สารบัญ

1. เราจะศึกษาชีววิทยากันอย่างไร (How to Study Biology)

1.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) 08
1.2 กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) 10

2. หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต (Unit of Organism)

2.1 การค้นพบเซลล์ (Cell Discovery) 14
2.2 ขนาดของเซลล์ (Size of Cell) 14
2.3 ประเภทของเซลล์ (Type of Cell) 15
2.4 โครงสร้างของเซลล์ (Cell Structure) 16
2.5 การแบ่งเซลล์ (Cell Division) 26
2.6 การลำเลียงสารผ่านเซลล์ (Membrane Transport) 30

3. โลกของพืช (Plant World)

3.1 เนื้อเยื่อลำเลียงของพืช (Vascular Tissue) 35
3.2 การลำเลียงน้ำของพืช (Water Transport) 37
3.3 การลำเลียงแร่ธาตุของพืช (Mineral Transport) 39
3.4 การลำเลียงอาหารของพืช (Food Transport) 41
3.5 การคายน้ำของพืช (Transpiration) 41
3.6 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) 42
3.7 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก (Sexual Reproduction of Flowering Plant) 45
3.8 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืช (Asexual Reproduction of Plant) 48
3.9 ผล (Fruit) 49
3.10 เมล็ด (Seed) 50
3.11 เปรียบเทียบลักษณะพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ (Comparison of Monocot and Dicot) 52

3.12 ฮอร์โมนพืช (Plant Hormone) 53
3.13 การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช (Plant Response) 54

4. สารอาหาร (Nutrient)
4.1 คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) 56
4.2 โปรตีน (Protein) 60
4.3 ไขมัน (Lipid) 64
4.4 วิตามิน (Vitamin) 67
4.5 แร่ธาตุ (Mineral) 70

5. ระบบร่างกายมนุษย์ (Human Body Systems)
5.1 ระบบประสาท (Nervous System) 73
5.2 ระบบหายใจ (Respiratory System) 85
5.3 ระบบหมุนเวียนเลือด (Circulatory System) 88
5.4 ระบบน้ำเหลืองและภูมิคุ้มกัน (Lymphatic and Immune System) 93
5.5 ระบบโครงกระดูกและกล้ามเนื้อ (Skeletal and Muscular System) 96
5.6 ระบบย่อยอาหาร (Digestive System) 98
5.7 ระบบขับถ่ายปัสสาวะ (Urinary System) 104
5.8 ระบบสืบพันธุ์ (Reproductive System) 105

6. พฤติกรรมสัตว์ (Animal Behavior)
6.1 พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (Innate Behavior) 112
6.2 พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ (Learning Behavior) 113
6.3 พฤติกรรมทางสังคม (Social Behavior) 116

7. พันธุศาสตร์เบื้องต้น (Basic Genetics)

7.1 คำศัพท์ทางพันธุศาสตร์ (Term of Genetics) 118
7.2 กรดนิวคลีอิก (Nucleic Acid) 120
7.3 กฎของเมนเดล (Mendel's Laws) 121
7.4 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแบบเด่นสมบูรณ์ (Complete Dominance) 124
7.5 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแบบเด่นไม่สมบูรณ์ (Incomplete Dominance) 125
7.6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแบบเด่นร่วมกัน (Codominance) 126
7.7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแบบผสมหลายลักษณะ (Polyhybrid Cross) 128
7.8 มัลติเปิลแอลลีล (Multiple Alleles) 129
7.9 พอลิยีน (Polygene) 129
7.10 โรคทางพันธุกรรม (Genetic Disease) 129
7.11 พงศาวลี (Pedigree) 132

8. ระบบนิเวศ (Ecology System)

8.1 ประเภทของระบบนิเวศ (Type of Ecosystem) 134
8.2 องค์ประกอบของระบบนิเวศ (Ecosystem Component) 134
8.3 ห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) 136
8.4 สายใยอาหาร (Food Web) 136
8.5 พีระมิดทางนิเวศวิทยา (Ecological Pyramid) 137
8.6 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต (Organism Relationship) 138
8.7 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ (Ecological Succession) 139
8.8 วัฏจักรของสาร (Matter Cycling) 140

บทที่ 1

เราจะศึกษาชีววิทยากันอย่างไร

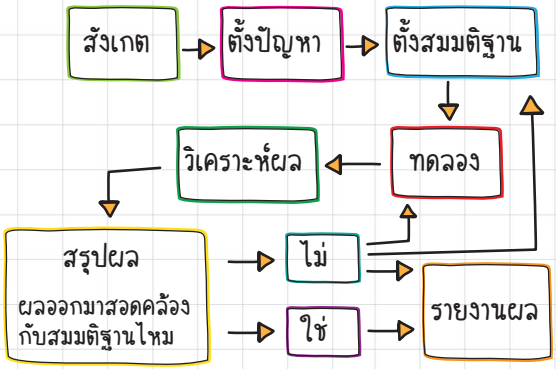
HOW TO STUDY BIOLOGY

- วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)
- กล้องจุลทรรศน์ (Microscope)

□□□□□□□□□_1,2,3.indd 7 8/31/17 3:33 PM

1.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

การจะเรียนวิชาชีววิทยาหรือวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ เราจำเป็นต้องรู้จักวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาหาความรู้ต่างๆ กันก่อน วิธีที่ว่ามีขั้นตอนดังนี้



1) การตั้งปัญหา (Problem)

- ปัญหาเกิดขึ้นจากการสังเกต (Observation) ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการค้นพบทางวิทยาศาสตร์
- ต้องไม่ใส่ความคิดเห็นของตัวเองลงไปในปัญหา
- การตั้งปัญหาจะต้องกำหนดชัดเจน มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมและข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

ตัวอย่าง

การกินวิตามินซีจะช่วยให้เราไม่เป็นโรคเลือดออกตามไรฟันได้หรือไม่?

2) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis)

- สมมติฐาน คือ การคาดเดาหรือทำนายคำตอบของปัญหา (ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้)
- สมมติฐานที่ดีจะต้องสัมพันธ์กับปัญหา เข้าใจง่าย มีขอบเขตที่ชัดเจน และสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบได้
- เรานิยมเขียนสมมติฐานในรูป "ถ้า...(ตัวแปรต้น)...ดังนั้น...(ตัวแปรตาม)..."

ตัวอย่าง

ถ้าวิตามินซีมีผลต่อโรคเลือดออกตามไรฟัน ดังนั้น การกินวิตามินซีก็น่าจะช่วยให้ไม่เป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน

3) การทดลอง (Experiment)

เป็นวิธีที่นิยมและมีความน่าเชื่อถือมากที่สุดในการตรวจสอบสมมติฐาน* ซึ่งจะต้องมีการกำหนดตัวแปร (Variable) ต่างๆ ดังนี้

1) ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ ตัวแปรที่เราสนใจศึกษา

ตัวอย่าง วิตามินซี

2) ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ผลที่เกิดจากการทดลองของตัวแปรต้น

ตัวอย่าง การเป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน

□□□□□□□□□_1,2,3.indd 8 8/31/17 3:33 PM

3) ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) คือ ตัวแปรอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการทดลอง ซึ่งเราต้องควบคุมให้เหมือนกันทั้งในกลุ่มทดลอง (Experimental Group) และกลุ่มควบคุม (Controlled Group)**

ตัวอย่าง

อายุของผู้เข้าทดลอง การรับประทานอาหารอื่นๆ อุณหภูมิและสภาพแวดล้อมต่างๆ

*วิธีตรวจสอบสมมติฐานอื่นๆ เช่น การสำรวจข้อมูล การตอบแบบสอบถาม แต่วิธีนวกนี้มักจะใช้กับการวิจัยทางสังคมศาสตร์มากกว่า สำหรับทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีการทดลองเพื่อความน่าเชื่อถือ

**กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจะต่างกันที่การได้รับตัวแปรต้น เพราะฉะนั้น กลุ่มทดลองจะได้วิตามินซี ส่วนกลุ่มควบคุมจะไม่ได้วิตามินซี แต่จะได้อย่างอื่นเหมือนกลุ่มทดลองทั้งหมด เรามีกลุ่มควบคุมไว้เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของการทดลอง

4) การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง (Analysis and Conclusion)

- ต้องสรุปให้สอดคล้องกับปัญหา และไม่เกินขอบเขตของปัญหาและผลการทดลองที่ได้

ตัวอย่าง

ผลการทดลอง = คนในกลุ่มทดลองที่กินวิตามินซีไม่เป็นโรคเลือดออกตามไรฟัน

สรุปผลการทดลอง = วิตามินซีสามารถป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟันได้

- **ทฤษฎี (Theory)** คือ สมมติฐานที่ผ่านการทดลองหลายครั้งหลายหนแล้วให้ผลเหมือนเดิม เราสามารถล้มล้างทฤษฎีได้ ถ้ามีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นๆ มาอธิบาย
- **กฎ (Law)** คือ หลักแห่งความจริงตามธรรมชาติ ไม่สามารถล้มล้างได้

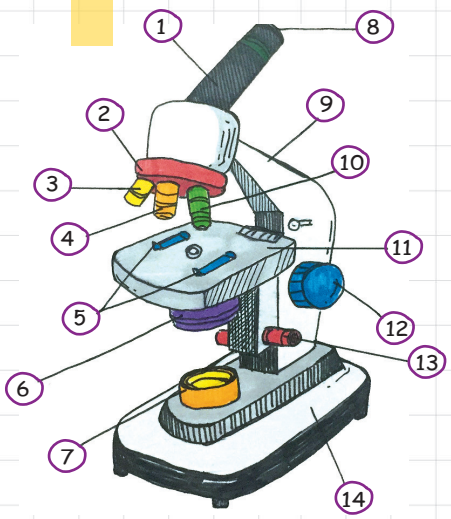
MEMO

□□□□□□□□□_1,2,3.indd 9 8/31/17 3:33 PM

1.2 กล้องจุลทรรศน์ (Microscope)

กล้องจุลทรรศน์เป็นอุปกรณ์สำคัญที่นักชีววิทยาใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

1) ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์



กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

1. ลำกล้อง
2. จานหมุนเลนส์
3. เลนส์ใกล้วัตถุ 10X
4. เลนส์ใกล้วัตถุ 40X
5. ที่หนีบสไลด์
6. คอนเดนเซอร์
7. หลอดไฟ
8. เลนส์ใกล้ตา
9. แขนกล้อง
10. เลนส์ใกล้วัตถุ 100X
11. แท่นวางสไลด์
12. ปุ่มปรับภาพหยาบ
13. ปุ่มปรับภาพละเอียด
14. ฐานกล้อง

1. ลำกล้อง (Body Tube) เป็นส่วนที่อยู่ระหว่างเลนส์ใกล้ตากับเลนส์ใกล้วัตถุ ทำหน้าที่ป้องกันแสงจากภายนอกเข้ามารบกวน
2. จานหมุนเลนส์ (Revolving Nosepiece) ใช้หมุนเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ
3. 4. 10. เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective Lens) ปกติจะมีกำลังขยายอยู่ 4 ขนาด คือ 4X, 10X, 40X และ 100X
5. ที่หนีบสไลด์ (Stage Clips) เป็นแผ่นโลหะขนาดเล็ก ใช้หนีบสไลด์ไว้กับแท่นวางสไลด์
6. คอนเดนเซอร์ (Condenser) เป็นส่วนที่รวบรวมแสงส่งไปยังวัตถุที่กำลังศึกษา
7. หลอดไฟ หรือแหล่งกำเนิดแสง (Light Source) ถ้าใช้แสงอาทิตย์อาจจะเป็นกระจกเงาก็ได้
8. เลนส์ใกล้ตา (Eyepiece) ปกติจะมีกำลังขยาย 4X, 10X, 15X
9. แขนกล้อง (Arm) เป็นส่วนที่ใช้จับเวลาเคลื่อนย้ายกล้องจุลทรรศน์
11. แท่นวางสไลด์ (Stage) เป็นส่วนที่ใช้วางสไลด์ที่กำลังศึกษา
12. ปุ่มปรับภาพหยาบ (Coarse Adjustment Knob) เป็นปุ่มที่ใช้หมุนเพื่อหาขอบเขตของภาพ
13. ปุ่มปรับภาพละเอียด (Fine Adjustment Knob) เป็นปุ่มที่ใช้หมุนเพื่อเพิ่มความละเอียดของภาพ
14. ฐานกล้อง (Base) ส่วนที่ใช้วางบนโต๊ะ

□□□□□□□□□_1,2,3.indd 10 8/31/17 3:33 PM

2) วิธีใช้กล้องจุลทรรศน์

1. ตั้งลำกล้องให้ตรง ปรับเลนส์ใกล้วัตถุให้อยู่ในกำลังขยายต่ำที่สุดตรงกับแนวลำกล้อง
2. ใช้ตามองผ่านเลนส์ใกล้ตา จากนั้นปรับความเข้มแสงจนได้ภาพที่สว่างที่สุด
3. นำสไลด์ที่ต้องการศึกษามาวางไว้บนแท่นวางสไลด์ ปรับให้อยู่ในแนวที่แสงผ่าน
4. มองที่เลนส์ใกล้ตา แล้วหมุนปุ่มปรับภาพหยาบช้าๆ เพื่อหาขอบเขตของภาพ
5. หมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อเพิ่มความชัดเจนและดูรายละเอียดของภาพ
6. ถ้าต้องการเพิ่มกำลังขยาย ให้หมุนที่จานหมุนเลนส์ใกล้วัตถุจากกำลังขยายต่ำไปสูงและหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อเพิ่มความละเอียดของภาพ
7. ถ้าต้องการเพิ่มกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุเป็น 100X จะต้องใช้น้ำมันหยดไปบริเวณที่ต้องการศึกษาก่อน เพื่อไม่ให้แสงกระจายออก
8. ภาพที่ได้จะเป็นภาพเสมือนหัวกลับ มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

3) ชนิดของกล้องจุลทรรศน์

1. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง Light Microscope (LM)

- ใช้ศึกษาวัตถุที่มีสภาพโปร่งแสง เช่น เซลล์พืช เซลล์สัตว์ โพรโทซัว และแบคทีเรีย ซึ่งจะมีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ได้
- กำลังขยายภาพสูงสุดประมาณ 1,500 เท่า
- ภาพที่ได้เป็นภาพเสมือนหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

2. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ Stereoscopic Microscope

- ใช้ศึกษาได้ทั้งวัตถุที่มีสภาพโปร่งแสงและทึบแสง เช่น แมลง สัตว์ที่มีขนาดเล็ก โครงสร้างของดอกไม้ จะมีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ได้
- กำลังขยายสูงสุดประมาณ 200 เท่า
- ภาพที่ได้เป็นภาพ 3 มิติ และเป็นภาพเสมือนหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

□□□□□□□□□_1,2,3.indd 11 8/31/17 3:33 PM

3. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด Scanning Electron Microscope (SEM)

- มีขนาดใหญ่กว่ากล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ใช้ลำแสงอิเล็กตรอนในการเกิดภาพ
- ใช้ศึกษาพื้นผิวของวัตถุขนาดเล็ก เช่น ไวรัส พื้นผิวของเยื่อหุ้มเซลล์ สัตว์ขนาดเล็ก
- วัตถุที่นำมาศึกษาต้องไม่มีชีวิตแล้ว
- กำลังขยายสูงสุดประมาณ 200,000 เท่า
- ภาพที่ได้เป็นภาพ 3 มิติ และเป็นภาพจริง ปรากฏบนจอรับภาพ

4. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน Transmission Electron Microscope (TEM)

- มีขนาดใหญ่กว่ากล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ใช้ลำแสงอิเล็กตรอนในการเกิดภาพ
- ใช้ศึกษาโครงสร้างภายในของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น ออร์แกเนลล์ต่างๆ ไวรัส ไวรอยด์
- วัตถุที่นำมาศึกษาต้องไม่มีชีวิตแล้ว
- กำลังขยายสูงสุดประมาณ 500,000 เท่า
- ภาพที่ได้เป็นภาพ 2 มิติ และเป็นภาพจริง ปรากฏบนจอรับภาพ

MEMO

□□□□□□□□□_1,2,3.indd 12 8/31/17 3:33 PM

บทที่ 2

หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต

UNIT OF ORGANISM

- ☐ การค้นพบเซลล์ (Cell Discovery)
- ☐ ขนาดของเซลล์ (Size of Cell)
- ☐ ประเภทของเซลล์ (Type of Cell)
- ☐ โครงสร้างของเซลล์ (Cell Structure)
- ☐ การแบ่งเซลล์ (Cell Division)
- ☐ การลำเลียงสารผ่านเซลล์ (Membrane Transport)

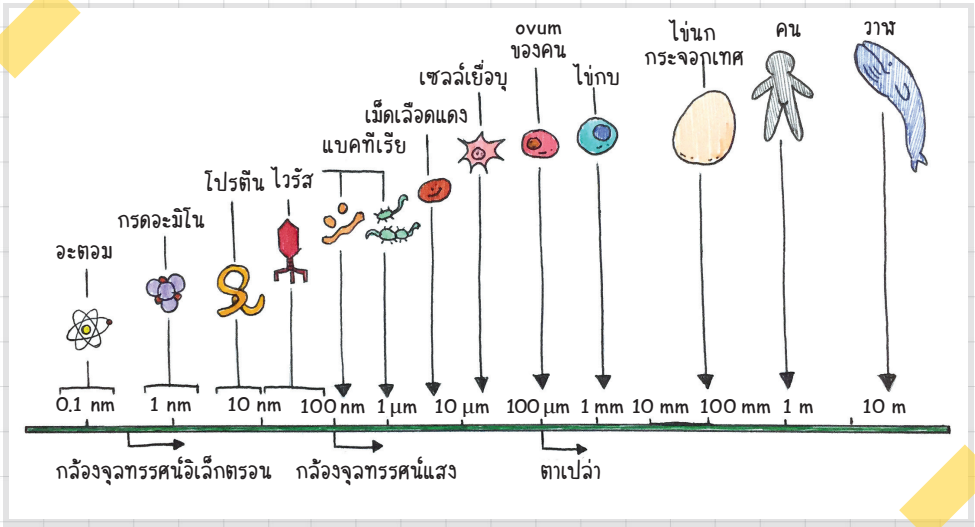
□□□□□□□□□_1,2,3.indd 13 8/31/17 3:33 PM

2.1 การค้นพบเซลล์ (Cell Discovery)

- เซลล์ คือ หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต
- คำว่าเซลล์เป็นภาษาละติน มีความหมายว่าห้องสี่เหลี่ยมเล็กๆ
- โรเบิร์ต ฮุค (Robert Hooke) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ เป็นคนแรกที่ค้นพบเซลล์ เขาใช้กล้องจุลทรรศน์อย่างง่ายศึกษาจุกไม้คอร์กที่เฉือนเป็นแผ่นบางๆ และพบว่าโครงสร้างภายในของไม้คอร์กมีลักษณะเป็นห้องสี่เหลี่ยมเล็กๆ จำนวนมาก จึงตั้งชื่อห้องสี่เหลี่ยมเล็กๆ นี้ว่า เซลล์ (Cell)
- ต่อมา อังตวน แวน ลีเวนฮุก (Anton Van Leeuwenhoek) นักวิทยาศาสตร์ชาวดัตช์ ได้พัฒนากล้องจุลทรรศน์ให้มีกำลังขยายมากขึ้นและใช้มันศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น โพรโทซัว แบคทีเรีย จึงถือเป็นผู้ค้นพบจุลินทรีย์คนแรก
- ต่อมา มัตทิอัส ชไลเดน (Matthias Schleiden) นักพฤกษศาสตร์ และทีโอดอร์ ชวานน์ (Theodor Schwann) นักสัตววิทยา ได้ศึกษาเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ จากนั้นจึงร่วมกันตั้งทฤษฎีเซลล์ (The Cell Theory) ซึ่งมีใจความสำคัญว่า "สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์"

2.2 ขนาดของเซลล์ (Size of Cell)

- เซลล์ที่มีขนาดเล็กที่สุด คือ แบคทีเรียที่ชื่อว่าไมโครพลาสมา
- เซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ เซลล์ไข่นกกระจอกเทศ



□□□□□□□□□_1,2,3.indd 14 8/31/17 3:33 PM

2.3 ประเภทของเซลล์ (Type of Cell)

เราแบ่งเซลล์ออกเป็น 2 ประเภท โดยใช้การมี/ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (Nuclear Membrane) เป็นเกณฑ์

ลักษณะ	เซลล์โพรแคริโอติก (Prokaryotic Cell)	เซลล์ยูแคริโอติก (Eukaryotic Cell)
เยื่อหุ้มนิวเคลียส	ไม่มี	มี
ออร์แกเนลล์	มีแต่ออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม คือ ไรโบโซม 70S*	มีออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม คือ ไรโบโซม 80S* รวมทั้งออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 1 ชั้น และ 2 ชั้น
ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต	แบคทีเรีย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน	โพรโทซัว เห็ด รา พืช สัตว์

*ตัวเลขข้างหลังคำว่าไรโบโซม คือ ตัวเลขบอกขนาดของไรโบโซม 70S คือ ไรโบโซมขนาดเล็ก ส่วน 80S คือ ไรโบโซมขนาดใหญ่ เราศึกษาได้จากการตกตะกอนของมัน

MEMO

□□□□□□□□□_1,2,3.indd 15 8/31/17 3:33 PM