



หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

# ชีววิทยา

ขั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๑

## ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

### ผู้เรียนเรียน

ผศ. ดร.ครรภ์ยา พิริยะเกียรติขจร	ป.ตร. (เทคโนโลยีชีวภาพ), วท.ม. (เทคโนโลยีชีวภาพ)
วท.บ. (ชีววิทยา)	
ดร.ธิดาดา ฟ้างไฟโยวจี	ป.ตร. (เทคโนโลยีชีวภาพ), วท.ม. (วิทยาการพืช), วท.บ. (ชีววิทยา)
น.สพ.ศิริวัช พิริยะเกียรติขจร	สพ.บ. (สัตวแพทยศาสตร์)

### ผู้ตรวจสอบ

ดร.นนิยา อุยเป้า	ป.ตร. (สรีวิทยา), วท.ม. (สรีวิทยา), วท.บ. (ชีววิทยา)
ดร.พวสวรรณ สุกชินแท้	ป.ตร. (ชีววิทยา), วท.ม. (พุกน้ำศาสตร์), วท.บ. (ชีววิทยา)
ดร.ธิติพงษ์ ทิพบรรจง	ป.ตร. (กายวิภาคศาสตร์และชีววิทยาโครงสร้าง), วท.บ. (ชีววิทยา)

### บรรณาธิการ

ผศ. ดร.พิศิศาศ คุณต่วน	ป.ตร. (สรีวิทยา), วท.บ. (ชีววิทยา)
------------------------	------------------------------------

ปีที่พิมพ์ ๒๕๖๐

พิมพ์ครั้งที่ ๑

จำนวน ๕,๐๐๐ เล่ม

ISBN : 978-616-07-2043-9

จัดพิมพ์โดย บริษัท สำนักพิมพ์ออมพันธ์ จำกัด

๒ ฝ่ายการตลาด, ฝ่ายการเงินและบัญชี, ฝ่ายผลิตและจัดส่ง :

๖๗/๑๐๙ หมู่ ๑ ช.พระแม่การุณย์ ต.บ้านใหม่ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี ๑๗๐๒๐  
โทร. ๐-๒๕๕๘-๕๕๕๕, ๐-๒๕๕๘-๕๕๕๗, ๐-๒๕๗๑-๕๕๕๐-๒ โทรสาร ๐-๒๕๗๑-๕๕๕๗

๓ ฝ่ายวิชาการ :

๘๙/๑๒๒ ถ.เทคโนโลยีสังค์เราะท์ แขวงลาดยาว เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๒๐  
โทร. ๐-๒๕๕๘-๕๕๕๔-๙๐, ๐-๒๕๕๘-๕๕๖๕-๕ โทรสาร ๐-๒๕๕๘-๙๕๗๐

สงวนสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ สิทธิ์เป็นของนักวิชาชีพ สำนักพิมพ์ออมพันธ์ จำกัด

## ชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

การศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ความหมายของชีววิทยา ชีววิทยากับการดำเนินชีวิต ชีวจิตรกรรม การศึกษาทางชีววิทยา การค้นพบเซลล์และทฤษฎีของเซลล์ การศึกษาเซลล์และองค์ประกอบของเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ชนิดของเซลล์สิ่งมีชีวิต โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ การลำเลียงสารผ่านเข้า-ออกเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการตายของเซลล์ เกมเพื่อนฐานในทางชีววิทยา สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ สารชีวไม่เกลือดต่างๆ ปฏิกิริยาในสิ่งมีชีวิต และการทำงานของเอนไซม์ การขนส่งสารเข้า-ออกเซลล์ (cell transportation) และการสลายอาหารระดับเซลล์ (cell respiration)

เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พร้อมทั้งคุณธรรมและจริยธรรม การแก้ปัญหา มีความรับผิดชอบ และจะสนับสนุนการเรียนรู้ ชีววิทยาศาสตร์ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม



### ผลการเรียนรู้

1. อธิบาย และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิต ที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้
2. อภิบาย และบอกความสำคัญของการระบุบัญชา ความสัมพันธ์ระหว่างบุบัญชา สมนติฐานและวิธีการตรวจสอบสมนติฐาน รวมทั้งออกแบบทดลองเพื่อตรวจสอบสมนติฐาน
3. สืบค้นข้อมูล อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของน้ำและบอกความสำคัญของน้ำที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และยกตัวอย่างชาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายสิ่งมีชีวิต
4. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของสารในไออกเดตระบุกุ่มของสารในไออกเดต รวมทั้งความสำคัญของสารในไออกเดตที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
5. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของโปรตีนและความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
6. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างของลิพิดและความสำคัญของลิพิดที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

7. อธิบายโครงสร้างของกรณีวิเคราะห์ และระบุชนิดของกรณีวิเคราะห์ และความสำคัญของกรณีวิเคราะห์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
8. ลีบคันข้อมูล และอธิบายปฏิกริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต
9. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์
10. บอกวิธีการ และเตรียมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาภายในได้ก้าวถัดไป บอกวิธีการใช้ และการดูแลรักษา ก้าวถัดไปของกรณีใช้แสงที่ถูกต้อง
11. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของตัวน้ำที่อยู่ในเซลล์ของเซลล์พืชและเซลล์ตัววัว
12. ลีบคันข้อมูล อธิบาย และระบุชนิดและหน้าที่ของออร์แกนเซลล์
13. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของนิวเคลียส
14. อธิบาย และเปรียบเทียบการพัฒนาอ่อนตัวในสิ่งมีชีวิตแบบพัฒนาเดียว และแยกที่พัฒนาแบบบูรณาการ
15. ลีบคันข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพการลำดิ่งสารไม่เกลุ่มใหญ่ออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการเอกโซไซต์และกระบวนการลำดิ่งสารไม่เกลุ่มใหญ่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการเอกโซไซต์
16. ลังเกตการแบ่งนิวเคลียสแบบไม่ใช้สิ่งจำพวกพัฒนาเดียว ไม่เกลุ่มตัวอย่างภายในได้ก้าวถัดไปของกรณี พร้อมทั้งอธิบายและเปรียบเทียบการแบ่งนิวเคลียสแบบไม่ใช้สิ่งจำพวกพัฒนาเดียว และแบบไม่ใช้สิ่งจำพวกพัฒนาเดียว
17. อธิบาย เปรียบเทียบ และสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ และภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ

## คำนำ



หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชีววิทยา** ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๑ ได้เรียนรู้ขั้นตอนการเรียนรู้กุญแจของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๖๑

เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น ๔ หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย **บทนำเกี่ยวกับชีววิทยา** เซลล์ของสิ่งมีชีวิต เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต และการขนส่งสารผ่านเซลล์และการหายใจระดับเซลล์ นอกจากนี้ ในหนังสือยังมี QR Code (Quick Response Code) ที่เข้าผ่านระบบ LINE หรือแอปพลิเคชันล้ำหน้าอ่าน QR Code เพื่อให้นักเรียนได้เข้าถึงข้อมูลและสื่อการเรียนรู้อื่นๆ อีกด้วย

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **ชีววิทยา** ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ เล่ม ๑ เล่มนี้ จะอำนวยประโยชน์ต่อผู้สอนที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพและบรรลุความเป้าหมายของหลักสูตรต่อไป



