FUKUROU by SE-ED

Science Booster

สรุปเข้มพร้อมเจาะข้อสอบ วิทย์ ม.ต้น

- สรุปเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ม.ต้น (ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์) แบบเจาะลึก เข้าใจง่าย ครบจบในเล่มเดียว
- มั่นใจด้วยแนวข้อสอบคัดพิเศษแบบเน้น ๆ พร้อมเฉลยละเอียดรายข้อ
- เหมาะสำหรับอ่านเตรียมสอบเข้า ม.4 โรงเรียนต่าง ๆ หรือใช้ทบทวนเพื่อปูพื้นฐานให้แน่นยิ่งขึ้น!

ผู้เขียน : อ.โสมชยา ธนังกุล, อ.พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร

Science Booster

สรุปเข้มพร้อมเจาะข้อสอบ วิทย์ ม.ต้น

อ. โสมชยา ธนังกุล

อ. พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร

ผู้เขียน

FUKUROU by SE-ED

ค้นหาหนังสือที่ต้องการ (รวม e-book และสินค้าที่น่าสนใจ) ได้เร็ว ทันใจ

- บน PC และ Notebook ที่ www.se-ed.com
- สำหรับ Smartphone และ Tablet ทุกยี่ห้อ ที่ http://m.se-ed.com (ผ่าน browser เข้าอินเทอร์เน็ตแล้วทำ Bookmark บนจอ Home จะใช้งานได้เหมือน App ทุกประการ) หรือติดตั้ง SE-ED Application ได้จาก Play Store บน Android หรือจาก App Store บน iOS

• ในกรณีที่ต้องการซื้อเป็นจำนวนมาก เพื่อใช้ในการสอน การฝึกอบรม การส่งเสริมการขาย หรือเป็นของขวัญพิเศษ กรุณาติดต่อสอบถามราคาพิเศษได้ที่ ฝ่ายขาย บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
เลขที่ 1858/87-90 ถนนเทพรัตน แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260
โทรศัพท์ 0-2826-8222 โทรสาร 0-2826-8356-9
• หากมีคำแนะนำหรือติชม สามารถติดต่อได้ที่ comment@se-ed.com

Science Booster สรุปเข้มพร้อมเจาะข้อสอบวิทย์ ม.ต้น

ผู้เขียน อาจารย์โสมชยา ธนังกุล และ อาจารย์พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร

FUKUROU by SE-ED **สำนักพิมพ์ ฟุกุโร**

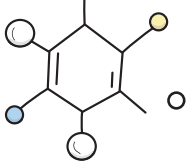
สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย โดย กาญจนา เกิดแพ © พ.ศ. 2568
ห้ามคัดลอก ลอกเลียน ดัดแปลง ทำซ้ำ จัดพิมพ์เนื้อหาและภาพประกอบ
หรือกระทำอื่นใด โดยวิธีการใดๆ ในรูปแบบใดๆ ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้
เพื่อเผยแพร่ในสื่อทุกประเภท หรือเพื่อวัตถุประสงค์ใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาต

4 1 0 - 0 4 6 - 3 2 8

ISBN (e-book) 978-616-08-5466-0

จัดจำหน่ายโดย

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED
เลขที่ 1858/87-90 ถนนเทพรัตน แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260
โทร. 0-2826-8000

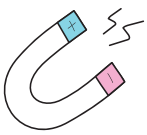


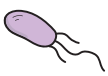
คำนำ

หนังสือ Science Booster สรุปเข้มพร้อมเจาะข้อสอบวิทย์ ม.ต้น เล่มนี้ จัดทำสำหรับนักเรียน ม.3 ใช้เตรียมตัวสอบเข้า ม.4 โดยสรุปข้อสอบจากเนื้อหาทุกเรื่องในหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-2-3 ของกระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ผู้เขียนได้รวบรวมแนวข้อสอบจากที่ต่าง ๆ ทั้งข้อสอบเข้า ม.4 ของโรงเรียนรัฐบาลที่มีชื่อเสียง และข้อสอบความเป็นเลิศทางวิชาการของโรงเรียนที่มีชื่อเสียงทั้งในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด ตลอดจนข้อสอบเข้าสถาบันต่าง ๆ เช่น โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โรงเรียนนายร้อยตำรวจ สถาบันอาชีวศึกษา โรงเรียนช่างต่าง ๆ มาพร้อมเฉลยและคำอธิบายเหตุผลข้อสอบทุกข้อให้นักเรียนอ่านแล้วเข้าใจง่ายที่สุด

จากประสบการณ์การสอนทั้งในฐานะอาจารย์พิเศษตามโรงเรียนมัธยมของรัฐ และติวเตอร์วิชาวิทยาศาสตร์ในสถาบันกวดวิชา หวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และผู้ปกครอง โดยเฉพาะผู้ที่มีเวลาเตรียมตัวสอบไม่มากนัก จะได้ใช้ทบทวนเพื่อให้ทราบเรื่องที่ยังไม่เข้าใจและแก้ไขตนเองต่อไป

ด้วยความปรารถนาดี
โสมชยา ธนังกุล





หนังสือ Science Booster เล่มนี้ เขียนขึ้นตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ในระดับ ม.ต้น อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ โดยผู้เขียนได้อธิบายหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ อย่างละเอียดและเป็นลำดับขั้นตอน เข้าใจง่าย จากประสบการณ์สอนฟิสิกส์มายาวนานกว่า 25 ปี มาพร้อมแบบทดสอบทุกหัวข้อย่อย ให้ผู้เรียนอ่านเพื่อเพิ่มเกรดในโรงเรียนและเตรียมสอบเข้า ม.4 ในส่วนของวิชาฟิสิกส์ ม.ต้น เนื้อหากระชับและต่อเนื่องจากง่ายไปยาก โดยเรียงลำดับเนื้อหาให้ง่ายต่อการเข้าใจ และประยุกต์แนวคิดต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กัน ส่งผลให้ทำข้อสอบประยุกต์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ท้าทาย และสนุกด้วยความเข้าใจ

นอกจากนี้ผู้เขียนได้เพิ่มคลิปการสอนบทพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ที่นักเรียน ม.ต้น ควรรู้ในการเรียนฟิสิกส์ เพื่อให้เข้าใจในแก่นของวิชาฟิสิกส์อย่างลึกซึ้ง และเป็นพื้นฐานที่ดีในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ม.ปลาย ต่อไป

ท้ายนี้ผู้เขียนหวังว่า หนังสือเล่มนี้จะช่วยให้นักเรียนที่สนใจได้รับประสบการณ์และความรู้ที่ผู้เขียนตั้งใจถ่ายทอดได้เป็นอย่างดี และขออวยพรให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จสอบผ่านได้ตามเป้าหมายที่ตั้งใจไว้

ด้วยความปรารถนาดี
พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร

สแกน QR code
เพื่อดูวิดีโอปรับพื้นฐาน
วิชาฟิสิกส์ก่อนเรียน

สารบัญ

ชีววิทยา

1 เซลล์ 8

2 กระบวนการแพร่และการออสโมซิส 13

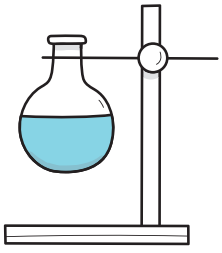
3 การสังเคราะห์ด้วยแสง 17

4 การสืบพันธุ์ของพืชดอก 22

5 อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะ 33

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 55

7 ความหลากหลายทางชีวภาพ 68



เคมี

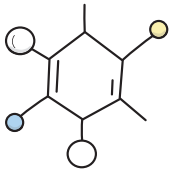
1 สารบริสุทธิ์ 74

2 พลังงานความร้อน 80

3 สารละลาย 84

4 การแยกสาร 95

5 ปฏิกิริยาเคมี 101



ฟิสิกส์

1 การเคลื่อนที่แนวตรง 118
การเคลื่อนที่แนวดิ่ง
กฎของนิวตัน
การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และแบบวงกลม
2 งานและพลังงาน 139
โมเมนตัม
เครื่องกลและการได้เปรียบเชิงกล
3 อุณหภูมิ 160
ความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะ
ความดัน
4 คลื่นกล 181
คลื่นเสียง
คลื่นแสง
แสงและการมองเห็น
5 ไฟฟ้าสถิต 215
ไฟฟ้ากระแส
6 แม่เหล็กไฟฟ้า 245

แนวข้อสอบ

แนวข้อสอบชีววิทยา 250
แนวข้อสอบเคมี 274
แนวข้อสอบฟิสิกส์ 284

เฉลย

เฉลยชีววิทยา 288
เฉลยเคมี 311
เฉลยฟิสิกส์ 324

แก้ไขหน้าที่ผิด
และอื่น ๆ

ชีววิทยา

1 เซลล์

เซลล์ (cell) คือหน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต เปรียบได้กับอะตอมคือหน่วยที่เล็กที่สุดของสสาร ภายในเซลล์จะประกอบด้วยโครงสร้างเล็ก ๆ ที่มาทำงานร่วมกัน เรียกว่า ออร์แกเนลล์ (organelle)

เซลล์แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามโครงสร้างและชนิดของออร์แกเนลล์ คือ เซลล์พืช (plant cell) และเซลล์สัตว์ (animal cell)

โครงสร้างพื้นฐานที่พบทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีออร์แกเนลล์พื้นฐานเหมือนกัน ดังนี้

เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ทำหน้าที่ควบคุมการผ่านเข้าออกของสารในเซลล์ และกำหนดขอบเขตของเซลล์ มีลักษณะเป็นเยื่อบาง

