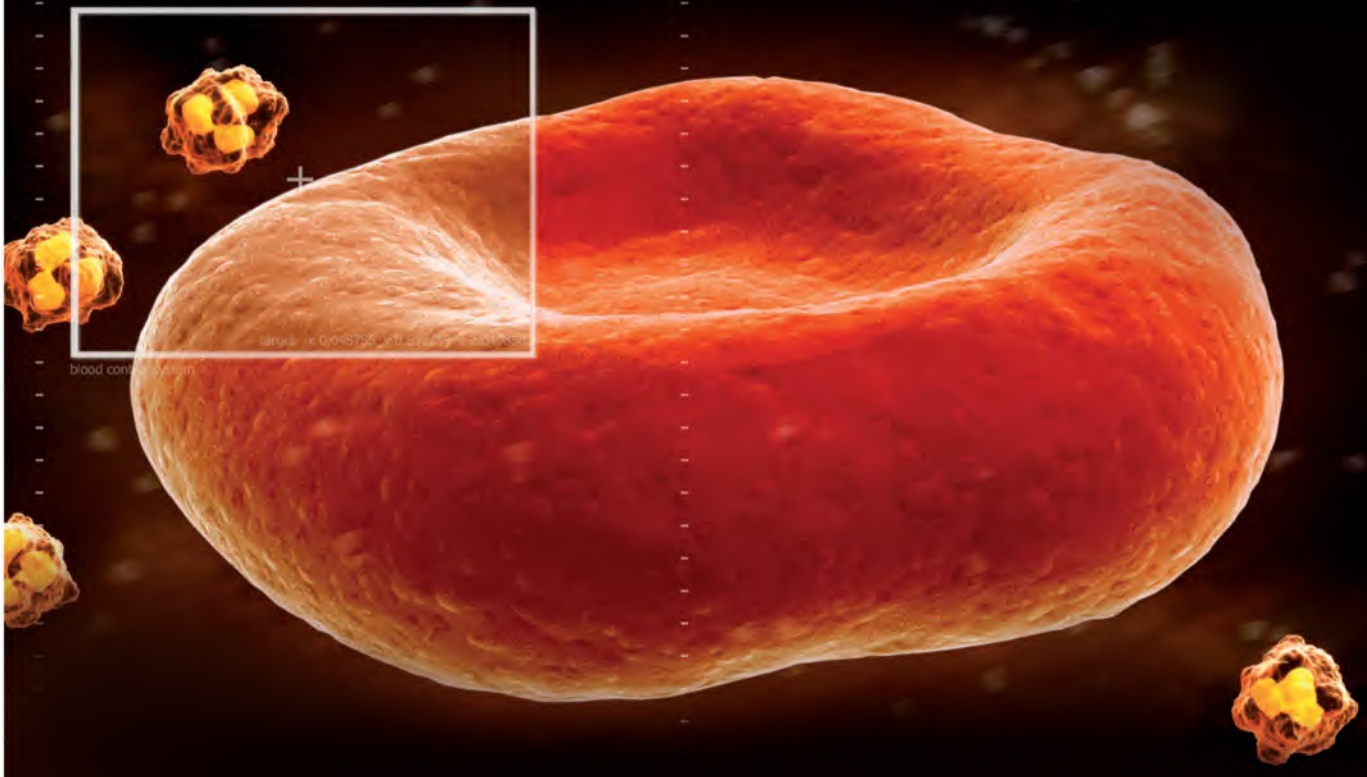
คู่มือแม็ค

New สรุปเข้ม

ชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติม

ใหม่ ตรงตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551

ม.4



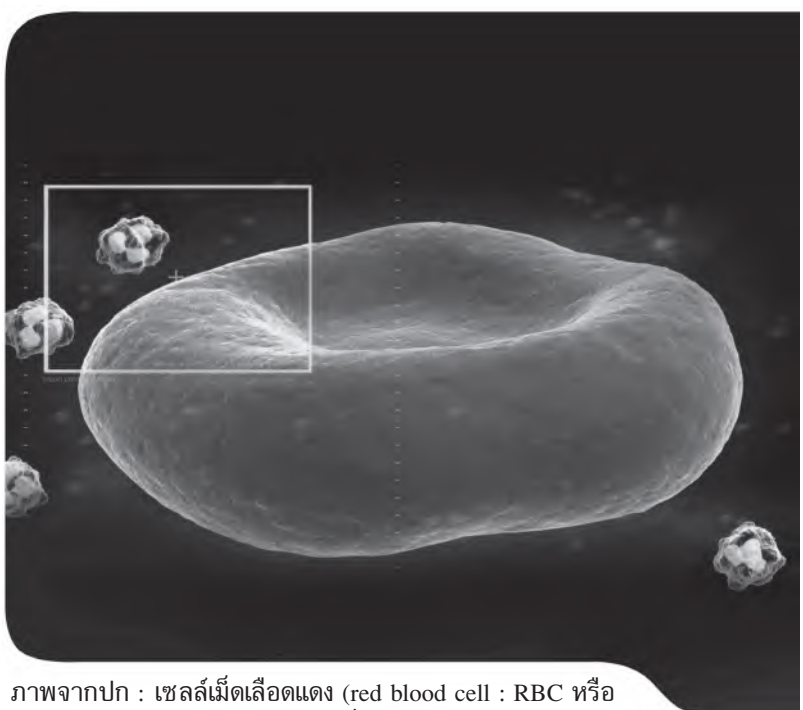
ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์

MACEDUCATION

New สรุปเข้ม

ชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

- สรุปเนื้อหาสำคัญวิชาชีววิทยา ม.4
- ฝึกฝนและพัฒนาวิธีคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
- แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ พร้อมเฉลยละเอียด สามารถใช้ประเมินผลได้ด้วยตนเอง
- ดัชนีท้ายเล่มช่วยในการสืบค้นข้อมูล เป็นการเพิ่มทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้
- เหมาะสำหรับเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่สนามสอบและเป็นพื้นฐานการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น



ภาพจากปก : เซลล์เม็ดเลือดแดง (red blood cell : RBC หรือ erythrocyte) มีหน้าที่ขนส่งแก๊สออกซิเจนจากการหายใจเข้า ลำเลียงไปยังทุกเซลล์ของร่างกาย

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์

New สรุปเข้ม
ชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ
ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์.
New สรุปเข้มชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4--กรุงเทพฯ : แม็ค, 2552.
216 หน้า.

1. ชีววิทยา. 2. ชีววิทยา--ข้อสอบและเฉลย. I. ชื่อเรื่อง.

570.76
ISBN 978-974-412-581-1

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด
MAC PRESS CO., LTD.

