่มน้ำกลั่นอย่างเดิม และมีชีวิตอยู่รอด ควรฉีดสิ่งใดให้แกหนู

1. ส่วนสกัดของต่อมใต้สมองส่วนหลัง
2. ส่วนสกัดของต่อมพาราไทรอยด์
2. ส่วนสกัดของต่อมหมวกไต
4. อินซูลิน

17. ไตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่มีชีวิตอยู่ในทะเลทรายทั่วไป มีการปรับตัวอย่างไรจึงสามารถช่วยแก้ปัญหาการสูญเสียน้ำจากร่างกายได้ดี

1. ขับปัสสาวะที่มีความเข้มข้นต่อได้
2. ขับปัสสาวะที่มีความเข้มข้นเท่าเลือดได้
3. มี glomerulus ขนาดใหญ่มาก
4. มีท่อของหน่วยเนฟรอนยาวมากกว่าปกติ

18. หากพบโปรโทซัวที่ยังมีชีวิตจากกล้องจุลทรรศน์เคลื่อนไหวได้ จะทราบได้อย่างไรว่า สิ่งมีชีวิตนี้อาศัยอยู่ในน้ำเค็มหรือน้ำจืด

1. ตรวจจ organelle ที่ใช้เคลื่อนที่
2. ตรวจดูว่ามี contractile vacuole หรือไม่
3. ตรวจหาสิ่งมีชีวิตอื่นที่อยู่รอบ ๆ เพื่อช่วยวินิจฉัย
4. เปรียบเทียบรูปร่างลักษณะกับหนังสือที่มีภาพถ่ายของโปรโทซัวกลุ่มต่าง ๆ

19. คนดื่มเบียร์มักจะมีปัสสาวะบ่อยกว่าปกติ เนื่องจากสาเหตุใด

1. แอลกอฮอล์มีผลไปห้ามการหลั่งฮอร์โมนออกซิโทซิน แต่ไปกระตุ้นการหลั่งวาซิเพรสซิน
2. แอลกอฮอล์มีผลไปกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนออกซิโทซิน และวาซิเพรสซิน
3. แอลกอฮอล์มีผลไปห้ามการหลั่งฮอร์โมนแอนติไดยูเรติกจากต่อมใต้สมองพหุหลัง
4. แอลกอฮอล์มีผลไปเสริมวาซิเพรสซินที่ท่อของหน่วยเนฟรอน

20. กระบวนการใดที่ช่วยสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมขจัดความร้อนออกไปจากร่างกาย

1. ขับปัสสาวะและเหงื่อ
2. ขับเหงื่อ และอูจจาละ
3. สูดลมหายใจ, ขับปัสสาวะและเหงื่อ
4. ขับปัสสาวะ, เหงื่อและอูจจาละ

21. อากาศร้อนกลางเดือนเมษา จะรู้สึกกระสับกระส่ายและอึดอัด เป็นเพราะเหตุใด

1. อุณหภูมิในร่างกายจะสูงขึ้น ทำให้ปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ในร่างกายเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ
2. อุณหภูมิที่สูงมักมีความชื้นสูงด้วย ร่างกายจึงระบายความร้อนไม่ได้ดี
3. มีกลูโคสในเลือดเพิ่มสูงขึ้น ทำให้รู้สึกอึดอัด
4. อุณหภูมิภายนอกเป็นปัจจัยสำคัญไปกระตุ้นให้ร่างกายผลิตฮอร์โมนเกี่ยวกับเมแทบอลิซึมเพิ่มมากขึ้น



จงศึกษาข้อมูลนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 22 และ 23

“ขณะที่ไฟไหม้บ้านหลังหนึ่ง ปรากฏว่าเจ้าของบ้านสามารถแบกตู้เย็นขนาดใหญ่หนีไฟได้ (โดยปกติยกไม่ไหว)”

22. การที่ชายคนนี้แบกตู้เย็นดังกล่าวได้น่าจะเป็นผลมาจากการหลั่งฮอร์โมนชนิดใด

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. insulin | 2. oxytocin |
| 3. adrenalin | 4. thyroxine |