ฝ่ายวิชาการ บริษัท ล้านกพิมพ์เอนพันธ์ จำกัด



## บทนำเกี่ยวกับชีววิทยา



1

ลั่งมีชีวิตคืออะไร	2
ชีววิทยาคืออะไร	11
ชีววิทยากับการดำเนินชีวิต	12
ชีววิทยะรรม	13
การศึกษาทางชีววิทยา	14
กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้	20



## เชลล์ของลั่งมีชีวิต



21

การค้นพบเชลล์และทฤษฎีของเชลล์	23
การศึกษาเชลล์และองค์ประกอบของเชลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์	26
ชนิดของเชลล์	33
โครงสร้างและองค์ประกอบของเชลล์	37
การลำดับสารผ่านเข้า-ออกเยื่อหุ้ม	75
การถือสาระหน่วยเชลล์	86
การเปลี่ยนแปลงสภาพของเชลล์และการตายของเชลล์	94
กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้	108



## เคมีพืชฐานของลั่งมีชีวิต



109

องค์ประกอบของลั่งมีชีวิต	111
น้ำและความสำคัญของน้ำ	116
สารชีวไม้dead	119
ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของลั่งมีชีวิต	139
เอนไซม์และการทำงานของเอนไซม์	141
กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้	148



## การขันส่งสารผ่านเซลล์และการหายใจระดับเซลล์



149

การขันส่งสารผ่านเซลล์	150
การลำดับสารแบบไม้ใช้พลังงาน	152
การขันส่งสารผ่านช่องทางหรือตัวขันส่ง	161
การลำดับสารแบบใช้พลังงาน	162
การหายใจระดับเซลล์	168
กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้	183
บรรณานุกรณ์	184





หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

# บทนำเกี่ยวกับชีววิทยา

## แนวคิด

ชีววิทยาเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติ ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในด้านต่างๆ เช่น โครงสร้างของสิ่งมีชีวิต การทำงานของระบบต่างๆ ในสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการ อนุพันธุ์ร้าน และด้านอื่นๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ซึ่งในทางศึกษาทางชีววิทยา เรายังต้องคำนึงถึงจริยธรรม เช่น การใช้สัตว์ทดลองหรือสัตว์ป่าเพื่อการศึกษาที่ยังต้องมีเปิดมีปิดกันหมดในกระบวนการทดลอง ใช้สัตว์ทดลอง

## สาระการเรียนรู้

- สมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต และความลับที่ซ่อนอยู่ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตรอยู่ได้
- การระบุปัจจัย ความลับที่ซ่อนอยู่ในสิ่งมีชีวิต สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

## ผลการเรียนรู้

- เขียน และสรุปสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต และความลับที่ซ่อนอยู่ของการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตรอยู่ได้
- อธิบาย และบอกรความสำคัญของการระบุปัจจัย ความลับที่ซ่อนอยู่ในสิ่งมีชีวิต สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน รวมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

2

## สิ่งมีชีวิตคืออะไร

สิ่งมีชีวิต (organism) หมายถึง เขล็อกหรือกลุ่มเซลล์ที่มีการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นระบบและมีสมบัติพื้นฐานที่แตกต่างจากสิ่งไม่มีชีวิต

### 1. สิ่งมีชีวิตต้องการสารอาหารและพลังงาน

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วนต้องการสารอาหารและพลังงาน สำหรับประกอบกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต โดยเกณฑ์นี้เราสามารถแบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1 สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้ (autotroph) หมายถึง ผู้ผลิตในห่วงโซ่ออาหาร (producer) เช่น พืช สาหร่ายที่มีรากคัตถุคลอโรฟิลล์ แบคทีเรียบางชนิดที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) โดยการสร้างอาหารเองได้เกิดจากการนำพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานสะสมของเซลล์ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ ดังสมการ



ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้คือ น้ำตาลกลูโคส ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) ซึ่งจะถูกนำไปเป็นสารตั้งต้นในการผลิตพลังงาน (ATP) ให้แก่เซลล์ผ่านกระบวนการหายใจซึ่งเป็นอีกสมบัติหนึ่งของสิ่งมีชีวิต

1.2. สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ (heterotroph) หมายถึง สิ่งมีชีวิต ที่ต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเพื่อจะได้รับสารอาหาร และสร้างพลังงาน เช่น สัตว์ ไพรอกข้าว รา และแบคทีเรียบางชนิด โดยสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะเป็นผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ ในห่วงโซ่ออาหาร และได้รับสารอาหารผ่านการกินพืชหรือสัตว์



รูปที่ 1-1 แมวเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ตั้งต้น แมวจึงล่าสัตว์อื่นเพื่อจะได้รับสารอาหาร และสร้างพลังงานสำหรับประกอบกิจกรรมต่าง ๆ

## พืชกินสัตว์

อย่างที่ทราบกันดีว่า พืชเป็นผู้ผลิต ดังนั้น พืชย่อมถูกบริโภคเป็นลำดับแรกเสมอในห่วงโซ่ออาหาร อย่างก็ไรตาม พืชบางชนิดอาจเป็นผู้บริโภคด้วย หรือที่จะเรียกว่า “พืชกินสัตว์” (carnivorous plant) โดยจะมีวิวัฒนาการทางรูปร่างและองค์ประกอบที่อื้อต่อการดักจับสัตว์ขนาดเล็ก เช่น แมด แมงมุม แมลง ปั๊กจุบัน นก พฤกษาสตรด์ดันพับพืชกินสัตว์กว่า 625 ชนิดที่สามารถสร้างกับตัวรูปแบบต่าง ๆ เพื่อจับเหยื่อ สำหรับในประเทศไทยพืชกินสัตว์ที่เป็นที่รู้กันดีคือ **ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง**



รูปที่ 1-2 ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิงสามารถพบรได้ไม่ยากตามภูเขาริมแม่น้ำแม่ตระโขในเวลากลางวัน และมีอากาศหนาวเย็นในเวลากลางคืน เช่น อุทยานแห่งชาติภูกระดึง อ.เลย

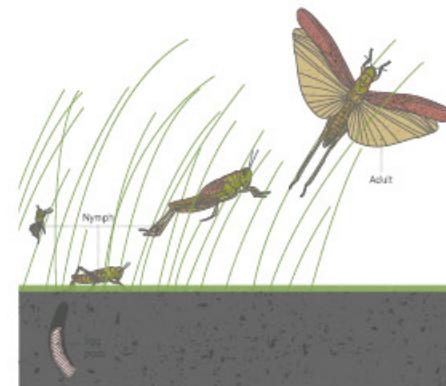
### 2. สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต

เมื่อสิ่งมีชีวิตได้รับสารอาหารและพลังงานระบบภายในของสิ่งมีชีวิตนั้นจะก่อให้เกิดการเพิ่มจำนวนของเซลล์ หรือที่จะเรียกว่า การเจริญเติบโต (growth) ขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีรูปแบบที่ต้องการเพิ่มขนาดของตัวเอง เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของอวัยวะ ความขับขึ้นขึ้นของระบบอวัยวะในตัว ซึ่งที่เกิดกระบวนการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะไปเป็นขั้น ๆ จากตัวอ่อนจนถึงตัวโตเต็มวัย หรือ เมแทมอร์ฟอฟิซ (metamorphosis) มี 3 รูปแบบ ได้แก่