ผู้เขียน : ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์
สงวนลิขสิทธิ์ : พฤษภาคม 2552
ราคาจำหน่าย : 95 บาท
การสั่งซื้อ : ส่งธนาณัติสั่งจ่าย **ไปรษณีย์ลาดพร้าว 10310** ในนาม **บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด**
เลขที่ 9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว แขวงจันทรเกษม
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
☎ : 0-2938-2022-7 FAX : 0-2938-2028
E-mail : macpress@MACeducation.com
www.MACeducation.com
พิมพ์ที่ : บริษัท ซี.วี.แอล การพิมพ์ จำกัด

(สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)

คำนำ

หนังสือคู่มือ **New สรุปเข้มชีววิทยาพื้นฐานและพิ่มเติม ม.4** เล่มนี้นำเสนอเนื้อหาตามกรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย สรุปเนื้อหาที่เป็นสาระสำคัญในแต่ละเรื่อง และแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้พร้อมเฉลยละเอียด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจเนื้อหาในแต่ละเรื่องด้วยตนเอง ฝึกทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสามารถใช้ประเมินผลตนเองในท้ายหน่วยการเรียนรู้ นอกจากนี้มีแบบทดสอบพร้อมเฉลยละเอียดท้ายเล่มเพื่อให้ผู้เรียนได้เพิ่มทักษะในการเรียนรู้สร้างความเข้าใจและความมั่นใจให้มากยิ่งขึ้นก่อนเข้าสู่สนามสอบจริง และเป็นพื้นฐานการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือคู่มือชุด New สรุปเข้ม ชุดนี้จะเป็นประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียนและผู้สนใจทั่วไปเป็นอย่างดี

บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต 1-9

แนวคิดการกำเนิดสิ่งมีชีวิตบนโลก 1
- สิ่งมีชีวิตต่างจากสิ่งไม่มีชีวิตอย่างไร 3
- การรักษาดุลยภาพของร่างกายของสิ่งมีชีวิต 4
- ชีววิทยาคืออะไร 6
- ความก้าวหน้าด้านชีววิทยาในปัจจุบัน 6
- ชีววิทยากับการดำรงชีวิต 7
- ชีวจริยธรรม 7

แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 8

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การศึกษาชีววิทยา 10-17

ความรู้ด้านชีววิทยาได้มาอย่างไร 10
- กล้องจุลทรรศน์ 12

แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 15

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เคมีเป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต 18-36

น้ำ 18

สารชีวโมเลกุล 19
- คาร์โบไฮเดรต 19
- ลิพิด 22
- โปรตีน 23
- กรดนิวคลีอิก 25
- เอนไซม์ 27

ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์สิ่งมีชีวิต 30
- พลังงานเคมีในสิ่งมีชีวิต 30
แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 32

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เซลล์ของสิ่งมีชีวิต 37-75

ประวัติการค้นพบเซลล์ 37
โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ 38
- ส่วนหุ้มเซลล์ 40
- นิวเคลียส 41
- ไซโทพลาซึม 42
รูปร่าง ลักษณะ และขนาดของเซลล์ 48
- การวัดขนาดของเซลล์ 49
เซลล์ยูแคริโอตและโพรแคริโอต 50
สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างไม่เป็นเซลล์ 51
การรักษาดุลยภาพของเซลล์ 52
- การลำเลียงสารผ่านเซลล์ 52
การสื่อสารของเซลล์ 56
การแบ่งเซลล์ 57
- โครโมโซม 58
- การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส 61
- วัฏจักรของเซลล์ 63
- การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 63
เนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบอวัยวะ 66
การเปลี่ยนสภาพและการชราภาพของเซลล์ 67
แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 67

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน 76-107

ระบบทางเดินอาหารของสัตว์ 76
การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต 78
- การย่อยอาหารของจุลินทรีย์ 78
- การย่อยอาหารของสัตว์ชั้นต่ำ 79
- การย่อยอาหารของคน 82
- การย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง 90

การสลายอาหารในระดับเซลล์ 90
- กระบวนการหายใจในระดับเซลล์ 91
- พลังงานเคมีภายในเซลล์ 91
- ชนิดของการสลายสารอาหาร 92

แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 103

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การรักษาดุลยภาพของร่างกาย 108-146

ระบบการหายใจกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย 108
- โครงสร้างและส่วนประกอบของปอด 109
- อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเข้า-ออก 110
- กลไกการแลกเปลี่ยนแก๊ส 112
- การควบคุมการหายใจ 113
- โครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์บางชนิด 115

ระบบขับถ่ายของเสียกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย 115
- ไตของคน 115
- กลไกการรักษาดุลยภาพของน้ำในร่างกาย 119

ผิวหนังกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย 120
- โครงสร้างส่วนที่ใช้ขับถ่ายของสัตว์ 121

ระบบหมุนเวียนเลือด 122
- กระบวนการลำเลียงสารของสิ่งมีชีวิต 122
- ระบบหมุนเวียนเลือดในคน 124

ระบบภูมิคุ้มกัน 135
- ชนิดของภูมิคุ้มกัน 135
- วัคซีน 136
- หมู่เลือด 137
ระบบน้ำเหลือง 140
- ต่อมน้ำเหลือง 140
แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 142
แบบทดสอบชุดที่ 1 147
แบบทดสอบชุดที่ 2 171
เฉลย 191
ดัชนี 201

