

วิทยาศาสตร์ ชีวภาพ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ม.4



Copyright

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

นายอนันต์ พรหมเจริญ

ผู้ตรวจ

ผศ. ดร.นพรัตน์ พุทธกาล

นางเจียมจิต กุลมาลา

นายประพันธ์ พนธรา

บรรณาธิการ

รศ. ดร.วิชัย เชิดชูศาสตร์

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง นายอนิรุทธ พรหมเจริญ
ผู้ตรวจ ผศ. ดร. นพรัตน์ พุทธกาล
นางเจียมจิต กุลมาลา
นายประพันธ์ พนธรา
บรรณาธิการ รศ. ดร. วิชัย เขตชีวะศาสตร์

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

อนิรุทธ พรหมเจริญ.

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ม.4--กรุงเทพฯ : แม็คเอดดูเคชั่น, 2567.

164 หน้า.

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ -- การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา).

2. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี -- การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา).

I. ชื่อเรื่อง.

570.7

ISBN 978-616-345-268-9

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 12,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ : กุณภาพันท์ 2567

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย

MAC EDUCATION

ส่งชานนิต์สั่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว

ในนาม บริษัท แม็คเอดดูเคชั่น จำกัด

9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว

แขวงจันทระเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 0-2512-0661, 0-2938-2022-7 แฟกซ์ 0-2938-2028

www.MACeducation.com

พิมพ์ที่ : บริษัท พี. เอ็น. เค แอนด์ สกายพริ้นติงส์ จำกัด

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้พัฒนาและปรับทั้งเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ภาพประกอบ กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ให้ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียงได้ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้แกนกลาง กระบวนการจัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิด การวัดผลและประเมินผล ผ่านการนำเสนอด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา การเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ และมุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะหลักที่สำคัญต่อการใช้ชีวิต นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกัน นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 5 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้ ระบุตัวชี้วัดชั้นปี มีภาพและคำถามเข้าสู่บทเรียน แนวคิดสำคัญของแต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) บทสรุปเนื้อหา และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อเป็น การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูป การศึกษา และมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดชั้นปี และสาระการเรียนรู้แกนกลาง หากมี ข้อบกพร่องประการใด ผู้เรียบเรียงขออภัยและขอคำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

อนิรุท พรหมเจริญ

คำชี้แจง

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้พัฒนาและปรับปรุงโดยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ทุกประการ และให้สอดคล้องกับการพัฒนาประเทศในมิติด้านทรัพยากรมนุษย์ ที่กำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579

หนังสือเล่มนี้ได้นำเสนอเนื้อหาตาม **กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)** เน้นการบูรณาการสาระการเรียนรู้กับทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ แต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีคำถามนำเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เน้นย้ำด้วยแนวคิดสำคัญของหัวข้อหลักให้ทราบถึงสิ่งที่เป็นความรู้และความคิดที่เป็นแก่นสำคัญ ผูกพันทักษะและความเชี่ยวชาญด้วยกิจกรรมตามธรรมชาติวิชาเพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่คงทน มีการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นระยะ ๆ โดยสอดแทรกกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ซึ่งสัมพันธ์กับเรื่องที่ได้เรียนผ่านมา ในท้ายหน่วยการเรียนรู้จะมีสรุปสำหรับบททวนองค์ความรู้ทั้งหมด และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังเพิ่มเติมด้วยกิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายสำคัญของหนังสือนี้ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน ในส่วนของเนื้อหาเพิ่มเติมมีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ ทั้งนี้มีสัญลักษณ์  ให้ใช้สมาร์ทโฟนสแกน QR Code เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในเรื่องนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น



คำถามนำเข้าสู่บทเรียน

คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจอยากเรียนรู้เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ



แนวคิดสำคัญ

เนื้อหาสำคัญในแต่ละเรื่องหรือหัวข้อทำให้ผู้เรียนจดจำหรือเข้าใจอย่างลึกซึ้ง



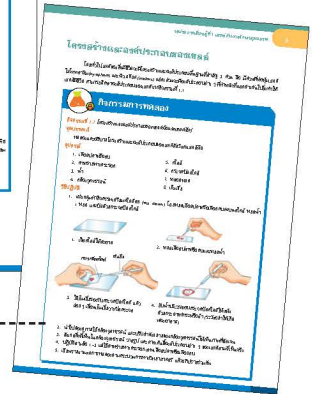
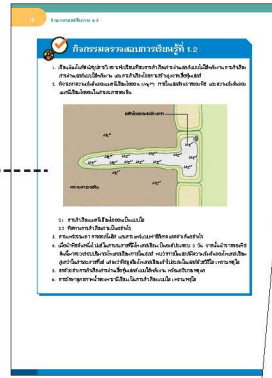
MAC iLink (Digital Contents)

เนื้อหาเสริมจากบทเรียนในรูปแบบของ Digital Contents ผ่านการสแกน QR Code ให้ใช้สมาร์ทโฟนหรือผ่านเว็บไซต์ MACeducation.com เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในเรื่องนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้

กิจกรรมออกแบบมาเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาในแต่ละเรื่องของผู้เรียน



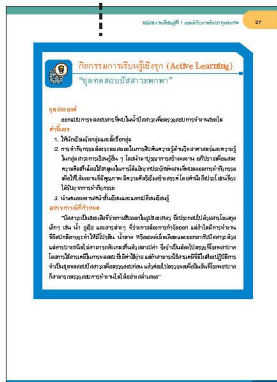
กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

กิจกรรมบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และความรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ โดยนำมาสร้างผลงานที่มีคุณภาพและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดประโยชน์และพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21



คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

คำถามที่เน้นทักษะกระบวนการคิดเพื่อตรวจสอบความรู้รอบยอดของผู้เรียนให้เป็นไปตามแนวคิดสำคัญ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง



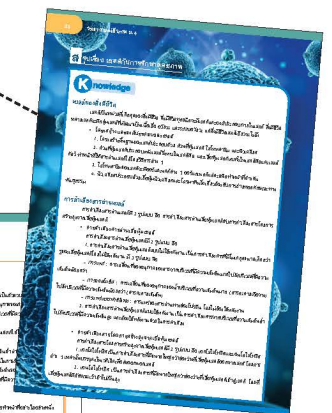
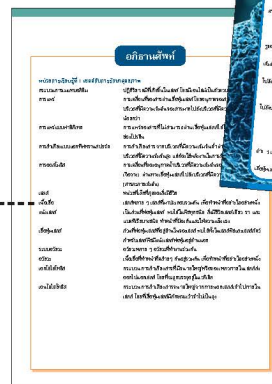
สรุป

การสรุปองค์ความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะกระบวนการ (Process) และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attribute)



อภิธานศัพท์

คำสำคัญ คำศัพท์ยาก หรือคำค้นที่สัมพันธ์กับเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ โดยจะมีการอธิบายความหมายหรือให้คำจำกัดความ



สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เซลล์กับการรักษาคุณภาพ	1
1. เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	3
โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์	5
2. การลำเลียงสารผ่านเซลล์	10
2.1 การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์	10
2.2 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์	15
3. การรักษาคุณภาพในร่างกายคน	18
3.1 การรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุ	18
3.2 การรักษาคุณภาพของกรด-เบส	21
3.3 การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิร่างกาย	23
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	31
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบภูมิคุ้มกัน	33
1. ภูมิคุ้มกันของร่างกาย	35
ชนิดของภูมิคุ้มกัน	36
2. ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	40
โรคที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	40
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	46
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ	47
1. โครโมโซมและสารพันธุกรรม	49
1.1 ลักษณะทางพันธุกรรม	49
1.2 สารพันธุกรรมที่อยู่บนโครโมโซม	52
2. โครโมโซมกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม	57
2.1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่อยู่บนออโตโซม	60
2.2 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแบบมัลติเปิลแอลลีล	62
2.3 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่อยู่บนโครโมโซมเพศ	64

3. การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	66
3.1 มิวเทชัน	67
3.2 การคัดเลือกโดยธรรมชาติกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	71
4. เทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม	74
4.1 เทคโนโลยีชีวภาพกับการปรับปรุงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต	74
4.2 เทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม	77
5. ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	82
5.1 สปีชีส์ของสิ่งมีชีวิต	84
5.2 การจำแนกหมวดหมู่สิ่งมีชีวิต	86
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	94

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 กระบวนการดำรงชีวิตของพืช 96

1. พืชและการใช้ประโยชน์จากพืช	98
1.1 การสร้างอาหารของพืช	98
1.2 การใช้ประโยชน์จากพืช	102
2. การเจริญเติบโตของพืช	103
2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	103
2.2 สารที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช	104
3. การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช	107
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	117

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	119
1. ระบบนิเวศ	121
2. ไบโอม	126
2.1 ไบโอมบนบก	128
2.2 ไบโอมในน้ำ	131
3. การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	133
4. ประชากรของสิ่งมีชีวิต	137
4.1 ปัจจัยจำกัด	139
4.2 ขนาดของประชากร	140
4.3 ประชากรของมนุษย์	140
5. ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	141
5.1 มนุษย์กับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ	141
5.2 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	143
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	150
บรรณานุกรม	152
อภิธานศัพท์	153

หน่วยการเรียนรู้ที่

1

เชลล์กับการรักษาคุณภาพ

สาระการเรียนรู้

- 1 เชลล์ของสิ่งมีชีวิต
- 2 การลำเลียงสารผ่านเชลล์
- 3 การรักษาคุณภาพในร่างกายคน

ตัวชี้วัดชั้นปี

1. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่างๆ (ว 1.2 ม.4/1)
2. อธิบายการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต (ว 1.2 ม.4/2)
3. อธิบายการควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด (ว 1.2 ม.4/3)
4. อธิบายการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง (ว 1.2 ม.4/4)

?

