

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

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

ผู้เรียบเรียง นายอนิรุธ พรหมเจริญ

ผู้ตรวจ ผศ. ดร.นพรัตน์ พุทธกาล
นางเจียมจิต กุลมาลา
นายประพันธ์ พนธรา

บรรณาธิการ รศ. ดร.วิชัย เขิดชีวิต

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

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ
อนันต์ พรหมเจริญ.
หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ม.4-กรุงเทพฯ : แม็คเ็ดดูเคชั่น, 2567.
164 หน้า.
1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ -- การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา).
2. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี -- การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา).
I. ชื่อเรื่อง.
570.7
ISBN 978-616-345-268-9

พิมพ์ครั้งที่ 1
จำนวน 10,000 เล่ม
สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2567
สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย
IMAC EDUCATION
ส่งทานัดิสังจ่าย ไปรษณียาลดพรว้า
ในนาม บริษัท แม็คเ็ดดูเคชั่น จำกัด
9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว
แขวงจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 0-2512-0661, 0-2938-2022-7 แฟกซ์ 0-2938-2028
www.MACeducation.com

พิมพ์ที่ : บริษัทจำกัด พี.เอ็น.เค แอนด์ สกายพรินต์

คำนำ

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

ผู้เรียบเรียงได้ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้แกนกลาง กระบวนการ จัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิด การวัดผลและประเมินผล ผ่านการนำเสนอด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา การเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ และมุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะหลักที่สำคัญต่อการใช้ชีวิต นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ ปัญหาและการทำงานร่วมกัน นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการ ศึกษาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 5 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้ ระบุตัวชี้วัดชั้นปี มีภาพและคำถามเข้าสู่บทเรียน แนวคิดสำคัญของแต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) บทสรุปเนื้อหา และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อเป็นการ วัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูป การศึกษา และมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดชั้นปี และสาระการเรียนรู้แกนกลาง หากมี ข้อบกพร่องประการใด ผู้เรียบเรียงขอน้อมรับคำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

อนันต์ พรหมเจริญ

คำชี้แจง

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

หนังสือเล่มนี้ได้นำเสนอเนื้อหาตาม **กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)** เน้นการบูรณาการการเรียนรู้กับทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ แต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีคำถามนำเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เน้นย้ำด้วยแนวคิดสำคัญหรือหัวข้อหลักให้ทราบถึงสิ่งที่เป็นความรู้และความคิดที่เป็นแก่นสำคัญ ผูกพันทักษะและความเชี่ยวชาญด้วยกิจกรรมตามธรรมชาติวิชาเพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่คงทน มีการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นระยะ ๆ โดยสอดแทรกกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ซึ่งสัมพันธ์กับเรื่องที่ได้เรียนผ่านมา ในท้ายหน่วยการเรียนรู้จะมีสรุปสำหรับบททวนองค์ความรู้ทั้งหมด และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังเพิ่มเติมด้วยกิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายสำคัญของหนังสือนี้ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน ในส่วนของเนื้อหาเพิ่มเติมมีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ ทั้งนี้สัญลักษณ์  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)

กิจกรรมบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และความรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ โดยนำมาสร้างผลงานที่มีคุณภาพและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดประโยชน์และพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21



คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

คำถามที่เน้นทักษะกระบวนการคิดเพื่อตรวจสอบความรู้รอบคอบของผู้เรียนให้เป็นไปตามแนวคิดสำคัญ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง



สรุป

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



อภิธานศัพท์

คำสำคัญ คำศัพท์ยาก หรือคำค้นที่สัมพันธ์กับเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยจะมีการอธิบายความหมายหรือให้คำจำกัดความ

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เชลล์กับการรักษาคุณภาพ

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

1. ภูมิคุ้มกันของร่างกาย	35
ชนิดของภูมิคุ้มกัน	36
2. ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	40
โรคที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	40
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	46

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

1. โครโมโซมและสารพันธุกรรม	49
1.1 ลักษณะทางพันธุกรรม	49
1.2 สารพันธุกรรมที่อยู่ในโครโมโซม	52
2. โครโมโซมกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม	57
2.1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่อยู่นอโตโซม	60
2.2 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแบบมัลติเปิลแอลลีล	62
2.3 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่อยู่นบนโครโมโซมเพศ	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

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
 - 4.2 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

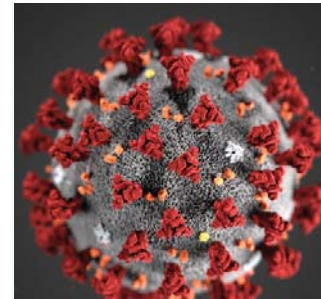
เซลล์ คือ หน่วยที่เล็กสุดของสิ่งมีชีวิต เซลล์ประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญ ได้แก่ ส่วนที่หุ้มเซลล์ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส ภายในไซโทพลาซึมมีหลายออร์แกเนลล์ แต่ละออร์แกเนลล์ทำหน้าที่แตกต่างกัน

”

“

1. เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคปอดบวม ปอดอักเสบ วัณโรค ฝีหนอง โรคฉี่หนู อูจจาระร่วง หรือหิวเวาโรค 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



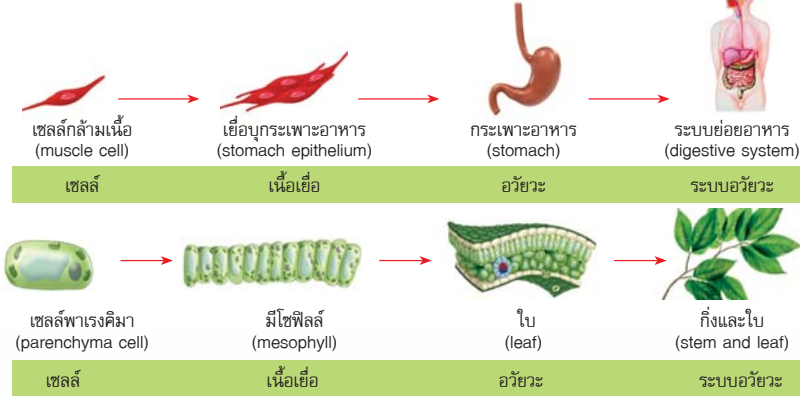
พารามีเซียม



อะมีบา

รูปที่ 1.1 สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า

ร่างกายของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ประกอบด้วย **เซลล์ (cell)** ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุด เซลล์หลาย ๆ เซลล์จะประกอบเป็น **เนื้อเยื่อ (tissue)** เนื้อเยื่อทำหน้าที่คล้ายกันรวมกันเรียกว่า **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 ปัจจุบันมีการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่มีกำลังขยายสูงถึง 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. สำหรั่งทางกระบอก
3. น้ำ
4. กล้องจุลทรรศน์
5. สไลด์
6. กระดาษปิดสไลด์
7. หลอดหยด
8. เข็มเขี่ย
9. กระดาษชำระและผ้า

วิธีปฏิบัติ

1. แบ่งกลุ่มทำกิจกรรมเตรียมสไลด์สด (wet mount) โดยหยดเลือดปลาหรือเลือดกบบลงบนสไลด์ หยดน้ำ 1 หยด และปิดด้วยกระดาษปิดสไลด์



1. เช็ดสไลด์ให้สะอาด



2. หยดเลือดปลาหรือเลือดกบและหยดน้ำ



3. ใช้เข็มเขี่ยวางกระดาษปิดสไลด์ แล้วค่อยๆ เลื่อนเข็มเขี่ยวางปิดกระบัง



4. ชุบน้ำบริเวณขอบกระดาษปิดสไลด์ให้แห้งด้วยกระดาษชำระหรือผ้า (ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ)

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

คำถามท้ายกิจกรรม

1. เซลล์เม็ดเลือดแดงของปลาหรือกับเซลล์สาหร่ายทางกระรอกมีรูปร่าง ลักษณะ และขนาดของเซลล์เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร
2. โครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานของเซลล์เม็ดเลือดแดงของปลาหรือกับเซลล์สาหร่ายทางกระรอกเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
3. กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการดูเซลล์เม็ดเลือดแดงของปลาหรือกับและเซลล์สาหร่ายทางกระรอกเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
4. นอกจากโครงสร้างและองค์ประกอบพื้นฐานที่สังเกตได้จากเซลล์เม็ดเลือดแดงของปลาหรือกับกับเซลล์สาหร่ายทางกระรอกพบว่ามีอะไรอีกบ้าง
5. จากกิจกรรมนี้สรุปได้ว่อย่างไร