4

1. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างทีลักษ์น้อย (gradual metamorphosis) ตัวอ่อน (nymph) จะมีลักษณะคล้ายกับตัวเต็มวัย (adult) ซึ่งประกอบไปด้วยโครงสร้างและพาราสไธพันธุ์ เช่น ปีก สี และอวัยวะสืบพันธุ์ ร Howe ที่จะเจริญเติบโต ในระยะต่อไป เช่น ตึกแคน แมลงสาบ และจั้งหวัด

### Life Cycle of a Locust



รูปที่ 1-3 วัฏจักรชีวิตของตึกแคน  
เริ่มจากตึกแคนวัยไข่ในพื้นดิน ตัวอ่อนจะค่อยๆ คลานออกจากพื้นดินโดยตึกแคนจะมีการลอกคราบอีกหลายครั้งกว่าจะเป็นตัวเต็มวัย

2. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete metamorphosis) ตัวอ่อน (nymph) จะมีรูปร่างแตกต่างจากตัวเต็มวัย (adult) โดยทั่วไปจะเกิดการเปลี่ยนแปลง 3 ระยะ ได้แก่ ไข่ (egg) ตัวอ่อน (nymph) และตัวเต็มวัย (adult) เช่น แมลงปอ ชีปะขาว และแมลงเกะดิน



รูปที่ 1-4 วัฏจักรชีวิตของแมลงปอ  
เริ่มจากแมลงปอวัยไข่ในแพลงน้ำจะออก  
จากน้ำเป็นตัวอ่อนค่อยๆ พัฒนาและเข้าสู่ช่วงเจ้าก้าว  
ลอกคราบกลายเป็นแมลงปอตัวเต็มวัย

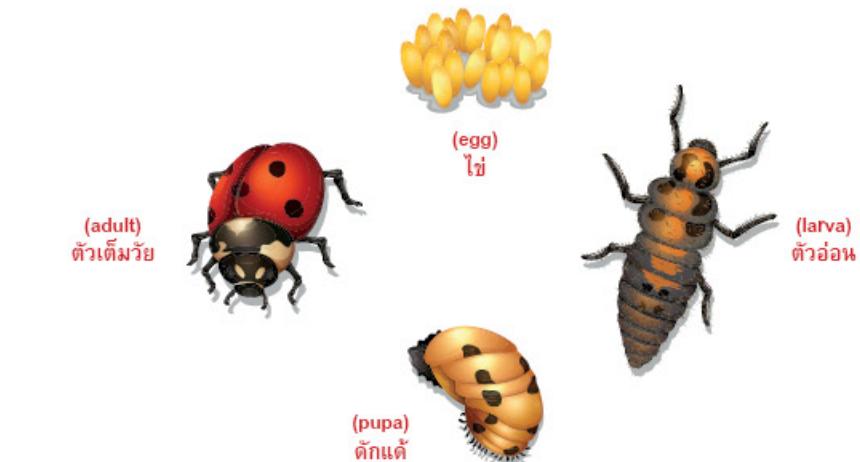
5

### เกร็ดความน่ารู้

แมลงปอ (dragonfly) ได้รับการยอมรับเป็นแมลงดัชนีชี้วัดคุณภาพอากาศและนำไปในบริเวณที่พับมันได้เนื่องจาก แมลงปอจะวางไข่ในแม่น้ำและบริเวณต้นกล้าต้องมีแมลงพันธุ์อื่นๆ อาศัยอยู่ อากาศปอรุ่งนั้นก็เรียบ  
จึงมักพบแมลงปอจำนวนมากบริเวณทุ่งหญ้าโล่งที่มีแมลงไฟอาศัยอยู่ ได้แก่ ไข่ (egg)



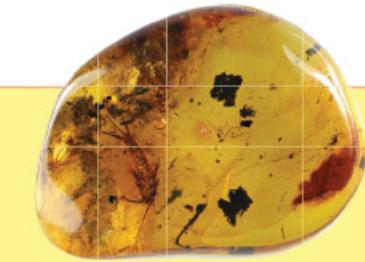
3. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) จะมีการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นขั้นๆ โดยมีการเปลี่ยนแปลงครบ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ไข่ (egg) ตัวอ่อน (larva) ตักแด้ (pupa) และตัวเต็มวัย (adult) เช่น ผีเสื้อ ยุง ผึ้ง เต่าทอง เป็นต้น



รูปที่ 1-5 วัฏจักรชีวิตของเต่าทอง

### เกร็ดวิทย์น่ารู้

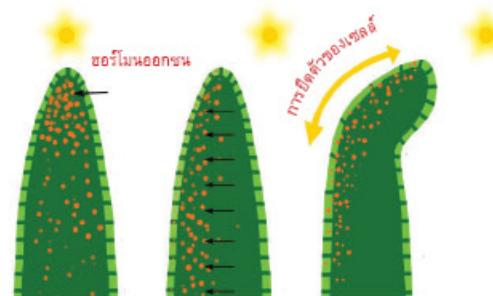
โลกที่มีความหลากหลายทางชีวภาพยังมีสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรุปร่าง (ametamorphosis) ด้วยกล่าวคือ ตัวอ่อนมีรูปร่างเหมือนกับตัวเต็มวัย เพียงแต่อวัยวะสืบพันธุ์จะบังเจริญไม่เต็มที่เท่านั้น เช่น ตัวสองฝั่ง ตัวสามฝั่ง แมลงทางด้าน เป็นต้น



รูปที่ 1-6 แมงสามฝั่ง (silverfish) เป็นแมลงดีก์ต่ำบาร์พ์ขนาดเล็กมาก สำคัญมีความรวดเร็ว เป็นแมลงที่หางเป็นเส้นยาว 3 เดือน แมงสามฝั่งไม่มีปีกนักเรียนพบเห็นแมงสามฝั่งได้ไม่ยากนัก ตามหนังสือเรียนหรือบริเวณที่มีน้ำแม่น้ำ

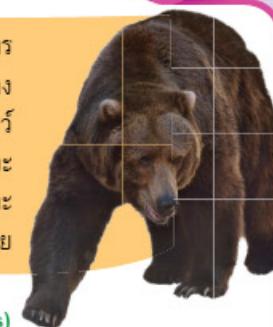
### 3. สิ่งมีชีวิตสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะมีการตอบสนองต่อ สิ่งเร้า (stimulus) ด้วยเหตุผลต่างๆ กัน เช่น เพื่อหาอาหารหรือหนีจากศัตรูหรือปั้นตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือปั้นสมดุลของร่างกาย เป็นต้น โดยสิ่งเร้าเป็นได้ทั้งปัจจัยภายนอกและภายในของสิ่งมีชีวิต จะเรียกการแสดงออกต่อสิ่งเร้าว่า การตอบสนอง (response) ซึ่งหมายความว่าสิ่งตอบสนองต่อสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อม เช่น ยอดอ่อนของพืชที่หันหน้าเข้าหาดวงอาทิตย์ เป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างหนึ่ง กล่าวคือ แสงจากดวงอาทิตย์ไปกระตุ้น ออร์โมนออกซิน (auxin) ที่กระจายตัวอยู่ในเซลล์ต้านที่ดินแสงน้อยกว่า ทำให้เซลล์บวมเรือนั้นมีการแบ่งเซลล์ (cell division) และมีการยืดตัวของเซลล์ (cell elongation) มากกว่าต้านที่ดินแสง ส่งผลให้ยอดอ่อนของพืชหันหน้าและโค้งเข้าหาแสง ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเช่นเดียวกันกับพืชหลาย ๆ ชนิด (รูปที่ 1-7)