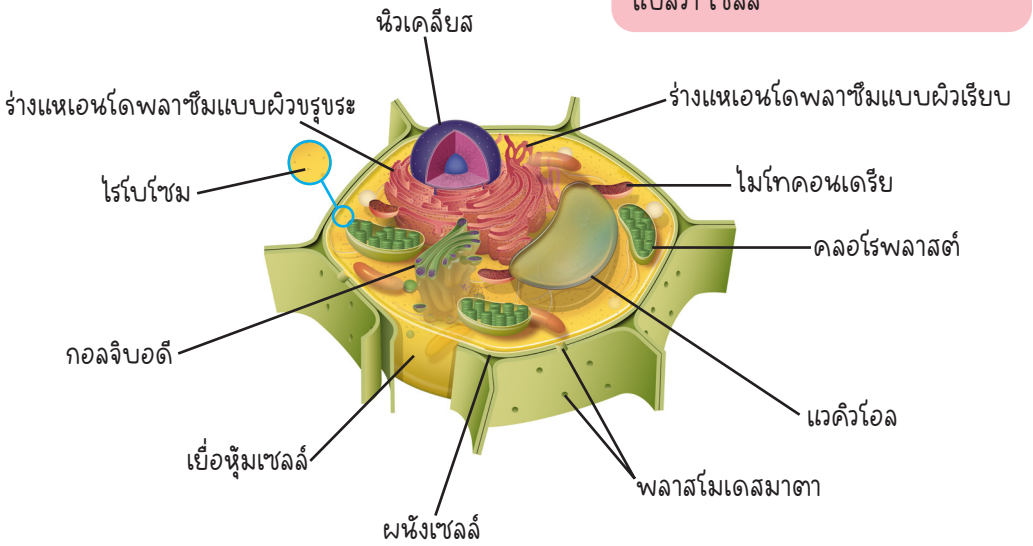
ไซโทพลาซึม (cytoplasm) คือ ของเหลวต่าง ๆ ภายในเซลล์ยกเว้นนิวเคลียส

นิวเคลียส (nucleus) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในเซลล์ มีรูปร่างกลม

ไซโทพลาซึมกับนิวเคลียส เรียกรวมกันว่า โพรโทพลาซึม (protoplasm)

Note

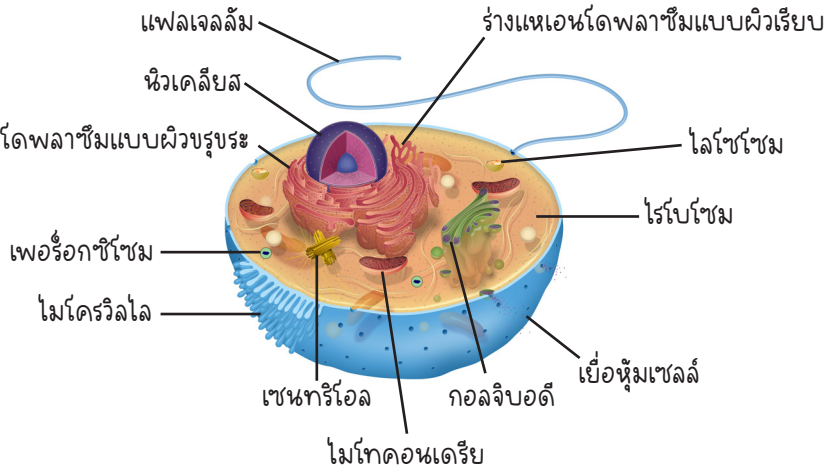
คำว่า พลาซึม (plasm) เป็นภาษากรีก แปลว่า ของเหลว
คำว่า ไซต์ (cyte) เป็นภาษาละติน แปลว่า เซลล์



โครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์พืช

เซลล์พืช

- **ผนังเซลล์ (cell wall)**
- **พลาสโมเดสมาตา (plasmodesmata)** ช่องว่างติดต่อระหว่างเซลล์ข้างเคียง
- **เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane)**
- **คลอโรพลาสต์ (chloroplast)** ภายในมีคลอโรฟิลล์
- **ไมโทคอนเดรีย (mitochondria)** แหล่งผลิตพลังงานให้แก่เซลล์
- **กอลจิบอดี (Golgi body)** รวบรวม บรรจุ และส่งออกสาร
- **ร่างแหเอนโดพลาซึมแบบผิวเรียบ (smooth endoplasmic reticulum; SER)** แหล่งสร้างไขมัน
- **ร่างแหเอนโดพลาซึมแบบผิวขรุขระ (rough endoplasmic reticulum; RER)** แหล่งสร้างโปรตีน
- **เซนทรัลแวคิวโอล (central vacuole)** ช่องว่างกลางเซลล์
- **โทโนพลาสต์ (tonoplast)** เยื่อหุ้มแวคิวโอล
- **นิวเคลียส (nucleus)** ควบคุมการทำงานของเซลล์และเป็นที่อยู่ของสารพันธุกรรม ได้แก่ ดีเอ็นเอ (DNA) และอาร์เอ็นเอ (RNA)



โครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์สัตว์

เซลล์สัตว์

- **แฟลเจลลัม (flagellum)** โครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ พบในเซลล์สัตว์บางเซลล์เท่านั้น
- **ไมโครวิลไล (microvilli)** ส่วนที่ยื่นออกมาเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้เซลล์
- **ไซโทสเกเลตอน (cytoskeleton)** โครงร่างภายในเซลล์ ทำให้เซลล์คงรูปร่างอยู่ได้ แบ่งเป็น ไมโครฟิลาเมนท์ (microfilament) อินเทอร์มีเดียทฟิลาเมนท์ (intermediate filament) และไมโครทิวบูล (microtubule)
- **นิวเคลียส (nucleus)** ประกอบด้วยนิวคลีโอลัส (nucleolus) โครมาทิน (chromatin) และเยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane หรือ nuclear envelope)

หน้าที่ของโครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์

มีเยื่อหุ้มหนึ่งชั้น

ผนังเซลล์ (cell wall) เป็นโครงสร้างที่อยู่ด้านนอกสุดของเซลล์พืช ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับเซลล์ องค์ประกอบหลักของผนังเซลล์พืช คือ เซลลูโลส (cellulose) ซึ่งเป็นสารจำพวกคาร์โบไฮเดรต ในพืชบางชนิดจะมีคิวทิน (cutin) เคลือบอยู่ที่ผิวของเซลล์เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ บนผนังเซลล์พืชมีช่องทางติดต่อระหว่างเซลล์ เรียกว่า พลาสโมเดสมาตา (plasmodesmata)

เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane หรือ plasma membrane) เป็นเยื่อบางล้อมรอบไซโทพลาซึม มีการจัดเรียงตัวแบบฟลูอิดโมเซอิกโมเดล (fluid mosaic model) ประกอบด้วยลิพิด โปรตีน และสายคาร์โบไฮเดรต มีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกเซลล์ของสาร และช่วยกำหนดขอบเขตของเซลล์

ไซโทพลาซึม (cytoplasm) ส่วนต่าง ๆ ภายในเซลล์ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นของเหลว เรียกว่า ไซโทซอล (cytosol) และส่วนที่เป็นของแข็ง เรียกว่า ออร์แกเนลล์ (organelle) ในเซลล์

นิวเคลียส (nucleus) ประกอบด้วยเยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane หรือ nuclear envelope) และนิวคลีโอพลาซึม (nucleoplasm) ซึ่งเป็นของเหลวที่เป็นที่อยู่ของนิวคลีโอลัส (ภายในมี RNA) และโครมาทิน (ภายในมี DNA)

Note

กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เซลล์ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เรียกว่า โพรแคริโอต (prokaryote) เช่น แบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae)

มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น

พลาสทิด (plastid) เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับรงควัตถุที่บรรจุอยู่ภายใน เช่น คลอโรพลาสต์ (chloroplast) มีสีเขียว เนื่องจากมีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ลิวโคพลาสต์ (leucoplast) มีสีขาว เป็นที่สะสมของแป้ง โปรตีน หรือลิพิด

ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น เยื่อชั้นในพับทบไปมา ส่วนที่ยื่นเข้ามาข้างใน เรียกว่า คริสตี (cristae) ภายในมีของเหลวบรรจุอยู่ เรียกว่า เมทริกซ์ (matrix) ซึ่งมีเอนไซม์ที่ใช้ในการหายใจระดับเซลล์

ไมโทคอนเดรียทำหน้าที่เป็นแหล่งสร้างพลังงานให้กับเซลล์

แวคิวโอล (vacuole) คือ ช่องว่างในเซลล์ แวคิวโอลในเซลล์พืชทำหน้าที่เก็บสารละลายหรืออาหารสะสม เช่น แซปแวคิวโอล (sap vacuole) หรือฟูดแวคิวโอล (food vacuole)

แวคิวโอลในโพรโทซัวน้ำจืด ทำหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำในเซลล์ เรียกว่า คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล (contractile vacuole)

มีเยื่อหุ้ม 1 ชั้น

ร่างแหเอนโดพลาซึม (endoplasmic reticulum; ER) เป็นเยื่อบาง ๆ ติดต่อกับนิวเคลียส มี 2 แบบ ได้แก่

- แบบผิวเรียบ (smooth endoplasmic reticulum; SER) คือส่วนของ ER ที่ไม่มีไรโบโซม (ribosome) มาเกาะ มีหน้าที่สร้างสารจำพวกไขมัน (เช่น ฮอร์โมนเพศ) และช่วยกำจัดสารพิษ จึงพบมากในเซลล์ที่ช่วยกำจัดสารพิษ เช่น เซลล์ตับ หรือพบในเซลล์ที่สร้างฮอร์โมนเพศ เช่น รังไข่ในเพศหญิง อัณฑะในเพศชาย
- แบบผิวขรุขระ (rough endoplasmic reticulum; RER) คือส่วนของ ER ที่มีไรโบโซมมาเกาะ มีหน้าที่สร้างสารจำพวกโปรตีน

กอลจิบอดี (Golgi body) หรือกอลจิแอพพาราตัส (Golgi apparatus) หรือกอลจิคอมเพล็กซ์ (Golgi complex) เป็นเยื่อบางซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ลักษณะคล้าย ER ต่างกันที่บริเวณขอบแต่ละชั้นจะพองออกเป็นถุงเล็ก ๆ เรียกว่า เวสิเคิล (vesicle) ทำหน้าที่รวบรวม เติมสาร และบรรจุสารเพื่อส่งออกไปนอกเซลล์ รวมทั้งสร้างสารจำพวกคาร์โบไฮเดรต เพื่อเติมให้กับโปรตีนที่ส่งมาจาก RER และเติมให้กับลิพิดที่ส่งมาจาก SER

ไลโซโซม (lysosome) มีรูปร่างกลม ภายในบรรจุเอนไซม์ทำหน้าที่ย่อยอาหารหรือสิ่งแปลกปลอม ตลอดจนออร์แกเนลล์ที่เสื่อมสภาพ พบเฉพาะในเซลล์สัตว์