กิจกรรมที่ 1.1 เป็นการศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยมีเซลล์เม็ดเลือดแดงของปลาหรือกับเป็นตัวแทนของเซลล์สัตว์และเซลล์สาหร่ายทางกระรอกเป็นตัวแทนของเซลล์พืช ซึ่งเห็นรายละเอียดขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ไม่ชัดเจน แต่พอจะสรุปได้ว่าเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีองค์ประกอบของเซลล์บางอย่างที่เหมือนกันและมีส่วนประกอบของเซลล์บางอย่างที่แตกต่างกันดังรูปที่ 1.5 และรูปที่ 1.6

นิวเคลียส (nucleus) เป็นก้อนกลม ทำหน้าที่ควบคุมกิจกรรมของเซลล์และถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

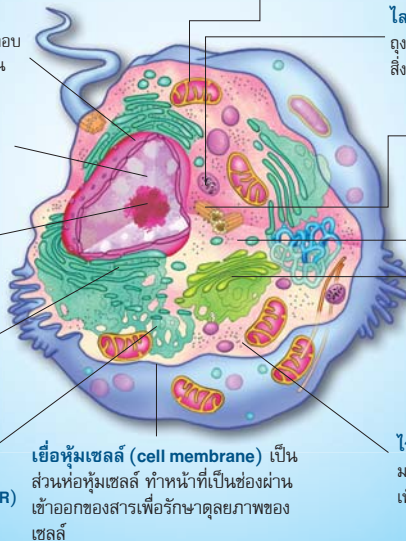
เยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) ล้อมรอบส่วนประกอบภายในของนิวเคลียส เป็นช่องผ่านเข้าออกของสาร

โครมาทิน (chromatin) เป็นเส้นเล็กๆ ที่มีสารพันธุกรรม DNA สำหรับถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

นิวคลีโอลัส (nucleolus) เป็นก้อนกลมเล็กๆ เป็นที่อยู่ของสารพันธุกรรม RNA สำหรับสังเคราะห์โปรตีน

ร่างแหเอนโดพลาซึ่มชนิดผิวขรุขระ (rough endoplasmic reticulum: RER) เป็นท่อแบนใหญ่ที่พับไปมา ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนจากไรโบโซมส่งไปภายนอกเซลล์

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



รูปที่ 1.5 แบบจำลององค์ประกอบของเซลล์สัตว์

ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) มีลักษณะกลม มีชั้นนอกเรียบ มีชั้นในพับไปมา ทำหน้าที่สร้างพลังงานให้กับเซลล์

ไลโซโซม (lysosome) มีลักษณะเป็นถุงกลมขนาดเล็ก ทำหน้าที่ย่อยสลายสิ่งแปลกปลอมและอาหาร

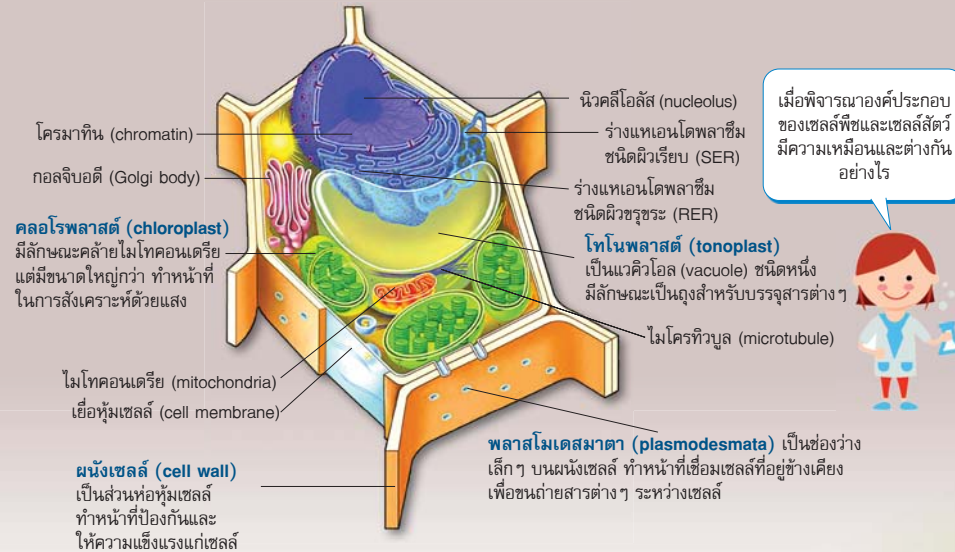
เซนทริโอล (centriole) เป็นทรงกระบอก 9 แห่ง ทำหน้าที่สร้างเส้นใยสปินเดิลเพื่อยึดโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์

ไซโทพลาซึม (cytoplasm) เป็นของเหลวที่อยู่ภายในเซลล์ บรรจุด้วยออร์แกเนลล์ต่างๆ

กอลจิบอดี้ (Golgi body) เป็นถุงซ้อนกันเป็นชั้นๆ ปลายถุงโป่งออก ทำหน้าที่สร้างไลโซโซม

ไรโบโซม (ribosome) มีขนาดเล็กมาก ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนเพื่อใช้ภายในและภายนอกเซลล์

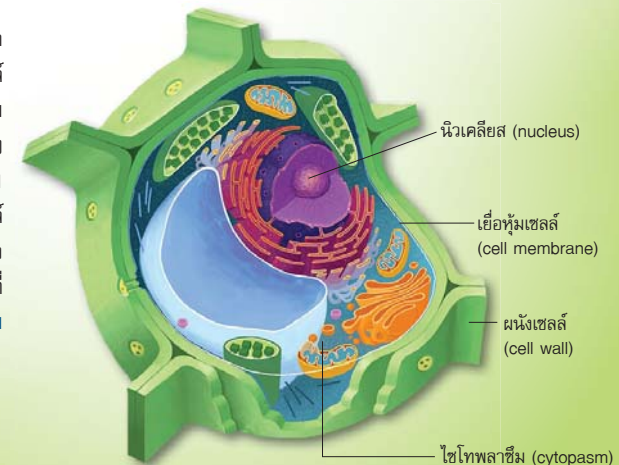
เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) เป็นส่วนห่อหุ้มเซลล์ ทำหน้าที่เป็นช่องผ่านเข้าออกของสารเพื่อรักษาคุณภาพของเซลล์



รูปที่ 1.6 แบบจำลององค์ประกอบของเซลล์พืช

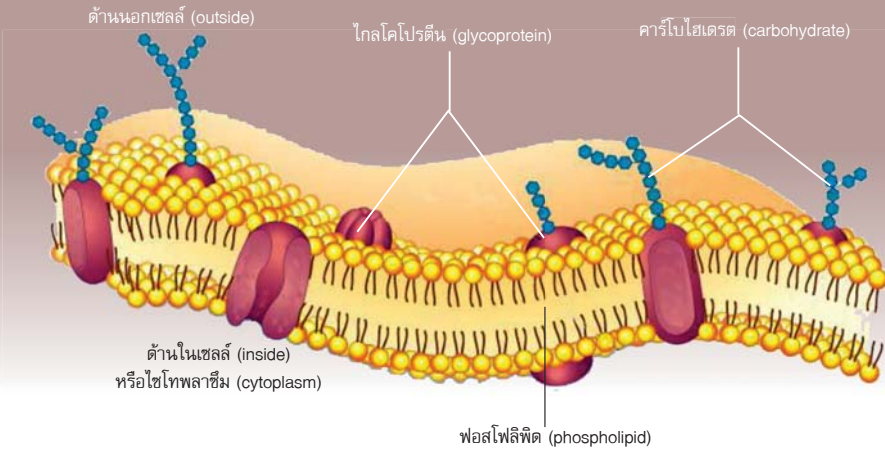
ส่วนที่หุ้มเซลล์

เซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์จะมีส่วนที่หุ้มเซลล์ เพื่อห่อหุ้มไซโทพลาซึมที่มีออร์แกเนลล์ต่างๆ เซลล์มีลักษณะเป็นห้องเล็กๆ 1 ห้อง เท่ากับ 1 เซลล์ ทำให้เซลล์มีขอบเขต ซึ่งจากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์พบว่าส่วนที่หุ้มเซลล์มี 2 ชนิด คือ **เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์**