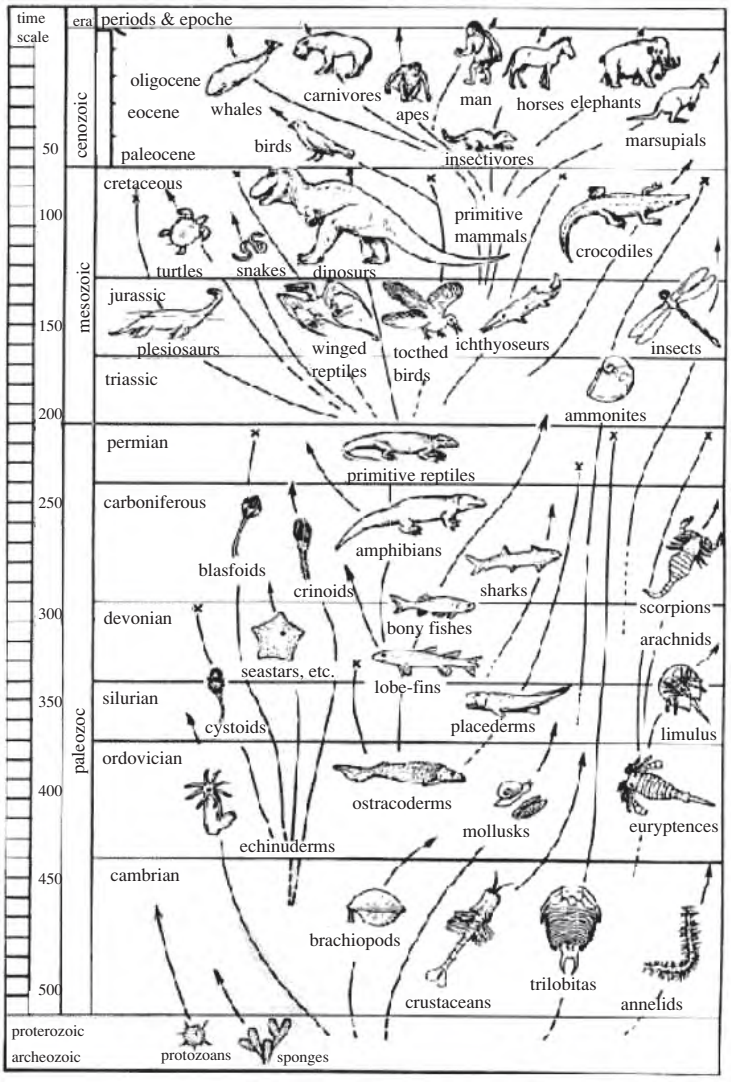
MODERN ACADEMIC CENTER

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต

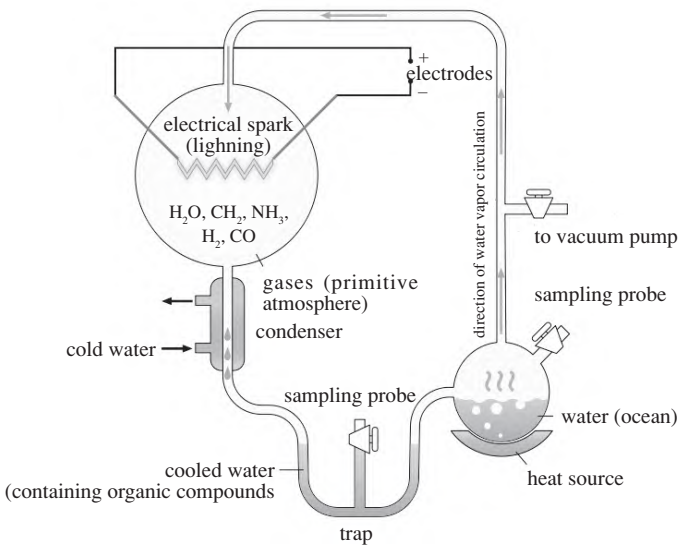
แนวคิดการกำเนิดสิ่งมีชีวิตบนโลก

นักวิทยาศาสตร์มีความสงสัยมานานแล้วว่าสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นครั้งแรกของโลกคืออะไร และเกิดขึ้นได้อย่างไร และสิ่งมีชีวิตต่างกับสิ่งไม่มีชีวิตอย่างไร จากข้อสงสัยดังกล่าวทำให้นักวิทยาศาสตร์บางท่าน อาทิ **อาริสโตเติล** (**Aristotle**, 384-322 ก่อนคริสต์ศักราช) นักวิทยาศาสตร์ชาวกรีกตั้งสมมติฐาน**ว่าสิ่งมีชีวิตน่าจะเกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต** (**spontaneous generation**) **ฟรานซิสโกเรดี** (**Francisco Redi**, ค.ศ. 1625-1698) นายแพทย์ชาวอิตาเลียนเสนอว่า **สิ่งมีชีวิตจะต้องเกิดจากพ่อแม่หรือสิ่งมีชีวิตด้วยกัน** (**biogenesis**) ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ทำการสำรวจตรวจสอบจากฟอสซิล (fossil) ที่ขุดพบในบริเวณต่างๆ บนโลก แล้ววิเคราะห์ว่า สิ่งมีชีวิตนั้นเกิดขึ้นในยุคใด เกิดมาแล้วกี่ปี แล้วนำมาจัดลำดับการเกิดก่อน-หลัง เป็น**ตารางธรณีกาล** (**geological time**) หรือลำดับสายสัมพันธ์ทางบรรพบุรุษ (phylogenetic relationship)



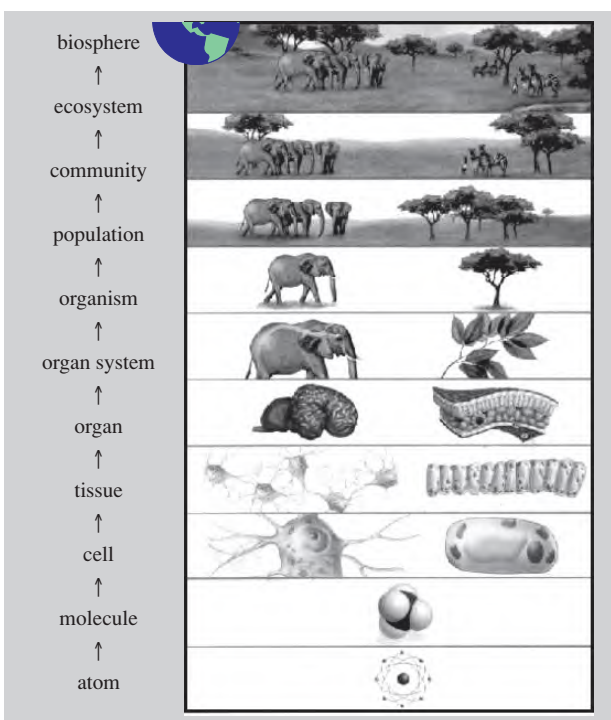
รูปแสดงตารางธรณีกาล

ขณะเดียวกัน **ยูเรและมิลเลอร์** (**Urey, H.C. and Miller**, S.L., ค.ศ.1953) นักเคมีชาวอเมริกัน ได้สร้างเครื่องมือจำลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานการกำเนิดโมเลกุลของสารอินทรีย์จากสารอนินทรีย์ โดยจัดสภาพให้คล้ายกับบรรยากาศของโลก เมื่อ 4,000-5,000 ล้านปี ซึ่งคิดว่า เมื่อโลกที่เคยร้อนแล้วเย็นตัวลง จะมีแก๊สต่างๆ คือ มีเทน (CH_4) แอมโมเนีย (NH_3) ไฮโดรเจน (H_2) และน้ำเข้ารวมกัน เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไป ผลการทดลองพบว่า เกิดสารอินทรีย์จำพวกกรดอะมิโน (amino acid) ที่เป็นหน่วยย่อยของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และอื่นๆ อีกมาก ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้มีในร่างกายสิ่งมีชีวิตทั้งสิ้น



รูปแสดงเครื่องที่ยูเรและมิลเลอร์ใช้ในการทดลอง

จากข้อค้นพบดังกล่าวทำให้นักวิทยาศาสตร์นำมาลำดับความคิดการกำเนิดโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต (level of organization in nature) ตั้งแต่การกำเนิดสิ่งมีชีวิตเริ่มแรกของโลกจนถึงปัจจุบัน จาก**อะตอม** (**atom**) ของธาตุ **โมเลกุล** (**molecule**) ของสารประกอบรวมกันขึ้นเป็น**สารประกอบ** (**compound**) ซึ่งเป็นพื้นฐานของ**เซลล์** (**cell**) ที่เรียกว่า **ออร์แกเนลล์** (**organelle**) และเซลล์ที่ทำหน้าที่เหมือนกันเรียกว่า **เนื้อเยื่อ** (**tissue**) **อวัยวะ** (**organ**) **และระบบการทำงานของอวัยวะ** (**organ system**) จนถึงเป็นส่วนประกอบของสิ่งมีชีวิต **1 ต้น หรือ 1 ตัวตน** (**organism**) และมีการเพิ่มจำนวนมาเป็น**ประชากร** (**population**) เป็น**กลุ่มสิ่งมีชีวิต** (**community**) ที่มีความสัมพันธ์กันในสิ่งแวดล้อมเกิดเป็น**ระบบนิเวศ** (**ecosystem**) หลายๆ ระบบที่มีอยู่บนโลก จนเป็น**โลกของสิ่งมีชีวิต** (**biosphere**) ตามลำดับ



รูปแสดงแนวคิดการกำเนิดโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต
(level of organization in nature)

สิ่งมีชีวิตต่างจากสิ่งไม่มีชีวิตอย่างไร

สิ่งมีชีวิตจะมีลักษณะที่ต่างจากสิ่งไม่มีชีวิต โดยลักษณะต่อไปนี้จะพบในสิ่งมีชีวิต ได้แก่