การรักษาคุณภาพของเซลล์
สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดเป็นอย่างไร



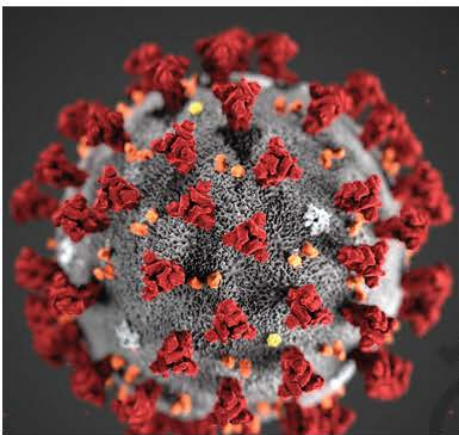


แนวคิดสำคัญ

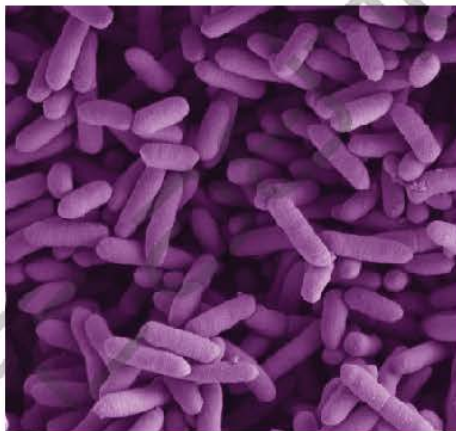
เซลล์ คือ หน่วยที่เล็กสุดของสิ่งมีชีวิต เซลล์ประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญ ได้แก่ ส่วนที่หุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส ภายในไซโทพลาซึมมีหลายออร์แกเนลล์ แต่ละออร์แกเนลล์ทำหน้าที่แตกต่างกัน

1. เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคปอดบวม ปอดอักเสบ วัณโรค ฝีหนอง โรคฉี่หนู อูจจาระร่วง หรืออหิวาตกโรค พารามีเซียม อะมีบา หรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เช่น เห็ด รา พืช สัตว์ และคนจะประกอบด้วยเซลล์และองค์ประกอบภายในเซลล์ แต่มีสิ่งมีชีวิตบางชนิดมีโครงสร้างและลักษณะที่ไม่เป็นเซลล์ ได้แก่ เชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคเอดส์ (AIDS) ไข้เลือดออก (dengue fever) หัดเยอรมัน (rubella) ไข้หวัดใหญ่ (influenza) โควิด-19 (Covid-19)



ไวรัส



แบคทีเรีย



รา



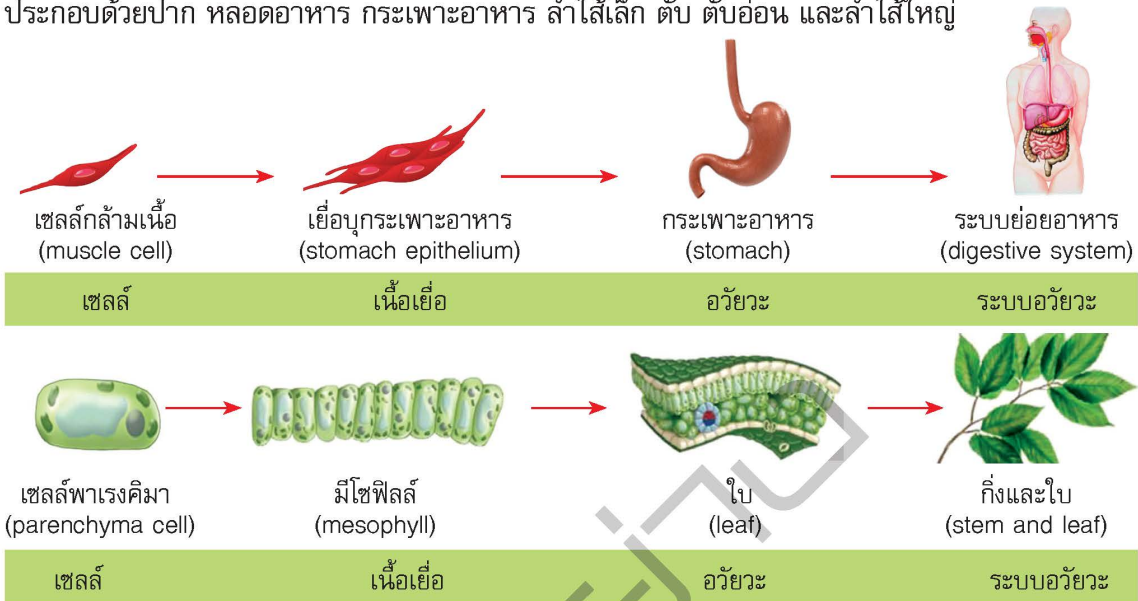
พารามีเซียม



อะมีบา

รูปที่ 1.1 สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า

ร่างกายของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ประกอบด้วย **เซลล์ (cell)** ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุด เซลล์หลาย ๆ เซลล์จะประกอบเป็น **เนื้อเยื่อ (tissue)** เนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่คล้ายกันรวมกันเรียกว่า **อวัยวะ (organ)** และหลาย ๆ อวัยวะทำงานร่วมกันเรียกว่า **ระบบอวัยวะ (organ system)** เช่น ระบบย่อยอาหารต้องประกอบด้วยปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับ ตับอ่อน และลำไส้ใหญ่



รูปที่ 1.2 การจัดระบบในร่างกายของคนและพืช

เนื่องจากเซลล์มีขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ทำให้นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ **โรเบิร์ต ฮุก (Robert Hooke)** ได้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์โดยใช้เลนส์นูน 2 เลนส์ มาประกอบกัน ทำให้มีกำลังขยายสูงสุดประมาณ 200 เท่า และได้นำไปส่องดูไม้คอร์ก (cork) ที่ถูกฉีกเป็นแผ่นบาง ๆ พบว่ามีลักษณะเป็นห้องเล็กๆ คล้ายรังผึ้ง เขาจึงเรียกห้องเล็กๆ เหล่านี้ว่า **เซลล์** แต่เนื่องจากไม้คอร์กมีลักษณะแห้งและตายแล้ว จึงไม่พบองค์ประกอบภายในเซลล์ คงเหลือแค่ส่วนที่หุ้มเซลล์เท่านั้น ปัจจุบันมีการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีกำลังขยายสูงถึง 500,000 เท่า ทำให้มีความรู้เรื่องเซลล์ละเอียดมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 1.3 กล้องจุลทรรศน์ของโรเบิร์ต ฮุก และเซลล์ในไม้คอร์ก



รูปที่ 1.4 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์

โดยทั่วไปเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะมีโครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 3 ส่วน คือ มีส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม (cytoplasm) และนิวเคลียส (nucleus) แต่ละส่วนจะมีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่แตกต่างกันไป สามารถศึกษาองค์ประกอบของเซลล์จากกิจกรรมที่ 1.1



กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ 1.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ จุดประสงค์

ทดลองและอธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์สัตว์และเซลล์พืช

อุปกรณ์

- | | | |
|------------------------|--------------------|---------------------|
| 1. เลือดปลาหรือเลือดกบ | 2. สำหรัยทางกระรอก | 3. น้ำ |
| 4. กล้องจุลทรรศน์ | 5. สไลด์ | 6. กระจกปิดสไลด์ |
| 7. หลอดหยด | 8. เข็มเย็บ | 9. กระดาษชำระและผ้า |