ไม่มีเยื่อหุ้ม

เซนทริโอล (centriole) เป็นออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม โครงสร้างเป็นเส้นใยโปรตีน มีลักษณะเป็นแท่งกลวงอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ช่วยในการแบ่งเซลล์ พบเฉพาะในเซลล์สัตว์

ไซโทสเกเลตอน (cytoskeleton) เป็นเส้นใยโปรตีนที่เชื่อมโยงกันเป็นร่างแหเพื่อค้ำจุนโครงร่างของเซลล์ และเป็นที่ยึดเกาะของออร์แกเนลล์ มี 3 ชนิด คือ

1. ไมโครฟิลาเมนท์ (microfilament)
2. ไมโครทิวบูล (microtubule) เป็นหลอดกลวงเกิดจากก้อนโปรตีนเรียงต่อกัน พบได้ในซิเลีย (cilia) และแฟลเจลลัม (flagellum) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของพารามีเซียมและยูกลีนา
3. อินเทอร์มีเดียทฟิลาเมนท์ (intermediate filament) เป็นเส้นใยโปรตีน 2 สายพันกันเป็นเกลียว

ข้อควรจำ

ออร์แกเนลล์ที่พบเฉพาะในเซลล์พืช
ได้แก่ คลอโรพลาสต์ แวคิวโอล ผนังเซลล์ พลาสโมเดสมาตา
ออร์แกเนลล์ที่พบเฉพาะในเซลล์สัตว์
ได้แก่ ไลโซโซม เซนทริโอล แฟลเจลลัม/ซิเลีย

ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชกับเซลล์สัตว์

ออร์แกเนลล์ที่พบเฉพาะในเซลล์พืช ได้แก่ ผนังเซลล์ (cell wall) ซึ่งมีเซลลูโลส (cellulose) เป็นองค์ประกอบหลัก ทำหน้าที่เพิ่มความแข็งแรงให้แก่เซลล์ ในต้นไม้ที่ตายไปแล้วเนื้อไม้จะยังมีความแข็งแรงเนื่องจากมีผนังเซลล์อยู่

คลอโรพลาสต์ (chloroplast) เป็นออร์แกเนลล์ที่มีสีเขียว เนื่องจากมีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นรงควัตถุบรรจุอยู่ภายใน มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสร้างอาหารของพืชโดยการสังเคราะห์ด้วยแสง

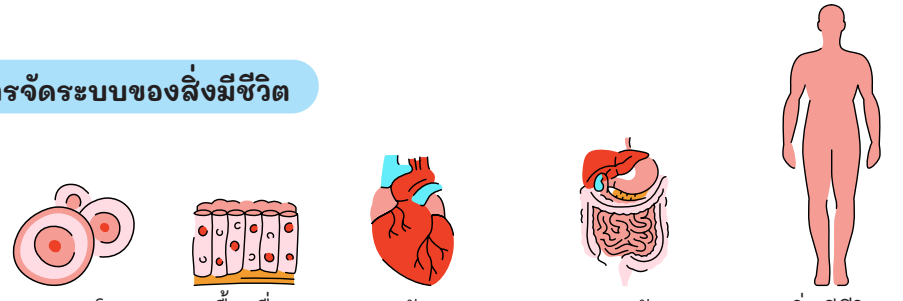
ออร์แกเนลล์ที่พบเฉพาะในเซลล์สัตว์ ได้แก่ เซนทริโอล (centriole) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ และไลโซโซม (lysosome) ทำหน้าที่ย่อยสลายสารหรือออร์แกเนลล์ที่หมดอายุแล้ว

ในเซลล์พืชยังมีแวคิวโอลหรือช่องว่างขนาดใหญ่ ส่วนในสัตว์เซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม อาจพบคอนแทร็กไทล์แวคิวโอล (contractile vacuole) ซึ่งเป็นออร์แกเนลล์ที่ควบคุมปริมาณน้ำในเซลล์

สรุปความแตกต่างระหว่างเซลล์พืช & เซลล์สัตว์

ลักษณะที่เปรียบเทียบ	เซลล์พืช	เซลล์สัตว์
รูปร่างเซลล์	มีเหลี่ยมมุม	กลม
ส่วนเพิ่มความแข็งแรง	มีผนังเซลล์	ไม่มีผนังเซลล์
ออร์แกเนลล์พิเศษ	คลอโรพลาสต์ พลาสโมเดสมาตา	ไลโซโซม เซนทริโอล
การเกิดปรากฏการณ์เซลล์เหี่ยว เซลล์เต่ง	เกิดเซลล์เหี่ยวได้แต่มองไม่เห็น เพราะมีผนังเซลล์ เกิดเซลล์เต่งได้แต่เซลล์ไม่แตก เพราะมีผนังเซลล์	เกิดเซลล์เหี่ยวแล้วมองเห็นได้เนื่องจากไม่มีผนังเซลล์ เกิดเซลล์เต่งแล้วเซลล์แตกได้ เนื่องจากไม่มีผนังเซลล์

การจัดระบบของสิ่งมีชีวิต

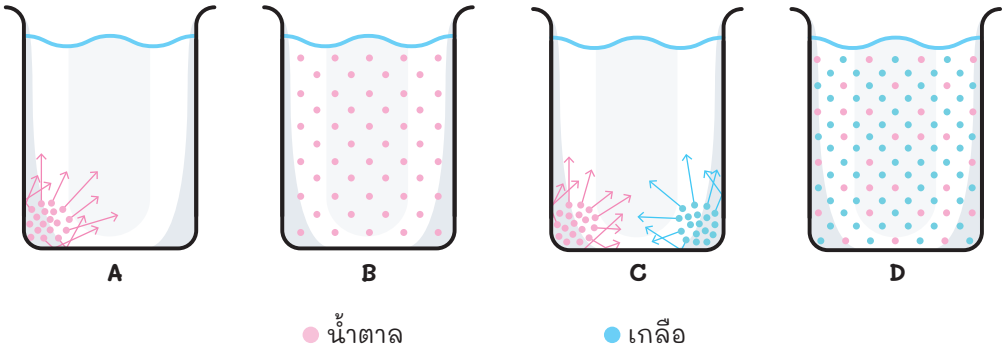


2 กระบวนการแพร่และการออสโมซิส

การลำเลียงสารเข้าออกจากเซลล์

เซลล์ทุกเซลล์ของสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยการแลกเปลี่ยนสารระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ เพื่อการดำรงชีวิต เช่น การนำสารอาหารเข้าสู่เซลล์ และการขับถ่ายของเสียออกนอกเซลล์ ดังนั้นเซลล์จึงต้องติดต่อกับสภาพแวดล้อมภายนอกได้

กระบวนการที่เซลล์ใช้ในการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ คือ การแพร่และการออสโมซิส



การละลายและการแพร่ของน้ำตาลและเกลือ

A. ก้อนน้ำตาลเริ่มละลาย
B. น้ำตาลแพร่ไปทั่วสารละลาย
C. ก้อนน้ำตาลและเกลือเริ่มละลาย
D. น้ำตาลและเกลือแพร่ไปทั่วสารละลาย

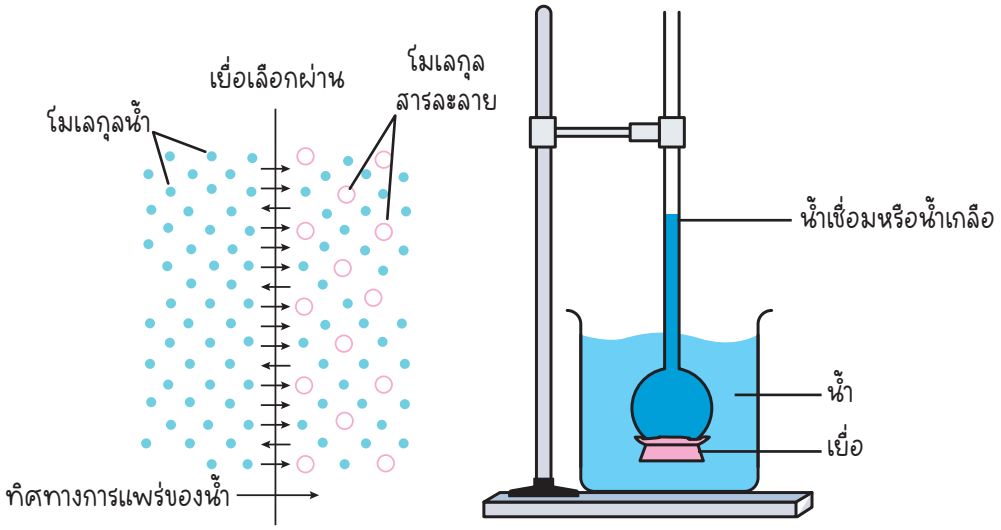
การแพร่

การแพร่ (diffusion) คือ การที่โมเลกุลของสารเคลื่อนที่ออกไปปะปนกับโมเลกุลอื่น โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่จากบริเวณที่สารมีความเข้มข้นสูงไปยังบริเวณที่สารมีความเข้มข้นต่ำ เมื่อทุกบริเวณของสารผสมมีความเข้มข้นเท่ากัน จะเรียกว่า **ภาวะสมดุลของการแพร่** กล่าวคือ ภาวะที่อนุภาคของสารยังมีการเคลื่อนที่อยู่ แต่อัตราการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งมีค่าเท่ากัน จึงมองไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง

สภาวะของการแพร่ที่เกิดเมื่อสารอยู่ในสมดุล เรียกว่า สมดุลพลวัต (dynamic equilibrium)
มาจากคำว่า equilibrium = สมดุล
dynamic = การเคลื่อนไหว

โมเลกุลของสารเคลื่อนที่ได้เนื่องจากแต่ละโมเลกุลมีพลังงานจลน์สะสมอยู่ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นพลังงานจลน์จะเพิ่มขึ้น (พลังงานความร้อนเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานจลน์) ทำให้โมเลกุลของสารมีอัตราการเคลื่อนที่เร็วขึ้น

ออสโมซิส



ออสโมมิเตอร์แสดงการเกิดออสโมซิส

ออสโมซิส (osmosis) คือ การแพร่ของน้ำผ่านเยื่อบาง ๆ ซึ่งมีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน เช่น เยื่อหุ้มเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และกระดาษเซลโลเฟนที่ใช้ในการทดลอง โดยน้ำจะออสโมซิสจากบริเวณที่มีน้ำมากไปยังบริเวณที่มีน้ำน้อย เช่นเดียวกับหลักการแพร่ของสาร กล่าวคือ สาร (น้ำ) จะแพร่จากบริเวณที่มีสาร (น้ำ) มากไปยังบริเวณที่มีสาร (น้ำ) น้อย