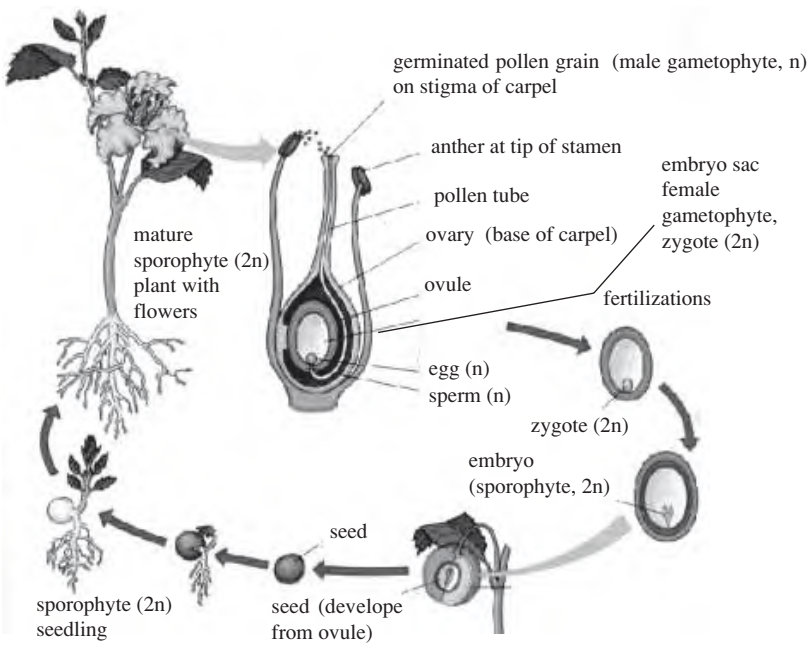
1. สิ่งมีชีวิตต้องมีการสืบพันธุ์ เพื่อขยายพันธุ์และเพิ่มจำนวนในการรักษาเผ่าพันธุ์ไว้หรือไม่สูญพันธุ์ ทำให้มีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

2. สิ่งมีชีวิตมีความต้องการอาหารและพลังงาน เพื่อทำให้ร่างกายเจริญเติบโต มีกระบวนการทำงาน มีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ได้ รวมทั้งทำให้มีกลไกการทำงานของร่างกายดำเนินไปตามปกติ

อาหารที่ร่างกายมนุษย์และสัตว์รับเข้าไปจะได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จึงจัดพืชเป็น**ผู้ผลิตอาหาร (producer)** ส่วนมนุษย์และสัตว์เป็น**ผู้บริโภค (consumer)**

3. สิ่งมีชีวิตต้องมีการหายใจ โดยนำแก๊สออกซิเจนจากอากาศไปสลายอาหารที่กินเข้าไป เพื่อให้ได้พลังงานที่อยู่ในรูปของโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ทำงาน และเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ การสลายอาหารเป็นปฏิกิริยาเคมีเรียกว่า เมแทบอลิซึม (metabolism)

4. สิ่งมีชีวิตต้องมีการเจริญเติบโต โดยสัตว์และมนุษย์นำอาหารที่กินเข้าไปทำให้ร่างกายมีการเจริญเติบโต ส่วนในพืชจะได้น้ำและแร่ธาตุจากดินเข้าไป สังเกตได้จากความสูงและมีน้ำหนักมากขึ้น แต่การเจริญเติบโตในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีขีดจำกัด



รูปแสดงการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของพืช

5. สิ่งมีชีวิตมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ในคนมีตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนังเป็นอวัยวะรับสัมผัส โดยมีสมองเป็นศูนย์กลางการควบคุมการรับความรู้และการตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น แล้วเกิดการแสดงออกและเกิดปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้า (response) นั้น ในพืชแม้จะไม่มีระบบประสาทแต่ก็สามารถตอบสนองต่อแสงและการสัมผัสได้ เช่น ใบไมยราบ

รูปแสดงการตอบสนองต่อการสัมผัสของต้นไมยราบ

รูปแสดงการตอบสนองต่อแสงของพืช

6. สิ่งมีชีวิตมีความสามารถเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ได้ เช่น มด ตุ๊กแก สามารถเดินได้ ซึ่งการเคลื่อนไหวต้องใช้พลังงานที่ได้รับจากอาหารที่กินเข้าไป

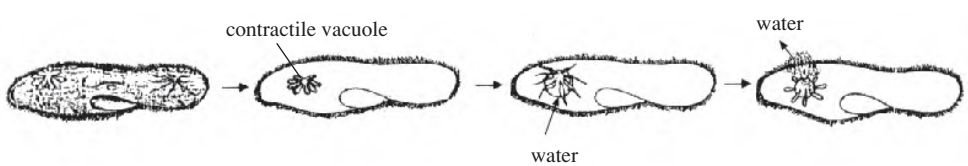
7. สิ่งมีชีวิตมีลักษณะเฉพาะ เช่น รูปร่าง ลักษณะ ขนาด ความสูง สี อวัยวะต่างๆ ทั้งนี้เพราะเป็นการแสดงออกทางพันธุกรรมในแต่ละชนิด

รูปแสดงลักษณะเฉพาะของสัตว์และพืชชนิดต่างๆ

การรักษาดุลยภาพของร่างกายของสิ่งมีชีวิต

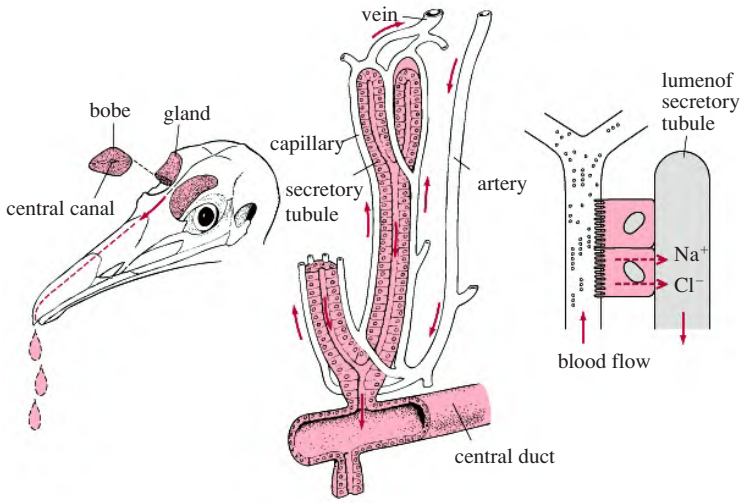
การรักษาดุลยภาพของร่างกายของสิ่งมีชีวิต (**homeostasis**) หมายถึง สิ่งมีชีวิตมีการรักษาสภาวะสมดุลของร่างกายให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ และเหมาะสมกับการทำงานภายในร่างกาย เพื่อการดำรงชีวิตหรือการอยู่รอด เช่น ปลาน้ำเค็มสามารถอาศัยอยู่ในน้ำที่มีความเข้มข้นของเกลือทะเลได้ร่างกายของคนเมื่อมีบาดแผลจะมีกลไกที่ทำให้เลือดแข็งตัวและหยุดไหลหรือทำให้ไม่สูญเสียเลือดมาก

- ***การรักษาดุลยภาพของน้ำภายในเซลล์*** เพราะในร่างกายสิ่งมีชีวิตจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบของร่างกายประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสูญเสียน้ำก็จะมีผลต่อการดำรงชีวิต เช่น ในพืชพืชก็จะเหี่ยวเฉา ในคนที่ออกกำลังกายจะมีเหงื่อออกมากทำให้รู้สึกกระหายน้ำ จึงต้องดื่มน้ำเข้าไปชดเชย ในกรณีของพารามีเซียม *(Paramecium)* เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในน้ำจืด ถ้าน้ำแพร่เข้าไปมากๆ จะทำให้เซลล์เต่งจนแตกได้ จึงมีโครงสร้างที่เรียกว่า **คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล** (**contractile vacuole**) ทำหน้าที่ปรับสภาพสมดุลโดยรับน้ำที่แพร่เข้าไปจนเต็มที่แล้วบีบตัวขับน้ำออกนอกเซลล์