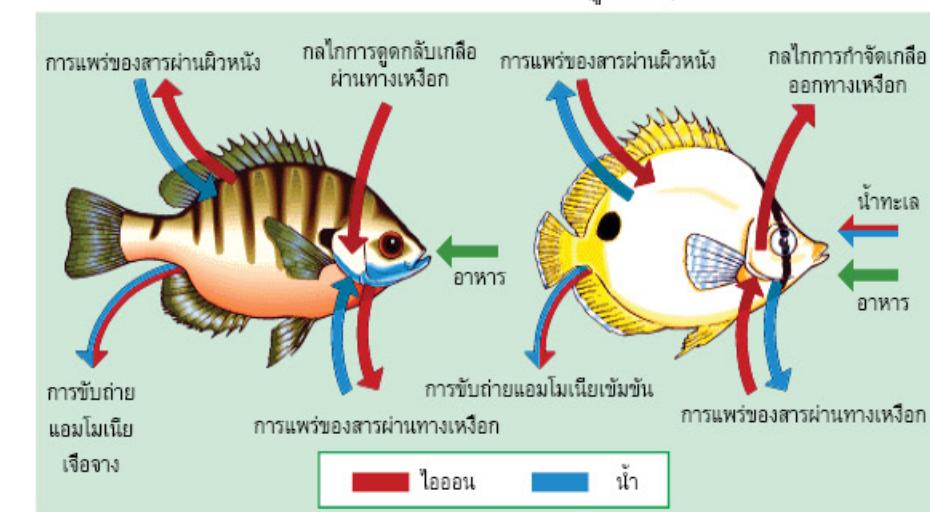
รูปที่ 1-7 ผลของออร์โมนออกซินต่อการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของลำต้นพืช ทำให้พืชเกิดการโค้งเข้าหาแสง

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิดที่อาศัยอยู่ในเขตหนาว เช่น หมีจะมีการ冬眠 (hibernation) โดยการลดการทำกิจกรรมต่างๆ ทำให้หายใจช้าลง อัตราการเต้นของหัวใจลดลง และเมแทบออลีซึมลดลง นอกจากนี้ในสัตว์น้ำบางชนิด เช่น ไวน้ำ จะสร้างไข่ระพัก (resting egg) ในช่วงที่สภาพไม่เหมาะสมโดยสร้างเมมเบรนห่อหุ้มไว เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ และป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับไข่ในช่วงที่ลิ่งแผลล้มไม่เหมาะสมอีกด้วย



### 4. สิ่งมีชีวิตมีการรักษาดุลยภาพของร่างกาย (homeostasis)

สิ่งมีชีวิตต้องรักษาดุลยภาพของร่างกาย เพื่อใหระบบภายในในร่างกายทำงานได้อย่างปกติ เช่น ปลาที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด จะมีการขับถ่ายปัสสาวะออกในรูปของแอนโนนิเมเนียและค่อนข้างเจือจาง เนื่องจากปลาที่อาศัยอยู่ในน้ำจืดมีความเข้มข้นของไอออนภายในเลือด เช่น  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  มากกว่าความเข้มข้นของน้ำ ดังนั้น น้ำออกโซมิส (osmosis) เข้าสู่ร่างกายของปลาได้ นอกจากนี้ ปลาบังได้รับน้ำจากภูมิอากาศที่อุ่นทำให้ปลาต้องมีวิธีรักษาดุลยภาพของน้ำและความเข้มข้นของเหลวในร่างกาย โดยการรับไฮอนของเกลือผ่านทางเหือก และขับถ่ายปัสสาวะออกในเพื่อกำจัดน้ำส่วนเกินในทางกลับกัน ปลาที่อาศัยอยู่ในน้ำเค็ม ซึ่งความเข้มข้นของไฮอนภายในเลือดต่ำกว่าความเข้มข้นของน้ำทะเล ดังนั้น น้ำจะออกโซมิสออกจากการดักปลาแทน ปลาทำให้สูญเสียน้ำผ่านทางผิวหนังและเหือก การขับถ่ายปัสสาวะที่มีความเข้มข้นของไฮอนสูงและมีน้ำปีศาจน้อย จึงเป็นการรักษาดุลยภาพของปลาได้ดีและยังเป็นการเพิ่มการขับเกลือออกจากการเหือกอีกด้วย (รูปที่ 1-8)



รูปที่ 1-8 การรักษาสมดุลของน้ำในปลาที่เค็มและปลาที่น้ำ

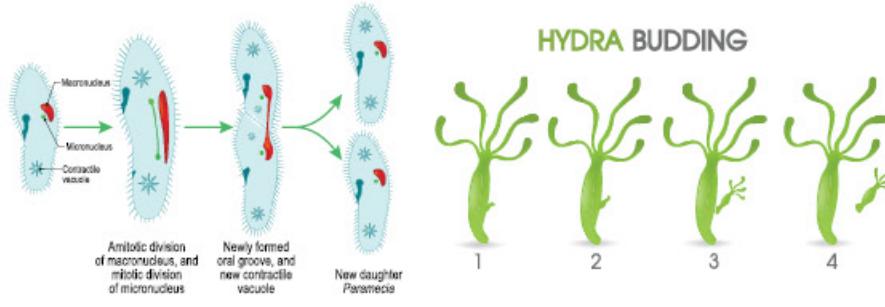
ไม่เพียงแต่สิ่งมีชีวิตที่มีรูปร่างขั้นตอนในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีการรักษาด้วยภาพด้วยเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น อะมีนา พารามีเซียม หากเรานำสัตว์เซลล์เดียวเหล่านี้ไปใส่ไว้ในสารละลายที่มีความเข้มข้น ต่ำกว่าในเซลล์ จะทำให้ คอนแทร็คติวัลส์ แคนติวูล (contractile vacuole) มีขนาดใหญ่ขึ้นและบีบตัว เพื่อขับให้ของเหลวส่วนเกินออกจากเซลล์

#### 5. สิ่งมีชีวิตมีการสืบพันธุ์

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีการสืบพันธุ์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้สามารถเพิ่ม จำนวนและดำรงเผ่าพันธุ์ไว้ได้ โดยเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพัฒนาการจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่ง เป็นต้นจะแบ่งการสืบพันธุ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) หมายถึง การสืบพันธุ์ที่มีการรวมกัน ของเซลล์สืบพันธุ์จากเพศผู้และเพศเมีย เกิดการปฏิสัมරริดเป็นไข่ตัว (zygote) และเจริญเป็น เอ็มบริโอ (embryo) และตัวเต็มวัย (adult)