Note
เครื่องมือวัดอัตราการแพร่ (ออสโมซิส) คือ ออสโมมิเตอร์ (osmometer)

ปรากฏการณ์เซลล์เหี่ยว เซลล์เต่ง

เมื่อนำเซลล์ไปแช่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าสารละลายในเซลล์ (สารละลายมีน้ำน้อยกว่าเซลล์) น้ำจะแพร่จากเซลล์ออกสู่ภายนอกทำให้เซลล์เหี่ยว เรียกปรากฏการณ์ที่เซลล์เหี่ยวว่า **พลาสโมลิซิส (plasmolysis)** เรียกสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าสารละลายในเซลล์ว่า **ไฮเพอร์โทนิกโซลูชัน (hypertonic solution)**

กระบวนการที่น้ำในเซลล์แบคทีเรียแพร่ออกสู่ภายนอกจนแบคทีเรียตาย เมื่อนำอาหารที่มีแบคทีเรียไปแช่ในน้ำเกลือหรือน้ำเชื่อม เรียกว่า กระบวนการครีเนชัน (crenation) เป็นการถนอมอาหารแบบหนึ่ง

เมื่อนำเซลล์ไปแช่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าสารละลายในเซลล์ (สารละลายมีน้ำมากกว่าเซลล์) น้ำจะแพร่จากภายนอกเข้าสู่เซลล์ทำให้เซลล์เต่ง เรียกปรากฏการณ์ที่เซลล์เต่งว่า **พลาสมอปไทซิส (plasmoptysis)** เรียกสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าสารละลายในเซลล์ว่า **ไฮโพโทนิกโซลูชัน (hypotonic solution)**

หากเป็นเซลล์สัตว์ซึ่งมีแต่เยื่อหุ้มเซลล์ไม่มีผนังเซลล์ เมื่อน้ำแพร่เข้ามาก ๆ จะทำให้เซลล์แตกได้ เช่น การแตกของเซลล์เม็ดเลือดแดงที่เรียกว่า **เฮโมลิซิส (hemolysis)** จำง่าย ๆ ว่า เฮโม (hemo) มาจากคำว่า เฮโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดง ส่วนคำว่า ลิซิส (lysis) แปลว่า ทำให้แตกออก

หากไม่ต้องการให้เซลล์เหี่ยวหรือเต่งจนแตก ต้องแช่เซลล์ไว้ในสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากับสารละลายในเซลล์ เรียกสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากับสารละลายในเซลล์ว่า **ไอโซโทนิกโซลูชัน (isotonic solution)** นี่คือเหตุผลที่ทางการแพทย์ต้องใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นใกล้เคียงกับสารละลายในเซลล์ เช่น น้ำเกลือที่ใช้ฉีดเข้าหลอดเลือดหรือน้ำเกลือที่ใช้หยอดตาสำหรับผู้สวมใส่คอนแทกต์เลนส์ (สารละลายในเซลล์มีความเข้มข้นประมาณ +0.9%) ในบางกรณีต้องการให้เซลล์เต่งเพื่อรักษาความสดของพืชผัก ทำได้โดยการนำไปแช่ในน้ำเพื่อให้น้ำแพร่เข้าสู่เซลล์

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการแพร่ของสาร

1. ความเข้มข้นของสารใน 2 บริเวณ ยิ่งสารมีความเข้มข้นแตกต่างกันมากเท่าไร อัตราการแพร่ก็เกิดได้มากเท่านั้น

2. อุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น พลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้นจะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ ทำให้สารเคลื่อนที่ได้มากขึ้น อัตราการแพร่ของสารจะมากขึ้น

3. สถานะของสาร สารที่อยู่ในสถานะแก๊สจะแพร่ได้เร็วที่สุด เนื่องจากโมเลกุลอยู่ห่างกัน มีพลังงานจลน์มาก และมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา

คำศัพท์เรื่องการแพร่

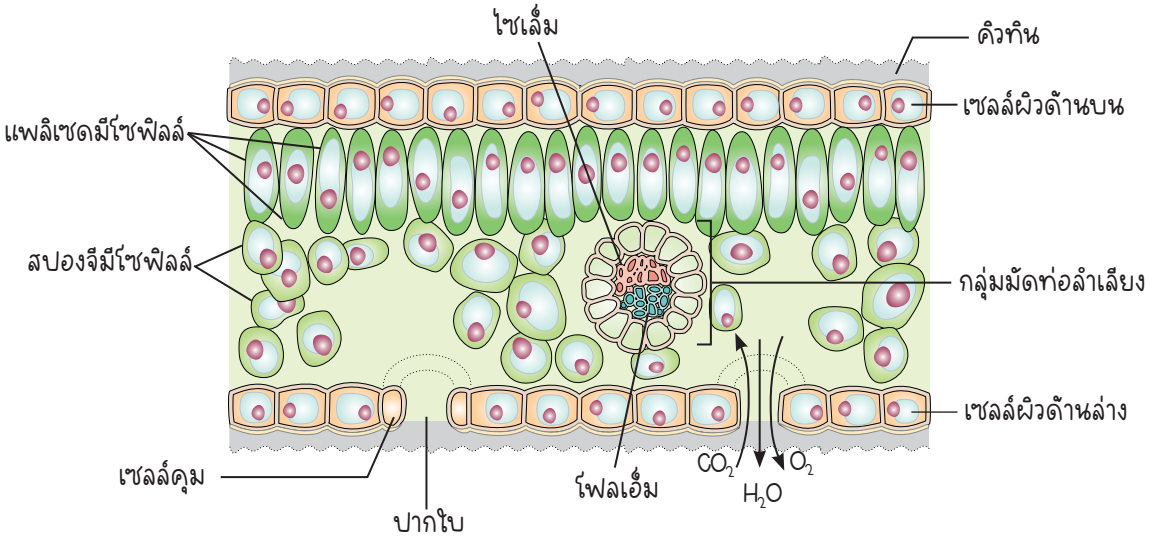
คำศัพท์	ความหมาย	คำอธิบาย
diffusion	การแพร่	การเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่สารมีความเข้มข้นสูงไปยังบริเวณที่สารมีความเข้มข้นต่ำ
osmosis	ออสโมซิส	การแพร่ของน้ำผ่านเยื่อเลือกผ่าน
permeable membrane	เพอร์เมียเบิลเมมเบรน	เยื่อบางที่ยอมให้สารทุกชนิดผ่านได้
semipermeable membrane	เซมิเพอร์เมียเบิลเมมเบรน	เยื่อบางที่ยอมให้สารบางชนิดผ่านได้
impermeable membrane	อิมเพอร์เมียเบิลเมมเบรน	เยื่อบางที่ไม่ยอมให้สารชนิดใดผ่านได้เลย
isotonic solution	ไอโซโทนิกโซลูชัน	สารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากับสารละลายในเซลล์
hypertonic solution	ไฮเพอร์โทนิกโซลูชัน	สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าสารละลายในเซลล์
hypotonic solution	ไฮโพโทนิกโซลูชัน	สารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าสารละลายในเซลล์
plasmolysis	พลาสโมลิซิส	ปรากฏการณ์เซลล์เหี่ยว เนื่องจากอยู่ในสารละลายไฮเพอร์โทนิก
plasmoptysis	พลาสมอปไทซิส	ปรากฏการณ์เซลล์เต่ง เนื่องจากอยู่ในสารละลายไฮโพโทนิก
hemolysis/ haemolysis	เฮโมลิซิส	ปรากฏการณ์ที่เซลล์เม็ดเลือดแดงแตก
turgor pressure	แรงดันเต่ง	แรงดันที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ที่มีผนังเซลล์ เนื่องจากการออสโมซิสของน้ำเข้าสู่เซลล์
osmotic pressure	แรงดันออสโมติก	แรงดันออสโมติก เป็นแรงดันที่เกิดจากโมเลกุลของตัวละลายในเซลล์

3 การสังเคราะห์ด้วยแสง

ใบ

ใบ (leaf) มีหน้าที่สำคัญคือ สร้างอาหารส่งไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ และยังมีหน้าที่พิเศษต่าง ๆ เช่น หายใจ คายน้ำ สะสมอาหาร สืบพันธุ์

ส่วนประกอบของใบ เมื่อตัดใบออกตามขวาง ภายในจะประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวเป็นชั้นดังนี้

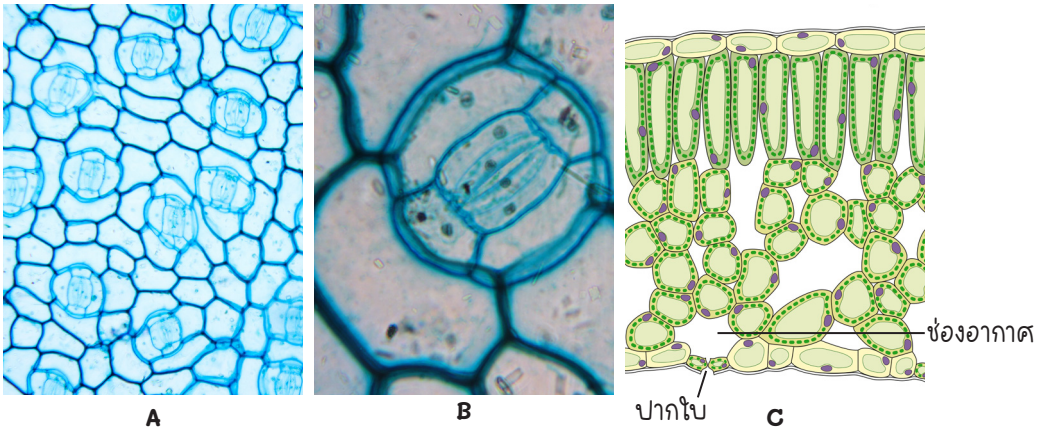


1. **เซลล์ผิวด้านบน (upper epidermis)** เป็นเซลล์ชั้นเดียว ไม่มีคลอโรพลาสต์ ผนังด้านนอกหนา ที่ผิวด้านนอก (หลังใบ) มีสารคิวทินฉาบไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำในใบระเหยออกมามาก และป้องกันเซลล์ภายใน