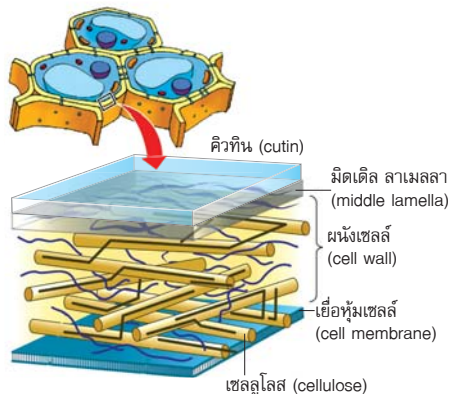
รูปที่ 1.7 องค์ประกอบพื้นฐานของเซลล์

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



รูปที่ 1.8 โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์

2. ผนังเซลล์ (cell wall) เป็นโครงสร้างที่ไม่มีชีวิตอยู่ด้านนอกสุดของเซลล์ พบในเซลล์พืช สาหร่าย แบคทีเรีย เห็ดรา แต่ไม่พบในเซลล์สัตว์ มีหน้าที่เสริมสร้างความแข็งแรง ป้องกันอันตราย และช่วยให้เซลล์คงรูปร่างอยู่ได้ ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลส (cellulose) เรียงตัวแบบไขว้กันเป็นองค์ประกอบหลัก ด้านนอกสุดของผนังเซลล์จะมีชั้นมิดเดิล ลามเลลา (middle lamella) ซึ่งประกอบด้วยเพกทิน (pectin) ที่อยู่ในรูปแคลเซียมเพกเตต (calcium pectate) หรือแมกนีเซียมเพกเตต (magnesium pectate) นอกจากนี้ยังพบคิวทิน (cutin) โดยจะพบมากบริเวณผิวใบทำหน้าที่ช่วยป้องกันการคายน้ำของพืช และซูเบอร์อิน (suberin) ช่วยป้องกันการรั่ว-ออกของน้ำ

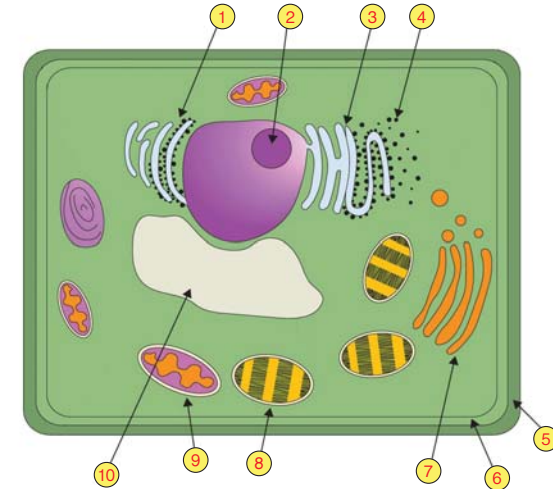


รูปที่ 1.9 โครงสร้างของผนังเซลล์



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.1

1. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์เหมือนหรือต่างกันอย่างไร เขียนสรุปด้วยแผนภาพเวนน์
2. พิจารณารูปโครงสร้างเซลล์และองค์ประกอบของเซลล์แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



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

2. การลำเลียงสารผ่านเซลล์



แนวคิดสำคัญ

เซลล์มีกลไกการลำเลียงสารผ่านเซลล์ โดยเซลล์จะลำเลียงสารผ่านทางเยื่อพลาสมา ในการลำเลียงสารนั้นแบ่งเป็นแบบใช้พลังงานและแบบไม่ใช้พลังงาน เช่น การแพร่ การออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิลิตัด นอกจากนี้ยังสามารถลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อพลาสมาได้อีกวิธีหนึ่งคือฟาโกไซโทซิสและเอนโดไซโทซิส เพื่อรักษาค่าดุลยภาพของเซลล์ให้เหมาะสม



การลำเลียงสารผ่านเซลล์มี 2 รูปแบบ คือ 1) การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ และ 2) การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

2.1 การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จำแนกออกเป็น 2 แบบ คือ การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงานและการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบใช้พลังงาน

การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงาน

การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงาน (passive transport) หมายถึง สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กกว่าของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้ผ่านเข้าและออกจากเซลล์ได้โดยไม่ต้องใช้พลังงาน ภายในเซลล์ช่วย การลำเลียงมี 3 รูปแบบ คือ การแพร่ การออสโมซิส และการแพร่แบบฟาซิลิเทต

1. การแพร่ (diffusion) เป็นการเคลื่อนที่ของสารรูปแบบหนึ่ง โดยอนุภาคของสารจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่า การแพร่สามารถเกิดขึ้นได้โดยผ่านเยื่อกั้นและไม่ผ่านเยื่อกั้น ในกรณีที่มีการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จะเกิดขึ้นได้กับสารที่ขนาดเล็กกว่าของเยื่อหุ้มเซลล์และไม่มีประจุ และเนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยชั้นลิพิดทำให้สารที่ละลายได้ในลิพิดสามารถเกิดการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้เช่นกัน

จากความรู้เรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ พบว่า เซลล์มีส่วนที่หุ้มเซลล์เป็นเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งจะห่อหุ้มไโทพลาสซึมไว้ เยื่อหุ้มเซลล์มีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่านที่ยอมให้สารบางชนิดผ่านเข้าและออกจากเซลล์ เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมของเซลล์ให้เหมาะสม

พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุ
ในการเจริญเติบโต สงสัยหรือไม่
ว่าพืชนำน้ำและแร่ธาตุเข้าสู่ต้น
ได้อย่างไร



กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ 1.2 การแพร่ของสาร

จุดประสงค์

สังเกตและอธิบายการแพร่ของสาร

อุปกรณ์

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

วิธีปฏิบัติ

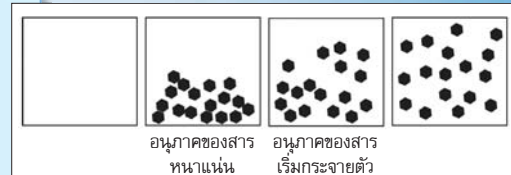
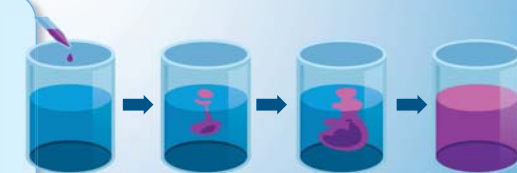
1. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในปิเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ใช้หลอดหยดหยดสารละลายต่างกับหมี 5 หยด ตั้งไว้ 5 นาที สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นในน้ำ บันทึกผล
3. เขียนรายงานผลการทดลอง แล้วอภิปรายร่วมกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

- เมื่อหยดสารละลายต่างทั้งปดิมลงในน้ำเกิดอะไรขึ้น และสิ่งที่เกิดขึ้นอธิบายได้อย่างไร
- จากกิจกรรมนี้สรุปได้ว่าอย่างไร และสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

จากกิจกรรมที่ 1.2 เมื่อหดยดสารละลายต่างทับทิมลงในน้ำจะสังเกตได้ว่า เมื่อเริ่มหดยดสารละลายต่างทับทิมยังมีเห็นน้ำเป็น 2 สี คือ สีของสารละลายต่างทับทิมกับความใสของน้ำ แต่เมื่อเวลาผ่านไป สารละลายต่างทับทิมจะแพร่ให้น้ำ จนกระทั่งน้ำในเบเกอร์เป็นสีของสารละลายต่างทับทิมทั้งหมด

การที่น้ำในบีกเกอร์เปลี่ยนเป็นสีเดียวกันกับสารละลายต่างทั้งหมึกเป็นเพราะว่าอนุภาคของสารละลายต่างทั้งหมึกที่หยดลงในน้ำจะแพร่ออกไปปะปนกับอนุภาคของน้ำ โดยอนุภาคของสารละลายต่างทั้งหมึกจะมีพลังงานสูงในตัวเอง ไม่หยุดอยู่นิ่ง แต่จะเคลื่อนที่ออกไปทุกบริเวณ ทำให้อนุภาคกระทบกัน บริเวณที่สีอนุภาคของสารหนาแน่นมากก็จะกระทบกันมาก ทำให้อนุภาคของสารกระจายออกไปในน้ำทุกทิศทาง เมื่อทุกบริเวณมีความเข้มข้นของอนุภาคเท่ากันจะเกิดเป็น **ภาวะสมดุลการแพร่ (dynamic equilibrium)**