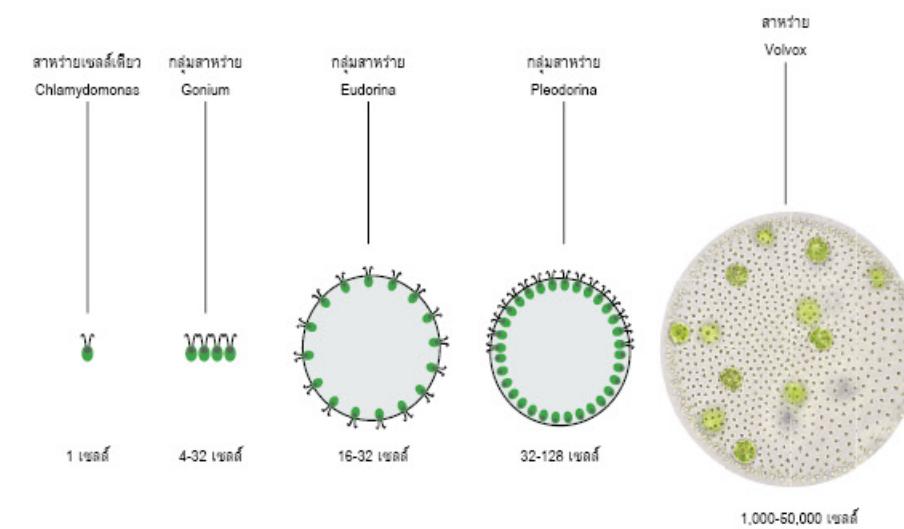
2. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) หมายถึง การดำรงเผ่าพันธุ์โดยไม่ ต้องอาศัยเซลล์สืบพันธุ์ เช่น การแตกหัน (budding) การแบ่งตัว (fission) พาร์ติโโนเจนเนชัน (parthenogenesis) การสร้างสปอร์ต เป็นต้น (รูปที่ 1-9)



รูปที่ 1-9 ตัวอย่างการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

#### 6. สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวทางวิวัฒนาการ

สิ่งมีชีวิตที่เราเห็นในปัจจุบันนี้ล้วนเป็นผลที่เกิดมาจากการปรับตัวทางวิวัฒนาการ หากเรามองย้อนกลับไปใน ช่วงแรกที่เริ่มมีสิ่งมีชีวิตบนโลกจะพบว่าสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว (unicellular organism) ที่สามารถรับอาหารโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ นอกจากนี้ยังสร้างออกซิเจนให้แก่ระบบเดียว ผิวโลกทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดสิ่งมีชีวิตอื่น อย่างไรก็ตาม สิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ อย่างต่อไปเป็นไป เช่น ทฤษฎีการเกิดสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ (multicellular organism) มีบางสมัยรุ่น ก่อตัวสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวเข้าไปอาศัยอยู่ในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวอีก ชนิดหนึ่ง หรือบางสมัยรุ่นก่อตัวสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เกิดจากการรวมกลุ่มกันของสิ่งมีชีวิตเซลล์ เดียวชนิดเดียวกัน จากนั้นจึงเกิดการแบ่งหน้าที่ของแต่ละกลุ่มเซลล์และทำงานประสานกันโดยเป็น สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่



รูป 1-10 การเกิดสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่จารชนวิวัฒนาการของสาหร่ายอันดับ Volvocales

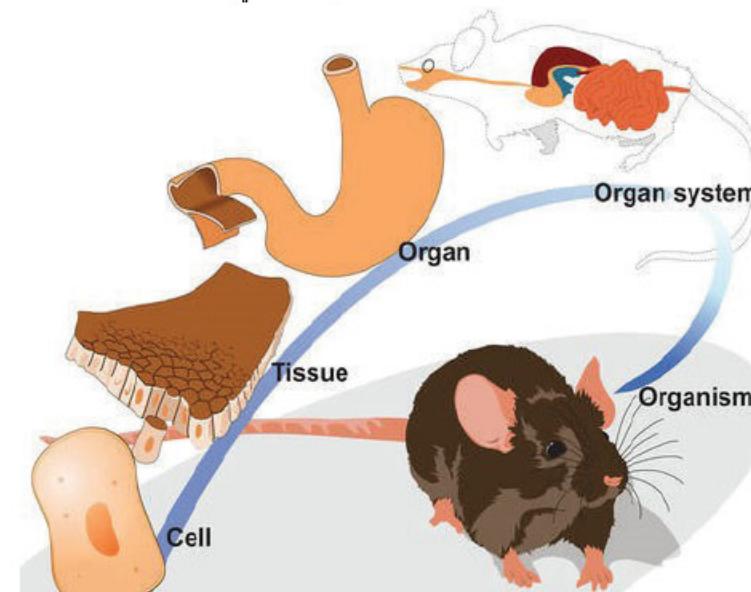
จากรูปเป็นการเสนอแนวคิดตามทฤษฎีการเกิดสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ของสาหร่ายเซลล์เดียว (unicellular) ที่ต่ออยู่กับวิวัฒนาการไปสู่หลายเซลล์ (multicellular) ภายในตระกูลหรืออันดับเดียวกัน เริ่มจาก เซลล์เดียวที่วิวัฒนาการไปสู่การรวมตัวกันหากอาหารเป็นกลุ่ม (หรือที่จะเรียกว่า โคโลนี) และต่อมา เชื่อมโยงกันระหว่างเซลล์โดยหลังเมือกหรือสารเคลือบเซลล์ (extracellular matrix; ECM) ทำให้เกิดรูป ร่างของกลุ่มชั้ดเจนขึ้น จากนั้น เมือกกลุ่มมีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น Pleodorina จะเริ่มแบ่งหน้าที่กันภายใน

10

กลุ่ม โดยพบเซลล์ต่างขนาดกันทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ (anisogamy) และเมื่อเซลล์มีการรวมกลุ่มกันที่ใหญ่ขึ้นไปอีกเช่นสาหร่าย Volvox จะวิวัฒนาการสามารถพับเซลล์ไว้ (egg) และเซลล์สเปร์ม (sperm) ที่ชัดเจน แต่ละเซลล์มีขนาดและหน้าที่ต่างกัน

#### ๗. สิ่งมีชีวิตมีการจัดระบบและมีการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่าง ๆ

การจัดระบบในสิ่งมีชีวิตเดิมจากหน่วยเล็กไปหน่วยใหญ่ (organization) ได้แก่ เซลล์ (cell) เนื้อเยื่อ (tissue) อวัยวะ (organ) ระบบอวัยวะ (organ system) และสิ่งมีชีวิต (organism) ตามลำดับ โดยเซลล์หล่ายเซลล์ทำงานประสานกันเป็นเนื้อเยื่อและเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ รวมกันกลับเป็นอวัยวะ หล่ายอวัยวะทำหน้าที่ประสานกันเป็นระบบจะเรียกว่า ระบบอวัยวะ และแต่ละระบบอวัยวะซึ่งทำงานร่วมกันรวมตัวกันเป็นสิ่งมีชีวิต (รูปที่ 1-11)