23. การที่ชายคนนี้มีกำลังมากกว่าปกติ เนื่องจากฮอร์โมนไปกระตุ้น

1. ตับและกล้ามเนื้อหลังกลูโคสออกสู่กระแสโลหิต
2. ตับอ่อนหลังอินซูลิน (insulin)
3. ตับอ่อนหลังกลูคากอน (glucagon)
4. ต่อมพาราไทรอยด์ปล่อยแคลเซียมออกสู่กระแสโลหิต

24. ฮอร์โมนที่มีส่วนควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดคือ

- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| 1. insulin | 2. insulin & glucagon |
| 3. insulin & adrenalin | 4. insulin, glucagon & adrenalin |

25. ฮอร์โมน vasopressin มีอิทธิพลต่อการทำงานของส่วนไหนของไตมากที่สุด

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. หลอดเลือดแดงเล็ก ๆ ที่ไปที่ไต | 2. glomerulus & bowman's capsule |
| 3. convoluted tubules | 4. collecting tubule |

26. acromegaly เป็นโรคที่เกิดจากการมีฮอร์โมนใดมากเกินไปเมื่อตอนเป็นผู้ใหญ่

- | | |
|---|--|
| 1. growth hormone จาก posterior pituitary | 2. growth hormone จาก anterior pituitary |
| 3. gonadotrophins จาก posterior pituitary | 4. thyroxine จาก thyroid |

27. โรคคอหอยพอกชนิด simple goiter เกิดขึ้นจาก

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| 1. ต่อมไทรอยด์ไม่ได้สร้าง thyroxine | 2. ต่อมใต้สมองไม่สร้าง TSH |
| 2. ก. และ ข. ถูก | 4. ร่างกายขาดธาตุไอโอดีน |

28. การเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์อย่างกะทันหัน ถึงขนาดแสดงออกมาในลักษณะที่ผิดกับอุปนิสัยเดิม เช่น เอาปืนไปยิงบุคคลที่ยั่วโห้สะ เป็นผลจากการหลั่งฮอร์โมนใด

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. noradrenalin จาก adrenal medulla | 2. adrenalin จาก adrenal cortex |
| 3. noradrenalin จาก adrenal cortex | 4. adrenalin จาก adrenal medulla |

29. การที่ไก่ตัวผู้มีหงอนและขนยาวกว่าตัวเมีย เป็นเพราะการทำงานของฮอร์โมน

- | | |
|-----------------|-------------|
| 1. cortisone | 2. estrogen |
| 3. testosterone | 4. glucagon |

30. นกบลูเจย์ (blue jay) ไม่ยอมกินหนอนผีเสื้อดอกรัก ทั้งนี้เนื่องจากเคยกินหนอนลักษณะเดียวกันแล้วอาเจียน ปฐมเหตุนี้มาจากพฤติกรรมแบบใด

1. imprinting
2. conditioned reflex
3. habituation
4. trial and error

31. การสลัดหางทิ้งของจิ้งจกเพื่อให้รอดพ้นจากถูกสัตว์อื่นจับกิน ถือว่าเป็นพฤติกรรมแบบใด

- ก. chain of reflex
- ข. habituation
- ค. reflex
- ง. trial and error
- จ. imprinting
1. ก และ ค
2. ข และ ง
3. ก และ จ
4. ข และ จ

32. เหาไม้ (wood louse) เป็นแมลงขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ใต้ขอนไม้ขึ้น เมื่อไม้แห้งแมลงชนิดนี้จะมี การเคลื่อนที่มากและหยุดการเคลื่อนที่เมื่อพบบริเวณที่มีความชื้นมากพอ พฤติกรรมเช่นนี้จัด เป็นแบบใด

1. taxis
2. kinesis
3. chain of reflexes
4. conditioning

33. การเดินรำแบบเลขแปดของผึ้งงานนอกจากจะบอกให้ผึ้งตัวอื่นทราบแหล่งอาหารแล้วยังใช้ สื่อสารอะไรได้อีก