วิธีปฏิบัติ

1. แบ่งกลุ่มทำกิจกรรมเตรียมสไลด์สด (wet mount) โดยหยดเลือดปลาหรือเลือดกบบนบนสไลด์ หยดน้ำ 1 หยด และปิดด้วยกระจกปิดสไลด์



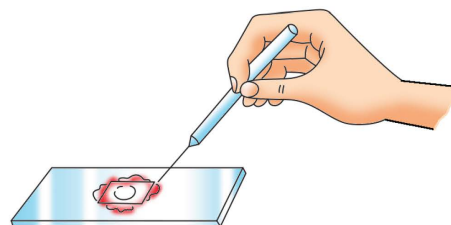
1. เช็ดสไลด์ให้สะอาด



2. หยดเลือดปลาหรือเลือดกบและหยดน้ำ



3. ใช้เข็มเย็บรองรับกระจกปิดสไลด์ แล้วค่อยๆ เลื่อนเข็มเย็บวางปิดกระจก



4. ซับน้ำบริเวณขอบกระจกปิดสไลด์ให้แห้ง ด้วยกระดาษชำระหรือผ้า (ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ)

2. นำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และปรับกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ให้เห็นภาพที่ชัดเจน
3. สังเกตสิ่งที่เห็นในกล้องจุลทรรศน์ วาดรูป และลากเส้นชี้องค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ตามที่เห็นจริง
4. ปฏิบัติตามข้อ 1-3 แต่ใช้สำหรัยทางกระรอกแทนเลือดปลาหรือเลือดกบ
5. เขียนรายงานผลการทดลอง แล้วอภิปรายร่วมกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เซลล์เม็ดเลือดแดงของปลาหรือกบกับเซลล์สำหรับหายใจทางกระรอกมีรูปร่าง ลักษณะ และขนาดของเซลล์เหมือนหรือต่างกันอย่างไร
2. โครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของเซลล์เม็ดเลือดแดงของปลาหรือกบกับเซลล์สำหรับหายใจทางกระรอกเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
3. กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการดูเซลล์เม็ดเลือดแดงของปลาหรือกบและเซลล์สำหรับหายใจทางกระรอกเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
4. นอกจากโครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานที่สังเกตได้จากเซลล์เม็ดเลือดแดงของปลาหรือกบกับเซลล์สำหรับหายใจทางกระรอกพบว่ามีอะไรอีกบ้าง
5. จากกิจกรรมนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

กิจกรรมที่ 1.1 เป็นการศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยมีเซลล์เม็ดเลือดแดงของปลาหรือกบเป็นตัวแทนของเซลล์สัตว์และเซลล์สำหรับหายใจทางกระรอกเป็นตัวแทนของเซลล์พืช ซึ่งเห็นรายละเอียดขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ไม่ชัดเจน แต่พอจะสรุปได้ว่าเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีองค์ประกอบของเซลล์บางอย่างที่เหมือนกันและมีองค์ประกอบของเซลล์บางอย่างที่แตกต่างกันดังรูปที่ 1.5 และรูปที่ 1.6

นิวเคลียส (nucleus) เป็นก้อนกลม ทำหน้าที่ควบคุมกิจกรรมของเซลล์และถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

เยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) ล้อมรอบส่วนประกอบภายในของนิวเคลียส เป็นช่องผ่านเข้าออกของสาร

โครมาทิน (chromatin) เป็นเส้นเล็กๆ ที่มีสารพันธุกรรม DNA สำหรับถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

นิวคลีโอลัส (nucleolus) เป็นก้อนกลมเล็กๆ เป็นที่อยู่ของสารพันธุกรรม RNA สำหรับสังเคราะห์โปรตีน

ร่างแหเอนโดพลาซิมชนิดผิวขรุขระ (rough endoplasmic reticulum: RER) เป็นท่อแบนใหญ่ที่พับไปมา ทำหน้าที่ลำเลียงโปรตีนจากไรโบโซมส่งไปภายนอกเซลล์

ร่างแหเอนโดพลาซิมชนิดผิวเรียบ (smooth endoplasmic reticulum: SER) เป็นท่อแบนใหญ่ที่พับไปมา ทำหน้าที่สังเคราะห์สารจำพวกไขมัน สเตอรอยด์ และกำจัดสารพิษในเซลล์

ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) มีลักษณะกลม ผิวขรุขระนอกเรียบ ผิวขรุขระในพับไปมา ทำหน้าที่สร้างพลังงานให้กับเซลล์

ไลโซโซม (lysosome) มีลักษณะเป็นถุงกลมขนาดเล็ก ทำหน้าที่ย่อยสลายสิ่งแปลกปลอมและอาหาร

เซนทริโอล (centriole) เป็นแท่งทรงกระบอก 9 แท่ง ทำหน้าที่สร้างเส้นใยสปินเดิลเพื่อยึดโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์

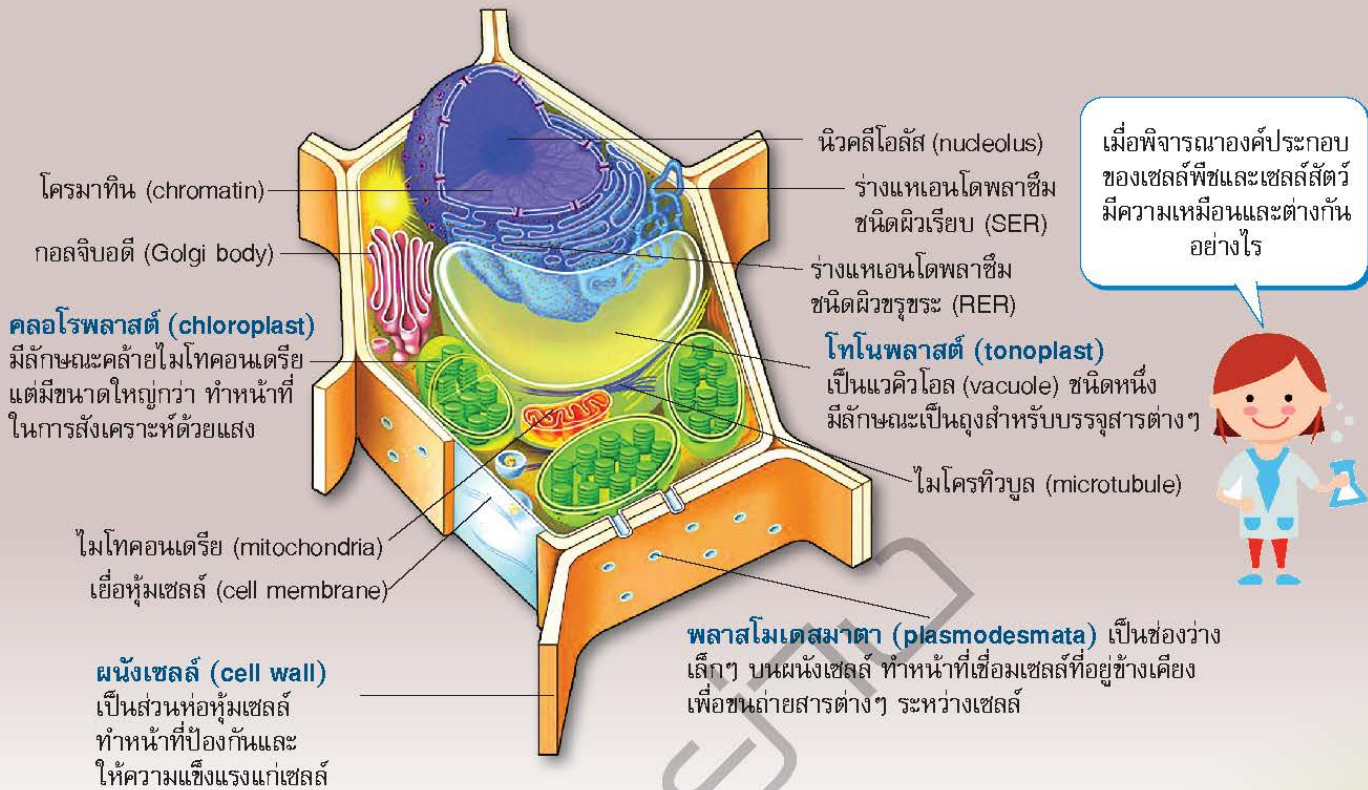
ไซโทพลาซึม (cytoplasm) เป็นของเหลวที่อยู่ภายในเซลล์ บรรจุด้วยออร์แกเนลล์ต่างๆ

กอลจิบอดี (Golgi body) เป็นถุงซ้อนกันเป็นชั้นๆ ปลายถุงโป่งออก ทำหน้าที่สร้างไลโซโซม