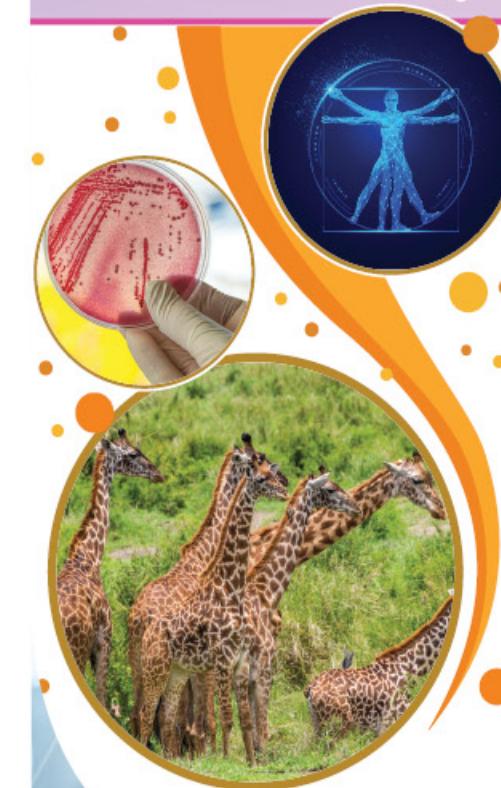


รูปที่ 1-11 การจัดระบบของสิ่งมีชีวิต

11

#### ชีววิทยาคืออะไร

ชีววิทยา (Biology) คือ ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับชีวิตและสิ่งมีชีวิต แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติ เพราะคำว่าชีววิทยามาจากคำว่า ชีวะ (bios ในภาษากรีก หมายถึง ชีวิต) และ วิทยา (logos ในภาษากรีก หมายถึง วิชาหรือการศึกษาอย่างมีเหตุผล) ชีววิทยาสามารถแบ่งออกเป็นสาขาอยู่ๆ มากมาย เช่น 1. สัตววิทยา (Zoology) 2. พฤกษศาสตร์ (Botany) 3. จุลชีววิทยา (Microbiology) 4. สรีรวิทยา (Physiology) 5. กายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) 6. นิเวศวิทยา (Ecology) 7. พันธุศาสตร์ (Genetics) 8. แบคทีเรียวิทยา (Bacteriology) 9. ชีวเคมี (Biochemistry) เป็นต้น ซึ่งสาขาวิชาเหล่านี้ เป็นผลจากการศึกษาด้านวิเคราะห์และประมวลความรู้ของนักชีววิทยาในอดีตจนถึงปัจจุบัน บางทฤษฎีอาจถูกทิ้งล้างด้วยทฤษฎีที่ค้นคว้าขึ้นมาใหม่ ดังนั้นความรู้ทางชีววิทยาจึงมีความทันสมัยและไม่หยุด停



รูปที่ 1-7 ตัวอย่างสาขาของชีววิทยา



### ชีววิทยากับการดำเนินชีวิต

ชีววิทยามีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทุกคน เพราะเป็นองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับระบบการทำงานของสิ่งมีชีวิตที่ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน

การประกอบอาชีพ การดูแลสุขภาพ การเรียนรู้และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น เกษตรกรรมต้องการเพิ่มปริมาณผลผลิตของข้าวที่ปลูก นักวิชาการเกษตรต้องใช้ความรู้ด้านชีววิทยาคิดค้นหาวิธีการเพิ่มผลผลิตโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนได้เวิร์กิร์ที่เหมาะสม แล้วจึงนำไปเผยแพร่ความรู้ให้แก่เกษตรกร ทำให้เกิดการผลิตข้าวได้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

นอกจากนี้การศึกษาโครงสร้าง วงจรชีวิต พฤติกรรม ระบบการทำงานของสิ่งมีชีวิตยังมีประโยชน์ต่อการศึกษาทางชีววิทยาในด้านอื่นๆ เช่น การพัฒนาบริการผลิตยา โดยใช้เทคโนโลยีตัดต่อพันธุกรรมแบบที่เรียกว่า CRISPR การผลิตยาสมุนไพร หรือการใช้ด้านงานวิจัยเกี่ยวกับอ่อน化ในพืช เช่น อินซูลิน (insulin) ใช้ในการรักษาโรคเบาหวาน ไกรอฟอร์มิน (growth hormone) ใช้ในการรักษาเด็กที่เตี้ยกว่าปกติ ทั้งนี้รวมถึงการตัดแปลงพันธุกรรมพืช เพื่อด้านงานต่อศัตรูพืช เช่น ข้าวโพดบีท (Bt corn) และฝ้ายบีท (Bt cotton) ทำให้สามารถด้านงานหนองและแมลงได้ เป็นต้น อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีทางชีวะยังเป็นประโยชน์ในการเพิ่มความสมัยที่มีอยู่ต่อ

การพัฒนาภารกิจดัดตัวพืชเป็นอิสระตัวอย่างหนึ่งที่เป็นประโยชน์ในด้านนี้ เช่น ยาฆ่าแมลงต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการกำจัดแมลงได้ กลไกการทำงาน ความจำเพาะต่อตัวพืช รวมถึงระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวหลังจัดสาร โดยที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นอิสระหนึ่งเทคโนโลยีที่มีความสำคัญในการขยายพันธุ์และอนุรักษ์พันธุ์พืชที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ อีกทั้งยังสามารถเพิ่มปริมาณต้นกล้าอ่อนของพืชที่มีความต่ำต้นทางเศรษฐกิจได้ปริมาณมาก ทั้งยังสามารถรักษาพันธุกรรมที่เหมาะสมไว้ได้ ส่วนในสัตว์มีการวิจัยเกี่ยวกับการโคลนนิ่ง (cloning) ซึ่งทำได้สำเร็จในกลุ่มสัตว์เลี้ยงสัตว์ด้วยน้ำนม เช่น แกะ วัว เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบัน ก็ยังคงมีประโยชน์ต่อพัฒนาชีววิจารณ์เกี่ยวกับการโคลนนิ่งมนุษย์ เพื่อนำอวัยวะมาปลูกถ่ายให้แก่ผู้ป่วย เพื่อการศึกษานี้ก็ควรต้องคำนึงถึงชีวจริยธรรม (bioethics) ด้วยเช่นเดียวกัน เนื่องจากการโคลนนิ่งมนุษย์ ถึงแม้ว่าเป็นระดับเอ็มบิริโอ (embryo) แต่ก็ถือว่าเป็นเอ็มบิริโอของมนุษย์ ซึ่งอาจจะขัดต่อหลักการทางศาสนา ทางกฎหมาย และทั้งยังต้องคำนึงถึงความเสี่ยงของยืนที่มีความผิดปกติและกระบวนการทดลองต่างๆ ที่อาจทำให้เกิดการกลายพันธุ์ หรือที่เรียกว่ามิวตेशัน (mutation) อีกด้วย