2. **มีโซฟิลล์ (mesophyll)** อยู่ระหว่างเซลล์ผิวด้านบนและด้านล่าง แบ่งเป็น 2 แบบ คือ
   - แพลิเซดมีโซฟิลล์ (palisade mesophyll) อยู่ติดกับเซลล์ผิวด้านบน เซลล์มีรูปร่างยาว เรียงตัวชิดติดกันเป็นแถวคล้ายรั้ว
   - สปองจีมีโซฟิลล์ (spongy mesophyll) อยู่ติดกับเซลล์ผิวด้านล่าง เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม เรียงตัวกันแบบหลวม ๆ ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก

3. **กลุ่มมัดท่อลำเลียง (vascular bundle)** พบมากบริเวณเส้นใบ (vein) ประกอบด้วยไซเล็ม (xylem) อยู่ด้านบนและโฟลเอ็ม (phloem) อยู่ด้านล่าง ในพืชบางชนิดกลุ่มมัดท่อลำเลียงจะมีเซลล์หุ้มอยู่โดยรอบ เรียกว่า เซลล์บันเดิลชีท (bundle sheath cell)

4. **เซลล์ผิวด้านล่าง (lower epidermis)** มีลักษณะและหน้าที่เหมือนเซลล์ผิวด้านบนทุกอย่าง ในพืชส่วนใหญ่จะพบช่องซึ่งเป็นทางผ่านของน้ำและอากาศจำนวนมาก เรียกว่า ปากใบ (stoma) ที่ช่องปากใบมีเซลล์รูปไข่ 1 คู่ ทำหน้าที่ควบคุมการปิดเปิดของปากใบ เรียกว่า เซลล์คุม (guard cell)

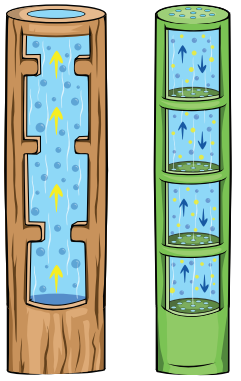


A. ปากใบ
B. ปากใบและเซลล์คุมขยายใหญ่
C. ใบผ่าขวางผ่านปากใบแสดงการติดต่อกับช่องอากาศ

เนื้อเยื่อลำเลียง

เนื้อเยื่อลำเลียง (vascular tissue) ประกอบด้วย

1. **ไซเล็ม (xylem)** เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุจากรากไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยลำเลียงในทิศทางเดียวคือ จากล่างขึ้นบน เซลล์ที่ประกอบกันเป็นไซเล็มมีลักษณะเป็นท่อหนากลวง ผนังเซลล์หนาเนื่องจากมีสารลิกนิน (lignin) มาสะสม
2. **โฟลเอ็ม (phloem)** เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร (สารอินทรีย์ที่เกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสง) จากใบไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยลำเลียงในทิศทางขึ้นและลงกระจายไปทั่วทั้งต้น เซลล์ที่ประกอบกันเป็นโฟลเอ็มมีลักษณะเป็นท่อที่ด้านปลายมีตะแกรงกั้น



ปัจจัยที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสง

การสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) คือ กระบวนการสร้างอาหารของพืชและสาหร่ายทุกชนิด หรือสิ่งมีชีวิตที่มีรงควัตถุ (pigment) สำหรับใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น **คลอโรฟิลล์ (chlorophyll)**

Note

ความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
พืชนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปเปลี่ยนเป็นแก๊สออกซิเจนซึ่งสิ่งมีชีวิตใช้ในการหายใจ

$$nCO_2 + 2nH_2O \xrightarrow[\text{คลอโรฟิลล์}]{\text{แสง}} (CH_2O)n + nO_2 + nH_2O$$

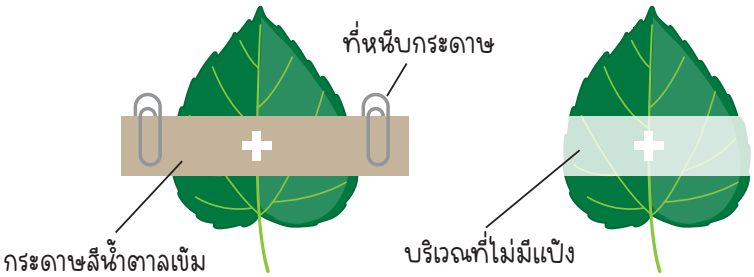
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ น้ำตาลกลูโคส แก๊สออกซิเจน น้ำ

เมื่อ n = จำนวนโมลของสารต่าง ๆ เช่น 1, 2, 3, ...

การทดลองเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

การทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า แสงจำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

- นำใบไม้ที่โดนแสงและไม่โดนแสง (อาจใช้กระดาษดำปิดใบไว้บางส่วน) มาตรวจหาแป้ง
- บริเวณที่ได้รับแสงจะเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้ได้ผลผลิตคือ แป้ง ซึ่งเปลี่ยนมาจากน้ำตาล



การทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า คลอโรฟิลล์จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

- นำใบไม้ส่วนที่มีสีเขียวและส่วนที่ไม่มีสี (เช่น ชบาด่าง) มาตรวจหาแป้ง
- บริเวณที่มีคลอโรฟิลล์จะเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้ได้ผลผลิตคือ แป้ง

การทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า คาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

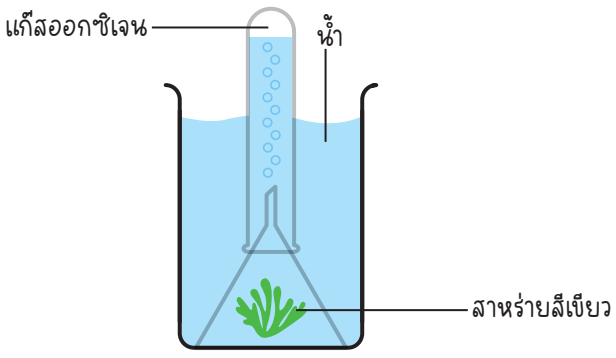
- เก็บพืชไว้ในที่มืด 1 วัน เพื่อให้แป้งที่มีอยู่ก่อนหน้าถูกพืชสลายมาใช้เป็นอาหารจนหมด จะได้มั่นใจว่าอาหารที่ได้ เป็นอาหารที่เกิดจากการสร้างใหม่
- ใช้ถุงพลาสติกหุ้มส่วนใบของพืชไว้ แบ่งทำทั้งหมด 2 จุด
  จุดที่ 1 หุ้มด้วยถุงพลาสติกที่ใส่สารดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ภายใน เช่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (น้ำปูนใส)
  จุดที่ 2 หุ้มด้วยถุงพลาสติกที่ไม่มีน้ำปูนใส
- ตรวจหาแป้งในถุงทั้ง 2 จุด ถุงที่มีน้ำปูนใสบรรจุอยู่จะดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ ทำให้พืชสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้ จึงไม่เกิดแป้ง

การทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า แป้งเป็นผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง

- นำใบไม้ซึ่งมีสีเขียวไปต้ม เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ในพืชที่เปลี่ยนแป้งกลับเป็นน้ำตาล
- ล้างสีเขียวของคลอโรฟิลล์ออกโดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์ (เอทานอล) เพื่อให้มองเห็นสีของไอโอดีนได้ชัดเจน เอทิลแอลกอฮอล์ละลายคลอโรฟิลล์ได้ในขณะที่น้ำไม่ละลายคลอโรฟิลล์
- ทดสอบแป้งโดยใช้สารละลายไอโอดีน หากมีแป้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินแกมม่วง (สีกรมท่า)

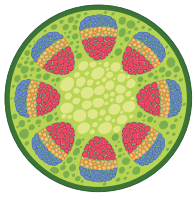
การทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า แก๊สออกซิเจนเป็นผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง

- นำพืชน้ำ เช่น สาหร่ายหางกระรอก มาแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำเกือบเต็ม แล้วใช้กรวยแก้วครอบพืชน้ำไว้
- นำหลอดทดลองที่บรรจุน้ำไว้จนเต็มมาสวมลงกรวยแก้ว
- นำชุดการทดลองนี้ไปตั้งทิ้งไว้กลางแดด ไม่นานจะเริ่มเห็นฟองแก๊สไม่มีสีผุดขึ้นไปแทนที่น้ำในหลอดทดลอง
- ทดสอบว่าแก๊สนี้คือแก๊สออกซิเจนได้โดยใช้ธูปติดไฟแดงแหย่ลงไปในหลอดทดลอง จะเกิดเปลวไฟขึ้น

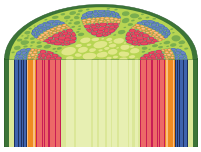


การทดลองเพื่อหาท่อลำเลียงน้ำในพืช

- นำต้นเทียนหรือต้นกระสังมาทั้งราก จากนั้นแช่ทิ้งไว้ในน้ำสีประมาณ 8 ชั่วโมง
- นำมาผ่าตามขวาง (cross section) และตามยาว (longitudinal section)
- ตรวจดูด้วยแว่นขยาย/กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ
  ส่วนที่ติดสี คือ ท่อลำเลียงน้ำ ซึ่งจะเห็นเรียงกันเป็นวงในพืชใบเลี้ยงคู่ (ต้นเทียน/กระสัง)



ก



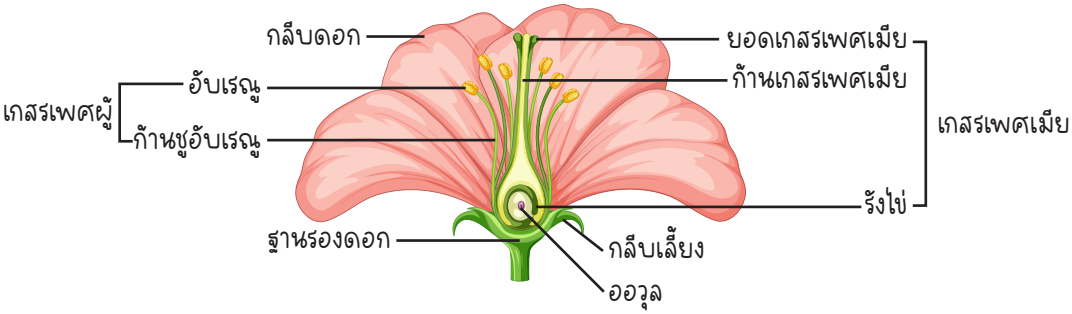
ข

ก. ภาพตัดตามขวางลำต้นเทียนแสดงท่อลำเลียงน้ำ
ข. ภาพตัดตามยาวลำต้นเทียนแสดงท่อลำเลียงน้ำ