- ก. บอกความสมบูรณ์ของแหล่งอาหาร
- ข. บอกทิศทางและระยะทางของแหล่งอาหาร
- ค. เตือนภัยให้กับผึ้งอื่น ๆ เมื่อมีศัตรูเข้ามาใกล้
- ง. เป็นสัญญาณบอกถึงการเตรียมอพยพย้ายรังเนื่องจากการขาดแหล่งอาหาร
1. ก และ ค
2. ข และ ง
3. ก และ ง
4. ข และ ง

34. พฤติกรรมทางสังคม (social behavior) ตรงกับข้อใดมากที่สุด

- ก. ลักษณะการเดินของแมลงวันตัวผู้ก่อนเข้าผสมพันธุ์กับตัวเมีย
- ข. กลุ่มของแมลงหวี่ที่มารูมตอมผลไม้ที่กำลังสุกงอม
- ค. กลุ่มผึ้งงานออกไปหาอาหารหลังจากรับรู้การเดินของผึ้งงาน
- ง. กลุ่มแมลงดานาบินเข้าหาแสงไฟที่นำมาล่อเอาไว้
- จ. กลุ่มของหิ่งห้อยกะพริบแสงเรียกเพศตรงข้ามให้มาผสมพันธุ์
1. ก ข และ ค
2. ก ค และ จ
3. ข ค และ จ
4. ค ง และ จ

35. การบินเข้าหาเหยื่อของค้างคาวโดยอาศัยการรับเสียงสะท้อนจัดเป็นพฤติกรรมแบบใด และผีเสื้อกลางคืนที่เป็นเหยื่อสามารถบินหนีค้างคาวได้โดยพัฒนาอวัยวะรับเสียงให้เหมาะสมจัดเป็น วิวัฒนาการแบบใด

1. kinesis, จุลวิวัฒนาการ (microevolution)
2. taxis, วิวัฒนาการร่วมกัน (coevolution)
3. kinesis, วิวัฒนาการจากต้นตระกูลที่แตกต่างกัน (convergent)
4. taxis, วิวัฒนาการมาจากต้นตระกูลเดียวกัน (divergent)



36. การที่นกฟิราปฝูงหนึ่งซึ่งกำลังหาอาหารกินอยู่บนลานในบริเวณสวนสาธารณะไม่ตกใจบินหนีเมื่อมีคนเดินผ่านทั้งๆ ที่แต่ก่อนนั้นนกพวกนี้จะบินหนีทุกครั้งที่เห็นคนเข้ามาใกล้จัดเป็นพฤติกรรมแบบใด

1. แบบฝังใจ
2. แบบสแปบิซึเอชัน
3. แบบมีเงื่อนไข
4. แบบรีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง

จงเลือกข้อที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

37. นาย ก. และ นาย ข. พบวิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อโรค A และพบว่าเมื่อสาร X ตกกลงในจานเลี้ยงเชื้อโรค A จะตายหมด เขาทั้งสองจึงตั้งสมมติฐานว่า X ฆ่าเชื้อโรค A ได้

ต่อมา นาย ก. นำสาร X ไปแนะนำให้ผู้ป่วยด้วยเชื้อโรค A กิน ผู้ป่วยตาย นาย ก. จึงต้องติดคุก นาย ข. ก็ลองให้ผู้ป่วยอีกคนหนึ่งกินก็ตายอีก การทดลองนี้ล้มเหลวเพราะเหตุใด

1. การสังเกตการณ์ผิด
2. สมมติฐานผิด
3. การทดลองขาด control
4. การสรุปผลการทดลองผิด

จงศึกษาข้อความข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 38 และ 39

เมื่อนำแบคทีเรียจำพวกนิวโมคอคคัสชนิด C ซึ่งสามารถสร้างแคปซูลและชนิด B ซึ่งไม่สร้างแคปซูลมาเลี้ยงแบคทีเรีย ซึ่งทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว ปรากฏผลการทดลองในเวลาต่อมาดังนี้