ไรโบโซม (ribosome) มีขนาดเล็กมาก ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนเพื่อใช้ภายในและภายนอกเซลล์

เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) เป็นส่วนห่อหุ้มเซลล์ ทำหน้าที่เป็นช่องผ่านเข้าออกของสารเพื่อรักษาดุลยภาพของเซลล์

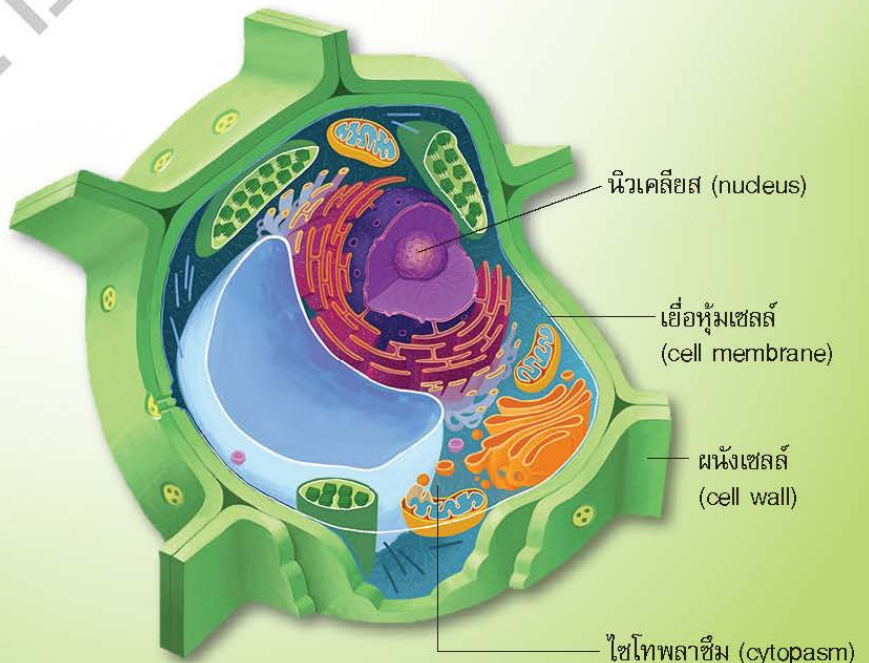
รูปที่ 1.5 แบบจำลององค์ประกอบของเซลล์สัตว์



รูปที่ 1.6 แบบจำลององค์ประกอบของเซลล์พืช

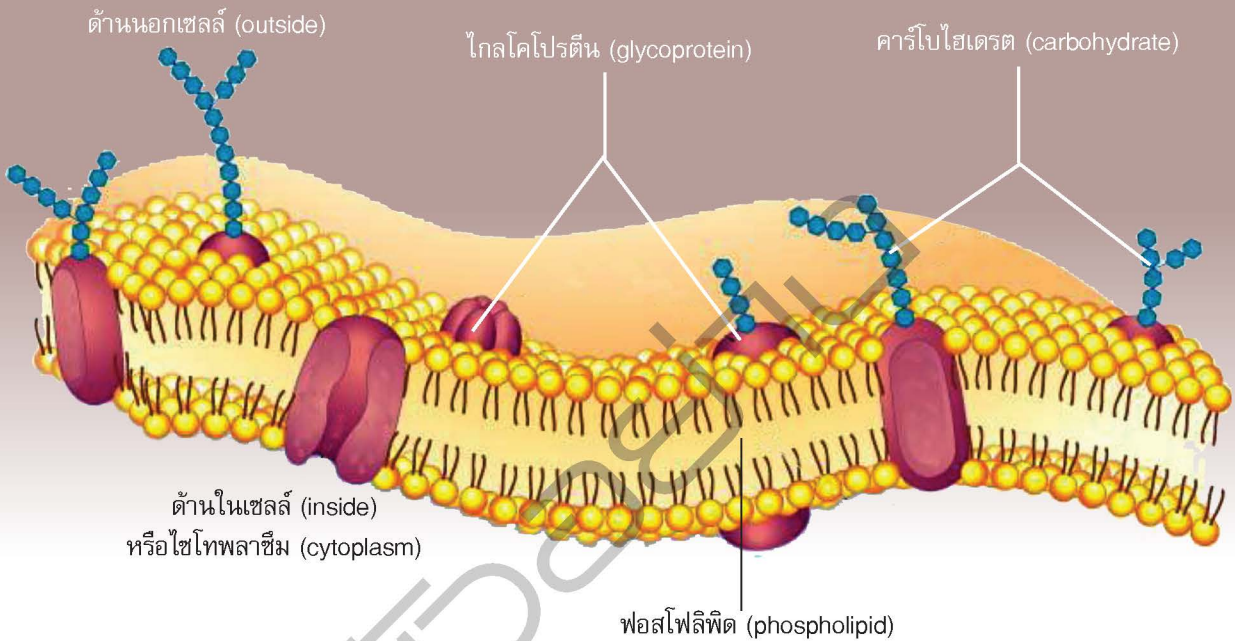
ส่วนที่หุ้มเซลล์

เซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์จะมีส่วนที่หุ้มเซลล์ เพื่อห่อหุ้มไซโทพลาซึมที่มีออร์แกเนลล์ต่างๆ เซลล์มีลักษณะเป็นห้องเล็กๆ 1 ห้อง เท่ากับ 1 เซลล์ ทำให้เซลล์มีขอบเขต ซึ่งจากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์พบว่าส่วนที่หุ้มเซลล์มี 2 ชนิด คือ **เยื่อหุ้มเซลล์** และ **ผนังเซลล์**



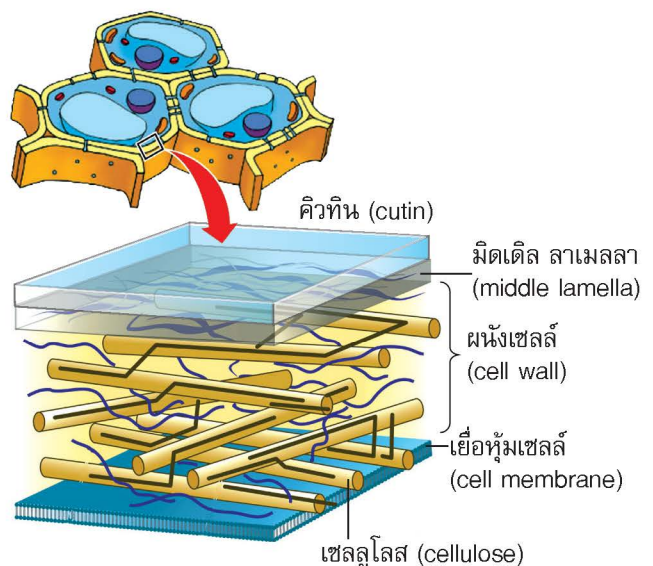
รูปที่ 1.7 องค์ประกอบพื้นฐานของเซลล์

1. เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane หรือ plasma membrane) เป็นส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ พบทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ มีลักษณะเป็นเยื่อบาง มีลิพิดจำพวกฟอสโฟลิพิด (phospholipid) เรียงตัวเป็น 2 ชั้น มีคอเลสเตอรอล (cholesterol) แทรกอยู่ มีโปรตีนจำพวกไกลโคโปรตีน (glycoprotein) และลิโปโปรตีน (lipoprotein) เป็นองค์ประกอบ โดยโปรตีนจะแทรกอยู่ทั่วไปทำให้มีรูเล็ก ๆ (pore) เป็นช่องทางสำหรับการเลือกผ่านสารเข้าและออกจากเซลล์ และเพื่อรักษาดุลยภาพของเซลล์ ทำให้มีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน (semipermeable) นอกจากนี้ยังพบว่ามีคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ด้วย



รูปที่ 1.8 โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์

2. ผนังเซลล์ (cell wall) เป็นโครงสร้างที่ไม่มีชีวิตอยู่ด้านนอกสุดของเซลล์ พบในเซลล์พืชสำหรับแบคทีเรีย เห็ดรา แต่ไม่พบในเซลล์สัตว์ มีหน้าที่เสริมสร้างความแข็งแรง ป้องกันอันตราย และช่วยให้เซลล์คงรูปร่างอยู่ได้ ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลส (cellulose) เรียงตัวแบบไขว้กันเป็นองค์ประกอบหลัก ด้านนอกสุดของผนังเซลล์จะมีชั้นมิดเดิล ลาเมลลา (middle lamella) ซึ่งประกอบด้วยเพกทิน (pectin) ที่อยู่ในรูปแคลเซียมเพกเตต (calcium pectate) หรือแมกนีเซียมเพกเตต (magnesium pectate) นอกจากนี้ยังพบคิวทิน (cutin) โดยจะพบมากบริเวณผิวใบทำหน้าที่ช่วยป้องกันการคายน้ำของพืช และซูเบอร์ิน (suberin) ช่วยป้องกันการเข้า-ออกของน้ำ