รูปที่ 1.10 การแพร่ของสารโดยไม่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์
(การแพร่ของด่างทับทิม)

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



กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ 1.3 การแพร่แบบออสโมซิส

จุดประสงค์

ทดลองและอธิบายการแพร่แบบออสโมซิส

อุปกรณ์

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

วิธีปฏิบัติ

1. ลอกใบว่านกาบหอย หรือใบหัวใจสีม่วง หรือกลีบหอมแดงให้เป็นแผ่นเยื่อบางๆ วางบนสไลด์ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดพอเหมาะ
2. หยดน้ำลงไปบนแผ่นเยื่อว่านกาบหอย หรือใบหัวใจสีม่วง หรือกลีบหอมแดง ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วซับน้ำที่ล้นออกมา
3. นำสไลด์ไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้กำลังขยายต่ำสุดและปรับให้สูงขึ้นเพื่อให้มองเห็นเซลล์ได้ชัดเจน สังเกตการเปลี่ยนแปลง วาดรูปพร้อมระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ และบันทึกผล
4. หยดสารละลายน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ลงไปที่ขอบด้านหนึ่งของกระจกปิดสไลด์แล้วใช้กระดาษชำระซับน้ำจากด้านตรงข้าม เพื่อให้สารละลายน้ำตาลกลูโคสซึมเข้าไปแทนที่ ตั้งไว้ 2-3 นาที
5. นำแผ่นสไลด์จากข้อ 4 ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ปรับกำลังขยายต่ำสุดและปรับให้สูงขึ้นเพื่อให้มองเห็นเซลล์ได้ชัดเจน สังเกตการเปลี่ยนแปลง วาดรูปพร้อมระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ และบันทึกผล
6. หยดน้ำกลั่นลงไปที่ขอบด้านหนึ่งของกระจกปิดสไลด์ แล้วใช้กระดาษชำระซับน้ำเหมือนข้อ 4 ตั้งไว้ 2-3 นาทีแล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อีกครั้งหนึ่ง ปรับกำลังขยายให้เหมาะสม สังเกตการเปลี่ยนแปลง วาดรูปพร้อมระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ และบันทึกผล
7. เขียนรายงานผลการทดลอง แล้วอภิปรายร่วมกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

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

จากกิจกรรมที่ 1.3 เมื่อทดลองหยดน้ำกลั่นและสารละลายน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเซลล์ว่านกาบหอย หรือใบหัวใจสีม่วง หรือกลีบหอมแดงจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพเซลล์แตกต่างกัน

นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเซลล์เม็ดเลือดแดงด้วยสารละลายเกลือแกงที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน เมื่อนำเซลล์เม็ดเลือดแดงที่อยู่ในสารละลายความเข้มข้นต่างกันมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่า เซลล์เม็ดเลือดแดงมีสภาพที่แตกต่างกัน เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงเหี่ยวแฟบ ไม่พบเซลล์เม็ดเลือดแดง หรือเซลล์เม็ดเลือดแดงอยู่ในสภาพปกติ จากการศึกษาจึงได้พัฒนาสารละลายเกลือแกงมาใช้ในทางการแพทย์เป็นน้ำเกลือ (normal saline) ซึ่งมีความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์

นักวิทยาศาสตร์ได้จำแนกสารละลายที่อยู่ภายนอกเซลล์ และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพเซลล์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. สารละลายไฮโปโทนิก (hypotonic solution)

เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าสารละลายภายในไซโทพลาซึม ทำให้น้ำในสารละลายภายนอกเซลล์ออสโมซิสผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไป แล้วเกิดแรงดันภายในเซลล์ (turgor pressure) ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เต่ง ในเซลล์สัตว์เยื่อหุ้มเซลล์อาจจะทนต่อแรงดันไม่ได้ทำให้เซลล์แตกสลาย แต่ในเซลล์พืชจะมีผนังเซลล์ที่มีความแข็งแรงห่อหุ้มจึงทำให้เซลล์ไม่แตก ดังรูปที่ 1.11 ก

เซลล์เม็ดเลือดแดง



เซลล์เต่งหรือแตก

เซลล์เม็ดเลือดแดง



เซลล์มีสภาพปกติ

เซลล์เม็ดเลือดแดง

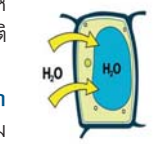


เซลล์เหี่ยว

2. สารละลายไอโซโทนิก (isotonic solution)

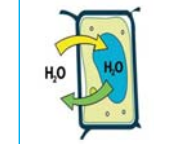
เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากับสารละลายภายในไซโทพลาซึม ทำให้เซลล์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพเซลล์อยู่ในสภาพปกติ ดังรูปที่ 1.11 ข

เซลล์พืช



เซลล์เต่ง

เซลล์พืช



เซลล์มีสภาพปกติ

เซลล์พืช



เซลล์เหี่ยว

3. สารละลายไฮเพอร์โทนิก (hypertonic solution)

เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าสารละลายภายในไซโทพลาซึม ทำให้น้ำภายในเซลล์ออสโมซิสออกจากเซลล์ เซลล์สูญเสีย น้ำ เซลล์สัตว์หรือเซลล์พืชจึงเหี่ยวแฟบ เรียกว่า **พลาสโมไลซิส (plasmolysis)** ดังรูปที่ 1.11 ค

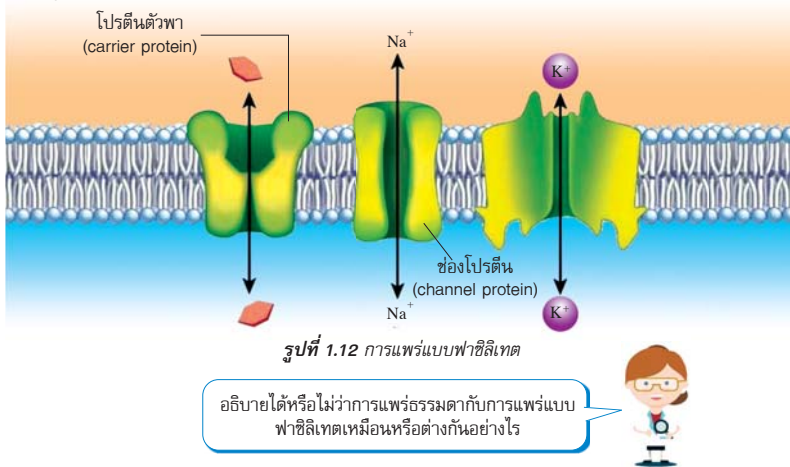
ก. สารละลายไฮโปโทนิก

ข. สารละลายไอโซโทนิก

ค. สารละลายไฮเพอร์โทนิก

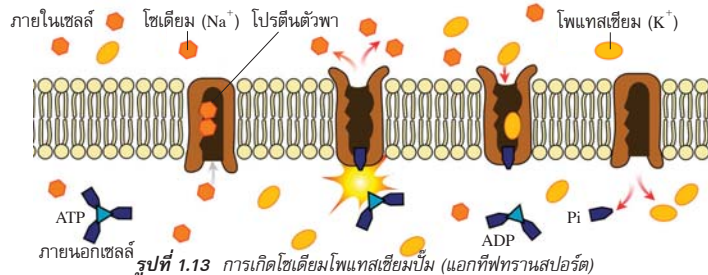
รูปที่ 1.11 เปรียบเทียบการออสโมซิสของเซลล์เม็ดเลือดแดง และเซลล์พืชในสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน

3. การแพร่แบบฟาซิลิเทต (facilitated diffusion) เป็นการแพร่ของสารที่ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรงแต่ผ่านช่องโปรตีน (channel protein) หรืออาศัยโปรตีนตัวพา (carrier protein) โดยที่โปรตีนเปรียบเสมือนประตูที่กำหนดให้สารผ่านเข้าและออกได้โดยไม่ต้องอาศัยพลังงาน สารบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงจะเคลื่อนที่ไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า จนเกิดสมดุลการแพร่ การแพร่แบบฟาซิลิเทตจะเกิดขึ้นได้เร็วกว่าการแพร่ธรรมดา ในคนจะพบที่เซลล์บุผิวลำไส้เล็กและเซลล์ตับ สารที่ถูกลำเลียงเข้าสู่เซลล์โดยวิธีนี้ได้แก่ กลูโคส กรดอะมิโน คาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในรูปไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) และ กลีเซอรอล



การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบใช้พลังงาน

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

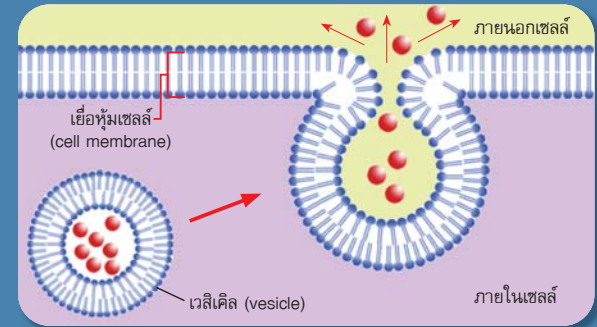


2.2 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

สารบางชนิดมีโมเลกุลใหญ่ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยวิธีการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ แต่เซลล์จะลำเลียงสารผ่านเข้าและออกจากเซลล์โดยการสร้างถุงหรือเวสิเคิลที่เยื่อหุ้มเซลล์ การลำเลียงมี 2 แบบ คือ เอกโซไซโทซิส และเอนโดไซโทซิส

เอกโซไซโทซิส

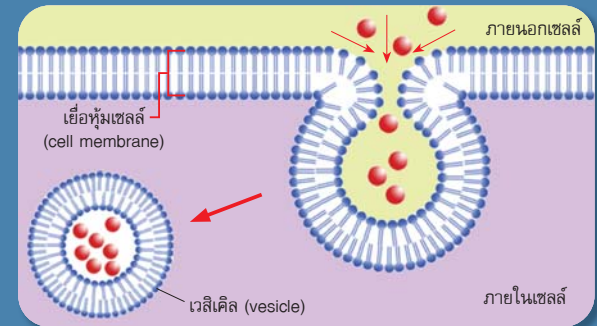
เอกโซไซโทซิส (exocytosis) เป็นกระบวนการลำเลียงสารที่มีขนาดใหญ่หรือของเหลวภายในเซลล์ส่งออกไปนอกเซลล์ โดยที่จะถูกบรรจุอยู่ในเวสิเคิล เช่น เวสิเคิลที่เป็นเอนไซม์ที่ช่วยย่อยอาหารและลำเลียงปล่อยออกมาเพื่อย่อยอาหาร เวสิเคิลที่เป็นของเสียของเซลล์



รูปที่ 1.14 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์แบบเอกโซไซโทซิส

เอนโดไซโทซิส

เอนโดไซโทซิส (endocytosis) เป็นกระบวนการลำเลียงสารขนาดใหญ่จากภายนอกเซลล์เข้าภายในเซลล์ โดยที่เยื่อหุ้มเซลล์มีลักษณะเว้าเข้าไปเป็นถุง เช่น การกินอาหารของอะมีบา การกำจัดสิ่งแปลกปลอมของเซลล์ เม็ดเลือดขาว การลำเลียงคอเลสเตอรอลเข้าสู่เซลล์ด้วยการนำฮอร์โมนเข้าสู่เซลล์



รูปที่ 1.15 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์แบบเอนโดไซโทซิส

การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์แบบเอนโดไซโทซิสมี 3 รูปแบบ คือ

1. **พินไซโทซิส (pinocytosis)** เป็นการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์โดยเยื่อหุ้มเซลล์จะเว้าเป็นถุงเวลิเคิล เช่น การลำเลียงสารที่เซลล์ที่หน่วยไต การลำเลียงสารละลายเข้าสู่ลำไส้

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

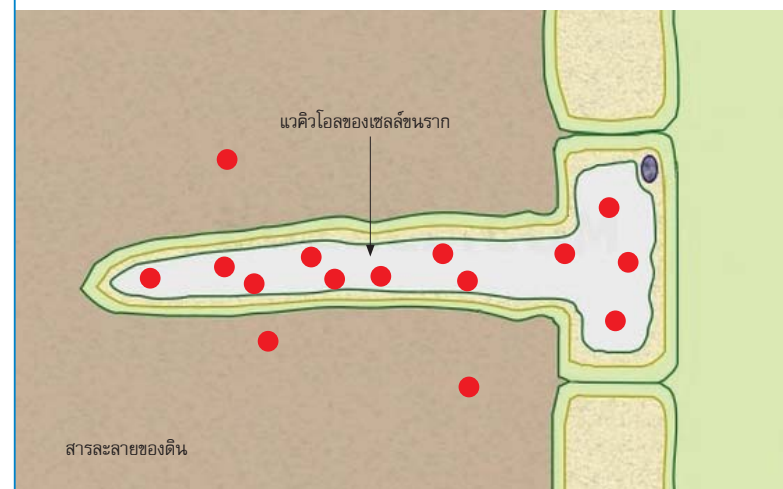
3. **การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ (receptor-mediated endocytosis)** เป็นการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยมีตัวรับอยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์จะจับสารที่มีความจำเพาะ จากนั้นเยื่อหุ้มเซลล์จึงคอดเว้าหลุดเข้าไปเป็นเวลิเคิลในไซโทพลาซึม เช่น การลำเลียงคอเลสเตอรอลเข้าสู่เซลล์ตับ การนำฮอร์โมน แอนติเจน และแอนติบอดีเข้าสู่เซลล์

รูปแบบการลำเลียงสาร	ลักษณะการลำเลียง (การเคลื่อนที่ของสาร)	ช่องทางการลำเลียง	การใช้พลังงาน
การแพร่	อนุภาคของสารจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่า	การแพร่เกิดได้ ทั้งในภาวะที่ไม่มีเยื่อเลือกผ่านและสียเลือกผ่าน โดยถ้ามีเยื่อเลือกผ่าน สารจะเคลื่อนที่ผ่านรูของเยื่อหุ้มเซลล์ได้	ไม่ใช้พลังงาน
การออสโมซิส	โมเลกุลของของเหลวหรือตัวทำละลายจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีโมเลกุลของของเหลวหนาแน่นไปยังบริเวณที่มีโมเลกุลของของเหลวเบา	รูของเยื่อเลือกผ่าน	ไม่ใช้พลังงาน
การแพร่แบบฟาซิลิเทต	อนุภาคของสารจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่า	ช่องโปรตีนหรือโปรตีนตัวพาที่เยื่อหุ้มเซลล์	ไม่ใช้พลังงาน
แอกทีฟทรานสปอร์ต	อนุภาคของสารจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงกว่า	โปรตีนตัวพาที่เยื่อหุ้มเซลล์	ใช้พลังงาน
เอกไซโทซิส	ลำเลียงสารขนาดใหญ่ ออกนอกเซลล์	สร้างถุงเวลิเคิลที่เยื่อหุ้มเซลล์	ไม่ใช้พลังงาน
เอนโดไซโทซิส	ลำเลียงสารขนาดใหญ่ เข้าสู่เซลล์	สร้างถุงเวลิเคิลที่เยื่อหุ้มเซลล์	ไม่ใช้พลังงาน



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.2

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



- ทิศทางการลำเลียงแมกนีเซียมไอออนเป็นแบบใด
- จากรูปเป็นการลำเลียงสารด้วยวิธีใด
- การแพร่ธรรมดา การออสโมซิส และการแพร่แบบฟาซิลิเทตแตกต่างกันอย่างไร
- เมื่อนำพืชต้นหนึ่งไปแช่ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ 5 วัน จากนั้นนำรากของพืชต้นนั้นมาตรวจสอบปริมาณโพแทสเซียมภายในเซลล์ พบว่าภายในเซลล์มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงกว่าในสารละลายที่แช่ แสดงว่าพืชดูดซึมโพแทสเซียมเข้าไปสะสมในเซลล์ด้วยวิธีใด เพราะเหตุใด
- ยกตัวอย่างการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบใช้พลังงาน พร้อมอธิบายเหตุผล
- การรักษาคุณภาพน้ำของพารามีเซียมเป็นการลำเลียงแบบใด เพราะเหตุใด