4 การสืบพันธุ์ของพืชดอก

ดอก

ดอก (flower) เกิดจากตาดอกซึ่งเป็นกิ่งที่เปลี่ยนไปทำหน้าที่สืบพันธุ์ โดยทั่วไปแล้วดอกจะประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ กลีบเลี้ยง (sepal) กลีบดอก (petal) เกสรเพศผู้ (stamen) และเกสรเพศเมีย (pistil)



ดอกสมบูรณ์ (complete flower) คือ ดอกที่มีส่วนประกอบครบ 4 ส่วน ได้แก่ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ เกสรเพศเมีย

ดอกไม่สมบูรณ์ (incomplete flower) คือ ดอกที่มีส่วนประกอบไม่ครบ 4 ส่วน

ดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) คือ ดอกที่ประกอบด้วยเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียในดอกเดียวกัน ตัวอย่างดอกไม้ที่เป็นดอกสมบูรณ์เพศ เช่น ดอกพู่ระหง ชบา กุหลาบ บัว มะเขือ ต้อยติ่ง

ดอกไม่สมบูรณ์เพศ (imperfect flower) คือ ดอกที่มีเกสรเพศผู้หรือเกสรเพศเมียอย่างใดอย่างหนึ่งในดอกเดียวกัน ดอกที่มีแต่เกสรเพศผู้ เรียกว่า ดอกเพศผู้ (ดอกตัวผู้) และดอกที่มีแต่เกสรเพศเมีย เรียกว่า ดอกเพศเมีย (ดอกตัวเมีย)

พืชที่มีดอกไม่สมบูรณ์เพศ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

- พืชที่มีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่บนต้นเดียวกัน (monoecious plant) เช่น ฟักทอง ละหุ่ง ข้าวโพด มะพร้าว พืชในตระกูลแตง (เช่น แตงกวา แตงโม บวบ น้ำเต้า ฟักทอง)
- พืชที่มีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่แยกต้นกัน (dioecious plant) เช่น มะละกอ มะเดื่ออินทผลัม มะยม ตาล

Note

ต้นไม้ที่มีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่ในช่อเดียวกัน ดอกเพศผู้มักอยู่เหนือดอกเพศเมียเพื่อความสะดวกในการถ่ายเรณู กล่าวคือ เรณูจะร่วงลงสู่ยอดเกสรเพศเมีย

ดอกเพศเมีย (ซ้าย) และดอกเพศผู้ (ขวา) ของมะละกอ

ดอกเพศเมีย (ซ้าย) และดอกเพศผู้ (ขวา) ของฟักทอง

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก

การถ่ายเรณู (pollination) คือ การที่เรณูจากเกสรเพศผู้ไปตกลงบนยอดเกสรเพศเมีย โดยการนำพาของพาหะถ่ายเรณู เช่น ลม น้ำ แมลง และสัตว์ต่าง ๆ แล้วเกิดการปฏิสนธิ

การปฏิสนธิ (fertilization) คือการรวมกันระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (สเปิร์ม : sperm) ซึ่งอยู่ในเรณู (pollen) และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ เซลล์ไข่ ซึ่งอยู่ในออวุล (ovule)

การปฏิสนธิของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิซ้อน (double fertilization) กล่าวคือ สเปิร์มตัวแรกเข้าผสมกับเซลล์ไข่เป็นไซโกต (zygote) และพัฒนาต่อเป็นเอ็มบริโอ (embryo) หรือต้นอ่อน ส่วนสเปิร์มตัวที่ 2 เข้าผสมกับโพลาร์นิวคลีไอ (polar nuclei) เป็นเอนโดสเปิร์ม (endosperm) อาหารเลี้ยงต้นอ่อน

คำว่า นิวคลีไอ (nuclei) เป็นพหูพจน์ของคำว่า นิวเคลียส (nucleus)

ส่วนประกอบของออวุล

ออวุล (ovule) อยู่ภายในรังไข่ (ovary) ในออวุลจะประกอบด้วยเซลล์ทั้งหมด 7 เซลล์ ซึ่งมี 8 นิวเคลียส (มี 1 เซลล์ ที่มี 2 นิวเคลียส) โดยจะแบ่งเป็น 3 กลุ่มเรียงกันดังนี้

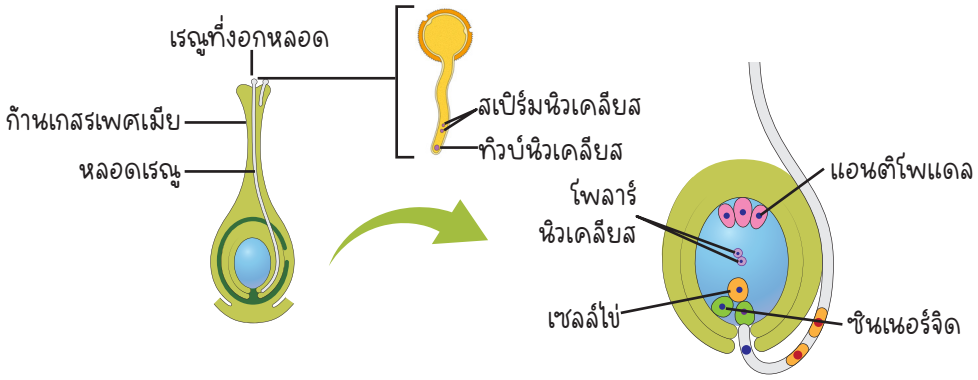
1. กลุ่มเซลล์ด้านบน มี 3 เซลล์ เรียกว่า แอนติโพแดล (antipodal) รวมมี 3 นิวเคลียส
2. กลุ่มเซลล์ตรงกลาง มี 2 นิวเคลียส เกิดจากเซลล์ตรงกลาง 2 เซลล์ หลอมรวมเป็น 1 เซลล์ เรียกว่า โพลาร์นิวคลีไอ (polar nuclei) มี 2 นิวเคลียส
3. กลุ่มเซลล์ด้านล่าง มี 3 เซลล์ ประกอบด้วยเซลล์ไข่อยู่ตรงกลาง ขนาบทั้ง 2 ข้างด้วยซินเนอร์จิด (synergid) รวมมี 3 นิวเคลียส

เซลล์ที่มีการเจริญหลังผสมกับสเปิร์ม คือ เซลล์ไข่และโพลาร์นิวคลีไอ ส่วนเซลล์อื่น ๆ จะฝ่อสลายไป

ส่วนประกอบของเรณู

เรณู (pollen) บรรจุอยู่ภายในอับเรณู (anther) ในเรณูจะประกอบด้วยนิวเคลียส 2 ชนิด ดังนี้

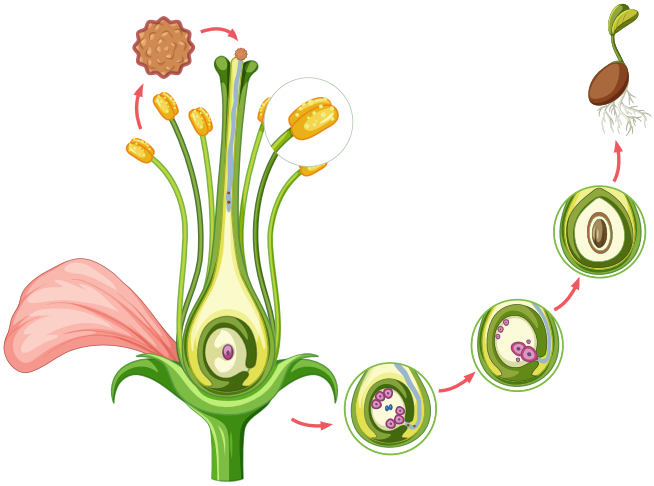
1. เจเนอเรทิฟนิวเคลียส (generative nucleus) ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ คือ สเปิร์ม (sperm)
2. ทิวบ์นิวเคลียส (tube nucleus) ทำหน้าที่สร้างหลอดเรณู (pollen tube)



ส่วนประกอบของออวุลและเรณู

ทิวบ์นิวเคลียสจะงอกหลอดเรณูลงไปตามก้านเกสรเพศเมีย บริเวณปลายหลอดจะสร้างน้ำเชื้อที่ละลายเซลล์ในก้านเกสรเพศเมียให้เปิดเป็นช่องเล็ก ๆ เจเนอเรทิฟนิวเคลียสจะแบ่งตัวให้เซลล์สเปิร์ม 2 เซลล์ เมื่อหลอดเรณูงอกลงไปถึงรูไมโครไพล์ (micropyle) ซึ่งอยู่บริเวณด้านล่างของออวุลหรือบริเวณที่ตั้งของเซลล์ไข่

สเปิร์มตัวแรกจะเข้าผสมกับเซลล์ไข่เกิดเป็นไซโกตซึ่งจะแบ่งตัวให้ต้นอ่อน สเปิร์มตัวที่ 2 จะเข้าผสมกับโพลาร์นิวคลีไอเกิดเป็นเอนโดสเปิร์ม (อาหารเลี้ยงต้นอ่อน)



สเปิร์มตัวที่ 1 (n) + เซลล์ไข่ (n) = เอ็มบริโอ (2n)
สเปิร์มตัวที่ 2 (n) + โพลาร์นิวคลีไอ (2n) = เอนโดสเปิร์ม (3n)

การเปลี่ยนแปลงภายหลังการปฏิสนธิ

- กลีบดอกและเกสรเพศผู้ → จะเหี่ยวและร่วงหลุดไป
- กลีบเลี้ยง → มีทั้งที่ร่วงไปและที่ติดอยู่บนผล เช่น มังคุด ลูกจันทน์
- รังไข่ → ขยายขนาดเป็นผลไม้ (เนื้อของผล คือ ผนังรังไข่
  ผลไม้บางชนิดเจริญมาจากฐานรองดอก เช่น ชมพู่ ฝรั่ง แอปเปิล
- ไข่อ่อน/ออวุล (ovule) → เมล็ด
- เซลล์ไข่ที่ผสมกับอสุจิ → เอ็มบริโอหรือต้นอ่อน
- โพลาร์นิวคลีไอที่ผสมกับอสุจิ → เอนโดสเปิร์มหรืออาหารเลี้ยงต้นอ่อน