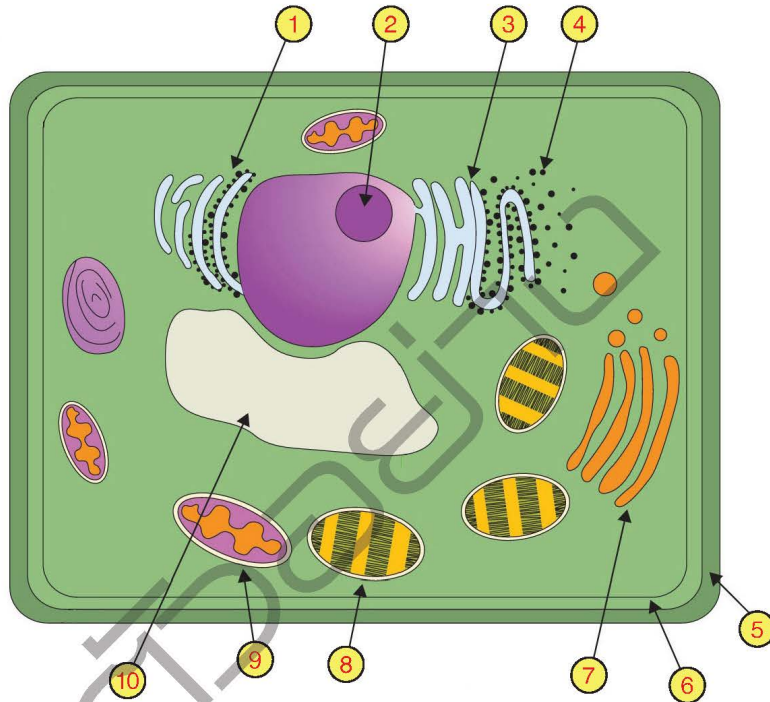


รูปที่ 1.9 โครงสร้างของผนังเซลล์



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.1

1. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร เขียนสรุปด้วยแผนภาพเวนน์
2. พิจารณารูปโครงสร้างเซลล์และองค์ประกอบของเซลล์แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



- 2.1 จากรูปเป็นเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ ทราบได้อย่างไร
- 2.2 ถ้าภายในเซลล์ไม่มีหมายเลข 9 จะมีผลอย่างไรต่อเซลล์
- 2.3 หมายเลข 8 คือองค์ประกอบใด และทำหน้าที่อะไร
- 2.4 หมายเลขใดทำหน้าที่เป็นกล่องบรรจุอาหาร
- 2.5 หมายเลข 2 คือองค์ประกอบใด และทำหน้าที่อะไร
- 2.6 กอลจิบอดีคือหมายเลขใด และทำหน้าที่อะไร
3. ไรโบโซมกับไลโซโซมมีความสำคัญกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอย่างไร
4. องค์ประกอบใดที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2. การลำเลียงสารผ่านเซลล์



แนวคิดสำคัญ

เซลล์มีกลไกการลำเลียงสารผ่านเซลล์ โดยเซลล์จะลำเลียงสารผ่านทางเยื่อหุ้มเซลล์ ในการลำเลียงสารนั้นมีทั้งแบบใช้พลังงานและแบบไม่ใช้พลังงาน เช่น การแพร่ การออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิเทต นอกจากนี้ยังสามารถลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์โดยวิธีเอกโซไซโทซิสและเอนโดไซโทซิส เพื่อรักษาดุลยภาพของเซลล์ให้เหมาะสม

จากความรู้เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ พบว่า เซลล์มีส่วนที่หุ้มเซลล์เป็นเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งจะห่อหุ้มไซโทพลาซึมไว้ เยื่อหุ้มเซลล์มีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่านที่ยอมให้สารบางชนิดผ่านเข้าและออกจากเซลล์ เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมของเซลล์ให้เหมาะสม

พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุในการเจริญเติบโต สงสัยหรือไม่ว่าพืชนำน้ำและแร่ธาตุเข้าสู่ต้นได้อย่างไร



การลำเลียงสารผ่านเซลล์มี 2 รูปแบบ คือ 1) การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ และ 2) การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

2.1 การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จำแนกออกเป็น 2 แบบ คือ การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงานและการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบใช้พลังงาน

การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงาน

การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงาน (passive transport) หมายถึง สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กกว่ารูของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้ผ่านเข้าและออกจากเซลล์ได้โดยไม่ต้องใช้พลังงานภายในเซลล์ช่วย การลำเลียงมี 3 รูปแบบ คือ การแพร่ การออสโมซิส และการแพร่แบบฟาซิลิเทต

1. การแพร่ (diffusion) เป็นการเคลื่อนที่ของสารรูปแบบหนึ่ง โดยอนุภาคของสารจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่า การแพร่สามารถเกิดขึ้นได้โดยผ่านเยื่อกั้นและไม่ผ่านเยื่อกั้น ในกรณีที่มีการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จะเกิดขึ้นได้กับสารที่มีขนาดเล็กกว่ารูของเยื่อหุ้มเซลล์และไม่มีประจุ และเนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยชั้นลิพิดทำให้สารที่ละลายได้ในลิพิดสามารถเกิดการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้เช่นกัน



กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ 1.2 การแพร่ของสาร

จุดประสงค์

สังเกตและอธิบายการแพร่ของสาร

อุปกรณ์

1. น้ำกลั่น
2. สารละลายต่างทึบ
3. หลอดหยด
4. บีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีปฏิบัติ

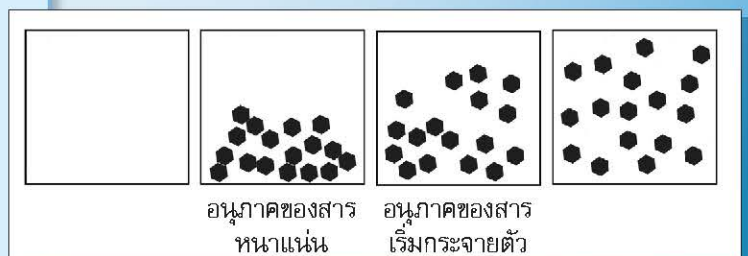
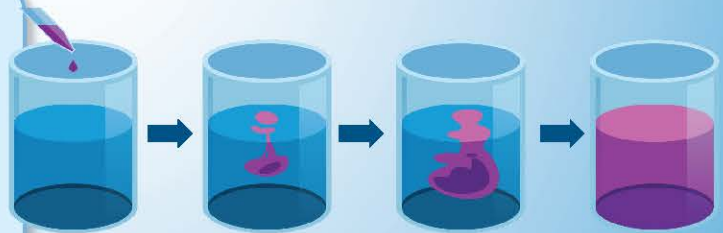
1. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ใช้หลอดหยดหยดสารละลายต่างทึบ 5 หยด ตั้งไว้ 5 นาที สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นในน้ำ บันทึกผล
3. เขียนรายงานผลการทดลอง แล้วอภิปรายร่วมกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เมื่อหยดสารละลายต่างทึบลงในน้ำเกิดอะไรขึ้น และสิ่งที่เกิดขึ้นอธิบายได้อย่างไร
2. จากกิจกรรมนี้สรุปได้ว่าอย่างไร และสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

จากกิจกรรมที่ 1.2 เมื่อหยดสารละลายต่างทึบลงในน้ำจะสังเกตได้ว่า เมื่อเริ่มหยดสารละลายต่างทึบยังมองเห็นน้ำเป็น 2 สี คือ สีของสารละลายต่างทึบกับความใสของน้ำ แต่เมื่อเวลาผ่านไป สารละลายต่างทึบจะแพร่ในน้ำ จนกระทั่งน้ำในบีกเกอร์เป็นสีของสารละลายต่างทึบทั้งหมด

การที่น้ำในบีกเกอร์เปลี่ยนเป็นสีเดียวกันกับสารละลายต่างทึบเป็นสีเดียวกันกับสารละลายต่างทึบเป็น เพราะว่อนุภาคของสารละลายต่างทึบที่หยดลงในน้ำจะแพร่ออกไปปะปนกับอนุภาคของน้ำ โดยอนุภาคของสารละลายต่างทึบจะมีพลังงานจลน์ในตัวเอง ไม่หยุดอยู่หนึ่ง แต่จะเคลื่อนที่ออกไปทุกบริเวณ ทำให้อนุภาคกระทบกัน บริเวณที่มีอนุภาคของสารหนาแน่นมากก็จะกระทบกันมาก ทำให้อนุภาคของสารกระจายออกไปในน้ำทุกทิศทาง เมื่อทุกบริเวณมีความเข้มข้นของอนุภาคเท่ากันจะเกิดเป็น **ภาวะสมดุลการแพร่ (dynamic equilibrium)**



รูปที่ 1.10 การแพร่ของสารโดยไม่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์
(การแพร่ของต่างทึบ)

2. การออสโมซิส (osmosis) เป็นการเคลื่อนที่ของของเหลวหรือตัวทำละลาย (solvent) จากบริเวณที่มีโมเลกุลของของเหลวหนาแน่น (ความเข้มข้นของสารละลายต่ำ) ไปยังบริเวณที่มีโมเลกุลของของเหลวน้อยกว่า (ความเข้มข้นของสารละลายสูง) โดยการเคลื่อนที่นี้จะต้องเคลื่อนที่ผ่านเยื่อเลือกผ่าน



กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ 1.3 การแพร่แบบออสโมซิส

จุดประสงค์

ทดลองและอธิบายการแพร่แบบออสโมซิส

อุปกรณ์

1. โบว์กานาบหอย หรือใบหัวใจสีม่วง หรือกลีบหอมแดง
2. สารละลายน้ำตาลกลูโคส 10 เปอร์เซ็นต์
3. น้ำกลั่น
4. กล้องจุลทรรศน์
5. สไลด์และกระจกปิดสไลด์
6. ใบมีดโกน
7. หลอดหยด
8. กระดาษชำระ
9. ปากคีบ
10. เข็มเย็บ

วิธีปฏิบัติ

1. ลอกโบว์กานาบหอย หรือใบหัวใจสีม่วง หรือกลีบหอมแดงให้เป็นแผ่นเยื่อบางๆ วางบนสไลด์ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดพอเหมาะ
2. หยดน้ำลงไปบนแผ่นเยื่อว่านกาบหอย หรือใบหัวใจสีม่วง หรือกลีบหอมแดง ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วซับน้ำที่ล้นออกมา
3. นำสไลด์ไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้กำลังขยายต่ำสุดและปรับให้สูงขึ้นเพื่อให้เห็นเซลล์ได้ชัดเจน สังเกตการเปลี่ยนแปลง วาดรูปพร้อมระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ และบันทึกผล
4. หยดสารละลายน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ลงไปที่ขอบด้านหนึ่งของกระจกปิดสไลด์แล้วใช้กระดาษชำระซับน้ำจากด้านตรงข้าม เพื่อให้สารละลายน้ำตาลกลูโคสซึมเข้าไปแทนที่ ตั้งไว้ 2-3 นาที
5. นำแผ่นสไลด์จากข้อ 4 ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ปรับกำลังขยายต่ำสุดและปรับให้สูงขึ้นเพื่อให้เห็นเซลล์ได้ชัดเจน สังเกตการเปลี่ยนแปลง วาดรูปพร้อมระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ และบันทึกผล
6. หยดน้ำกลั่นลงไปที่ยอดด้านหนึ่งของกระจกปิดสไลด์ แล้วใช้กระดาษชำระซับน้ำเหมือนข้อ 4 ตั้งไว้ 2-3 นาทีแล้วนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อีกครั้งหนึ่ง ปรับกำลังขยายให้เหมาะสม สังเกตการเปลี่ยนแปลง วาดรูปพร้อมระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ และบันทึกผล
7. เขียนรายงานผลการทดลอง แล้วอภิปรายร่วมกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากวิธีปฏิบัติข้อ 3, 5 และ 6 สภาพของเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด
2. จากสภาพของเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปเกิดจากการแพร่แบบออสโมซิสหรือไม่ อย่างไร
3. จากกิจกรรมนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

จากกิจกรรมที่ 1.3 เมื่อทดลองหยดน้ำกลั่นและสารละลายน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเซลล์วุ้นกบหอย หรือใบหัวใจสีม่วง หรือกลีบหอมแดงจะมีการเปลี่ยนสภาพเซลล์แตกต่างกัน

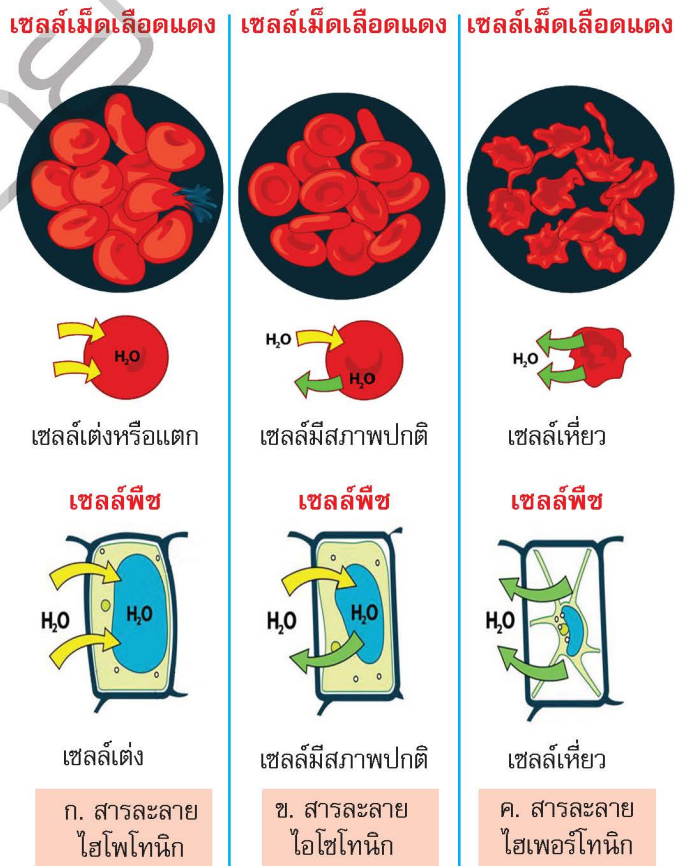
นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเซลล์เม็ดเลือดแดงด้วยสารละลายเกลือแกงที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน เมื่อนำเซลล์เม็ดเลือดแดงที่อยู่ในสารละลายความเข้มข้นต่างกันมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่า เซลล์เม็ดเลือดแดงมีสภาพที่ต่างกัน เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงเหี่ยวแฟบ ไม่พบเซลล์เม็ดเลือดแดง หรือเซลล์เม็ดเลือดแดงอยู่ในสภาพปกติ จากการศึกษาจึงได้พัฒนาสารละลายเกลือแกงมาใช้ในทางการแพทย์เป็นน้ำเกลือ (normal saline) ซึ่งมีความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์

นักวิทยาศาสตร์ได้จำแนกสารละลายที่อยู่ภายนอกเซลล์ และมีผลต่อการเปลี่ยนสภาพเซลล์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. สารละลายไฮโปโทนิก (hypotonic solution) เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าสารละลายภายในไซโทพลาซึมทำให้น้ำในสารละลายภายนอกเซลล์ออสโมซิสผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไป แล้วเกิดแรงดันภายในเซลล์ (turgor pressure) ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เต่ง ในเซลล์สัตว์เยื่อหุ้มเซลล์อาจจะทนต่อแรงดันไม่ได้ทำให้เซลล์แตกสลาย แต่ในเซลล์พืชจะมีผนังเซลล์ที่มีความแข็งแรงทนทานจึงทำให้เซลล์ไม่แตก ดังรูปที่ 1.11 ก

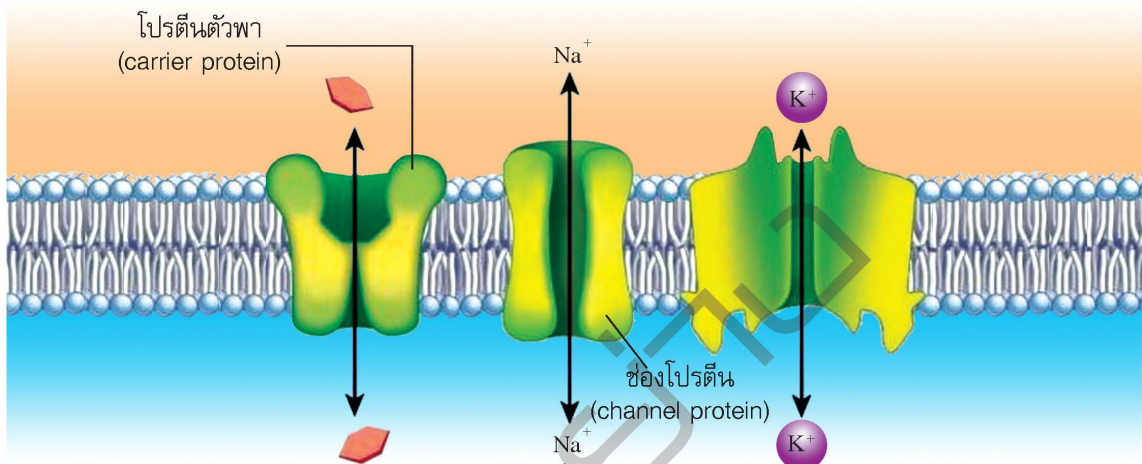
2. สารละลายไอโซโทนิก (isotonic solution) เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากับสารละลายภายในไซโทพลาซึม ทำให้เซลล์ไม่มีการเปลี่ยนสภาพเซลล์อยู่ในสภาพปกติ ดังรูปที่ 1.11 ข

3. สารละลายไฮเพอร์โทนิก (hypertonic solution) เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าสารละลายภายในไซโทพลาซึมทำให้น้ำภายในเซลล์ออสโมซิสออกจากเซลล์ เซลล์สูญเสีย น้ำ เซลล์สัตว์หรือเซลล์พืชจึงเหี่ยวแฟบ เรียกว่า **พลาสโมไลซิส (plasmolysis)** ดังรูปที่ 1.11 ค



รูปที่ 1.11 เปรียบเทียบการออสโมซิสของเซลล์เม็ดเลือดแดง และเซลล์พืชในสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน

3. การแพร่แบบฟาซิลิเทต (facilitated diffusion) เป็นการแพร่ของสารที่ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรงแต่จะผ่านช่องโปรตีน (channel protein) หรืออาศัยโปรตีนตัวพา (carrier protein) โดยที่โปรตีนเปรียบเสมือนประตูที่กำหนดให้สารผ่านเข้าและออกได้โดยไม่ต้องอาศัยพลังงาน สารบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงจะเคลื่อนที่ไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า จนเกิดสมดุลการแพร่ การแพร่แบบฟาซิลิเทตจะเกิดขึ้นได้เร็วกว่าการแพร่ธรรมดา ในคนจะพบที่เซลล์บุผิวลำไส้เล็กและเซลล์ตับ สารที่ถูกลำเลียงเข้าสู่เซลล์โดยวิธีนี้ ได้แก่ กลูโคส กรดอะมิโน คาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในรูปไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) และกลีเซอรอล



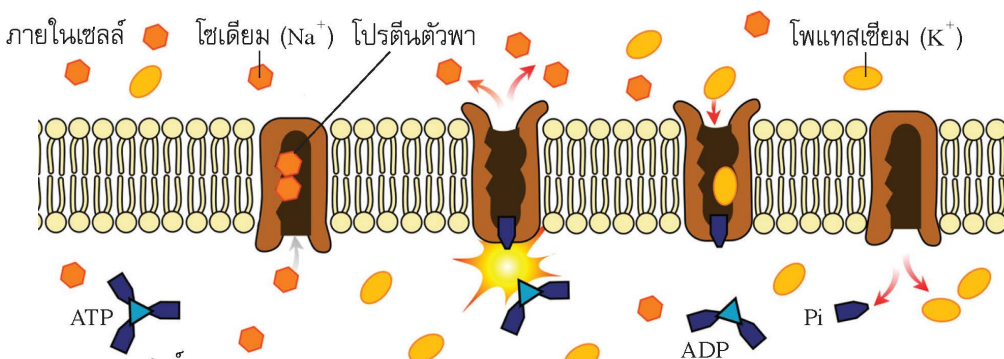
รูปที่ 1.12 การแพร่แบบฟาซิลิเทต

อธิบายได้หรือไม่ว่าการแพร่ธรรมดากับการแพร่แบบฟาซิลิเทตเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร



การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบใช้พลังงาน

การลำเลียงแบบแอคทีฟทรานสปอร์ต (active transport) เป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นสูงโดยใช้พลังงานจากเซลล์และต้องอาศัยตัวพา ซึ่งเป็นโปรตีนที่เยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่เป็นตัวลำเลียงสารเช่นเดียวกับการแพร่แบบฟาซิลิเทต เช่น การดูดซึมกลูโคสที่ย่อยแล้วเข้าสู่หลอดเลือด การเกิดโซเดียม-โพแทสเซียมปั๊ม (sodium-potassium pump) ; การเคลื่อนที่ของไอออน ที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท การดูดแร่ธาตุจากดินเข้าสู่ราก



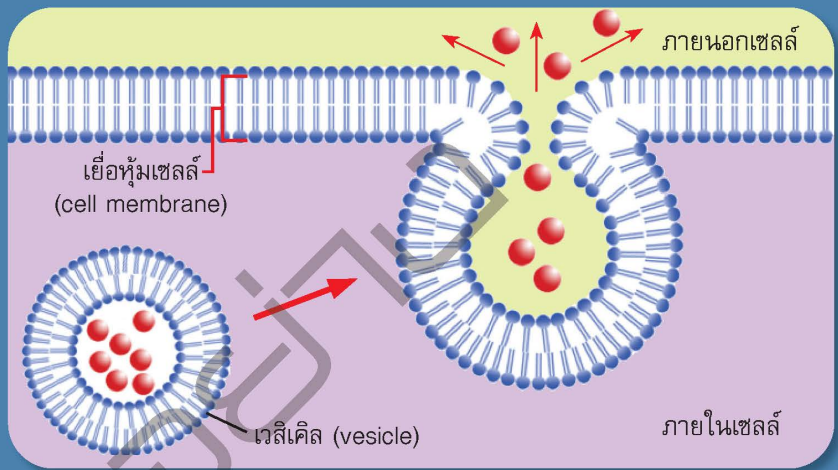
รูปที่ 1.13 การเกิดโซเดียม-โพแทสเซียมปั๊ม (การลำเลียงแบบแอคทีฟทรานสปอร์ต)

2.2 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

สารบางชนิดมีโมเลกุลใหญ่ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยวิธีการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ แต่เซลล์จะลำเลียงสารผ่านเข้าและออกจากเซลล์โดยการสร้างถุงหรือเวสิเคิลที่เยื่อหุ้มเซลล์ การลำเลียงมี 2 แบบ คือ เอกไซโตซิสและเอนโดไซโตซิส

เอกไซโตซิส

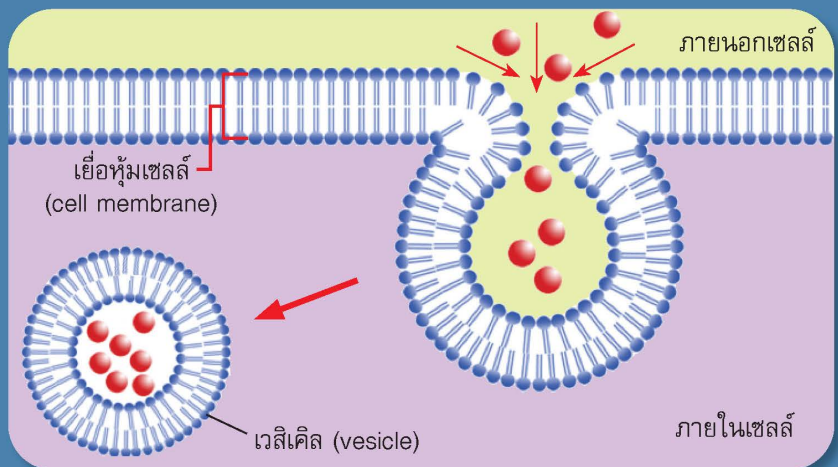
เอกไซโตซิส (exocytosis) เป็นกระบวนการลำเลียงสารที่มีขนาดใหญ่หรือของเหลวภายในเซลล์ส่งออกไปนอกเซลล์ โดยที่จะถูกบรรจุอยู่ในเวสิเคิล เช่น เวสิเคิลที่เป็นเอนไซม์ที่เยื่อบุผนังกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กปล่อยออกมาเพื่อย่อยอาหาร เวสิเคิลที่เป็นของเสียของเซลล์



รูปที่ 1.14 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์แบบเอกไซโตซิส

เอนโดไซโตซิส

เอนโดไซโตซิส (endocytosis) เป็นกระบวนการลำเลียงสารขนาดใหญ่จากภายนอกเซลล์เข้าไปภายในเซลล์ โดยที่เยื่อหุ้มเซลล์มีลักษณะเว้าเข้าไปเป็นถุง เช่น การกินอาหารของอะมีบา การกำจัดสิ่งแปลกปลอมของเซลล์เม็ดเลือดขาว การลำเลียงคอเลสเตอรอลเข้าสู่เซลล์ การนำฮอร์โมนเข้าสู่เซลล์



รูปที่ 1.15 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์แบบเอนโดไซโตซิส

การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์แบบเอนโดไซโทซิสมี 3 รูปแบบ คือ

1. พิโนไซโทซิส (pinocytosis) เป็นการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์โดยเยื่อหุ้มเซลล์จะเว้าเป็นถุงเวลิเคิล เช่น การลำเลียงสารที่เซลล์ที่หน่วยไต การลำเลียงสารละลายเข้าสู่ลำไส้

2. ฟาโกไซโทซิส (phagocytosis) เป็นการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์โดยเซลล์ยื่นไซโทพลาซึมเรียกว่า **เท้าเทียม (pseudopodium)** ออกมาล้อมรอบสารและเกิดเวลิเคิล เช่น การกินอาหารของอะมีบา

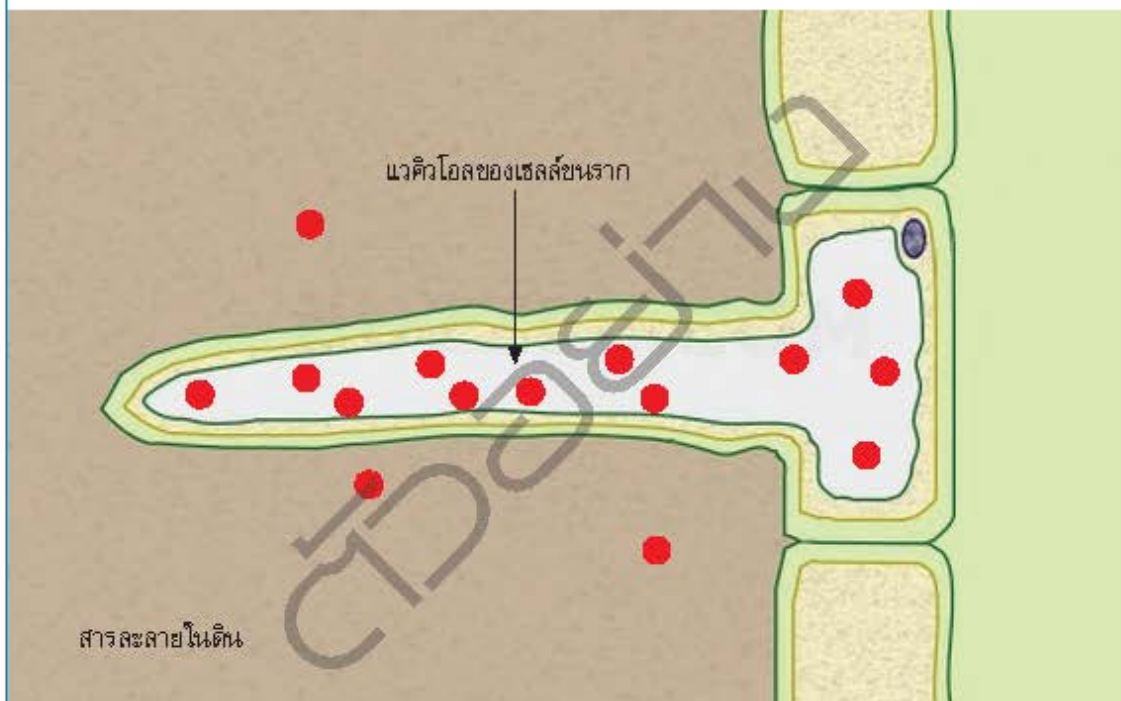
3. การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ (receptor-mediated endocytosis) เป็นการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยมีตัวรับอยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์จะจับสารที่มีความจำเพาะ จากนั้นเยื่อหุ้มเซลล์จึงคอดเว้าหลุดเข้าไปเป็นเวลิเคิลในไซโทพลาซึม เช่น การลำเลียงคอเลสเตอรอลเข้าสู่เซลล์ตับ การนำฮอร์โมน แอนติเจน และแอนติบอดีเข้าสู่เซลล์

รูปแบบการลำเลียงสาร	ลักษณะการลำเลียง (การเคลื่อนที่ของสาร)	ช่องทางการลำเลียง	การใช้พลังงาน
การแพร่	อนุภาคของสารจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่า	การแพร่เกิดได้ทั้งในภาวะที่ไม่มีเยื่อกั้นและมีเยื่อกั้น โดยถ้ามีเยื่อเลือกผ่านกัน สารจะมีขนาดที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านทางรูของเยื่อหุ้มเซลล์ได้	ไม่ใช้พลังงาน
การออสโมซิส	โมเลกุลของของเหลวหรือตัวทำละลายจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีโมเลกุลของของเหลวหนาแน่นไปยังบริเวณที่มีโมเลกุลของของเหลวน้อยกว่า	รูของเยื่อเลือกผ่าน	ไม่ใช้พลังงาน
การแพร่แบบฟาซิลิเทต	อนุภาคของสารจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่า	ช่องโปรตีนหรือโปรตีนตัวพาที่เยื่อหุ้มเซลล์	ไม่ใช้พลังงาน
แอกทีฟทรานสปอร์ต	อนุภาคของสารจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงกว่า	โปรตีนตัวพาที่เยื่อหุ้มเซลล์	ใช้พลังงาน
เอกไซโทซิส	ลำเลียงสารขนาดใหญ่ออกนอกเซลล์	สร้างถุงเวลิเคิลที่เยื่อหุ้มเซลล์	ไม่ใช้พลังงาน
เอนโดไซโทซิส	ลำเลียงสารขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์	สร้างถุงเวลิเคิลที่เยื่อหุ้มเซลล์	ไม่ใช้พลังงาน



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.2

1. เขียนผังมโนทัศน์สรุปการวิเคราะห์เปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเซลล์แบบไม่ใช้พลังงาน การลำเลียงสารผ่านเซลล์แบบใช้พลังงาน และการลำเลียงโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์
2. พิจารณาความเข้มข้นของแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ภายในเซลล์ขนรากของพืช และความเข้มข้นของแมกนีเซียมไอออนในสารละลายของดิน โดยกำหนดให้ ● แทน โมเลกุลของแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+})



- 2.1 ทิศทางการลำเลียงแมกนีเซียมไอออนเป็นแบบใด
- 2.2 จากรูปเป็นการลำเลียงสารด้วยวิธีใด
3. การแพร่ธรรมดา การออสโมซิส และการแพร่แบบฟาซิลิเทตแตกต่างกันอย่างไร
4. เมื่อนำพืชต้นหนึ่งไปแช่ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบเป็นเวลา 5 วัน จากนั้นนำรากของพืชต้นนี้มาตรวจสอบปริมาณโพแทสเซียมภายในเซลล์ พบว่าภายในเซลล์มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงกว่าในสารละลายที่แช่ แสดงว่าพืชดูดซึมโพแทสเซียมเข้าไปสะสมในเซลล์ด้วยวิธีใด เพราะเหตุใด
5. ยกตัวอย่างการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบใช้พลังงาน พร้อมอธิบายเหตุผล
6. การรักษาคุณภาพน้ำของพารามีเซียมเป็นการลำเลียงแบบใด เพราะเหตุใด

3. การรักษาคุณภาพในร่างกายคน



แนวคิดสำคัญ

ร่างกายของคนมีกลไกในการรักษาคุณภาพให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเพื่อการดำรงชีวิต โดยอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น การรักษาคุณภาพของน้ำและสารต่าง ๆ การรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือด และการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย

”

เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีการลำเลียงสารผ่านเซลล์เพื่อการรักษาคุณภาพของร่างกายให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุ โดยน้ำและแร่ธาตุในดินจะถูกลำเลียงเข้าสู่เซลล์พืชผ่านทางราก แล้วลำเลียงไปยังทุกส่วนของพืช ซึ่งพืชก็จะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และในสถานะที่อากาศร้อนพืชจะคายน้ำออกจากปากใบเพื่อรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในลำต้น เมื่อคายน้ำออกมา รากพืชก็จะดูดน้ำและแร่ธาตุเข้ามาชดเชยเพื่อรักษาสสมดุลไม่ให้เกิดการขาดน้ำ ถ้าพืชขาดน้ำก็จะมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต

“

คนก็เหมือนกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ที่ร่างกายจะต้องมีกลไกในการรักษาคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิ โดยมีระบบอวัยวะต่าง ๆ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของร่างกายให้มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในสภาวะแวดล้อมซึ่งจะได้ศึกษารายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุ

ไต (kidney) เป็นอวัยวะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย โดยการขับน้ำที่เป็นของเสียออกจากร่างกายในรูปของปัสสาวะ แต่เมื่อร่างกายสูญเสียน้ำระบบจะกระตุ้นให้รู้สึกกระหายน้ำเพื่อให้ดื่มน้ำเข้าไปชดเชยซึ่งเป็นการรักษาคุณภาพ