	เริ่มทดลอง	ผลการทดลองในเวลาต่อมา
I	ชนิด C ที่ตายแล้ว	ไม่มีการเจริญเติบโต
II	ชนิด B ที่ยังมีชีวิตอยู่	เจริญขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว
III	ชนิด B ที่ยังมีชีวิตอยู่ กับ ชนิด C ที่ตายแล้ว	ชนิด B สร้างแคปซูลได้

38. การทดลองนี้ผู้ทดลองมีสมมติฐานอย่างไร

1. แคปซูลจำเป็นต่อการขยายพันธุ์ของแบคทีเรีย
2. อาหารที่เลี้ยงแบคทีเรียนี้เหมาะกับแบคทีเรียชนิด B มากกว่า
3. แบคทีเรียชนิด B น่าจะรับสารบางอย่างจากชนิด C มีผลต่อการสร้างแคปซูล
4. ในการเลี้ยงแบคทีเรียมีสารที่ทำให้แบคทีเรีย B สกัดแคปซูลได้

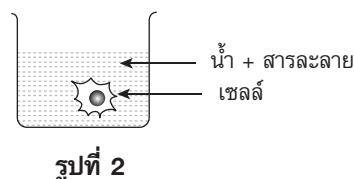
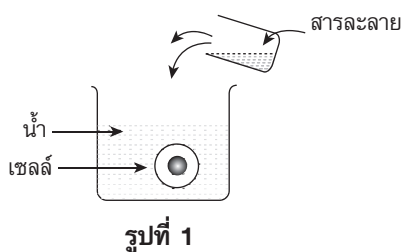
39. การทดลองชุดใดเป็นชุดควบคุม

1. เฉพาะ I
2. เฉพาะ II
3. ทั้ง II และ III
4. ทั้ง I และ II

40. การวางแผนโครงการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่จะได้ผลตรงตามวัตถุประสงค์ของการทดลองมากที่สุด คือ การวางแผนโครงการเพื่อ
1. ทดสอบข้อสังเกต
 2. ทดสอบสมมติฐาน
 3. ควบคุมผลการทดลองที่เกิดขึ้น
 4. พิสูจน์ว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งถูกต้องตามความเป็นจริง
41. กลุ่มควบคุมในการทดลองทางวิทยาศาสตร์จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ทำการทดลองในด้าน
1. ช่วยยืนยันผลการทดลอง
 2. ป้องกันการผิดพลาดในการทดลอง
 3. ช่วยอ้างอิงในการสรุปผลการทดลอง
 4. ช่วยควบคุมตัวแปรอื่น
42. ขั้นตอนของการศึกษาวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ ข้อใดที่เป็นข้อที่จะนำไปสู่การสรุปผลและการศึกษาต่อไป
1. การสังเกต
 2. การรวบรวมข้อมูล
 3. การหาความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริง
 4. การตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง
43. ยาปฏิชีวนะเป็นสารที่สกัดได้จากราและแบคทีเรียบางชนิด นำไปใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อได้ คำตอบต่อไป นี้ข้อใดที่ไม่มีความสัมพันธ์กับยาปฏิชีวนะเลย
1. Alexander Flemming
 2. Streptomycin
 3. Penicillium notatum
 4. Penicillium roqueforti
44. ในเชิงชีววิทยาการใช้นุ้มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตเพื่อการศึกษาทางพันธุศาสตร์ มีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร
1. เหมาะสม เพราะมนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ฉลาด สามารถให้ความร่วมมือกับผู้ทดลองได้ดี
 2. เหมาะสม เพราะมนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีปัญหาเกี่ยวกับการแพทย์เป็นอย่างมาก
 3. ไม่เหมาะสม เพราะมนุษย์มีวงจรชีวิตยาวและมีลูกจำนวนน้อย
 4. ไม่เหมาะสม เพราะมนุษย์มีการผสมพันธุ์ภายในและลูกเจริญภายในตัวแม่
45. สมมติว่าสุนัขที่เราเลี้ยงไว้ที่บ้านเกิดอาการท้องเสียและนักเรียนได้ใช้วิธีการของรอเบิร์ต คอคซ์ เพื่อพิสูจน์ว่าอาการท้องเสียของสุนัขเกิดจากแบคทีเรียชนิด ก เมื่อแยกแบคทีเรียชนิดนี้ออกมาเป็นเชื้อบริสุทธิ์ได้แล้ว จึงป้อนแบคทีเรียนี้เข้าไปในสุนัขตัวอื่นปรากฏว่าไม่เกิดอาการท้องเสีย นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะอะไร
1. แบคทีเรีย ก. ไม่ใช่เป็นตัวการที่ทำให้เกิด
 2. อานาจที่ทำให้เกิดโรคของแบคทีเรีย ก. ถูกต้านโดยบางสิ่งบางอย่างในสุนัขนั้น
 3. มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในแบคทีเรีย ก.
 4. อาจเป็นไปได้ทุกข้อ