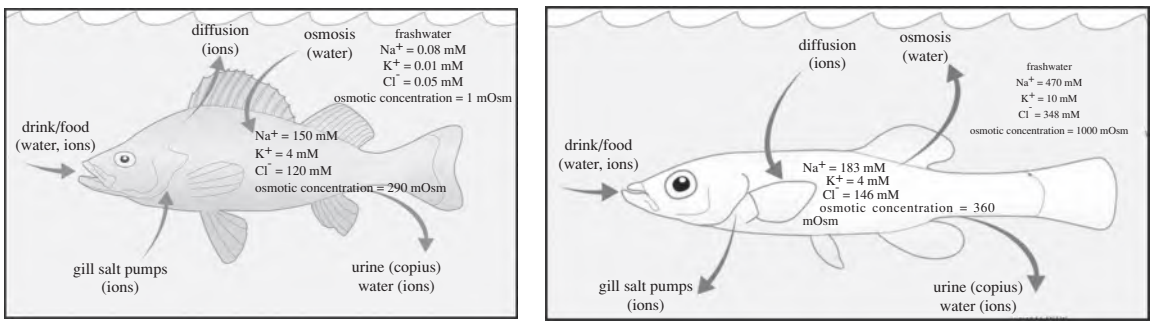


รูปแสดงการรักษาดุลยภาพของน้ำในพารามีเซียม

● ***การรักษาดุลยภาพของแร่ธาตุ*** เช่น ปลาจะมีผิวหนังและเกล็ดป้องกันไม่ให้น้ำซึมเข้าไป ปลาที่อาศัยในน้ำทะเลจะกำจัดแร่ธาตุที่เข้าไปออกทางเหงือก นกทะเลกินอาหารทะเลที่มีแร่ธาตุสูง จะมีอวัยวะพิเศษเรียกว่า **ต่อมนาสิก (nasal gland)** อยู่บริเวณเหนือตา 2 ข้าง ทำหน้าที่ขับแร่ธาตุส่วนที่เกินออก ในพืชที่ขาดแร่ธาตุอาจเกิดโรคได้ เช่น พืชขาดธาตุไนโตรเจนจะเกิดโรคใบเหลือง ถ้าขาดธาตุโพแทสเซียมใบแก่จะมีจุดเหลืองระหว่างเส้นใบและขอบใบ และอาจมีอาการใบไหม้เกรียม



รูปแสดงการรักษาดุลยภาพแร่ธาตุของนกที่หากินในทะเล



รูปแสดงการรักษาดุลยภาพของน้ำและเกลือแร่ในปลาน้ำจืด (ซ้าย) และปลาน้ำเค็ม (ขวา)

● ***การรักษาดุลยภาพของกรด-เบส*** พืชบางชนิดอาจเจริญเติบโตได้ในดินมีสภาพเป็นกรด-เบส (pH) ที่เหมาะสม เช่น ข้าวเจริญได้ดีในดินที่มี pH 5.5-5.6 ถั่วลันเตาเจริญได้ดีในดินที่มี pH 6.0-7.0 ในร่างกายของคนระบบการหายใจและการไหลเวียนเลือดต้องปรับสภาพความสมดุลกรด-เบส โดยในน้ำเลือดที่มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมาก จะต้องกำจัดออกทางปอดไปพร้อมๆ กับการหายใจออก

● ***การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิ*** เช่น ในฤดูหนาวเราต้องใส่เสื้อกันหนาว เมื่ออากาศร้อนจะขับเหงื่อเพื่อพาความร้อนออกจากร่างกาย สัตว์ในเขตหนาวจะมีไขมันหนาเพื่อให้ร่างกายอบอุ่น พืชสลัดใบเมื่อเข้าสู่ช่วงหน้าแล้ง ร่างกายของสัตว์เลือดเย็น (poikilothermic animal) สามารถปรับอุณหภูมิให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ เช่น ปลา งู กิ้งก่า มักจะมีพฤติกรรมเซื่องซึม และผึ่งแดดเป็นเวลานานเพื่อช่วยให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น กบจะอยู่ในรูเพื่อจำศีลในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน สำหรับสัตว์เลือดอุ่น (homeothermic animal) อุณหภูมิของร่างกายจะคงที่ เช่น คนมีอุณหภูมิปกติเท่ากับ 37°C ช้างมีอุณหภูมิปกติเท่ากับ 36.2°C

ชีววิทยาคืออะไร

ชีววิทยา (**biology**) หมายถึง วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับข้อเท็จจริงของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งแนวคิดของคนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ (ในภาษากรีก bios หมายถึง สิ่งมีชีวิต และ logos หมายถึง ความรู้)

เนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่พบบนโลกมีทั้งที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น จึงต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่า **กล้องจุลทรรศน์** (**microscope**) สำหรับส่องดู ทำให้นักวิทยาศาสตร์นำมาจำแนกเป็นแขนงวิชาย่อยๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการศึกษาในแต่ละเรื่องอย่างลึกซึ้ง ดังนี้

ชีววิทยา (biology)

แขนงวิชาหลัก
- อนุกรมวิธาน (taxonomy)
- เซลล์วิทยา (cytology)
- ระบบเนื้อเยื่อและอวัยวะ (histology)
- สัณฐานวิทยา (morphology)
- กายวิภาควิทยา (anatomy)
- สรีรวิทยา (physiology)
- พันธุศาสตร์ (genetic)
- นิเวศวิทยา (ecology)
- คัพภะวิทยา (embryology)
- วิวัฒนาการ (bioevolution)
- พฤติกรรมวิทยา (behavier)

การจำแนกสิ่งมีชีวิต (taxonomy)
- สัตววิทยา (zoology) มีแขนงย่อย เช่น
  - กีฏวิทยา (แมลง) : entomology
  - มีนวิทยา (ปลา) : ichthyology
  - สังขวิทยา (หอย) : malacology
  - สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม : mammalogy
  - ปักษีวิทยา (นก) : ornithology
- พฤกษศาสตร์ (botany) มีแขนงย่อย เช่น
  - หญ้า : agrostology
  - มอสส์ : bryology
  - ไม้ยืนต้น : dendrology
- จุลินทรีย์ (microbiology) มีแขนงย่อย เช่น
  - โพรโทซัว : protozoology
  - กิณวิทยา (เห็ด รา ยีสต์) : myvology
  - ไวรัสวิทยา : virology
  - แบคทีเรียวิทยา : bacteriology
  - สาหร่ายวิทยา : phycology

หมายเหตุ ←→ หมายถึง มีความสัมพันธ์กัน

ความก้าวหน้าด้านชีววิทยาในปัจจุบัน

ชีววิทยาเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต นักวิทยาศาสตร์ในอดีตและปัจจุบันได้ศึกษาทดลองจากการวิจัยต่างๆ ทำให้ได้ความรู้และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันทั้งในด้านอาหาร การแพทย์ การเกษตร สิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรม และอีกหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะชีววิทยาระดับโมเลกุลที่เรียกว่า **เทคโนโลยีชีวภาพ** (**biotechnology**) ซึ่งเป็นศาสตร์ที่หมายถึงการนำความรู้ด้านชีววิทยาที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตไปใช้ประโยชน์เฉพาะอย่างตามความต้องการของมนุษย์เช่นการผลิตอินซูลิน