ผล

ผล (fruit) คือ ส่วนที่เจริญมาจากรังไข่หรือฐานรองดอกที่ขยายตัวขึ้นภายหลังการผสมเกสร

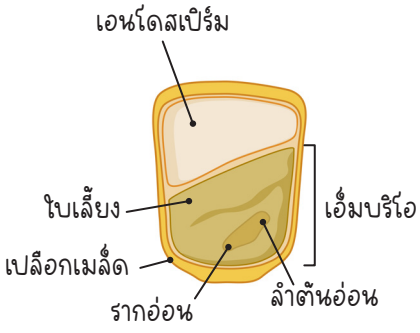
ประเภทของผลไม้

ทางพฤกษศาสตร์แบ่งผลไม้ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ผลเดี่ยว ผลกลุ่ม และผลรวม

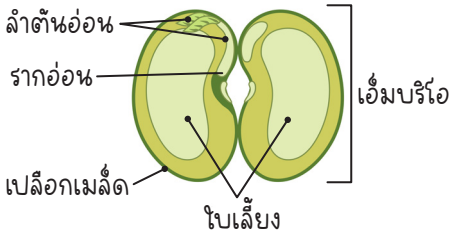
ผลเดี่ยว (simple fruit)	ผลกลุ่ม (aggregate fruit)	ผลรวม (multiple fruit)
เกิดจากดอก 1 ดอก มี 1 รังไข่ จะเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อ ในกรณีของดอกช่อจะทำให้ผลไม้เป็นพวง เช่น ลำไย **ตัวอย่าง** : มะม่วง แตงกวา มะเขือ มะละกอ ทุเรียน ลิ้นจี่	เกิดจากดอก 1 ดอก มีหลายรังไข่ แต่ละรังไข่จะเจริญเป็นผลย่อย 1 ผล โดยผลย่อยแต่ละผลอาจเจริญแยกกันหรือเจริญติดกันก็ได้ **ตัวอย่าง** : สตรอว์เบอร์รี น้อยหน่า กระดังงา กุหลาบ	เกิดจากดอกช่อซึ่งมีหลายดอกย่อย รังไข่ในแต่ละดอกเจริญเชื่อมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน (ใช้มือแบ่งจากกันไม่ได้) **ตัวอย่าง** : สาเก ขนุน สับปะรด มะเดื่อ หม่อน ยอ
1 ดอก 1 รังไข่ ผลเดี่ยว	1 ดอก หลายรังไข่ ผลกลุ่ม	ดอกช่อ ผลรวม

เมล็ด

เมล็ด (seed) คือ ออวุลที่พัฒนาหลังจากเกิดการปฏิสนธิภายใน โดยส่วนผนังของออวุลจะเปลี่ยนไปเป็นเปลือกเมล็ด (seed coat) ภายในเมล็ดจะมีต้นอ่อน ซึ่งประกอบด้วยใบเลี้ยง ยอดอ่อน ลำต้นอ่อน และรากอ่อน



เมล็ดข้าวโพด (พืชใบเลี้ยงเดี่ยว)

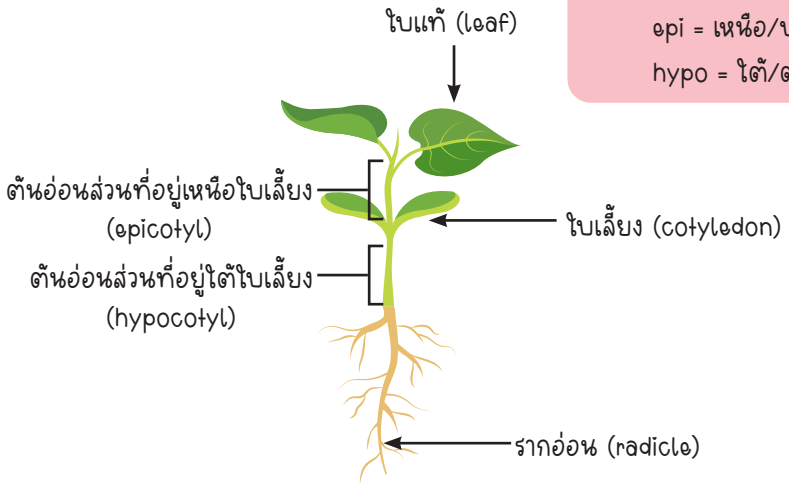


เมล็ดถั่ว (พืชใบเลี้ยงคู่)

- **ใบเลี้ยง (cotyledon)** ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocot plant) จะมีใบเลี้ยง 1 ใบ ส่วนในพืชใบเลี้ยงคู่ (dicot plant) จะมีใบเลี้ยง 2 ใบ โดยพืชใบเลี้ยงคู่จะสะสมอาหารสำหรับการงอกของต้นอ่อนไว้ในใบเลี้ยง ส่วนที่พืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะสะสมอาหารไว้ในเนื้อเมล็ด
- **ยอดอ่อน (plumule)** จะเจริญไปเป็นลำต้นและใบ
- **ลำต้นอ่อน (caulicle)** ส่วนที่อยู่เหนือใบเลี้ยง เรียกว่า เอพิคอทิล (epicotyl) ส่วนที่อยู่ใต้ใบเลี้ยง เรียกว่า ไฮโพคอทิล (hypocotyl)
- **รากอ่อน (radicle)** จะเจริญไปเป็นรากแก้วแล้วแตกรากแขนงต่อไป

Note

คำว่า cotyl มาจาก cotyledon = ใบเลี้ยง
epi = เหนือ/บน
hypo = ใต้/ต่ำ



การงอกของเมล็ด

ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดมีดังนี้

- **น้ำ** ช่วยให้เอนไซม์ย่อยอาหารสะสมในเมล็ด เพื่อนำมาใช้ในการเจริญของต้น ช่วยให้เปลือกเมล็ดยุ่ย ทำให้ง่ายต่อการแทงออกของรากอ่อนและยอดอ่อน รวมทั้งช่วยให้แก๊สแพร่เข้าเมล็ดได้ง่ายขึ้น
- **แก๊สออกซิเจน** ใช้เผาผลาญอาหารภายในเมล็ด เพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในการงอก
- **อุณหภูมิ** มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในเมล็ด

การงอกของเมล็ดไม่จำเป็นต้องใช้แสงสว่าง เนื่องจากไม่ต้องสร้างอาหารจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพราะเมล็ดมีอาหารสะสมไว้ในเอนโดสเปิร์มแล้ว

การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอก

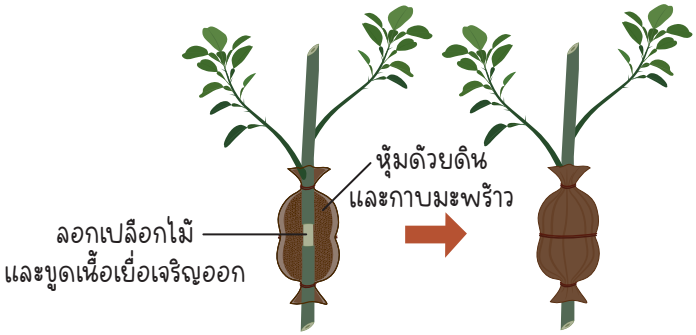
การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ คือ การสืบพันธุ์ที่ไม่ต้องอาศัยการปฏิสนธิระหว่างเซลล์ไข่กับสเปิร์ม แต่อาศัยส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ใบ ราก ลำต้น ในการนำไปขยายพันธุ์ ทำให้ได้ต้นใหม่ที่มีลักษณะเหมือนต้นเดิมทุกประการ วิธีที่นิยมใช้ในการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ ได้แก่ การตอน การติดตา การทาบกิ่ง การต่อกิ่ง การโน้มกิ่ง และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การตอนกิ่ง

เป็นการทำให้กิ่งงอกรากออกมาขณะที่กิ่งยังติดอยู่บนต้นแม่

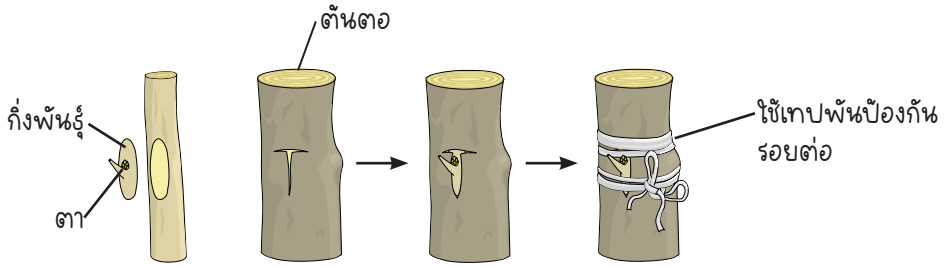
<u>ขั้นตอนการตอนกิ่ง</u>

1. ลอกเปลือกไม้บริเวณที่ต้องการตอนออก จากนั้นขูดเนื้อเยื่อเจริญส่วนแคมเบียม (cambium) ออก เพื่อไม่ให้ต้นแม่สร้างท่ออาหารขึ้นมาใหม่ เมื่อพืชขาดท่ออาหารจะงอกรากออกมารอบ ๆ
2. นำดินและกาบมะพร้าวไปหุ้มส่วนที่ตอนไว้
3. เมื่อรากงอกดีแล้วให้ตัดกิ่งตอนออกจากต้นแม่เพื่อนำไปขยายพันธุ์ต่อไป (การตอนกิ่งใช้ได้กับพืชใบเลี้ยงคู่ เนื่องจากมีท่ออาหารอยู่เฉพาะบริเวณเปลือก)