3. การรักษาคุณภาพในร่างกายคน



แนวคิดสำคัญ

ร่างกายของคนมีกลไกในการรักษาคุณภาพให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเพื่อการดำรงชีวิตโดยวิธีต่าง ๆ ในร่างกายจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น การรักษาคุณภาพของน้ำและสารต่าง ๆ การรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือด และการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย



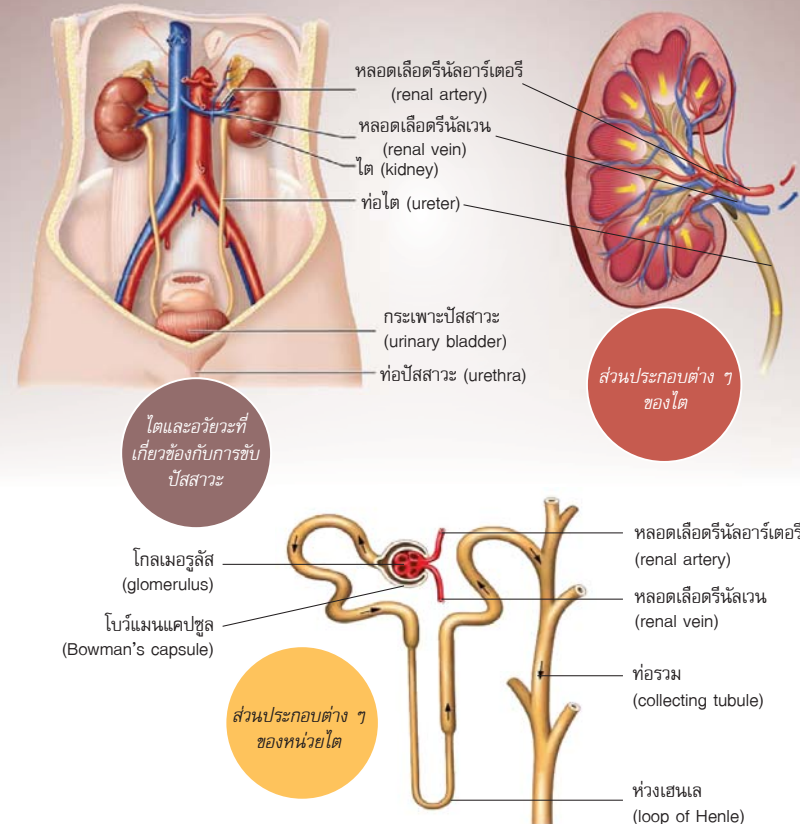
คนก็เหมือนกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ที่ร่างกายจะต้องมีกลไกในการรักษาคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิ โดยมีระบบอวัยวะต่าง ๆ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของร่างกายให้มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตในสภาวะแวดล้อมซึ่งจะได้ศึกษารายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุ

ไต (kidney) เป็นอวัยวะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย โดยการขับน้ำที่เป็นของเสียออกจากร่างกายในรูปของปัสสาวะ แต่เมื่อร่างกายสูญเสียน้ำระบบจะกระตุ้นให้รู้สึกกระหายน้ำเพื่อให้ดื่มน้ำเข้าไปทดแทนซึ่งเป็นการรักษาคุณภาพ

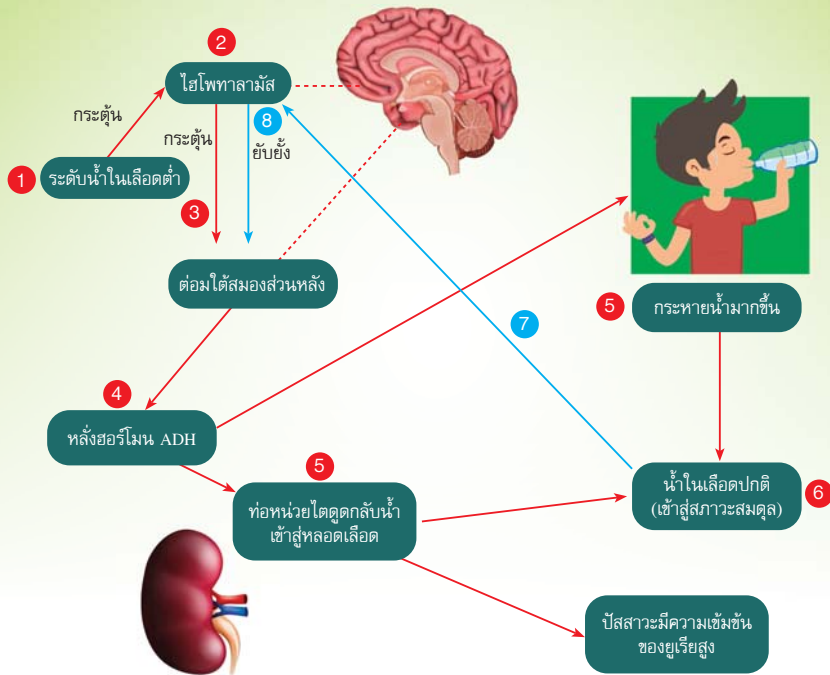


ไตของคนมี 2 ข้าง จะมีหลอดเลือดรีนัลอาร์เตอรี (renal artery) นำของเหลวซึ่งมีน้ำและแร่ธาตุที่อยู่ในรูปของไอออน เช่น โซเดียมไอออน (Na^+) คลอไรด์ไอออน (Cl^-) รวมทั้งยูเรีย (urea) ซึ่งเป็นของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมเข้าสู่ไต ภายในไตจะมี **หน่วยไต (nephron)** จำนวนมาก โดยมี **โกลเมอรูลัส (glomerulus)** ซึ่งเป็นกลุ่มหลอดเลือดฝอยที่ทำหน้าที่กรองสารที่ถูกลำเลียงมากับเลือด ถ้าสารมีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น กรดอะมิโน และแร่ธาตุบางชนิดจะถูกดักกลับเข้าสู่หลอดเลือด แต่ถ้าสารมีโมเลกุลขนาดเล็ก เช่น น้ำตาล ยูเรีย และวิตามินบางชนิดจะผ่านการกรองเข้าไปยัง **โบว์แมนแคปซูล (Bowman's capsule)** และไปที่ **ท่อไต (ureter)** เพื่อส่งต่อไปยัง **กระเพาะปัสสาวะ (urinary bladder)** แล้วขับออกจากร่างกายผ่านทาง **ท่อปัสสาวะ (urethra)** ในรูปปัสสาวะ



รูปที่ 1.16 โครงสร้างและส่วนประกอบไตของคน

สำหรับกลไกการรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายถูกควบคุมโดยสมองส่วนที่เรียกว่า **ไฮโปทาลามัส (hypothalamus)** สมองส่วนนี้ทำหน้าที่ควบคุมต่อมใต้สมองส่วนหลัง (neurohypophysis) กระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนแอนติไดยูเรติก (ADH: antidiuretic hormone) ซึ่งเป็นฮอร์โมนควบคุมสมดุลของน้ำในร่างกาย ดังรูปที่ 1.17



รูปที่ 1.17 กลไกการทำงานของฮอร์โมน ADH ที่ควบคุมการรักษาสมดุลของน้ำในร่างกายคน

จากรูปที่ 1.17 สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อปริมาณน้ำในเลือดต่ำลง (1) จะไปกระตุ้นสมองส่วนไฮโปทาลามัส (2) ซึ่งไฮโปทาลามัสจะไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหลัง (3) ให้หลั่งฮอร์โมน ADH (4) ที่มีผลต่อท่อไตส่วนปลายเกิดการดูดกลับน้ำเข้าสู่หลอดเลือด (5) ทำให้ปัสสาวะมีความเข้มข้นของยูเรียสูง หรือทำให้รู้สึกกระหายน้ำ (5) เมื่อดื่มน้ำเข้าไปปริมาณน้ำในเลือดจะเข้าสู่ภาวะสมดุล (6) แต่ถ้ามีปริมาณน้ำในเลือดมากเกินไปจะกระตุ้นให้ไฮโปทาลามัส (7) ส่งให้ต่อมใต้สมองส่วนหลังยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน ADH (8)