ผลิตกลูโคส ผลิตกรดอะมิโน การเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อพืช (tissue culture) นอกจากนี้ยังมีการทำโคลนนิ่ง GMOs โดยกระบวนการทาง**พันธุวิศวกรรม** (**genetic engineering**) ซึ่งเป็นการตัดต่อยีน (gene คือ สารพันธุกรรม) และการเปลี่ยนแปลงยีนในเซลล์ โดยเฉพาะเซลล์ของจุลินทรีย์ ให้มีศักยภาพสูงในการนำไปใช้ประโยชน์ได้ตรงตามต้องการในปริมาณมากและรวดเร็วกว่าที่ดำเนินอยู่ตามธรรมชาติ ปัจจุบันในทางการแพทย์มีการรักษาโรคบางอย่างแบบใหม่ที่เรียกว่า **การรักษาโรคด้วยยีน** (**gene therapy**) เช่น มะเร็ง และทำวัคซีนจาก DNA โดยใช้ยีนสองกลุ่มในแบคทีเรียที่ทำให้เกิดวัณโรคในการป้องกันการติดเชื้อในหนูทดลอง

ชีววิทยากับการดำรงชีวิต

ความรู้ด้านชีววิทยามีความสำคัญแก่เรามาก โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ในเรื่องอาหารที่สิ่งมีชีวิตกินเข้าไปเพื่อทำให้ร่างกายเจริญเติบโต ร่างกายนำแก๊สออกซิเจนที่หายใจเข้าไปสลายอาหารเพื่อให้เกิดพลังงาน ทำให้คนเรามีความสามารถในการออกแรงทำงานได้ ขณะเดียวกันโรคภัยไข้เจ็บที่เกิดขึ้นอาจเป็นโรคที่เกิดจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคหรือโรคที่ไม่ใช่เกิดจากเชื้อโรค เช่น มะเร็ง เบาหวาน คอพอก ซึ่งเกิดจากความผิดปกติในการทำงานของอวัยวะในร่างกาย วงการแพทย์จึงนำความรู้ทางชีววิทยามาวินิจฉัยการเกิดโรคและผลิตยาสำหรับรักษา ซึ่งอาจเป็นยาจากสารสังเคราะห์หรือสมุนไพร นอกจากนี้ก็ส่งเสริมให้คนเรารู้จักดูแลรักษาสุขภาพและสิ่งแวดล้อมรอบตัวด้วย เช่น การดูแลรักษาต้นไม้ ไม่ตัดต้นไม้ทำลายป่า ซึ่งมีผลต่อการสร้างแก๊สออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจ ทำให้บรรยากาศมีความชื้น เกิดฝนตก การเผาป่าหรือหญ้าแห้งก็จะมีผลต่อการเกิดมลพิษของอากาศ เกิดภาวะโลกร้อน สัตว์ป่าไม่มีที่อยู่ การทำให้แหล่งน้ำเน่าเสีย สิ่งเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างมาก

ชีวจริยธรรม

ชีวจริยศาสตร์ (**bioethics**) หมายถึง การปฏิบัติต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมีคุณธรรม ไม่ทำร้ายหรือทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์เพื่อการศึกษาหรือการวิจัย

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ทางชีววิทยาใหม่ๆ อย่างมาก เช่น การตัดต่อยีน การทดลองพืช GMOs (genetically modified organisms) การทำโคลน (cloning) รวมถึงการรักษาโรคโดยใช้เซลล์ต้นกำเนิด (stem cell) การนำข้อมูลลำดับเบสของ DNA มาพัฒนาวิธีการคาดเดาการทำงานของโปรตีนใหม่ หรือพัฒนากระบวนการส่งแก๊สออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายแทนที่เลือดจริงๆ และยังมีการทดลองทางชีววิทยาในยุคใหม่อีกมากมาย การศึกษาวิจัยดังกล่าวจึงอาจมีข้อสงสัยว่า คุณธรรมกับเทคโนโลยีใหม่ๆ จะไปด้วยกันได้หรือไม่ อย่างไร เพราะเรามักจะได้ยินเสมอว่าวิทยาศาสตร์มักจะทำให้ศีลธรรมเสื่อมโทรม แต่ถ้าหากว่าก่อนทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพเรื่องใหม่ๆ นักวิจัยเหล่านั้นควรจะวิเคราะห์วินิจฉัยถึงผลดี ผลเสีย หรือผลกระทบต่อการดำรงชีวิตและความปลอดภัยของสิ่งมีชีวิตที่จะตามมาด้วย

แบบฝึกหัดหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. กำหนดให้ B คือ biosphere C คือ community
   O คือ organism P คือ population
   E คือ ecosystem Ce คือ cell
   ข้อใดที่แสดงลำดับโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต (level of organization in nature) จากซับซ้อนน้อยที่สุดไปยังที่ซับซ้อนมากที่สุดตามลำดับ
   1. B, C, O, E, Ce, P
   2. C, P, Ce, O, E, B
   3. Ce, O, P, C, E, B
   4. O, B, E, Ce, C, P
2. ข้อใดคือกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ในร่างกายของคน
   1. การย่อยอาหารจากโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลที่เล็ก
   2. การดูแลสุขภาพของร่างกายด้วยการออกกำลังกาย
   3. การขับถ่ายของเสียออกนอกร่างกายทางระบบปัสสาวะ
   4. การขับเหงื่อที่บริเวณผิวหนังในขณะที่อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น
3. ข้อใดเป็นสมบัติของสิ่งมีชีวิต
   1. ปลวกที่อาศัยอยู่ในดินจะนำดินมาสร้างรังให้มีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปลวกมีกระบวนการเจริญเติบโต
   2. ต้นกระบองเพชรที่ขึ้นอยู่ในทะเลทรายจะมีความทนทานต่อความแห้งแล้ง จึงไม่จำเป็นต้องใช้น้ำเพื่อการดำรงชีวิต
   3. มะพร้าวต้นหนึ่งที่ปลูกไว้ในสวนหลังบ้าน สังเกตเห็นว่ากลางลำต้นจะแยกออกเป็น 2 แฉกคล้ายรูปตัว Y ซึ่งเป็นลักษณะการสืบพันธุ์อย่างหนึ่ง
   4. ในตอนเช้าสังเกตเห็นแม่นกคาบตัวหนอนบินวนเวียนที่รังของมัน โดยมีลูกนกที่อยู่ในรังกำลังชูหัวและอ้าปากเพื่อให้แม่ป้อนอาหาร
4. ชีววิทยามีความหมายดังข้อใด
   1. การศึกษาการกำเนิดสิ่งมีชีวิตในอดีตและปัจจุบัน
   2. การศึกษาข้อเท็จจริงและแนวคิดของคนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
   3. การศึกษาสิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้ของสิ่งมีชีวิต
   4. การศึกษาเพื่อนำความรู้มาใช้กับชีวิต
5. กำหนดให้
   ก. พันธุศาสตร์ (genetic)
   ข. อนุกรมวิธานวิทยา (taxonomy)
   ค. สรีรวิทยา (physiology)
   ง. นิเวศวิทยา (ecology)
   จ. เซลล์วิทยา (cytology)
   "การทำกล้วยตากที่อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ได้มีการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีที่สุด คือ พันธุ์มะลิอ่อง ซึ่งนำมาจากจังหวัดฉะเชิงเทรา เมื่อนำไปตากกับแสงแดด จะทำให้แป้งในกล้วยเปลี่ยนเป็นน้ำตาลที่มีรสหวานหอม" จากข้อความดังกล่าวนี้ นักเรียนคิดว่าน่าจะมีความเกี่ยวข้องกับแขนงของวิชาชีววิทยาอะไรบ้าง
   1. ข้อ ก ค และ จ
   2. ข้อ ข ค และ ง
   3. ข้อ ก ข ค และ ง
   4. ข้อ ข ค ง และ จ

6. มีนักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งมีความเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตบนโลกน่าจะมาจากมนุษย์ที่อยู่บนดาวอื่นอพยพมาอาศัยอยู่บนโลกของเรา แล้วใช้เวลาที่ยาวนานในการปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมบนโลกได้ ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ อันดับแรกที่ควรดำเนินการคืออะไร
   1. สรุปได้เลยว่าไม่เป็นความจริง
   2. สืบค้นข้อมูลเพื่อหาหลักฐานที่เป็นจริง
   3. ตั้งสมมติฐานไว้เพื่อรอการพิสูจน์ข้อเท็จจริง
   4. วางแผนหาวิธีการศึกษาทดลองหรือออกไปพิสูจน์เพื่อหาข้อเท็จจริง
7. นักธรณีวิทยาได้ขุดพบซากดึกดำบรรพ์ (fossil) ในหลายๆ บริเวณบนเปลือกโลกที่ระดับความลึกต่างกัน เพื่อค้นหาคำตอบว่าสิ่งมีชีวิตที่กำเนิดขึ้นครั้งแรกของโลกคือชนิดใด แล้วนำมาสรุป ซึ่งข้อสรุปที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดคือข้อใด
   1. ฟอสซิลสิ่งมีชีวิตที่พบในระดับที่ลึกที่สุดน่าจะกำเนิดมาก่อน
   2. ฟอสซิลสิ่งมีชีวิตที่พบในระดับใกล้ๆ ผิวโลกน่าจะกำเนิดมาก่อน
   3. ฟอสซิลสิ่งมีชีวิตที่พบว่ามีโครงสร้างที่สมบูรณ์ที่สุดน่าจะกำเนิดมาก่อน
   4. ฟอสซิลสิ่งมีชีวิตที่พบยังวินิจฉัยไม่ได้ว่ากำเนิดก่อนหรือหลังต้องมาจัดลำดับวิวัฒนาการก่อน
8. พันธุวิศวกรรมรูปแบบหนึ่งที่เรียกว่า gene therapy มีการทำขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์ใด
   1. การทำโคลน (cloning) ในสิ่งมีชีวิตบางชนิด
   2. การดัดแปลงพันธุกรรมในพืชไร่และพืชสวนบางชนิด
   3. การรักษาโรคทางพันธุกรรมบางชนิดที่เรียกว่ายีนบำบัด
   4. การตรวจสอบสายพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่ง
9. ข้อใดเป็นสิ่งบ่งชี้ความมีคุณธรรมของนักวิทยาศาสตร์
   1. วิจัยทดลองดัดแปลงสายพันธุ์มะละกอให้มีสารต่อต้านแมลงตามที่คิดได้ทันที
   2. ระดมนักวิทยาศาสตร์ที่เก่งๆ มาร่วมกันทำโคลน (clonning) มนุษย์ให้ได้ผลสำเร็จ
   3. สร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทันทีโดยไม่จำเป็นต้องศึกษาผลกระทบ เพราะต้องทดแทนน้ำมันที่มีราคาแพง
   4. ก่อนที่จะวิจัยด้านพันธุวิศวกรรมในเรื่องใดเรื่องหนึ่งผู้วิจัยควรเสนอโครงการและขอความคิดเห็นเพื่ออนุมัติต่อนักวิทยาศาสตร์และสาธารณชนก่อน
10. พารามีเซียม *(Paramecium)* เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวชนิดหนึ่งที่อยู่ในทะเล จะไม่มีโครงสร้างที่เรียกว่า คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล (contractile vacuole) ในการทำหน้าที่ปรับสภาพสมดุลของน้ำและแร่ธาตุ ข้อใดเป็นเหตุผลที่ดีที่สุดของคำกล่าวนี้
   1. ความเข้มข้นภายในเซลล์และในน้ำทะเลใกล้เคียงกัน จึงไม่จำเป็นต้องมี
   2. ความเข้มข้นภายในเซลล์มากกว่าในน้ำทะเล จึงไม่เกิดการแพร่ของน้ำภายนอกเซลล์เข้าไป
   3. ความเข้มข้นภายในเซลล์น้อยกว่าในน้ำทะเล จึงไม่เกิดการแพร่ของน้ำออกนอกเซลล์
   4. น้ำทะเลมีแร่ธาตุหลายชนิดที่เป็นอันตรายต่อคอนแทร็กไทล์แวคิวโอล พารามีเซียมจึงปรับตัวโดยไม่มีโครงสร้างนี้
11. สิ่งมีชีวิตในข้อใดที่แสดงออกถึงการรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิร่างกาย
   1. ดอกไม้หลายชนิดจะออกดอกช่วงฤดูหนาว แต่จะไม่มีดอกในฤดูร้อน
   2. สุนัขพันธุ์บางแก้วจะมีฤดูผสมพันธุ์ในช่วงฤดูหนาว
   3. หมีขาวที่อาศัยอยู่ในขั้วโลกเหนือจะมีไขมันใต้ผิวหนังหนามาก
   4. เมื่อเข้าสู่ฤดูหนาว ต้นสักจะสลัดใบทิ้งทั้งหมด ซึ่งดูคล้ายกับต้นสักตาย

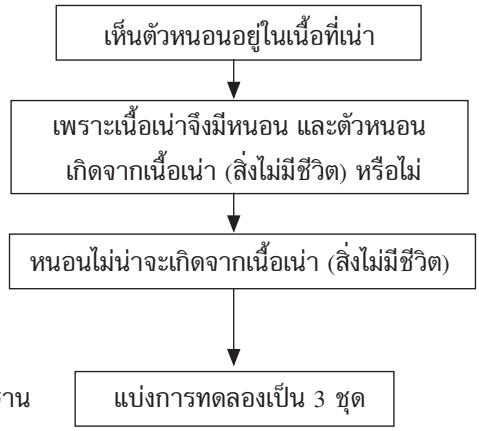
การศึกษาชีววิทยา

ความรู้ด้านชีววิทยาได้มาอย่างไร

ฟรานซิสโก เรดิ (**Francisco Redi**, ค.ศ. 1625-1698) นายแพทย์ชาวอิตาเลียน มีความสงสัยต่อแนวคิดของอาริสโตเติลที่ว่า **สิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต** เขาจึงได้ทดลองนำเนื้อสัตว์ (ตัวแทนของสิ่งไม่มีชีวิต) ใส่ในขวด 2 ใบ ในปริมาณเท่ากัน ใบหนึ่งเปิดฝาส่วนอีกใบหนึ่งปิดฝาไว้ และใบที่เหลือไม่ใส่อะไรเลย เปิดฝาทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง จะสังเกตเห็นว่าขวดทุกใบมีแมลงวันมาตอม แต่แมลงวันจะเข้าไปในขวดที่มีเนื้อและเปิดฝาไว้เป็นจำนวนมาก ต่อมาสังเกตเห็นว่าขวดที่มีเนื้อ เนื้อจะเริ่มเน่าแต่ขวดที่เปิดฝาจะมีตัวหนอนแมลงวันจำนวนมาก ส่วนขวดอีกใบไม่มี จากผลการทดลองสรุปไว้ว่า หนอนเกิดจากแมลงวันที่เป็นพ่อแม่ของมันไม่ได้เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิตหรือเนื้อที่เน่า การทดลองของเขาไม่สอดคล้องกับแนวคิดของอาริสโตเติล จึงเสนอแนวคิดนี้ว่า **สิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งมีชีวิตที่เป็นพ่อแม่ของมัน** (**biogenesis**)