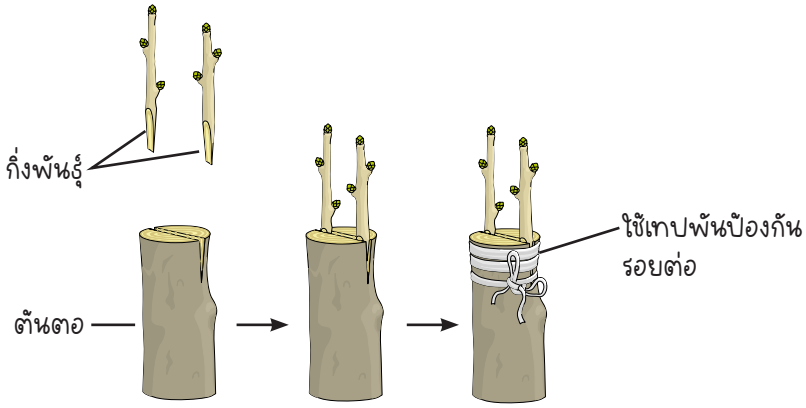
การติดตา

เป็นการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยนำตาจากกิ่งพันธุ์ดีไปติดต้นแม่ (ต้นตอ) ที่มีความต้านทานโรคดีและหาอาหารเก่ง



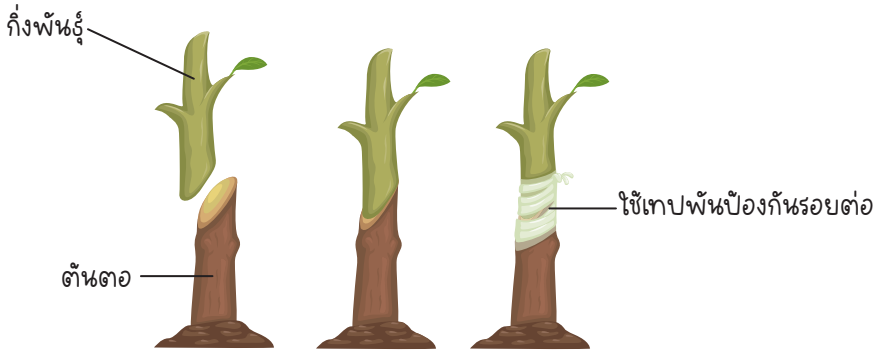
การต่อกิ่ง

เป็นการปรับปรุงพันธุ์โดยการนำกิ่งที่มีตามากกว่า 1 ตา ไปติดบนต้นแม่



การทาบกิ่ง

เป็นการนำกิ่งที่ไม่มีรากมาต่อกับต้นตอเพื่อให้เชื่อมกัน จะได้ต้นพืชที่มีราก โดยพืชส่วนบนที่นำมาทาบจะเป็นพันธุ์ที่คัดเลือกมา

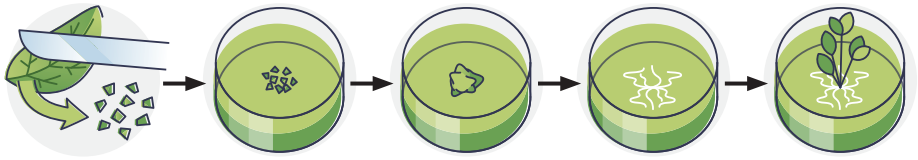


การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เป็นการนำชิ้นส่วนพืชซึ่งมีเนื้อเยื่อเจริญและแบ่งเซลล์ได้ เช่น ตาอ่อน ยอดอ่อน มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ภายใต้สภาพปลอดเชื้อ เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อโรคและเชื้อราติดมายังต้นอ่อน ชิ้นส่วนพืชที่นำมาเพาะเลี้ยงจะเจริญเป็นกลุ่มเซลล์เรียกว่า แคลลัส (callus) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีข้อดี คือ ให้ต้นพืชจำนวนมากในเวลาไม่นาน นิยมทำกับพืชเศรษฐกิจ เช่น กล้วยไม้

ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1. แบ่งชิ้นส่วนพืชไปทำให้ปลอดเชื้อ
2. นำชิ้นส่วนพืชมาแบ่งเพาะเลี้ยงลงในอาหารวุ้น
3. เพิ่มจำนวนต้นในสูตรอาหารที่ชักนำให้เกิดต้น
4. เพิ่มจำนวนรากในสูตรอาหารที่ชักนำให้เกิดราก



ความแตกต่างระหว่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

ลักษณะที่เปรียบเทียบ	พืชใบเลี้ยงเดี่ยว	พืชใบเลี้ยงคู่
ราก	รากฝอย	รากแก้ว
ลำต้นภายนอก	เห็นข้อปล้องชัดเจน	ไม่เห็นข้อปล้อง
ลำต้นภายใน	มัดท่อลำเลียงเรียงตัวกระจายทั่วไป ไม่มีวงปี (ไม่มีแคมเบียม)	มัดท่อลำเลียงเรียงตัวเป็นระเบียบ มีวงปี (มีแคมเบียม : cambium)
การเจริญของลำต้น	ต้นเจริญไปด้านสูงและมักกลวงเมื่อเจริญเต็มที่	ต้นเจริญไปด้านกว้างและมีเนื้อไม้ภายในเมื่อเจริญเต็มที่
ใบ	เส้นใบขนาน, ใบแคบ	เส้นใบแตกเป็นร่างแห, ใบกว้าง
ดอก	กลีบดอก 3 หรือทวีคูณของ 3 (เช่น 6 กลีบ 9 กลีบ)	กลีบดอก 4, 5 หรือทวีคูณของ 4, 5
เมล็ด	ในเมล็ดมีใบเลี้ยง 1 ใบ	ในเมล็ดมีใบเลี้ยง 2 ใบ
การงอกของเมล็ด	ใบเลี้ยงอยู่ใต้ดิน	ใบเลี้ยงชูขึ้นมาเหนือดินพร้อมยอดอ่อน
ตัวอย่างพืช	หญ้า ข้าวโพด อ้อย ไผ่	มะม่วง สัก ประดู่ มะยม

จงหาว่าสิ่งต่อไปนี้คือส่วนใดของพืช

1. กลีบหอม กระเทียม = bulb scale (ใบเกล็ดซึ่งห่อหุ้มลำต้นใต้ดิน)
2. เนื้อมะม่วง พุทรา = mesocarp (ผนังผลชั้นกลาง)
3. เนื้อถั่ว เนื้อลูกบัว = cotyledon (ใบเลี้ยง)
4. กาบมะพร้าว = mesocarp (ผนังผลชั้นกลาง)
5. กะลามะพร้าว = endocarp (ผนังผลชั้นใน) และ seedcoat (เปลือกหุ้มเมล็ด)
6. จาวตาล จาวมะพร้าว = cotyledon (ใบเลี้ยง)
7. หนามกุหลาบ = spine (เซลล์ผิวบริเวณลำต้นที่เปลี่ยนเป็นหนาม)
8. ไหมสับปะรด = fiber (เส้นใย)
9. เนื้อฝรั่ง ชมพู่ แอปเปิล = receptacle (ฐานรองดอก)
10. เนื้อขนุน = perianth (กลีบเลี้ยงและกลีบดอก)
11. เนื้อส้ม = pulp (ขนที่สะสมอาหาร)
12. หัวมันฝรั่ง แห้ว เผือก หอม กระเทียม = stem (ลำต้น)
13. หัวมันเทศ มันแกว ผักกาดหัว กระชาย = root (ราก)
14. ใบสีแดงของดอกเฟื่องฟ้า = bract (ใบประดับ)
15. ใบสีเขียวของดอกทานตะวัน รักเร่ = involucre (ใบประดับของพืชวงศ์ทานตะวัน)
16. ข้าวสาร = seed (เมล็ด)
17. ข้าวเปลือก = fruit (ผล)
18. น้ำมะพร้าว = endosperm (อาหารเลี้ยงต้นอ่อน)
19. ฝอยข้าวโพด = style (ก้านเกสรเพศเมีย)
20. แกนกลางของผลน้อยหน่า = receptacle (ฐานรองดอก)

ความสำคัญของธาตุอาหารบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช

- ธาตุอาหารหลัก คือ ธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก แต่พืชมักได้รับจากดินไม่เพียงพอ จึงต้องใส่เพิ่มเติมในรูปของปุ๋ย ได้แก่ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), กำมะถัน (S), และซิลิคอน (Si)
- ธาตุอาหารรอง คือ ธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณน้อย ได้แก่ โบรอน (B), คลอรีน (Cl), ทองแดง (Cu), แมงกานีส (Mn), โมลิบดีนัม (Mo), นิกเกิล (Ni), เหล็ก (Fe) และสังกะสี (Zn)

Science Booster

สรุปเข้มพร้อมเจาะข้อสอบ วิทย์ ม.ต้น

หนังสือ Science Booster สรุปเข้มพร้อมเจาะข้อสอบวิทย์ ม.ต้น เล่มนี้

รวบรวมสรุปเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ม.ต้น แบบเจาะลึกทุกรายวิชา

ได้แก่ ชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช ๒๕๕๑ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) มาพร้อมแนวข้อสอบและเฉลยละเอียด

เพื่อให้อ่านแล้วเข้าใจง่ายที่สุด เหมาะกับการอ่านเพื่อปูพื้นฐานให้แน่น

เพิ่มเกรดในโรงเรียน และเตรียมสอบเข้า ม.4 ในโรงเรียนต่าง ๆ

ตัวช่วย boost up! ความรู้แบบเร่งด่วนต้องเล่มนี้

สแกน QR code ในเล่ม
เพื่อดูวิดีโอปรับพื้นฐาน
วิชาฟิสิกส์ก่อนเรียน

- [ ] อนุบาล
- [x] มัธยม
- [ ] ประถม
- [ ] ผู้ใหญ่
- [ ] Audio CD
- [ ] MP3
- [ ] DVD
- [ ] โปสเตอร์
- [ ] สติ๊กเกอร์
- [ ] บัตรคำศัพท์
- [ ] ระบายสี
- [ ] คู่มือสอน

พร้อมจำหน่ายในรูปแบบ
- [x] e-book
- [ ] audio CD / MP3
- [ ] audiobook
- [x] ปกอ่อน
- [ ] LARGE PRINT (ตัวอักษรขนาดใหญ่)

www.se-ed.com sbc.fans SE-ED Publisher

ไฮไลต์เล่มนี้ สแกนเลย!

พิมพ์ด้วยหมึก Soy Ink

www.se-ed.com

ISBN 978-616-08-5466-0

9 786160 854660

279 บาท

Science Booster สรุปเข้ม พร้อมเจาะข้อสอบวิทย์ ม.ต้น

หมวด : คู่มือเรียน-สอบ-มัธยมปลาย