### ชีวจริยธรรม (bioethics)

การศึกษาทางชีววิทยา เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจส่งผลต่อการดำเนินชีวิตของสิ่งมีชีวิตโดยตรง ดังนั้น นักชีววิทยาจะต้องคำนึงถึง ชีวจริยธรรม และจรรยาบรรณในการใช้สัตว์ทดลอง ในปัจจุบันมีการอุกฤษณาประชาชบดีสัตว์ เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558 ได้ก้าวสู่จุดนิยามของสัตว์ ซึ่งหมายความรวมไปถึงดัวอ่อน และเซลล์ของสัตว์ด้วย นอกจากนั้นนักชีววิทยาต้องยึดหลักจรรยาบรรณการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ โดยต้องระหันกึ่งคุณค่าของชีวิตสัตว์ เนื่องจากสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตเช่นเดียวกับมนุษย์ ดังนั้นจึงต้องใช้สัตว์จำนวนน้อยที่สุด ส่วนการใช้สัตว์ป่าต้องไม่ขัดกับกฎหมายและนโยบายการอนุรักษ์สัตว์ป่า อีกทั้งในการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ เราจะต้องบันทึกข้อมูล การปฏิบัติต่อสัตว์ไว้เป็นหลักฐานอย่างครบถ้วน หากสามารถใช้ชิ้นในงานศึกษาได้ เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ในการคาดการณ์ผลการทดลอง ก็ควรเลือกใช้วิธีดังกล่าว เพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดการใช้สัตว์ทดลอง

#### เกร็งศิวิทย์น่าคิด

พระราชบัญญัติสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558 ได้แบ่งสัตว์ออกเป็น 3 ประเภท ตามการเลี้ยง สุขภาพ และพันธุกรรมได้แก่

1. สัตว์จากธรรมชาติ (wildlife) คือ สัตว์ที่เจริญเติบโต สืบสายพันธุ์และขยายพันธุ์ตามธรรมชาติ พันธุกรรมไม่คงที่ และสุขภาพไม่แน่นอน

2. สัตว์เลี้ยง (domestic animal) คือ สัตว์ที่ถูกเลี้ยงให้เจริญเติบโต สืบสายพันธุ์และขยายพันธุ์ ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายของผู้เลี้ยง พันธุกรรมไม่คงที่ และสุขภาพไม่แน่นอน

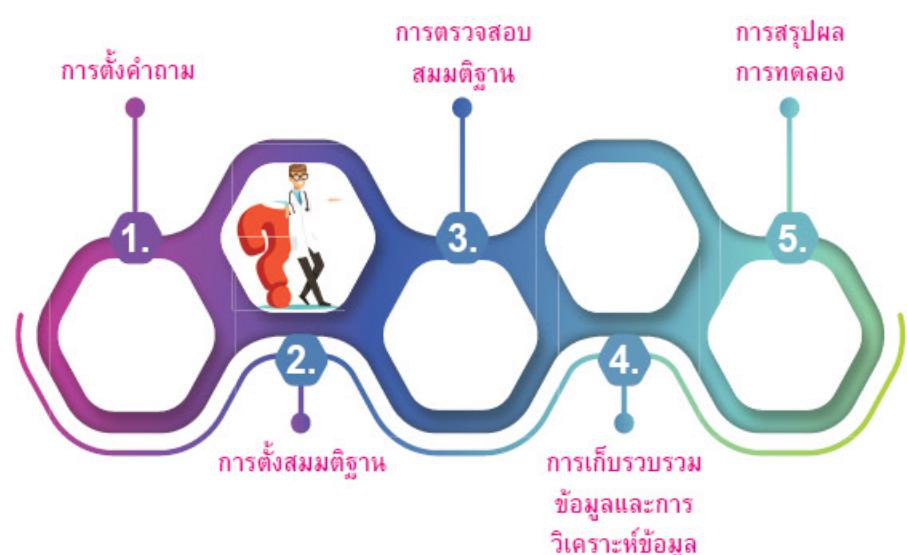
3. สัตว์ทดลอง (laboratory animal) คือ สัตว์ที่ถูกเลี้ยงให้เจริญเติบโต สืบสายพันธุ์และขยายพันธุ์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ในพื้นที่ที่จำกัด ด้วยวิธีการที่นำไปสู่ความคงที่ทางพันธุกรรมและความมีสุขภาพที่ดีของสัตว์



## การศึกษาทางชีววิทยา

จากที่กล่าวมาข้างต้นแล้วว่า การศึกษาทางชีววิทยาจะต้องมีเดลลักรการทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต ดังนั้น ทักษะสำคัญที่นักชีววิทยาควรจะมี เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ คือ การซ่างสังเกตและการรู้จักตึ้งคำถาม ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของ คำถามทางชีววิทยา เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ และอธิบายสาเหตุของปัญหาดังกล่าว

ขั้นตอนในการศึกษาทางชีววิทยาแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่



## 1. การตั้งคำถาม

การสังเกตประพฤติการณ์ต่างๆ และการตั้งค่าความจากข้อสังเกตที่เกิดขึ้น เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการศึกษาทางชีววิทยา เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษา การตั้งค่าความที่ดีต้องอาศัยความรู้และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อที่ว่าเมื่อทำการทดลองแล้วจะได้ข้อมูลที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ หรือแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ



### ตัวอย่างคำถกทางชีววิทยา

1. อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาทางนกคูงหรือไม่
  2. สารทรายในโอดิกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียในลำไส้ของหนูถูกจักรหรือไม่
  3. ความเข้มแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทรายหรือไม่
  4. ความเข้มข้นของไขเดิมคลอไรด์มีผลต่อความหนาแน่นของประชากรพารามีเซียมหรือไม่

## 2. การตั้งสมมติฐาน

เมื่อเราตั้งค่าตามแล้ว เราต้องใช้ความรู้ และความคิดสร้างสรรค์ พยายามคิดหาค่า ตอบที่เป็นไปได้ หรือสมมติฐาน (hypothesis) ซึ่งสมมติฐานที่ตั้งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ นอกจากนั้น ในแต่ละการทดลองอาจมีสมมติฐานที่มากกว่า 1 สมมติฐานได้ ขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละ คน โดยทั่วไปสมมติฐานมักใช้คำว่า “ถ้า..... ดังนั้น.....”



## ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน

1. ถ้าอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาทางนกยูง ดังนั้น ปลาทางนกยูงที่เลี้ยงในอุณหภูมิสูงจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าการเลี้ยงในอุณหภูมิต่ำ
  2. ถ้าสารพาร์วีโน่โดยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแบบที่เรียกในลักษณะของหนูนิมจักร ดังนั้น หนูนิมจักรที่ได้รับสารพาร์วีโน่โดยที่จะมีปริมาณของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่าหนูนิมจักรที่ไม่ได้รับสารพาร์วีโน่โดยทิก
  3. ถ้าความเข้มแสงมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในหญ้าทั่วไป ดังนั้น คลอโรฟิลล์ในหญ้าทั่วไปที่อยู่บริเวณที่มีความเข้มแสงสูงกว่าจะมีความยาวมากกว่าบริเวณที่มีความเข้มแสงต่ำกว่า
  4. ถ้าความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อความหนาแน่นของพาราเมชีเรียม ดังนั้น พาราเมชีเรียมจะมีความหนาแน่นต่ำลง เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์สูงขึ้น