46. “ในการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดของว่านเสน่ห์จันทร์ขาวด้วยอาหารเพาะเลี้ยงตามสูตรปรากฏว่า อาหารสูตรที่หนึ่ง เนื้อเยื่อเริ่มตายเมื่อเลี้ยงมาได้ห้าวัน อาหารสูตรที่สองเนื้อเยื่อไม่มีการเจริญแต่ไม่ตาย อาหารสูตรที่สามเนื้อเยื่อเจริญอย่างรวดเร็ว” สมมติฐานที่ผู้ทดลองคิดว่าจะเป็นไปได้ควรเป็นข้อใด

1. เนื้อเยื่อส่วนยอดของพืชเป็นส่วนที่เหมาะสมในการทดลองเพาะเลี้ยง
2. อาหารสูตรใดสูตรหนึ่งเท่านั้นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์ว่านเสน่ห์จันทร์ขาว
3. ผลการทดลองจะใช้เป็นตัวพยากรณ์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชชนิดอื่นได้
4. เนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของว่านเสน่ห์จันทร์ขาวน่าจะมีการสัมพันธ์โดยตรงกับสูตรอาหารแต่ละสูตร



47. จากแผนภาพข้างบน สมมติฐานที่ถูกต้องที่สุดคือ

1. หากสารละลายเป็นตัวการทำให้เซลล์เปลี่ยนรูปร่าง ดังนั้นเมื่อเทสารละลายในรูปที่ 1 ทิ้งไว้ 10 นาที เซลล์ค่อยเปลี่ยนรูปร่างไปดังรูปที่ 2
2. หากสารละลายมีผลทำให้เซลล์เปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 2 ดังนั้นสารละลายต้องมีความเข้มข้นมากกว่าน้ำที่เซลล์เคยอยู่ในรูปที่ 1
3. หากสารละลายเป็นตัวการทำให้เซลล์มีรูปร่างผิดไปจากเดิม ดังนั้นเมื่อเทสารละลายลงในน้ำที่มีเซลล์อยู่เมื่อใด ก็ตาม เซลล์จะเปลี่ยนรูปร่างเสมอ
4. หากเซลล์เปลี่ยนรูปร่างไปจากเดิมในรูปที่ 2 ดังนั้นเมื่อเทสารละลายใดก็ตาม จะให้ผลอย่างเดียวกันเสมอ

48. “จุ่นเป็นชาวประมงน้ำตื้นหากินทางจับปลาหลายปีจุ่นสังเกตว่า ถ้าวันใดท้องฟ้ายามเย็นก่อนพลบค่ำมีสีแดงจัดเขาจับปลาไม่ค่อยได้ แต่ถ้าวันใดท้องฟ้าโปร่งเขาจับปลาได้เกือบเต็มลำ ดังนั้นวันใดท้องฟ้าเป็นสีแดงจัดจุ่นจะไม่ออกเรือหาปลา”

ข้อมูลดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับข้อใด

1. จุ่นมีประสบการณ์ในการจับปลาดีกว่าคนอื่น ๆ
2. จุ่นเป็นคนเชื่อโชคลางเกี่ยวกับท้องฟ้ามาก
3. จุ่นมีปัญหาการจับปลาเมื่อท้องฟ้ายามเย็นมีสีแดงจัด จึงขจัดปัญหาโดยการงดออกจับปลา
4. การสังเกตสภาพอากาศหลาย ๆ ครั้ง ควบคู่ กับจำนวนปลาที่จุ่นจับได้เป็นข้อสรุปให้จุ่นไม่ออกเรือ

49. สมมติฐานของการเกิดโรคมาลาเรียคือ

1. ถ้ายุงกัดคน ดังนั้นคนจะป่วยเป็นไข้มาลาเรีย
2. ถ้ายุงกินปล่องกัดคน ดังนั้นคนจะป่วยเป็นไข้มาลาเรีย
3. ถ้ายุงกินปล่อง มีเชื้อมาลาเรียกัดคนทำให้คนเป็นไข้มาลาเรีย
4. สมมติฐานทั้ง 3 ข้อ ไม่ถูกต้อง

50. เพนิซิลลิน คือ เอนไซม์ต่อต้านเพนิซิลลิน และแอนติเพนิซิลลิน คือสารต่อต้านการทำงานของเอนไซม์นี้ การทดสอบหาเชื้อแบคทีเรียในเลือดผู้ป่วยรายหนึ่งได้ผลดังนี้

เลือด + อาหารเลี้ยงแบคทีเรีย + แอนติเพนิซิลลิน $\Rightarrow$ ไม่มีแบคทีเรียเจริญ

เลือด + อาหารเลี้ยงแบคทีเรีย $\Rightarrow$ แบคทีเรียเจริญปานกลาง

เลือด + อาหารเลี้ยงแบคทีเรีย + เพนิซิลลิน $\Rightarrow$ แบคทีเรียเจริญมาก

ผลการทดสอบนี้ หมายความว่าอย่างไร

1. จะใช้ยาเพนิซิลลินรักษาผู้ป่วยรายนี้ไม่ได้ผลเลย
2. จะใช้ยาเพนิซิลลินรักษาผู้ป่วยรายนี้ได้ผลบ้าง
3. จะใช้ยาเพนิซิลลินรักษาผู้ป่วยรายนี้ได้ผลดี
4. แบคทีเรียคือยาเพนิซิลลินเพราะ ผลิตแอนติเพนิซิลลิน

51. การทดสอบตัวอย่างนม 3 ชนิด เพื่อหาชนิดและจำนวนของแบคทีเรียสปีชีส์ A, B, C, D, E และ F โดยใช้ตัวอย่างนม 1 มิลลิลิตร เกลี่ยจนทั่วจานเพาะเชื้อที่มีอาหารวันได้ผลดังนี้

ตัวอย่างนม	จำนวนแบคทีเรีย	ชนิดแบคทีเรีย
U.H.T.	0	0
นมสดแบบพาสเตอร์	85	3 (A, B และ C)
นมดิบ	192	6 (A, B, C, D, E และ F)

1. นม U.H.T.
2. เชื้อแบคทีเรีย
3. นมสดพาสเตอร์
4. นมดิบ

52. ข้อใดเป็นการสรุปที่ไม่ถูกต้อง

1. การใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100°C ทำลายแบคทีเรียได้บางชนิด
2. นมแบบพาสเตอร์เป็นนมสดไร้เชื้อ จึงสามารถเก็บในอุณหภูมิห้องได้
3. แบคทีเรีย D, E และ F ทนความร้อนได้ใกล้เคียงกับเชื้อโรคที่ไม่มีสปอร์
4. นม U.H.T. เก็บได้ในอุณหภูมิห้องได้นานที่สุด