จากผลการทดลองของฟรานซิสโก เรดิ ทำให้นักวิทยาศาสตร์นำมาจัดลำดับขั้นตอนเพื่อเสนอเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าทดลองให้ได้มาซึ่งความรู้ทางชีววิทยาหรือทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า **วิธีการทางวิทยาศาสตร์** (**scientific method**) ได้ดังนี้

1. การสังเกต (observation)
2. ปัญหา (problem) หรือคำถามที่ตั้งขึ้นจากการสังเกต
3. การตั้งสมมติฐาน (hypothesis) (การคาดคะเนคำตอบ)
4. การออกแบบการทดลอง (experiment) เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน



กลุ่มควบคุม (control experiment) ⟵ กลุ่มทดลอง ⟶

ขวดใบที่ 1 ไม่ใส่อะไรเลย	ขวดใบที่ 2 ใส่เนื้อและเปิดฝาไว้	ขวดใบที่ 3 ใส่เนื้อและปิดฝาไว้
↓	↓	↓
ไม่มีหนอน	มีหนอน	ไม่มีหนอน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแสดงผลการทดลองของขวดใบที่ 2 และขวดใบที่ 3

- กำหนดตัวแปรอิสระ (ตัวแปรต้น) เพื่อการเปรียบเทียบ คือ ขวดใบที่ 1, 2 และ 3
- ตัวแปรควบคุม (ที่จัดให้เหมือนกัน) คือ ขนาดของขวด ปริมาณเนื้อ และสถานที่ทดลอง
- ตัวแปรตาม (ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากตัวแปรต้น) คือ ขวดใดมีหนอนแมลงวัน

6. สรุปผลการทดลอง (conclusion) หนอนเกิดจากแมลงวันที่เป็นพ่อแม่ของมัน นั่นคือสิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งมีชีวิตไม่ได้เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต อีกตัวอย่างหนึ่ง คือ ข้อค้นพบของ **อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง (Alexander Fleming)** นักจุลชีววิทยาชาวอังกฤษได้ทดลองเพาะเลี้ยงแบคทีเรียในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ ทุกครั้งที่ทดลองเขาสังเกตว่ามีเชื้อราเจริญอยู่ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียและยังสังเกตเห็นอีกว่า แบคทีเรียที่เพาะเลี้ยงไว้ไม่เจริญอีกด้วย ผลการสังเกตทำให้เกิดปัญหาว่า เมื่อมีเชื้อราเกิดขึ้นทำไมแบคทีเรียจึงไม่เจริญและเป็นเพราะเหตุใด เขาจึงให้ข้อสังเกตว่า ราที่เจริญในจานเพาะเลี้ยงเชื้อน่าจะมีส่วนทำให้แบคทีเรียตายภายหลังจากการค้นพบของเฟลมมิง ทำให้ได้ความรู้ใหม่ว่า ราที่เจริญในจานเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียนั้นมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **เพนิซิลเลียม *(Penicillium* sp.)** เป็นเชื้อราที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทางการแพทย์ โดยนำมาใช้ทำยาปฏิชีวนะ (antibiotic) ที่ชื่อว่า **เพนิซิลเลียม (Penicillin)** สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ ได้หลายชนิด

ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ได้ หรือเป็นกระบวนการศึกษาค้นคว้าให้ได้มาในสิ่งที่อยากรู้ อยากเห็น อยากพิสูจน์ทดลองให้ได้**ข้อเท็จจริง (fact)** หรือได้คำตอบที่เกิดจากการพิสูจน์นั้นอย่างถูกต้อง และสามารถนำข้อที่ได้พิสูจน์มาสรุปแล้วนำไปเผยแพร่ ประยุกต์ใช้ หรือเป็นหลักการกฎ (law) และทฤษฎี (theory) นักวิทยาศาสตร์ได้นำรูปแบบนี้มาใช้ในการดำเนิน**งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (science research)** และในส่วนของนักเรียนเรียกว่า **โครงงานวิทยาศาสตร์ (science project)** ซึ่งเป็นงานวิจัยขั้นพื้นฐาน (miniscience research) ในระดับโรงเรียนหรือนักเรียนตามแบบอย่างของนักวิทยาศาสตร์

กล้องจุลทรรศน์

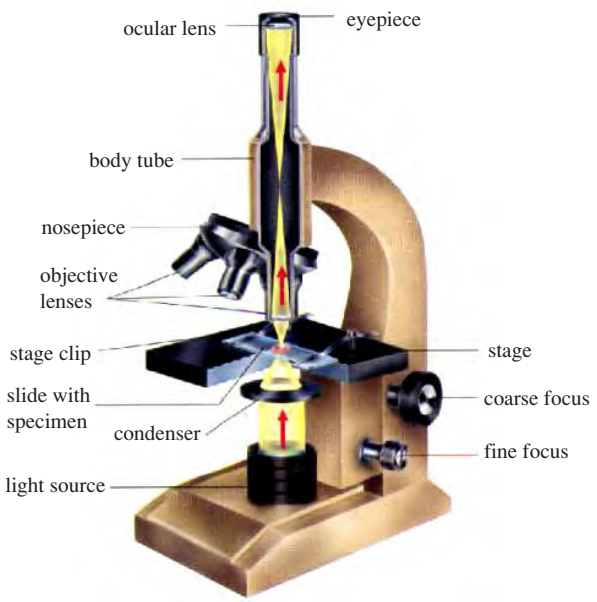
กล้องจุลทรรศน์ (microscope) เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมากและมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น

● **ค.ศ. 1655 รอเบิร์ต ฮุก (Robert Hooke)** นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ (compound microscope) ใช้เลนส์ 2 เลนส์มาประกอบกันทำให้มีกำลังขยายสูงสุดประมาณ 200 เท่า

รูปแสดงกล้องที่รอเบิร์ต ฮุกสร้างขึ้น

● **ค.ศ. 1672 อันโตนี วาน เลเวนฮุก (Antoni van Leeuwenhoek)** ได้ดัดแปลงแว่นขยายให้เป็นกล้องจุลทรรศน์ แต่เป็น **ชนิดเลนส์เดียว (single lens)** แล้วนำไปส่องดูหยดน้ำ พบสิ่งมีชีวิตที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าในน้ำเป็นครั้งแรก

● ต่อมามีผู้นำกล้องจุลทรรศน์จากแบบของโรเบิร์ต ฮุก มาดัดแปลงให้เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงขึ้น และเป็น **กล้องที่ใช้แสงธรรมดา (light microscope)** โดยอาศัยแหล่งกำเนิดแสงจากหลอดไฟหรือแสงจากดวงอาทิตย์ มีกำลังขยายสูงถึง 1,000-1,500 เท่า และเป็นกล้องที่นิยมใช้กันมาก นอกจากนี้ยังมีกล้องจุลทรรศน์อีกแบบหนึ่งที่ใช้แสงธรรมดา ซึ่งเรียกว่า **กล้องสเตอริโอ (stereo microscope)** แต่มีกำลังขยายไม่มาก สูงสุดประมาณ 40-50 เท่า ซึ่งใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตหรือโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ และทึบแสงได้ เช่น ใบไม้ แมลงต่างๆ



รูปแสดงกล้องที่ใช้แสงธรรมดา