### 3. การตรวจสอบสมมติฐาน

ในการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ เราสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสังเกต การทดลอง การสำรวจ เป็นต้น โดยการเลือกใช้วิธีตรวจสอบสมมติฐานจะขึ้นอยู่กับลักษณะของสมมติฐาน ซึ่ง การสังเกตและการสำรวจ นักเป็นการศึกษาตัวอย่างในชุมชนชาติที่มีปัจจัยล้วนล้อมหลาอย่างเข้ามา ก็เช่น สำรวจการทดลองมีทั้งที่เป็นการศึกษาตัวอย่างในชุมชนชาติและในห้องปฏิบัติการ ซึ่งการทดลองในห้องปฏิบัติการมีข้อดีที่สามารถควบคุมตัวแปรต่างๆได้ จึงทำให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

#### ตัวอย่าง

เราตั้งสมมติฐานว่า “อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหางนกยูง ดังนั้น ปลาหางนกยูงที่เลี้ยงในอุณหภูมิสูงจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าการเลี้ยงในอุณหภูมิต่ำ” ก่อนการทดลองเราจะต้องไปค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิที่ส่งผลต่อปลา เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านี้ มาวางแผนการทดลองก่อนเริ่มการทดลอง โดยกำหนดตัวแปรต่างๆ ได้แก่ 1. **ตัวแปรต้น** คือ ปัจจัยที่เราต้องการศึกษา 2. **ตัวแปรตาม** คือ ปัจจัยที่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไป และ 3. **ตัวแปรควบคุม** คือ ปัจจัยที่ต้องควบคุมให้เท่ากันในทุกชุดการทดลอง



นอกจากนี้อีกสิ่งหนึ่งที่เราต้องหลีกเลี่ยงในการทดลองคือ **การทำซ้ำเทียม** หรือ **pseudoreplication** เช่น ในการทดลองเกี่ยวกับพืชกำหนดให้เพาะต้นกล้า 10 ต้น ดังนี้นั่นเพื่อให้ผลทดลองเป็นอิสระต่อภัณฑ์เรียนต้องใช้กระถาง 10 กระถาง เพราะถ้าหากนักเรียนเพาะต้นกล้า 10 ต้นรวมอยู่ในกระถางเดียวจะถือว่าไม่สามารถวัดหรือควบคุมปัจจัยของแต่ละต้นให้แตกต่างกันได้



### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อวางแผนการทดลองและดำเนินการทดลองไปตามแผนการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล คือเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้อย่างน่าเชื่อถือ การเก็บรวบรวมอาจทำได้โดยการสังเกตด้วยตาเปล่า หรือการใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีเข้ามาร่วมในการเก็บข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้วิธีทางสถิติ นอกจากนี้เราจะต้องค้นคว้าหาหลักฐานจากการวิจัยก่อนหน้านี้เพื่อมาสนับสนุนและอธิบายผลการทดลองที่ได้ หรืออาจเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลการทดลองของเรากับงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้านี้ก็ได้

#### ตัวอย่างการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อการทดลอง : การศึกษาอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหางนกยูง ตารางแสดงความยาวของลำตัวปลาหางนกยูงในวันที่ 14 เมื่อเลี้ยงในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

ตัวที่	ความยาวลำตัวของปลาหางนกยูง (เซนติเมตร)		
	อุณหภูมิ 23°C	อุณหภูมิ 28°C	อุณหภูมิ 33°C
1	1.5	2.0	1.3
2	1.6	1.8	1.4
3	1.8	1.9	1.2
4	1.7	1.9	1.3
5	1.6	2.1	1.4
ค่าเฉลี่ย	1.6	1.9	1.3

### 5. การสรุปผลการทดลอง

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ เมื่อนำไปผ่านการวิเคราะห์ ข้อมูลและเปรียบเทียบทางสถิติแล้ว เราจะสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานของเราหรือไม่





## กิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการ

### การทดลองเรื่อง

ผลของสารละลายน้ำเดย์มคลอไรด์ (NaCl) ต่อการอกรของรากหอย

### อุปกรณ์

- บีกเกอร์ขนาด 50 และ 100 มิลลิลิตร
- กระบอกดูด

### วัสดุและสารเคมี

- เกลือแกง หรือ โซเดียมคลอไรด์
- น้ำกลัน
- หอนแมง

### วิธีการ

- เตรียมสารละลายน้ำเดย์มคลอไรด์ความเข้มข้น 1, 2 และ 3 กรัมต่อลิตร โดยซึ่งเกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์ปริมาณ 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัม ตามลำดับ และนำสารละลายน้ำกลันปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- วางหัวหอยในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ที่บรรจุน้ำกลัน และสารละลายน้ำเดย์มคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร โดยทำการทดลองก่อนละ 3 ขั้น
- ออกแบบตารางผลการทดลอง เพื่อบันทึกจำนวนและความยาวรากหอย
- นับจำนวนและวัดความยาวรากหอยทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน
- คำนวณหาค่าเฉลี่ยของจำนวนและความยาวรากหอยในแต่ละกลุ่มจากนั้นวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง



## คำถatementท้ายกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการ

- จากการทดลองนี้ ด้วยประดั้น ด้วยประดาน ด้วยประดานคุณ ตีอ่าไว นักเรียนจะตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ว่าอย่างไร
- ค่าเฉลี่ยของจำนวนและความยาวรากหอยในแต่ละกลุ่ม เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร



## สร้างสรรค์ผลงาน

ให้นักเรียนตั้งคำถatementเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทางชีวะในสิ่งมีชีวิต และเขียนแผนผังความคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการที่ศึกษาทางชีววิทยา เพื่อหาค่าตอบของคำถatementดังกล่าว



## สรุปสาระสำคัญท้ายหน่วยการเรียนรู้

- คุณสมบัติของสิ่งมีชีวิต ได้แก่
  - สิ่งมีชีวิตต้องการอาหารและพลังงาน
  - สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต
  - สิ่งมีชีวิตสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้
  - สิ่งมีชีวิตมีการรักษาดุลยภาพของร่างกาย
  - สิ่งมีชีวิตมีการสืบพันธุ์
  - สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวทางวิวัฒนาการ
  - สิ่งมีชีวิตมีการจัดระบบและมีการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่างๆ

2. ชีววิทยา คือ ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 2.1. การตั้งคำถาม
- 2.2. การตั้งสมมติฐาน
- 2.3. การตรวจสอบสมมติฐาน
- 2.4. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
- 2.5. การสรุปผลการทดลอง

3. ชีววิทยาเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินชีวิตของมนุษย์ไม่ใช่เป็นการพัฒนาฯและเทคโนโลยีทางการแพทย์ การเพิ่มผลผลิตของอาหาร รวมถึงความรู้ดังๆเกี่ยวกับร่างกายของตนเองและการอภิบายประภูมิการณ์ที่เกิดขึ้นทางธรรมชาติ ในการศึกษาทางชีววิทยานั้นเราต้องคำนึงถึงชีวิชธรรม และระหว่างนั้นถึงคุณค่าของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด



#### กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

1. จากการทดลองนี้ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม คืออะไร
2. นักเรียนจะตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ว่าอย่างไร
3. ค่าเฉลี่ยของจำนวนและความยาวรากหอยในแต่ละกลุ่ม เมื่อนหัวอัดก่อตัวกันอย่างไร เพราะเหตุใด
4. นักเรียนสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร