

สรุปเนื้อหา + ข้อสอบเข้ม

วิทยาศาสตร์

ม.ต้น (สอบเข้า ม.4)

มั่นใจเต็ม 100



เหมาะสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา
ตอนต้น (ม.1-2-3) เพื่อเพิ่มเกรด
วิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนและเพื่อ
เตรียมตัวสอบเข้า ม.4

เนื้อหาล่าสุด ตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น
พื้นฐาน พ.ศ. 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

สรุปเนื้อหา 4 สัปดาห์ 4 กลุ่มสาระ: คือ วิทยาศาสตร์
ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ
และเทคโนโลยี อธิบายเข้าใจได้ง่ายด้วยภาพประกอบ
ตารางสรุปเปรียบเทียบ จุดเน้นที่ควรจำ

ตัวอย่างโจทย์เสริมความเข้าใจ พร้อมเฉลยละเอียดและ
แนวข้อสอบที่รวบรวมมาจากทุกสนามสอบ

จัดเต็มทุกกระบวนท่า

- สรุปเนื้อหากระชับ ง่ายต่อการทำความเข้าใจ
- เทคนิค พร้อมเก็บทุกคะแนน
- ทบทวนได้ในเวลาที่จำกัด

อัปเดตคะแนนวิทยาศาสตร์ให้มากกว่า

หมั่นฝึกฝน ทบทวน เตรียมตัวให้พร้อมเพื่อรับมือข้อสอบในทุกสนามสอบ

ดร.ชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ

ไพโรจน์ วรรณธาดาบุรุษย์

ณัฐพงษ์ แกมยิ้ม



มีเพียง “ความรู้” เท่านั้นที่มนุษย์ใช้พลิก “โลก”
และเปลี่ยน “ชีวิต” เราจึงสร้างสรรค์ และส่งมอบ “ความรู้”
ในรูปแบบที่ดีกว่า เพื่อให้คนไทย “เรียนรู้” ได้ตลอดชีวิต

Only “Knowledge” can help human
change “The World” and “Their Lives”.

With this truth, it drives us to deliver
“Knowledge” for Thai being able to
“Learn” better everyday.



สรุปเนื้อหา + ข้อสอบเข้ม วิทยาศาสตร์ ม.ต้น (สอบเข้า ม.4) มั่นใจเต็ม 100

AUTHORS

โพธิธรณ์ ครรชิตานุรักษ์ k.potitorn@gmail.com
ณัฐพงศ์ แกมยิ้ม ntamyim@gmail.com
ดร.ชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ chaiyasadk@gmail.com

EDITORIAL

ศิริกาญจน์ วงศ์เศวตศิลา
sirikarn_r@idcpremier.com

GRAPHIC DESIGNER

ชวรินทร์ รัตนะ

PAGE LAYOUTS

วุฒิพันธ์ สมพระเมฆ, จตุรงค์ ศรีวิลาศ

PROOFREADER

พรรณรัตน์ ขุราชี

PUBLISHING COORDINATORS

วรพล ณธิกุล, สุพัตรา อาจปรุ, วัชรพงศ์ ยงปัญญาสกุล

PUBLISHED AND DISTRIBUTED BY



บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด
200 หมู่ 4 ชั้น 19 ห้อง 1901
อาคารจัสตินอินเตอร์เนชั่นแนลทาวเวอร์
ถ.แจ้งวัฒนะ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120
โทรศัพท์ 0-2962-1081 (อัตโนมัติ 10 คู่สาย)
โทรสาร 0-2962-1084

สมาชิกสัมพันธ์

โทรศัพท์ 0-2962-1081-3 ต่อ 121 โทรสาร 0-2962-1084
ร้านค้าและตัวแทนจำหน่าย
โทรศัพท์ 0-2962-1081-3 ต่อ 112-114 โทรสาร 0-2962-1084



พิมพ์ครั้งที่ 1 สิงหาคม 2564

ข้อมูลทางบรรณานุกรม

โพธิธรณ์ ครรชิตานุรักษ์
สรุปเนื้อหา + ข้อสอบเข้ม วิทยาศาสตร์ ม.ต้น
(สอบเข้า ม.4) มั่นใจเต็ม 100
นนทบุรี : ไอดีซีฯ, 2564
364 หน้า

1. วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
I ณัฐพงศ์ แกมยิ้ม (ผู้แต่งร่วม)
II ชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ (ผู้แต่งร่วม)
III ชื่อเรื่อง
500

Barcode 885-916-101-209-2

E-book พลุศกิกายน 2568

เครื่องหมายการค้าอื่นๆ ที่อ้างถึงเป็นของบริษัทนั้นๆ

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยบริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด ห้ามลอกเลียนไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้จัดพิมพ์เท่านั้น

บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด จัดตั้งขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้ที่มีคุณภาพสู่ผู้อ่านชาวไทย เรายินดีต้อนรับงานเขียนของนักวิชาการและนักเขียนทุกท่าน ท่านผู้สนใจกรุณาติดต่อผ่านทางอีเมลที่ infopress@idcpremier.com หรือทางโทรศัพท์หมายเลข 0-2962-1081 (อัตโนมัติ 10 คู่สาย) โทรสาร 0-2962-1084

ราคา 395 บาท

คำนำ

หนังสือ สรุปร่วมวิทยาศาสตร์ ม.ต้น ได้สรุปร่วมวิทยาศาสตร์ซึ่งตรงกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มสาระ คือ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลกและ อวกาศ และเทคโนโลยี พร้อมแนวข้อสอบที่คัดเลือกเพื่อสามารถใช้เตรียมตัวสอบในระดับโรงเรียนและ สนามสอบระดับประเทศได้อย่างมั่นใจ

ทั้งนี้กราบขอบพระคุณในความอนุเคราะห์ของอาจารย์ผู้ตรวจสอบทางวิชาการที่ได้เสียสละ เวลาอันมีค่ามาช่วยตรวจทานความถูกต้องของเนื้อหาหนังสือเล่มนี้ เพื่อให้หนังสือที่มีคุณภาพ และเกิดประโยชน์ต่อผู้อ่านสูงสุด

ดร.ปรินทร์ จิระภัทรศิลป์

การศึกษามัธยมศึกษา สาขาชีววิทยา (เกียรติคุณอันดับ 1) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ชีวภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดร.ไตร อัญญโพธิ์

การศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ (เกียรติคุณอันดับ 1) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ (หลักสูตรนานาชาติ) มหาวิทยาลัยมหิดล

ณัฐพงศ์ นพโลหะ

การศึกษามัธยมศึกษา สาขาเทคนิคการแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ระดับโมเลกุลทางจุลชีววิทยาทางการแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หทัยทิพย์ สีสวน

การศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์-เคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การวิจัยทางการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะผู้จัดทำ





สารบัญ

Part 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

บทที่ 1 กล้องจุลทรรศน์

บทที่ 2 เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

2.1 องค์ประกอบของเซลล์.....	8
2.2 การลำเลียงสารเข้า-ออกเซลล์.....	12

บทที่ 3 องค์ประกอบของพืช

3.1 ราก.....	15
3.2 ลำต้น.....	18
3.3 ใบ.....	20
3.4 การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช.....	22

บทที่ 4 การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของพืช

4.1 การสืบพันธุ์ของพืช	25
4.2 โครงสร้างดอกไม้.....	26
4.3 ส่วนประกอบของเมล็ด.....	27
4.4 วิธีการขยายพันธุ์ด้วยวิธีต่างๆ	30

บทที่ 5 กลไกของมนุษย์

5.1 ระบบหายใจ.....	35
5.2 ระบบขับถ่าย.....	36
5.3 ระบบหมุนเวียนเลือด.....	38



5.4 ระบบประสาท.....	42
5.5 อวัยวะรับสัมผัส.....	47
5.6 ระบบสืบพันธุ์.....	49

บทที่ 6 กลไกของสัตว์

6.1 ระบบย่อยอาหาร การลำเลียงสาร ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย.....	57
6.2 ระบบประสาทและระบบสืบพันธุ์.....	58

บทที่ 7 ระบบนิเวศ

7.1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	61
7.2 การถ่ายทอดพลังงานและมวลสาร	63
7.3 คุณภาพของระบบนิเวศ	66

บทที่ 8 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

8.1 โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	69
8.2 การสืบพันธุ์.....	71
8.3 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม.....	73
8.4 การวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรม	81

บทที่ 9 เทคโนโลยีชีวภาพ

9.1 ความหลากหลายทางพันธุกรรม.....	85
9.2 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	86
9.3 ความหลากหลายทางระบบนิเวศ (Ecological Diversity).....	102
แบบทดสอบวิทยาศาสตร์ชีวภาพ.....	105
เฉลยแบบทดสอบวิทยาศาสตร์ชีวภาพ	115



Part 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

บทที่ 1 สารรอบตัว

1.1 ธาตุ	125
1.2 สารบริสุทธิ์	129
1.3 สารประกอบ	130

บทที่ 2 การแยกสาร

2.1 สารและสมบัติของสาร	135
2.2 สารเนื้อผสม	136

บทที่ 3 สารละลาย

3.1 สารละลาย	137
3.2 ความเข้มข้นของสารละลาย	138

บทที่ 4 ปฏิกิริยาเคมีและวัสดุในชีวิตประจำวัน

4.1 ปฏิกิริยาเคมี	141
4.2 วัสดุในชีวิตประจำวัน	146

บทที่ 5 พลังงานความร้อน

5.1 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	151
5.2 การถ่ายโอนความร้อน	156

บทที่ 6 แรงแและการเคลื่อนที่

6.1 การเคลื่อนที่แนวตรง	159
6.2 แรงและกฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ	164



บทที่ 7 งาน กำลัง และพลังงาน

7.1 งาน	173
7.2 กำลัง	173
7.3 พลังงาน.....	174
7.4 เครื่องกลอย่างง่าย.....	177
7.5 แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก.....	182

บทที่ 8 คลื่นและแสง

8.1 คลื่น	185
8.2 แสงและสมบัติของแสง.....	188

บทที่ 9 พลังงานไฟฟ้า

9.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า.....	201
9.2 การต่อวงจรไฟฟ้า.....	203
9.3 วงจรไฟฟ้าในบ้าน	206
9.4 พลังงานไฟฟ้า.....	209
9.5 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.....	210
แบบทดสอบวิทยาศาสตร์กายภาพ.....	213
เฉลยแบบทดสอบวิทยาศาสตร์กายภาพ	224

Part 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

บทที่ 1 ดาราศาสตร์และอวกาศ

1.1 ระบบสุริยะ.....	235
1.2 กฎของเคปเลอร์และกฎแรงดึงดูดของนิวตัน.....	238
1.3 โลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์.....	241
1.4 ดวงดาวบนท้องฟ้า	245
1.5 กลุ่มดาวที่สำคัญ.....	246
1.6 เทคโนโลยีอวกาศ	248



บทที่ 2 การเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

2.1 ลมฟ้าอากาศ	255
2.2 การศึกษาสภาพอากาศ	256
2.3 พายุ.....	263
2.4 การพยากรณ์อากาศ.....	264
2.5 มลพิษทางอากาศ.....	266

บทที่ 3 โลกและการเปลี่ยนแปลง

3.1 โลก.....	269
3.2 แม่เหล็กและแม่เหล็กโลก	271
3.3 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนเปลือกโลก	272
3.4 ทรัพยากรธรณี	275
แบบทดสอบวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ	285
เฉลยแบบทดสอบวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ	294

Part 4 เทคโนโลยี

บทที่ 1 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี

1.1 ความหมายของเทคโนโลยี.....	305
1.2 ระบบทางเทคโนโลยี	305
1.3 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	307
1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น	307
1.5 ผลกระทบของเทคโนโลยี	308

บทที่ 2 กระบวนการออกแบบ

2.1 การระบุปัญหา	314
2.2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	314
2.3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา.....	315
2.4 การวางแผน และการพัฒนา	316



2.5 การทดสอบ การประเมินผล และการปรับปรุง317

2.6 การนำเสนอผลงาน318

บทที่ 3 ความรู้และทักษะพื้นฐานเฉพาะด้าน

3.1 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี319

3.2 ความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีกับศาสตร์ต่างๆ และการเปลี่ยนแปลง321

3.3 การเพิ่มมูลค่าทางเทคโนโลยี.....326

แบบทดสอบเทคโนโลยี334

เฉลยแบบทดสอบเทคโนโลยี.....344

Part

01



วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

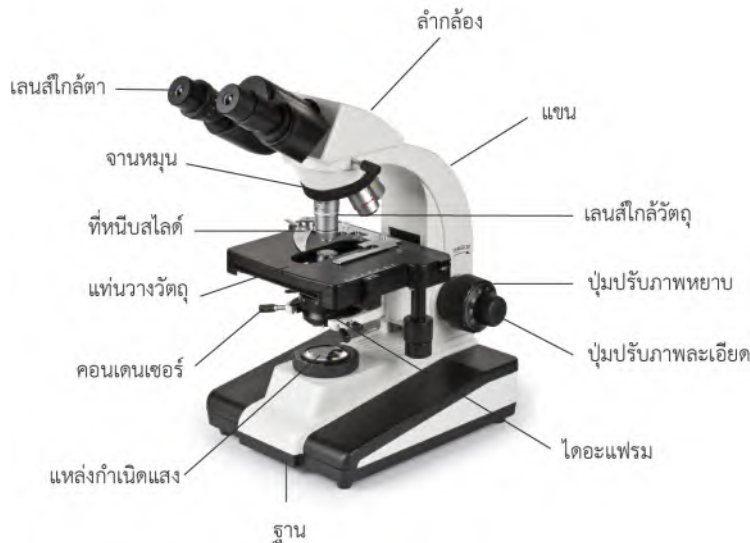


บทที่ 01

กล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope)

- ▶ กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ ลักษณะให้ภาพ 2 มิติ (ภาพเสมือนหัวกลับ)
- ▶ กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ลักษณะให้ภาพ 3 มิติ (ภาพเสมือนหัวตั้ง) ใช้ดูลักษณะภายนอก ใช้ศึกษาวัตถุโปร่งแสงหรือทึบแสงที่ต้องการดูลักษณะภายนอก กำลังขยาย 10-50 เท่า



ส่วนประกอบกล้องจุลทรรศน์	หน้าที่
ฐาน (Base)	รองรับน้ำหนักตัวกล้อง
แหล่งกำเนิดแสง (Light source)	สะท้อนแสงจากธรรมชาติในกรณีที่เป็นกระจกหรือหลอดไฟเพื่อให้มองเห็นวัตถุ
แผ่นวางวัตถุ (Stage)	ใช้สำหรับวางวัตถุหรือสไลด์
ที่หนีบสไลด์ (Stage clip)	ใช้หนีบสไลด์ให้ติดกับแผ่นวางวัตถุ
ลำกล้อง (Body tube)	เชื่อมระหว่างเลนส์ใกล้ตากับเลนส์ใกล้วัตถุ
เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens)	ขยายภาพของวัตถุ ภาพที่เกิดเป็นภาพจริงหัวกลับ



ส่วนประกอบกล้องจุลทรรศน์	หน้าที่
แผ่นหมุนหรือจานหมุน (Revolving nosepiece)	เป็นแผ่นกลมสำหรับหมุน มีเลนส์ใกล้วัตถุติดอยู่เพื่อหมุนเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ตามความต้องการ
แขน (Arm)	ใช้สำหรับจับเพื่อเคลื่อนย้ายกล้อง
ไดอะแฟรม (Diaphragm)	ทำหน้าที่ปรับลำแสงให้เข้าสู่ลำกล้อง
ปุ่มปรับภาพหยาบ (Coarse adjustment knob)	ใช้หมุนเพื่อหาภาพของวัตถุก่อนใช้ปุ่มปรับภาพละเอียด
ปุ่มปรับภาพละเอียด (Fine adjustment knob)	ทำหน้าที่ปรับให้ภาพชัดเจนมากขึ้น
เลนส์ใกล้ตา (Eyepiece lens)	ขยายภาพที่ได้จากเลนส์ใกล้วัตถุ ภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้ตาเป็นภาพเสมือนหัวกลับ

► วิธีใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

- วางกล้องบนพื้นราบและมีแสงสว่างเพียงพอ (ในกรณีที่เป็นกระจก)
- หมุนเลนส์ใกล้วัตถุ เลือกลำกล้องขยายต่ำสุดก่อน
- ปรับกระจกเงาเพื่อให้ได้รับแสงเข้าลำกล้องอย่างเต็มที่
- นำสไลด์ที่ต้องการศึกษาวางบนแท่นวางวัตถุ ให้วัตถุที่ต้องการศึกษาอยู่ตรงกลางบริเวณที่แสงผ่าน แล้วใช้ที่หนีบสไลด์หนีบสไลด์ให้แน่น
- หมุนปุ่มปรับภาพหยาบจนเลนส์เลื่อนเข้ามาใกล้วัตถุ ระวังไม่ให้ชนกับสไลด์
- มองวัตถุผ่านเลนส์ใกล้ตาแล้วค่อยๆ หมุนปุ่มปรับภาพหยาบเพื่อเลื่อนให้เห็นวัตถุชัดเจนที่สุด หลังจากนั้นหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อให้เห็นภาพชัดเจน

► วิธีการดูแลรักษากล้องจุลทรรศน์

- ควรใช้มือหนึ่งจับที่แขนของลำกล้อง ส่วนอีกมือหนึ่งใช้รองที่ใต้ฐาน และต้องยกให้ลำกล้องตั้งตรง
- ขณะที่หมุนปุ่มปรับภาพหยาบเพื่อเลื่อนวัตถุให้ใกล้เลนส์ใกล้วัตถุ ควรมองด้านข้างของเลนส์เพื่อไม่ให้ชนแผ่นสไลด์
- ควรลืมตาทั้งสองข้างในขณะที่มองภาพในกล้องจุลทรรศน์
- การเช็ดเลนส์ควรใช้กระดาษเช็ดเลนส์เท่านั้น
- การเก็บกล้องจุลทรรศน์หลังจากใช้งานเสร็จแล้ว ควรปฏิบัติดังนี้
 1. นำสไลด์ออกจากแท่นวางวัตถุ
 2. ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดลำกล้อง
 3. หมุนเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายต่ำสุดให้อยู่ตรงกับลำกล้อง และเลื่อนให้อยู่ในระดับต่ำสุด

กำลังขยายภาพของกล้องจุลทรรศน์

$$\text{กำลังขยายภาพ} = \text{กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา} \times \text{กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ}$$

$$\text{กำลังขยายภาพ} = (\text{ขนาดของภาพ})/(\text{ขนาดของวัตถุ})$$

ตัวอย่าง กล้องจุลทรรศน์ตัวหนึ่งใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 40 เท่าและเลนส์ใกล้ตาที่มีกำลังขยาย 10 เท่า ภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์นี้มีกำลังขยายเท่าใด

วิธีคิด

จากสูตร กำลังขยายภาพ = กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา × กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ
 กำลังขยายภาพ = 40×10
 กำลังขยายภาพ = 400 เท่า

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron microscope) ใช้ในการศึกษาโครงสร้างละเอียดของเซลล์

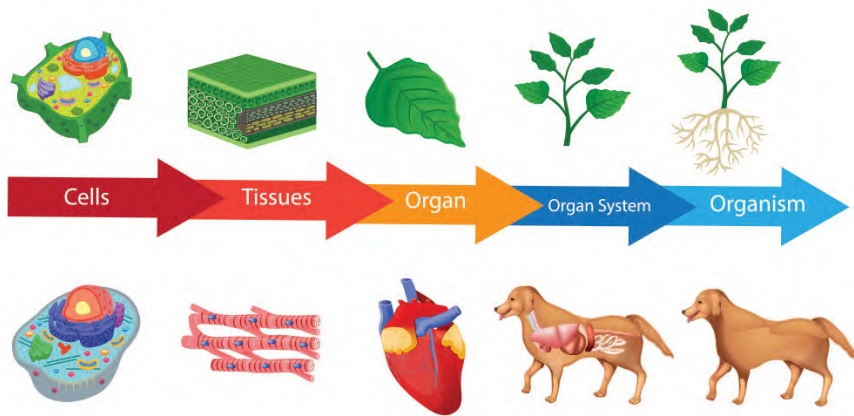
- ▶ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน ลักษณะให้ภาพ 2 มิติ (ภาพจริง มีฉากรับ) ใช้ดูลักษณะภายใน
- ▶ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ลักษณะให้ภาพ 3 มิติ (ภาพจริง มีฉากรับ) ใช้ดูลักษณะภายนอก

ข้อเปรียบเทียบ	กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
แสงที่ส่องผ่านวัตถุ	ลำแสงธรรมชาติ	ลำแสงอิเล็กตรอน
เลนส์ในกล้อง	เลนส์แก้ว	เลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า
ตัวกล้อง	มีอากาศ	สุญญากาศ
ภาพที่ได้	ภาพเสมือนหัวกลับ	ภาพจริงปรากฏบนจอรับภาพ
ลักษณะภาพ	ภาพสีธรรมชาติหรือจากสีย้อม	ภาพขาวดำ
ลักษณะตัวอย่างที่ศึกษา	มีหรือไม่มีชีวิต	ไม่มีชีวิต
กำลังขยายสูงสุด	1,000–1,500 เท่า	500,000 เท่า
ขนาดวัตถุเล็กสุดที่ส่องได้	0.2 ไมโครเมตร	0.0005 ไมโครเมตร



บทที่ 02

เซลล์ของสิ่งมีชีวิต



การจัดระบบของสิ่งมีชีวิตจะเริ่มต้นจากเซลล์ (Cell) อาจจะมีหน้าที่และรูปร่างแตกต่างกันออกไป โดยเซลล์ที่มีรูปร่างหรือหน้าที่เหมือนกันจะรวมกันเป็นกลุ่มเซลล์เรียกว่า เนื้อเยื่อ (Tissue) เมื่อเนื้อเยื่อหลายชนิดรวมกลุ่มกันจะเกิดเป็นอวัยวะ (Organ) เพื่อทำหน้าที่เฉพาะ เช่น ไต ทำหน้าที่ขับถ่ายของเสีย โดยที่การประสานงานร่วมกันของอวัยวะแต่ละอวัยวะเราจะเรียกว่า ระบบอวัยวะ (Organ system) เช่น ระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งแต่ละระบบในร่างกายจะทำหน้าที่แตกต่างกันเพื่อให้สิ่งมีชีวิต (Organism) ดำรงอยู่ต่อไปได้

เซลล์ คือ หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต มีรูปร่างลักษณะที่ต่างกันไปตามตำแหน่งและหน้าที่ของเซลล์

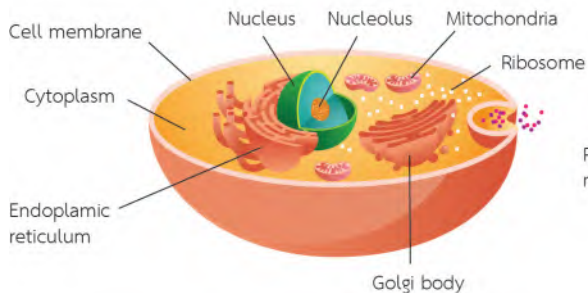
► หน้าที่ของเซลล์

1. การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์
2. การหายใจ
3. การขับถ่ายและการหลั่งสาร
4. การดูดซึม
5. การเปลี่ยนรูปร่าง
6. การตอบสนอง
7. การส่งผ่านสาร

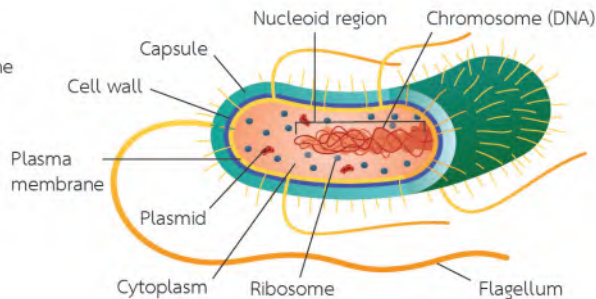


เซลล์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

Eukaryotic cell



Prokaryotic cell



เซลล์ยูคาริโอต (Eukaryotic cell)	เซลล์โพรคาริโอต (Prokaryotic cell)
- เป็นเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชั้นสูง - มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส - ในนิวเคลียสจะพบสารพันธุกรรม ส่วนของโครงสร้างจะซับซ้อนกว่าเซลล์โพรคาริโอต เช่น เห็ด รา พืช สัตว์	- เป็นเซลล์ของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก - ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส - ในไซโทพลาซึมจะพบสารพันธุกรรม พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ เช่น ไซยาโนแบคทีเรีย แบคทีเรีย

2.1 องค์ประกอบของเซลล์

เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ยกเว้น ไวรัส ไรโบยด์

▶ หน้าที่

- กำหนดขอบเขตของเซลล์และออร์แกเนลล์
- ขนส่งสารเข้าออกเซลล์ มีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน ส่วนใหญ่เป็นสารจำพวกโปรตีนและไขมัน
- การรับสัญญาณจากฮอร์โมนและสารเคมี
- การจดจำเซลล์
- การลำเลียงสารทั้งแบบผ่านเยื่อหุ้มเซลล์และแบบการสร้างเป็นถุง

ผนังเซลล์ (Cell wall)

▶ ทำหน้าที่ค้ำจุนเซลล์และให้ความแข็งแรง โดยเฉพาะกับพืชเป็นหลัก

▶ ส่วนที่ไม่มีชีวิต พบได้ใน

- เซลล์พืชและสาหร่ายบางชนิด ประกอบด้วยเซลลูโลส (Cellulose)
- เซลล์ของกลุ่มฟังไจ (เห็ด รา ยีสต์) ประกอบด้วยไคติน (Chitin)
- เซลล์ของกลุ่มแบคทีเรีย ประกอบด้วยเพปติโดไกลแคน (Peptidoglycan)

โปรโทพลาซึม (Protoplasm)

นิวเคลียส (Nucleus) นิวเคลียสมีในเซลล์เกือบทุกเซลล์ ยกเว้น สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนรา (แบคทีเรีย ไซยาโนแบคทีเรีย) Sieve tube ของพืช และเซลล์เม็ดเลือดแดงของมนุษย์ที่โตเต็มที่ไม่มีนิวเคลียส

- ▶ เยื่อหุ้มนิวเคลียส (Nucleus membrane) มี 2 ชั้น มีรูเล็กๆ เรียก nuclear pore ซึ่งเป็นช่องทางผ่านของสารจากนิวเคลียสสู่ไซโทพลาซึม เช่น RNA ไรโบโซม พบในยูคาริโอต ไม่พบในโพรคาริโอต
- ▶ นิวคลีโอพลาซึม (Nucleoplasm) คือ ส่วนประกอบต่างๆ ภายในนิวเคลียส
 - นิวคลีโอลัส (Nucleolus) ก้อนกลมภายในนิวเคลียส เป็นแหล่งสังเคราะห์และรวบรวม RNA และไรโบโซม
 - โครมาติน (Chromatin) คือ เส้นใยที่ประกอบด้วย DNA และโปรตีน ที่ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและการแสดงออกของยีน ขณะแบ่งเซลล์ถ้ามีการหดสั้นหนาขึ้นของเส้นใยโครมาตินจนเป็นแท่งคล้ายปาห่องโก๋เรียกว่า โครโมโซม (chromosome)

ไซโทพลาซึม (Cytoplasm)

ออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม	
ไรโบโซม (Ribosome)	• ขนาดเล็กที่สุดและมีจำนวนมากที่สุด เป็นออร์แกเนลล์ที่สำคัญในการสังเคราะห์โปรตีน • ภายในเซลล์ มีบทบาทสำคัญในการแปลรหัสพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่ต่อกรดอะมิโนเดี่ยวให้เป็นพอลิเพปไทด์
เซนทริโอล (Centriole)	• พบในเซลล์สัตว์เป็นส่วนใหญ่ ประกอบด้วยหลอดโปรตีนไมโครทิวบูล (Microtubule) เรียงกันตั้งฉากเป็นรูปตัวที และเรียกบริเวณไซโทพลาซึมที่มีเซนทริโอลอยู่ว่า เซนโทรโซม (Centrosome) ทำหน้าที่ควบคุมการสร้างเส้นใยสปินเดิล (Spindle fiber) เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของโครโมโซมขณะแบ่งเซลล์ • ในพืชส่วนใหญ่ไม่มีเซนทริโอล แต่มีโพลาร์แคพ (Polar cap) ในการสร้างเส้นใยสปินเดิล • การสร้างซิเลีย (Cilia) และแฟลเจลลัม (Flagellum) ของเซลล์สัตว์ ช่วยในการเคลื่อนที่และพัดโบกอาหารเข้าร่างกาย
ไซโทสเกเลตอน (Cytoskeleton)	ทำหน้าที่เกี่ยวกับการค้ำจุนเซลล์ให้คงรูปร่างและเป็นที่ยึดเกาะของออร์แกเนลล์ภายในเซลล์ มี 3 ชนิด คือ 1. ไมโครทิวบูล (Microtubule) พบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มในเซลล์พืช ทำหน้าที่ในการเคลื่อนที่ของอวัยวะอื่นๆ ภายในเซลล์ และเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ รวมไปถึงเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ได้เนื่องจากเป็นส่วนประกอบของแฟลเจลลัม (Flagellum) และซิเลีย (Cilia) 2. อินเตอร์มีเดียทฟิลาเมนต์ (Intermediate filament) ประกอบด้วยโปรตีนกลุ่มเคราติน ช่วยรักษารูปร่างของเซลล์อินเตอร์มีเดียทและยึดออร์แกเนลล์บางอย่างให้อยู่กับที่ 3. ไมโครฟิลาเมนต์ (Microfilament) พบมากที่สุดภายในเซลล์ ทำหน้าที่เกี่ยวกับการหดตัวของกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ การแบ่งเซลล์โดยการแยกตัวของไซโทพลาซึม หรือแม้กระทั่งการเคลื่อนไหวในเซลล์บางชนิด



ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 1 ชั้น

ร่างแหเอนโดพลาซิม (Endoplasmic reticulum: ER)	พบในเซลล์ยูคาริโอต เป็นร่างแหที่พับซ้อนกัน มีลักษณะเป็นท่อแบน บางบริเวณโป่งออกเป็นถุง เยื่อหุ้มชั้นเดียว ภายในบรรจุของเหลว อยู่ล้อมรอบนิวเคลียส มี 2 ชนิด คือ 1. ร่างแหเอนโดพลาซิมชนิดขรุขระ (Rough endoplasmic reticulum หรือ RER) มีไรโบโซมมาเกาะอยู่จำนวนมาก ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนส่งออกนอกเซลล์แบบ Exocytosis 2. ร่างแหเอนโดพลาซิมชนิดเรียบ (Smooth endoplasmic reticulum หรือ SER) ไม่มีไรโบโซมเกาะจึงมีผิวเรียบ ทำหน้าที่สังเคราะห์ไขมันและสารสเตียรอยด์ออกนอกเซลล์ และกำจัดสารพิษ
กอลจิ บอดี (Golgi body)	เยื่อหุ้มชั้นเดียว มักอยู่ใกล้กับ RER ทำงานร่วมกัน โดยมีลักษณะเป็นถุงแบนขนาดใหญ่เรียงกันหลายๆ ชั้น บริเวณขอบโป่งออกเป็นถุงเวสิเคิล (Vesicle) เพื่อพาสารออกนอกเซลล์ เมื่อ RER สร้างโปรตีนและ SER สร้างไขมัน จะมาเก็บไว้ที่ Golgi body
ไลโซโซม (Lysosome)	- พบในเซลล์สัตว์และพืชบางชนิด ทางลูกอ๊อด เซลล์เม็ดเลือดขาว มีเยื่อหุ้มชั้นเดียว ลักษณะเป็นถุงกลม - ทำหน้าที่ย่อยสลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่เซลล์
เพอรอกซิโซม (Peroxisome)	- มีเยื่อหุ้มชั้นเดียว เป็นถุงค่อนข้างกลม ภายในบรรจุเอนไซม์ Peroxidase หรือ Catalase สร้างมาจาก Golgi body - ทำหน้าที่ย่อยสลายสารพิษและสลายกรดไขมัน
แวคิวโอล (Vacuole)	- Food vacuole พบในโพรทิสต์และเซลล์เม็ดเลือดขาว ทำหน้าที่เก็บรวบรวมอาหารที่ได้จากการกินเป็นถุงอาหารภายในเซลล์ จากนั้นให้ Lysosome ย่อยสลายต่อไป - Central vacuole พบในพืชและสาหร่าย ทำหน้าที่เก็บน้ำ สารละลายต่างๆ หรือสารพิษ รักษาแรงดันเต่งในพืชไม่ให้เซลล์เหี่ยว - Contractile vacuole พบในโพรทิสต์น้ำจืด (อะมีบา พารามีเซียม ยูลีน่า) ทำหน้าที่รักษาสมดุลน้ำในเซลล์

ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น

ไมโทคอนเดรีย (Mitochondria)	- มี DNA และไรโบโซม สามารถเพิ่มจำนวนเองได้ - มีของเหลวใสภายในเรียก Matrix และมีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น คือ - ชั้นนอก (Outer membrane) ทำหน้าที่ควบคุมชนิดและปริมาณสารเข้าออกในไมโทคอนเดรีย - ชั้นใน (Cristae) ขดไปมาเป็นบริเวณที่เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในการหายใจระดับเซลล์เพื่อสร้างพลังงาน ATP - แหล่งสร้างพลังงาน ATP ให้กับเซลล์โดยปฏิกิริยา Oxidative phosphorylation โดยการสลายโมเลกุลของอาหารในกระบวนการหายใจระดับเซลล์
-----------------------------	---

ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น

พลาสติด (Plastid)	เป็นออร์แกเนลล์เมตัสที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น พบในพืชและสาหร่ายเท่านั้น (ไม่พบในเซลล์สัตว์ เห็ดรา แบคทีเรีย) มี 3 ชนิด คือ 1. ลิวโคพลาสต์ (Leucoplast) เป็นพลาสติดที่มีสีขาว พบในเซลล์สะสมอาหารจำพวกแป้งและโปรตีนใต้ดิน เช่น หัวเผือก หัวผักกาด 2. โครโมพลาสต์ (Chromoplast) เป็นพลาสติดที่ประกอบด้วยรงควัตถุสีต่าง ๆ เช่น แคโรทีนอยด์ ให้สีส้ม สีแดง สีเหลือง สีส้มตาล พบในกลีบดอกและใบไม้ที่มีสีต่างๆ หรือผลไม้สุก เช่น มะละกอ มะเขือเทศ สตรอว์เบอร์รี่ 3. คลอโรพลาสต์ (Chloroplast) ภายในมีรงควัตถุสีเขียว คือ คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ภายในมี DNA สามารถจำลองตัวเองได้ มีไรโบโซมและมีของเหลวภายในเรียก สโตรมา (Stroma) เยื่อชั้นในซ้อนเป็นชั้นๆ หลายชั้นเรียกรวมว่า กรานุม (Granum) ชั้นแต่ละชั้นที่ซ้อนกัน แต่ละอันเรียก ไทลาคอยด์ (Thylakoid) ภายในชั้นไทลาคอยด์ (Thylakoid) มีช่องว่างเรียก ลูเมน (Lumen)
-------------------	---

ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

สิ่งเปรียบเทียบ	Prokaryotic cell	Eukaryotic cell	
		เซลล์พืช	เซลล์สัตว์
เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane)	✓	✓	✓
เยื่อหุ้มนิวเคลียส (Nucleus membrane)	-	✓	✓
ผนังเซลล์ (Cell wall)	✓	✓	-
โครโมโซม (Chromosome)	✓	✓	✓
ไรโบโซม (Ribosome)	✓	✓	✓
เซนทริโอล (Centriole)	-	พบบางชนิด	✓
ไซโทสเกเลตอน (Cytoskeleton)	-	✓	✓
ร่างแหเอนโดพลาซิม (Endoplasmic reticulum)	-	✓	✓
กอลจิ บอดี (Golgi body)	-	✓	✓
ไลโซโซม (Lysosome)	-	พบบางชนิด	✓
เพอรอกซิโซม (Peroxisome)	-	✓	✓
แวคิวโอล (Vacuole)	-	✓	พบบางชนิด
ไมโทคอนเดรีย (Mitochondria)	-	✓	✓
คลอโรพลาสต์ (Chloroplast)	-	✓	-



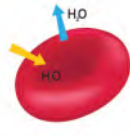
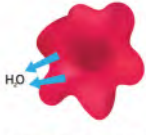
2.2 การลำเลียงสารเข้า-ออกเซลล์

การลำเลียงสารเข้า-ออกเซลล์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การลำเลียงสารแบบผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

▶ แบบไม่ใช้พลังงาน (Passive transport)

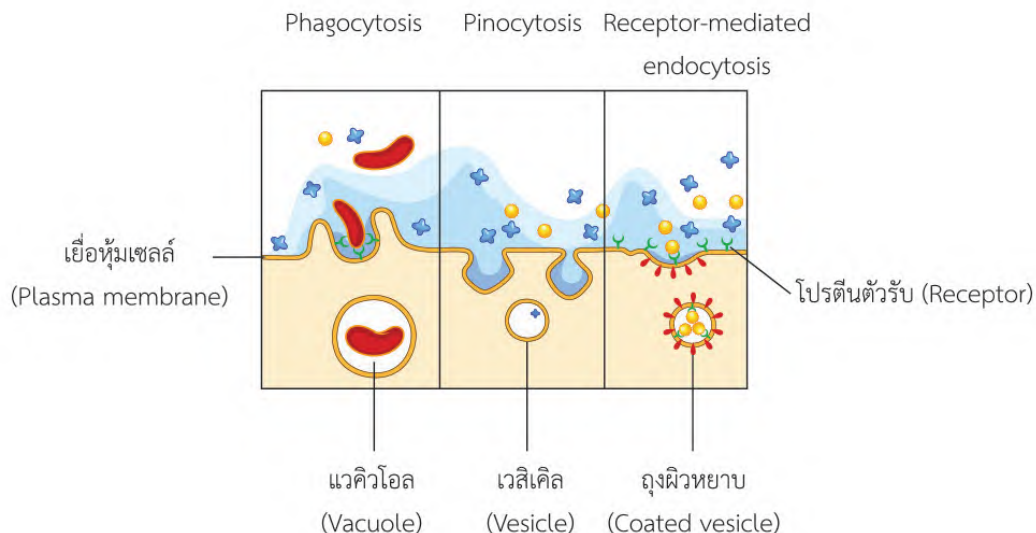
- การแพร่แบบธรรมดา (Simple diffusion) เป็นการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากบริเวณสารที่มีความเข้มข้นมากไปหาความเข้มข้นน้อย จนความเข้มข้นของสารละลายทั้งสองบริเวณเท่ากัน เช่น การนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าและปล่อยแก๊สออกซิเจนที่ปากใบพืช
- การแพร่แบบอาศัยตัวพา (Facilitated diffusion) เป็นการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากบริเวณสารที่มีความเข้มข้นมากไปยังความเข้มข้นน้อย โดยอาศัยช่องโปรตีน หรือโปรตีนตัวพาที่มีความจำเพาะที่เยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพา เช่น การลำเลียงกลูโคสและกรดอะมิโนเข้าเซลล์
- ออสโมซิส (Osmosis) เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำ (ตัวทำละลาย) จากบริเวณที่สารมีความเข้มข้นน้อยไปสู่ความเข้มข้นมาก เช่น การดูดน้ำของราก

เซลล์สัตว์		เซลล์พืช	
 isotonic solution	 hypotonic solution	 isotonic solution	 hypotonic solution
 hypertonic solution		 hypertonic solution	
Hypotonic solution		Isotonic solution	
ความเข้มข้นของสารละลายภายนอกเซลล์น้อยกว่าสารละลายภายในเซลล์ ทำให้น้ำภายนอกเซลล์จะออสโมซิสเข้าในเซลล์ จนเซลล์พืชเต่งและเซลล์สัตว์แตก		ความเข้มข้นของสารละลายภายนอกเซลล์เท่ากับสารละลายภายในเซลล์ ทำให้น้ำเข้าและออกเซลล์ในอัตราที่เท่ากัน เซลล์ไม่เปลี่ยนแปลง	
		Hypertonic Solution	
		ความเข้มข้นของสารละลายภายนอกเซลล์มากกว่าสารละลายภายในเซลล์ ทำให้น้ำภายในเซลล์ออสโมซิสออกนอกเซลล์ จนเซลล์เหี่ยว	

- ▶ แบบใช้พลังงาน (Active transport) เป็นการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากบริเวณที่สารมีความเข้มข้นน้อยไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นมาก โดยอาศัยพลังงานในรูป ATP จากเซลล์ และตัวพาในการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ เช่น การดูดเกลือแร่จากดินในรากพืช

2. การลำเลียงสารแบบไม่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

► การลำเลียงสารเข้าเซลล์ (Endocytosis)



Phagocytosis	Pinocytosis	Receptor-mediated endocytosis
เป็นการยื่นส่วนที่เรียกว่า “เท้าเทียม” ไปโอบจับกินอาหาร และนำเข้าเซลล์ ในรูปถุงเวสิเคิล จากนั้นให้ไลโซโซม ย่อยสลายด้วยเอนไซม์ ส่วนใหญ่สารที่นำเข้าเป็นของแข็ง เช่น การกินของอะมีบา	เป็นการนำสารที่เป็นของเหลวเข้าเซลล์ โดยการเว้าเยื่อหุ้มเซลล์ที่เล็กน้อยจนเป็นถุงเวสิเคิล เช่น การนำสารเข้าเซลล์ที่หน่วยไต	เป็นการนำสารเข้าเซลล์โดยอาศัยตัวรับจำเพาะ (Receptor) ซึ่งเป็นโปรตีนที่แทรกอยู่ที่เยื่อหุ้มเซลล์ เช่น การนำฮอร์โมนเข้าเซลล์

- การลำเลียงสารออกจากเซลล์ (Exocytosis) เป็นการลำเลียงสารขนาดใหญ่ออกจากเซลล์โดยการบรรจุเป็นถุงเวสิเคิล เมื่อถุงเวสิเคิลเคลื่อนที่มารวมตัวกับเยื่อหุ้มเซลล์สารจะถูกปล่อยออกนอกเซลล์ เช่น การกำจัดกากอาหารที่เหลือจากการย่อยของเซลล์



บทที่ 03

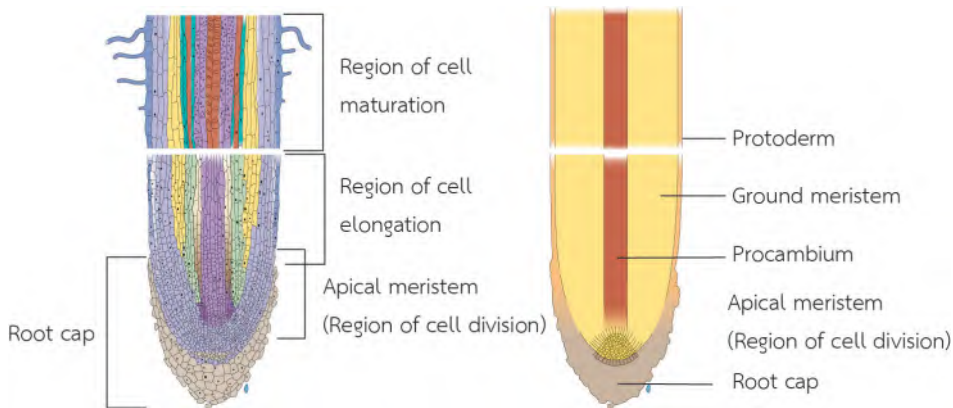
องค์ประกอบของพืช

3.1 ราก

ราก (Root) ทำหน้าที่ดูดน้ำและเกลือแร่จากดิน และเนื้อเยื่อลำเลียงทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุเพื่อไปยังส่วนต่างๆ ของพืช พืชบางชนิดมีรากทำหน้าที่ในการสะสมอาหาร เช่น แคร้งรอต มันสำปะหลัง บีทรูท ซึ่งสามารถนำมาประกอบอาหารได้ พืชบางชนิดมีรากพิเศษที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น กล้วยไม้

โครงสร้างของรากในระยะที่มีการเจริญขึ้นต้น

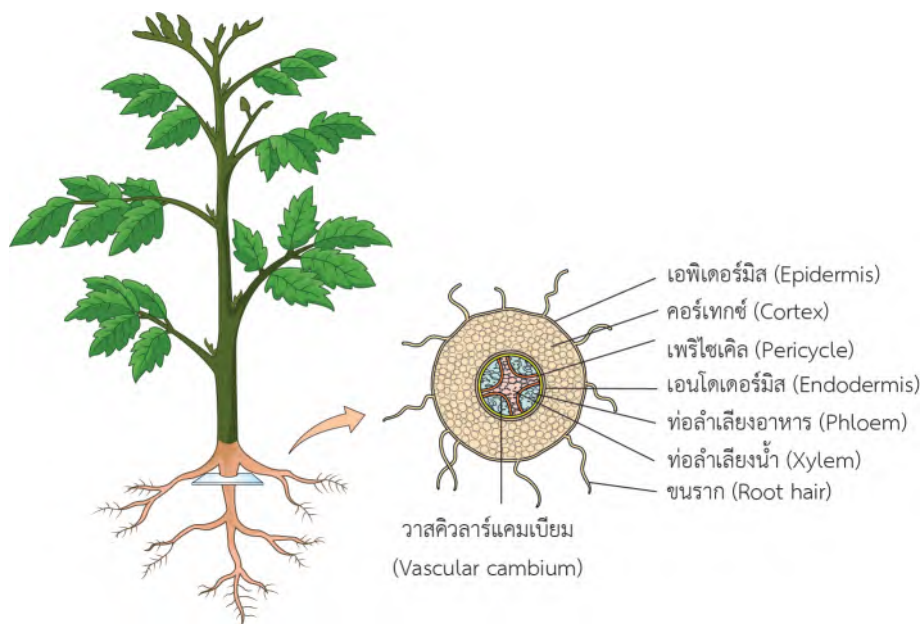
- ▶ โครงสร้างตามยาวของราก



- บริเวณหมวกราก (Root cap) ผลิตเมือก ทำให้หมวกรากชุ่มชื้นและอ่อนตัวในการขบไช และป้องกันอันตรายให้กับบริเวณที่อยู่เหนือขึ้นไป ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาเรียงตัวกัน ผนังค่อนข้างบาง และแวคิวโอลขนาดใหญ่
- บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว (Region of cell division) เป็นบริเวณของเนื้อเยื่อเจริญมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อเพิ่มจำนวน อยู่ถัดจากหมวกรากขึ้นมา ส่วนหนึ่งเจริญเป็นหมวกรากหรือเนื้อเยื่อที่อยู่สูงขึ้นไป
- บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว (Region of cell elongation) เป็นบริเวณที่เซลล์มีการยืดยาว อยู่ถัดจากบริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว
- บริเวณเซลล์เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ (Region of cell maturation) บริเวณนี้จะมีเซลล์ขนรากและประกอบด้วยเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญเป็นโครงสร้างเพื่อทำหน้าที่ต่างๆ



- ▶ โครงสร้างภาคตัดขวาง แบ่งเป็น 2 กรณี คือ โครงสร้างของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและโครงสร้างของรากพืชใบเลี้ยงคู่



- เอพิเดอร์มิส (Epidermis) เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุด ไม่มีคลอโรพลาสต์ มีเซลล์เรียงตัวกันเพียงชั้นเดียวผนังเซลล์บาง และบางเซลล์จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นขนราก
- คอร์เทกซ์ (Cortex) กั้นระหว่างชั้นเอพิเดอร์มิส (Epidermis) และสตีล (Stele) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมาทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหาร ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นเซลล์ในชั้นนี้ชัดเจน เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีผนังหนา เพราะมีลิคินสะสมอยู่ แต่จะมีช่วงที่มีเซลล์ผนังบางแทรกอยู่และอยู่ตรงกับแนวของท่อลำเลียงน้ำ
- สตีล (Stele) อยู่ถัดจากชั้นเอนโดเดอร์มิส (Endodermis) เข้าไป พบว่าชั้นนี้ในรากจะแคบกว่าชั้นคอร์เทกซ์ ซึ่งประกอบด้วยชั้นต่างๆ ดังนี้
 - เพริไซเคิล (Pericycle) พบเฉพาะในรากเท่านั้น เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก เป็นแหล่งกำเนิดของรากแขนง
 - มัดท่อลำเลียงหรือวาสคิวลาร์บันเดิล (Vascular bundle) ประกอบด้วยท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) อยู่ตรงกลางเรียงเป็นแหก โดยมีท่อลำเลียงอาหาร (Phloem) อยู่ระหว่างแหก ในพืชใบเลี้ยงคู่จะเกิดเนื้อเยื่อเจริญวาสคิวลาร์แคมเบียม (Vascular cambium) คั่นระหว่างท่อลำเลียงน้ำกับท่อลำเลียงอาหาร
 - ใส่ไม้หรือพิธ (Pith) เป็นบริเวณตรงกลางของราก เห็นได้ชัดเจนในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมา ส่วนรากพืชใบเลี้ยงคู่ตรงกลางมักเป็นท่อลำเลียงน้ำ

ชนิดของราก แยกตามจุดกำเนิด

- ▶ รากแก้ว ทำหน้าที่เป็นรากหลักรับส่วนอื่นๆ ให้ทรงตัวอยู่ได้ โคนจะโตและค่อยๆ เรียวเล็กลงไปจนถึงปลาย ยาวและใหญ่กว่ารากอื่นๆ ที่แยกออกไปทำหน้าที่ พบในพืชใบเลี้ยงคู่ที่งอกออกจากเมล็ดตามปกติ ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่งอกออกจากเมล็ดใหม่ รากระบบนี้จะมาอยู่ได้ไม่นานก็เน่าเปื่อยและเกิดรากชนิดใหม่ขึ้นมาแทน
- ▶ รากแขนง เป็นรากที่เจริญเติบโตออกมาจากรากแก้ว เกิดจากเนื้อเยื่อเพริไซเคิลในรากเดิม

- รากวิสามัญ เป็นรากที่ไม่ได้เกิดมาจากรากแก้วหรือรากแขนง อาจแตกจากโคนต้นของพืช ตามข้อของลำต้น หรือกิ่ง ตามใบ หรือจากกิ่งตอนของไม้ผลทุกชนิด แบ่งเป็นชนิดตามรูปร่างและหน้าที่ ดังนี้

ราก	ลักษณะ/หน้าที่
รากฝอย (Fibrous root) 	• รากเส้นเล็กๆ ขนาดสม่ำเสมอ • งอกออกจากรอบโคนต้นแทนรากแก้ว • พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่ • เช่น ข้าวโพด มะพร้าว หญ้า หมากรุก ข้าว
รากค้ำจุน (Prop root หรือ Buttress root) 	• เป็นรากที่แตกจากข้อของลำต้นที่อยู่ใต้ดินและเหนือดินขึ้นมาเล็กน้อย โดยแทงลงไปในดินเพื่อพยุงลำต้นไม่ให้ล้ม • เช่น รากค้ำจุนของต้นโกงกาง
รากเกาะ (Climbing root) 	• เป็นรากที่เกาะตามหลัก ซึ่งแตกออกมาจากข้อของลำต้นเพื่อพยุงลำต้นและชูลำต้นขึ้นที่สูง • เช่น พุดต่าง กัลยไม้
รากสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthetic root) 	• เป็นรากที่แตกออกมาจากข้อของลำต้น มีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง เป็นรากที่ห้อยลงมาในอากาศ • เช่น รากอ่อนหรือปลายรากที่แก่ของกัลยไม้ รากไทร โกงกาง เฉพาะที่ห้อยอยู่ในอากาศ



ราก	ลักษณะ/หน้าที่
รากหายใจ (Pneumatophore หรือ Aerenchyma root) 	- เป็นรากแขนงงอกออกจากรากใหญ่ที่แทงลงไปในดิน ชูปลายขึ้นมาเหนือดินหรือผิวน้ำ บางครั้งลอยตามผิวน้ำ - เช่น รากของแพลงพวย
รากกาฝาก หรือรากปรสิต (Parasitic root) 	- เป็นรากของพืชที่เป็นปรสิต โดยต้นที่เป็นปรสิตจะแทงเข้าไปในลำต้นของโฮสต์เพื่อแย่งน้ำและธาตุอาหาร - เช่น รากต้นกาฝาก รากต้นฝอยทอง

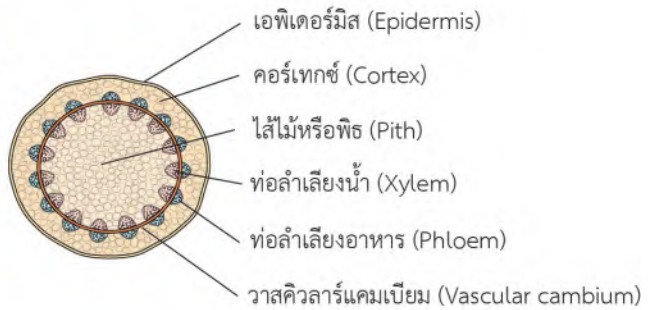
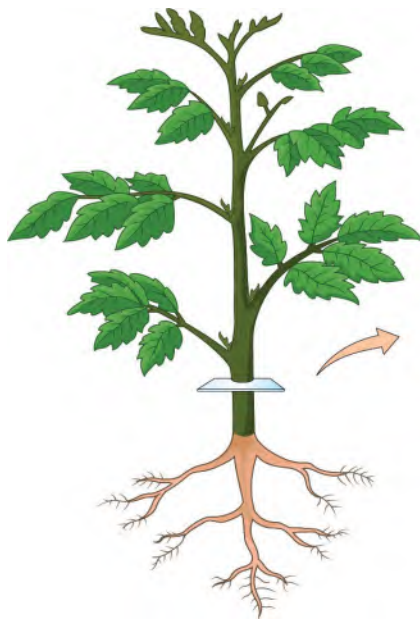
พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่

สิ่งเปรียบเทียบ	พืชใบเลี้ยงเดี่ยว	พืชใบเลี้ยงคู่
เส้นใบ	แนวขนานกัน	แตกแขนง คล้ายตาข่าย
การสะสมอาหาร	สะสมไว้ที่เอนโดสเปิร์ม	สะสมไว้ที่ใบเลี้ยง
ระบบราก	รากฝอย	รากแก้ว
ลำต้น	เห็นข้อปล้องชัดเจน	เห็นข้อปล้องไม่ชัดเจน
เนื้อเยื่อลำเลียง	กระจายตัวแผ่ทั่ว	เรียงตัวลักษณะวงแหวน
การเจริญทางด้านข้าง	ส่วนใหญ่ไม่มี และส่วนมากไม่มีวงปี	มี และส่วนมากมีวงปี
ใบเลี้ยงขณะงอกเมล็ด	ใบเลี้ยง 1 ใบ	ใบเลี้ยง 2 ใบ
กลีบดอก	3 กลีบ หรือทวีคูณของ 3 กลีบ	4-5 กลีบ หรือทวีคูณของ 4-5 กลีบ
ตัวอย่าง	ข้าว ข้าวโพด มะพร้าว ชิง	ส้ม มะม่วง

3.2 ลำต้น

ลำต้น (Stem) เป็นส่วนของพืชที่อยู่เหนือดิน เจริญมาจากต้นอ่อน ลำต้นแตกต่างจากรากตรงบริเวณ ข้อ ปล้อง ยอด โครงสร้างของลำต้นจากปลายยอด แบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ใบเริ่มเกิด ใบอ่อน และลำต้นอ่อน

- โครงสร้างภาคตัดขวางของลำต้น มี 3 ชั้น คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส (Epidermis) ชั้นคอร์เทกซ์ (Cortex) และชั้นสตีล (Stele) ซึ่งประกอบด้วย มัดท่อลำเลียง ได้แก่ ท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) ท่อลำเลียงอาหาร (Phloem) และไส้ไม้หรือปิท (Pith)



ภาพโครงสร้างของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

ชนิดของลำต้น

ลำต้นเหนือดิน (Aerial stem)

ครีพิง สเต็ม (Creeping stem)



- ลำต้นที่เลื้อยขนานตามผิวดินหรือน้ำ
- ตามข้อจะมีรากงอกแทงลงดินเพื่อช่วยยึดลำต้น แขนงที่แยกตามผิวดินหรือน้ำเรียกว่า สโตลอน (Stolon) หรือรันเนอร์ (Runner)
- เช่น ผักบุ้ง ผักกระเฉด

ไคลมบิง สเต็ม (Climbing stem)



- เป็นลำต้นที่เลื้อยหรือไต่ขึ้นที่สูง ถ้ามีหลักอาจไต่ขึ้นที่สูงด้วยวิธีต่างๆ จึงจำแนก Climbing stem ตามลักษณะของการไต่
- เช่น เถาวัลย์ต่างๆ พลูต่าง เฟื่องฟ้า มะนาว ไม้ยราบ



ลำต้นใต้ดิน (Underground stem)

แง่ง หรือเหง้า (Rhizome or Root stock)



- ขนานกับผิวดิน มีข้อและปล้องชัดเจน
- ตามข้อมีใบเกล็ดห่อหุ้มตาเอาไว้ ภายในตานี้อาจแตกแขนงเป็นลำต้นใต้ดิน หรือแตกเป็นใบเป็นมัดขึ้นมาเหนือดิน
- เช่น ขิง ข่า ขมิ้น

ทูเบอร์ (Tuber)



- ลำต้นใต้ดินที่เติบโตมาจากปลายไรโซม
- ตามข้อไม่มีใบเกล็ดและรากมีอาหารสะสม มีปล้องประมาณ 3-4 ปล้อง บริเวณตาจะมีลักษณะบวมลง
- เช่น หัวมันฝรั่ง กลอย

บัลบ์ (Bulb)



- ลำต้นที่ตั้งตรง ตามปล้องมีใบเกล็ดห่อหุ้มลำต้นเห็นเป็นหัวขึ้นมาอาหารจะสะสมในใบเกล็ด
- ลำต้นจะไม่มีอาหารสะสม ตอนล่างของลำต้นจะมีรากฝอย
- เช่น หัวหอม พลับพลึง กระเทียม

คอร์ม (Corm)

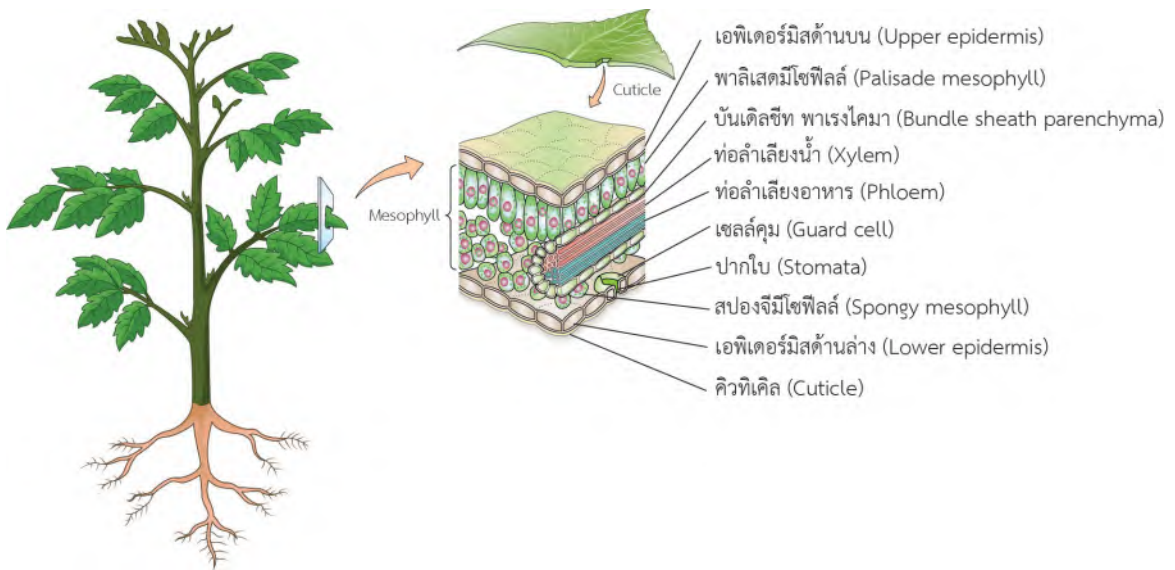


- เป็นลำต้นใต้ดินที่ตั้งตรงเหมือนบัลบ์ แต่มีอาหารสะสมอยู่ในลำต้นแทนการสะสมในใบเกล็ดจึงทำให้ลำต้นอ้วนมาก สามารถเห็นข้อได้ชัดเจน
- เช่น เผือก แห้ว

3.3 ใบ

ใบ (Leaf) เป็นส่วนที่เจริญออกไปบริเวณด้านข้างโดยอยู่ที่ข้อปล้องของต้นและกิ่ง ส่วนใหญ่จะมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ รูปร่างและขนาดของใบจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชหน้าที่หลักคือ ช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ และการคายน้ำ

► โครงสร้างภาคตัดขวางของใบแท้



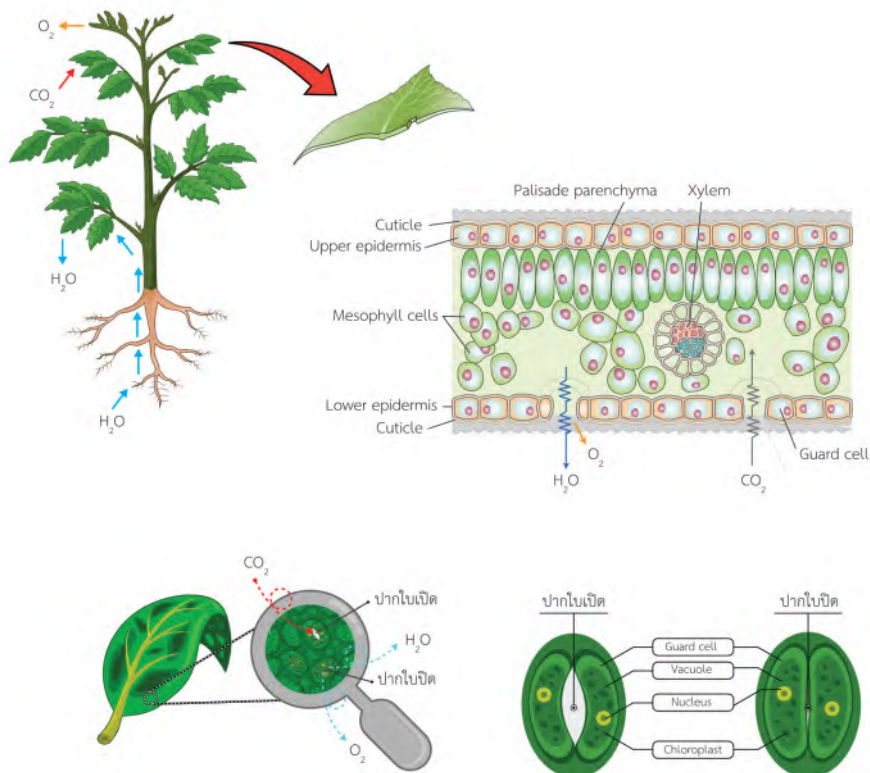
- ชั้นเอพิเดอร์มิส (Epidermis) มี 2 ด้านคือ เอพิเดอร์มิสด้านบน (Upper epidermis) กับเอพิเดอร์มิสด้านล่าง (Lower epidermis)
 - ชั้นมิโซฟิลล์ (Mesophyll) แบ่งออกเป็น 2 ชั้นย่อยคือ พาลิเสดมิโซฟิลล์ (Palisade mesophyll) และสปองจีมิโซฟิลล์ (Spongy mesophyll)
 - มัดท่อลำเลียง (Vascular bundle) ประกอบด้วย ท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) กับท่อลำเลียงอาหาร (Phloem) โดยท่อลำเลียงน้ำจะอยู่ด้านบน ส่วนท่อลำเลียงอาหารจะอยู่ด้านล่างโดยมีบันเดิลชีท (Bundle sheath) ล้อมรอบ
- ใบที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่พิเศษ

ลักษณะใบ	หน้าที่
มือเกาะ	● เพื่อพุงลำต้นให้ไต่ขึ้นที่สูงได้ ● เช่น มะระ ตำลึง
หนาม	● เพื่อใช้เป็นเครื่องป้องกันอันตรายต่าง ๆ จากศัตรูหรือสัตว์ที่จะมากิน และป้องกันการระเหยของน้ำ ● เช่น หนามของต้นกระบองเพชร
ใบสะสมอาหาร	● ใบประเภทนี้จะมีลักษณะอวบอ้วน เนื่องจากเก็บอาหารและอมน้ำไว้มาก ● เช่น ใบว่านหางจระเข้ กลีบหัวหอม และกลีบของกระเทียม
ใบเกล็ด	● มักไม่มีคลอโรฟิลล์ ● เช่น ใบเกล็ดของขิง ข่า เผือก
พุ่มลอย	● ช่วยพุงให้ลำต้นลอยน้ำอยู่ได้ โดยอาศัยก้านใบพองออกและมีช่องว่างอากาศใหญ่ ● เช่น ผักตบชวา



ลักษณะใบ	หน้าที่
ใบประดับ หรือใบดอก	- รองรับดอกโดยอยู่บริเวณก้านดอก ส่วนมากมีสีสดใสสวยงาม - เช่น เฟื่องฟ้า หน้าวัว คริสต์มาส
ใบสืบพันธุ์	- เพื่อช่วยในการแพร่พันธุ์ - เช่น ใบของต้นคว่ำตายหงายเป็น
ก้านดกแมลง	- ก้านดกแมลงหรือสัตว์เล็ก ภายในก้านดกจะมีต่อมสร้างน้ำย่อยอาหารจำพวกโปรตีน - เช่น ต้นกาบหอยแครง หยาดน้ำค้าง สาหร่ายข้าวเหนียว หม้อข้าวหม้อแกงลิง เป็นต้น

3.4 การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช



การคายน้ำ

ปากใบ (Stoma) มีเซลล์คุม (Guard cells) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเปิดของปากใบ (Stoma open) และการปิดของปากใบ (Stoma closed) ถ้าเซลล์สูญเสียน้ำจะเหี่ยวเฉาและปากใบจะปิดเพื่อช่วยลดการสูญเสียน้ำ และสามารถป้องกันพืชไม่ให้เหี่ยวแห้ง

- ▶ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการคายน้ำของพืช
- 1. แสงสว่าง ยิ่งแสงสว่างมากพืชยิ่งคายน้ำ
- 2. อุณหภูมิ ยิ่งอุณหภูมิสูงพืชยิ่งคายน้ำมาก

การสังเคราะห์ด้วยแสง

1

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2

วิทยาศาสตร์กายภาพ

3

วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

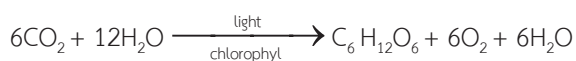
4

เทคโนโลยี



กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เป็นการสร้างอาหารของพืชสีเขียวเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของพืช และเป็นการผลิตอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิต พืชสีเขียวมีคลอโรฟิลล์ที่ทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์มาใช้ในการสร้างอาหาร พืชจำเป็นต้องใช้น้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสารอนินทรีย์มาใช้ในการกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

- ▶ ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง



จากสมการจะเห็นได้ว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชนั้นมีวัตถุดิบและสิ่งที่พืชจำเป็นต้องใช้ดังนี้

- แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นแก๊สที่เกิดขึ้นจากการหายใจของพืชและสิ่งมีชีวิตต่างๆ เกิดจากการเผาไหม้ของสาร และการย่อยสลายของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการสร้างอาหารของพืช โดยเป็นแก๊สที่ให้ธาตุคาร์บอนแก่พืชเพื่อนำไปใช้สร้างแป้งและน้ำตาล



- น้ำ (H_2O) เป็นวัตถุดิบที่พืชดูดซึมมาจากดิน โดยอาศัยหลักการแพร่ของน้ำจากรากเข้าสู่ท่อลำเลียงน้ำของพืชไปยังใบ น้ำเป็นสารที่ให้ธาตุไฮโดรเจนแก่พืช เมื่อธาตุไฮโดรเจนรวมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะได้เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต
- แสงสว่าง (Light) เป็นพลังงานที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยพลังงานแสงทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ในการสร้างน้ำตาลกลูโคสและแก๊สออกซิเจน
- คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) เป็นสารประกอบพวกรงควัตถุที่ทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสงสีต่างๆ จากแสงแดดที่มีธาตุแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่ภายในโมเลกุล พบได้ในพืชและสาหร่ายทุกชนิด ซึ่งในพืชและสาหร่ายแต่ละชนิดนั้นประกอบไปด้วยคลอโรฟิลล์หลายชนิดที่แตกต่างกันออกไปดังนี้
 - คลอโรฟิลล์เอ มีสีเขียวแกมน้ำเงิน ละลายในน้ำ แต่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ เอทิลอีเทอร์ อะซีโตน คลอโรฟอร์ม เป็นต้น คลอโรฟิลล์เอพบในพืชสีเขียว
 - คลอโรฟิลล์บี มีสีเขียวแกมเหลือง ไม่ละลายน้ำ แต่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ เอทิลอีเทอร์ อะซีโตน เป็นต้น พบในพืชชั้นสูงและสาหร่ายสีเขียว
 - คลอโรฟิลล์ซี พบในสาหร่ายสีน้ำตาลและสาหร่ายสีทอง
 - คลอโรฟิลล์ดี พบในสาหร่ายสีแดง
- ▶ ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
 - น้ำตาลกลูโคส ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) บางส่วนถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจของพืชเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานต่อไป น้ำตาลบางส่วนถูกเปลี่ยนไปเป็นแป้ง โดยพืชจะเก็บสะสมไว้ที่ใบ ราก ลำต้น และน้ำตาลยังถูกนำไปสร้างเซลลูโลสซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ของพืช
 - แก๊สออกซิเจน (O_2) ถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจของพืช เมื่อแก๊สออกซิเจนรวมกับอาหารจะเปลี่ยนเป็นพลังงานให้เซลล์พืช แก๊สออกซิเจนที่มากเกินไปความต้องการพืชจะคายออกมาทางปากใบ



บทที่ 04

การสืบพันธุ์และการ เจริญเติบโตของพืช

4.1 การสืบพันธุ์ของพืช

1. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) เป็นการสืบพันธุ์โดยวิธีทางธรรมชาติโดยใช้เมล็ด เริ่มจากการที่ละอองเรณูตกลงที่ยอดเกสรเพศเมีย หลังจากนั้นจะงอกหลอดละอองเรณู (Pollen tube) เพื่อเข้าไปผสมกับไข่ เรียกว่า “การปฏิสนธิ” หลังจากการปฏิสนธิรังไข่จะเจริญเติบโตเป็นผล ส่วนอวุลเจริญเติบโตเป็นเมล็ด

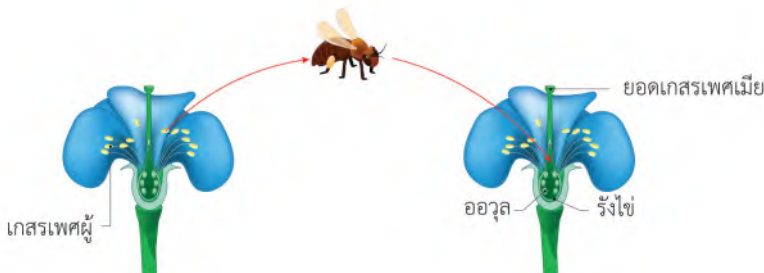
การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก

1. การถ่ายละอองเรณู (Pollination) เกิดจากการที่ละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรเพศเมีย ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ลมทำให้ละอองเรณูปลิวไปตกบนยอดเกสรเพศเมีย หรืออาจเกิดจากตัวกลางช่วยในการถ่ายละอองเรณู เช่น ผีเสื้อ ผึ้ง สัตว์ปีก หรือเกิดจากความตั้งใจของมนุษย์ โดยการถ่ายละอองเรณูเกิดได้ 2 ลักษณะ คือ การถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกัน (Self pollination) และการถ่ายละอองเรณูข้ามดอก (Cross pollination)



การถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกัน (Self pollination)

เช่น ดอกกล้วยไม้ชนิดหนึ่งมีกลีบคล้ายกับผีเสื้อตัวเมีย ทำให้ผีเสื้อตัวผู้มาดูดกินน้ำหวานและได้ถ่ายละอองเรณูให้ดอกอื่นๆ แต่ถ้าไม่มีผีเสื้อมา เกสรเพศผู้ก็อาจจะมีการถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกันได้



การถ่ายละอองเรณูข้ามดอก (Cross pollination) เป็นการถ่ายละอองเรณูจากพืชต้นหนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่งที่เป็นชนิดเดียวกัน ถ้าเป็นพืชต่างชนิดกันจะไม่สามารถสร้างหลอดละอองเรณูได้ โดยละอองเรณูสามารถถูกพาไปโดยลม หรือแมลงที่ไปกินน้ำหวานในดอกไม้อีกต้นหนึ่ง