กิจกรรมการสืบค้น

กิจกรรมที่ 1.4 โรคเกี่ยวกับไต

สืบค้นและอธิบายโรคที่เกี่ยวข้องกับไตและวิธีการดูแลรักษา

จุดประสงค์

สืบค้นและอธิบายโรคที่เกี่ยวข้องกับไตและวิธีการดูแลรักษา

วิธีปฏิบัติ

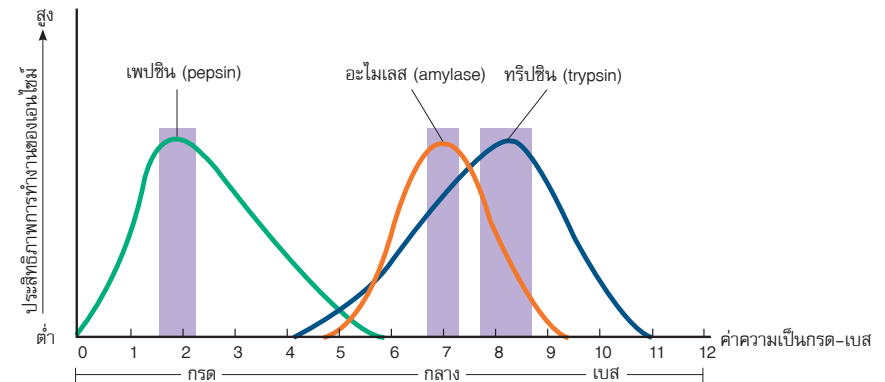
1. สืบค้นข้อมูลโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับไตและวิธีการดูแลรักษา
2. เขียนรายงานการสืบค้น แล้วอภิปรายร่วมกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากการสืบค้นโรคที่เกี่ยวกับไตที่มีอาการรุนแรงมีโรคอะไรบ้าง
2. ในปัจจุบันมีวิธีการดูแลรักษาโรคที่เกี่ยวกับไตอย่างไร
3. ผลการสืบค้นเหมือนหรือต่างจากกลุ่มอื่นอย่างไร
4. จากกิจกรรมนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

3.2 การรักษาคุณภาพของกรด-เบส

ร่างกายมี **กระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism)** หมายถึง ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในเซลล์ โดยมี **เอนไซม์ (enzyme)** เป็นตัวเร่ง (catalyst) เอนไซม์แต่ละชนิดทำงานได้ดีในสภาพแวดล้อมต่างกัน เช่น เอนไซม์อะไมเลส (amylase) ที่ย่อยอาหารบริเวณปากและลำไส้เล็กจะทำงานได้ดีในสภาพที่ค่อนข้างเป็นกลาง (pH 7) แต่เอนไซม์เพปซิน (pepsin) ที่พบในกระเพาะอาหารทำงานได้ดีในสภาพที่เป็นกรด ดังรูปที่ 1.18

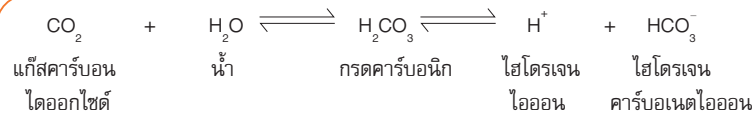


รูปที่ 1.18 ความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์

การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการควบคุมหลายอย่าง ความเป็นกรด-เบสเป็นตัวแปรอย่างหนึ่ง ถ้าในร่างกายมีสภาพความเป็นกรด-เบสต่างจากปกติจะทำให้กระบวนการต่าง ๆ และองค์ประกอบของร่างกายเปลี่ยนแปลงได้

การหายใจเป็นกระบวนการเมแทบอลิซึมสลายอาหารที่รับประทานเข้าไปเป็นพลังงานเคมีที่เรียกว่า **ATP** ซึ่งร่างกายนำไปใช้ในการทำงาน การเคลื่อนไหว และการลำเลียงสารผ่านเซลล์แบบแอกทีฟทรานสปอร์ต

การหายใจจึงเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในระดับเซลล์ โดยอาหารและแก๊สออกซิเจน (O_2) ที่อยู่ในน้ำเลือดของหลอดเลือดแดง (artery) จะแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปสู่เซลล์และเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ออกมาเข้าสู่หลอดเลือดดำ (vein) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายในน้ำเลือดและเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ทำให้เลือดมีสภาพความเป็นกรดสูงซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย ดังนั้นร่างกายจึงต้องมีกลไกในการรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือด โดย **ระบบบัฟเฟอร์ (buffer system)** ซึ่งจะทำให้กรดคาร์บอนิกแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออน (H^+) และไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) โดยจะถูกลำเลียงทางหลอดเลือดดำไปยังปอด แล้วแพร่เข้าสู่ถุงลมในปอดหรืออัลวีโอลัส (alveolus) และขับออกนอกร่างกายโดยการหายใจออก



การหายใจเป็นระบบที่ระบายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกายผ่านทางถุงลมในปอด ซึ่งทำหน้าที่ขับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ร่างกายสร้างขึ้นจากกระบวนการเมแทบอลิซึม เมื่อร่างกายเหนื่อยล้าเนื่องจากการออกกำลังกายหนักหรือทำงานหนักจะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น อัตราการหายใจจะมากขึ้นด้วย เนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจที่สมองส่วนเมดัลลา ออบลองกาตา (medulla oblongata) เพื่อเป็นการขับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกาย นอกจากนี้ไตยังมีส่วนในการรักษาคุณภาพของกรด-เบสในร่างกาย ซึ่งมีอยู่ 3 วิธี ดังนี้

1. ไตสามารถดูดกลับหรือขับไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-)
2. การแลกเปลี่ยนโซเดียมไอออน (Na^+) กับไฮโดรเจนไอออน (H^+) โดยโซเดียมไอออน (Na^+) จะถูกดูดกลับในท่อไต แต่ไฮโดรเจนไอออน (H^+) จะถูกขับออกทางปัสสาวะ ดังนั้นน้ำภายนอกเซลล์จะมีความเป็นกรดน้อยลง
3. ไตจะสามารถสร้างแอมโมเนีย (NH_3) ได้ซึ่งเมื่อรวมกับไฮโดรเจนไอออน (H^+) ได้เป็นแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ในท่อไต และจะถูกขับออกทางปัสสาวะ

3.3 การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิร่างกาย

มนุษย์เป็นสัตว์เลือดอุ่นมีอุณหภูมิของร่างกายคงที่ คือ ประมาณ 37 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการเมแทบอลิซึม ถ้าอุณหภูมิของร่างกายต่ำหรือสูงกว่าปกติเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้ปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกายไม่สามารถดำเนินไปตามปกติได้ จึงเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิต เช่น คนที่เป็นไข้ตัวจะร้อน อุณหภูมิของร่างกายจะสูงกว่าปกติ อาจช่วยลดอุณหภูมิได้โดยใช้ผ้าเย็นเช็ดตัวหรือกินยาลดไข้

กรณีที่ทำงานหรือยืนกลางแจ้งแดดที่ร้อนจัดจะทำให้เหงื่อออกมาก เมื่อสูญเสียน้ำมากกลไกของร่างกายจะกระตุ้นให้รู้สึกหิวหรืออาจเป็นลมแดด (heat stroke) จนหมดสติและอาจเป็นอันตรายจนถึงชีวิต

โรคลมแดดหรือโรคฮีตสโตรก(heat stroke) เกิดจากการรับความร้อนมากเกินไป ทำให้ความร้อนในร่างกายสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอันตรายถึงชีวิตได้

อาการ

- ไม่เหงื่อออก
- กระหายน้ำมาก
- ตัวร้อนจัด
- หายใจเร็ว
- ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน
- ความดันต่ำ
- อ่อนเพลีย

วิธีการป้องกัน

- ดื่มน้ำอย่างน้อยวันละ 6-8 แก้ว
- หลีกเลี่ยงการอยู่กลางแจ้งแดด
- ใส่เสื้อผ้าสีอ่อนเมื่อต้องอยู่กลางแจ้งแดด
- หลีกเลี่ยงเครื่องดื่มแอลกอฮอล์
- ควรดูแลเด็กและผู้สูงอายุเป็นพิเศษ

การช่วยเหลือเบื้องต้น

- นำผู้ป่วยเข้าที่ร่ม นอนราบ ยกเท้าสูง ถอดเสื้อผ้าออก
- ใช้ผ้าชุบน้ำเย็นประคบตามตัว และพยายามระบายความร้อน
- รีบนำส่งโรงพยาบาล

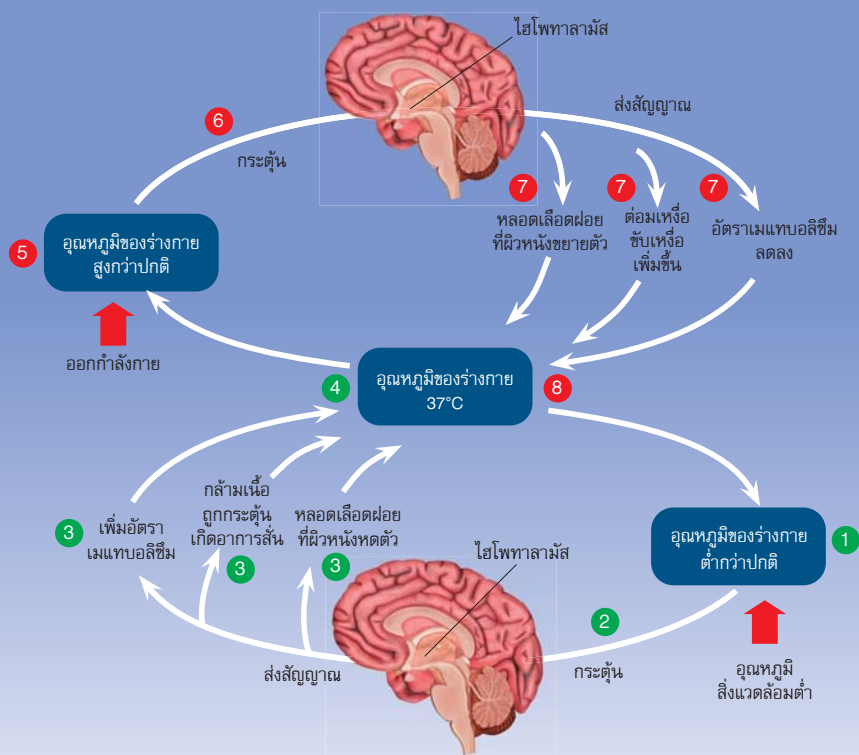


กรณีอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เย็นลง เช่น เวลากลางคืนในฤดูหนาว ร่างกายก็จะสูญเสียความร้อน อุณหภูมิของร่างกายก็จะลดลง ถ้าเย็นลงมาก ๆ กล้ามเนื้อสลายจะหดตัว ชนลุก และหนาวสั่นเป็นจังหวะ เป็นอาการที่ร่างกายสร้างความร้อนขึ้น และสามารถทำให้ร่างกายอบอุ่นขึ้นโดยการสวมเสื้อผ้าที่หนาหรือฉีกไฟเพื่การเพิ่มอุณหภูมิให้ร่างกายเพื่อช่วยปรับอุณหภูมิของร่างกายให้กลับสู่ภาวะปกติ

นักเรียนสงสัยหรือไม่ว่ากลไกการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายเป็นอย่างไรบ้าง



กลไกการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายเกี่ยวข้องกับสมองส่วนไฮโปทาลามัส เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมต่าง ① จะเป็นการส่งสัญญาณไปกระตุ้นไฮโปทาลามัส ② และไฮโปทาลามัสจะไปกระตุ้นให้หลอดเลือดฝอยที่ผิวหนังหดตัว ③ กล้ามเนื้อที่ถูกระตุ้นเกิดการสั่น ③ อัตราเมแทบอลิซึมเพิ่มสูงขึ้น ③ เพื่อปรับระดับอุณหภูมิของร่างกายให้เข้าสู่ภาวะปกติ ④ แต่ถ้ามีการออกกำลังกาย อุณหภูมิในร่างกายสูงขึ้น ⑤ จะไปกระตุ้นไฮโปทาลามัส ⑥ ส่งสัญญาณไปยังหลอดเลือดที่ผิวหนังให้ขยายตัว ⑦ ต่อมเหงื่อขับเหงื่อเพิ่มขึ้น ⑦ อัตราเมแทบอลิซึมลดลง ⑦ และอุณหภูมิของร่างกายก็จะกลับสู่ภาวะปกติคือ 37 องศาเซลเซียส ⑧ ดังรูปที่ 1.19



รูปที่ 1.19 กลไกการรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายของคน



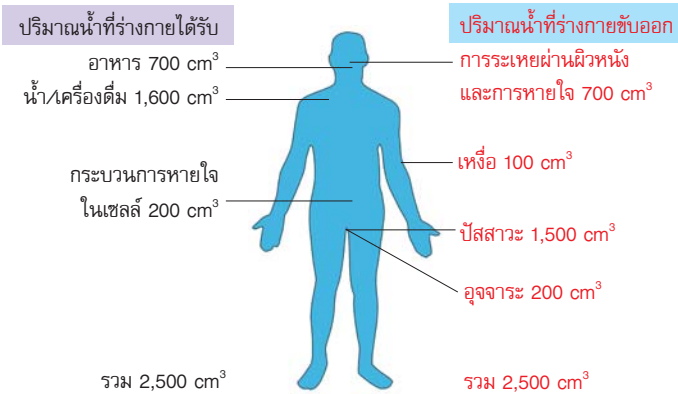
กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.3

- เหตุใดเมื่อออกกำลังกายร่างกายจะรู้สึกเหนื่อย มีเหงื่อออกมาก และรู้สึกกระหายน้ำ
- การรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายคนมีความเกี่ยวข้องกับฮอร์โมน ADH และการลำเลียงสารผ่านเซลล์อย่างไร
- ถ้าร่างกายมีปริมาณไฮโดรเจนไอออนสูงจะมีกลไกการรักษาคุณภาพอย่างไร
- ในช่วงที่มีอากาศหนาวร่างกายจะสั่นเป็นเพราะเหตุใด และมีวิธีแก้ไขอย่างไร
- ศึกษาข้อมูลในตารางเปรียบเทียบปริมาณสารต่างๆ ในน้ำเลือด ของเหลวที่ไต และในปัสสาวะ

ชนิดของสาร	น้ำเลือดหรือพลาสมา (g/100 cm ³)	ของเหลวที่กรองได้โดยโบว์แมนแคปซูล (g/100 cm ³)	น้ำปัสสาวะ (g/100 cm ³)
น้ำ	90.0	90.0	95.0
โปรตีน	8.0	0.00	0.00
ยูเรีย	0.03	0.03	1.80
กรดยูริก	0.004	0.004	0.05
กลูโคส	0.1	0.1	0.00
กรดอะมิโน	0.05	0.05	0.00
ไอออนต่างๆ (Na ⁺ , Cl ⁻)	0.9	0.9	<0.90-3.60

- จากข้อมูลบอกได้หรือไม่ว่าในแต่ละวันของร่างกายคนกำจัดสารใดออกจากร่างกาย
- เหตุใดในปัสสาวะจึงไม่พบโปรตีน กลูโคส และกรดอะมิโน
- จากข้อมูลเป็นการอธิบายเกี่ยวกับอะไร

6. พิจารณารูปแสดงปริมาณน้ำเฉลี่ยที่เข้าและขับออกจากร่างกายของผู้ใหญ่ใน 1 วัน เป็นอย่างไร



กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

“ชุดทดสอบปัสสาวะพกพา”

จุดประสงค์

ออกแบบการทดสอบสารที่พบในน้ำปัสสาวะเพื่อตรวจสอบการทำงานของไต

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนจัดกลุ่มและตั้งชื่อกลุ่ม
- การทำกิจกรรมต้องระดมสมองในการสืบค้นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และความรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ โดยนำมาบูรณาการสร้างผลงาน อภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลในการโต้แย้งจากประจักษ์พยานที่พบตลอดการทำกิจกรรม เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำกิจกรรม
- นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนและแลกเปลี่ยนเรียนรู้

สถานการณ์ที่กำหนด

“ปัสสาวะเป็นของเสียที่ร่างกายขับออกในรูปของเหลว ซึ่งประกอบไปด้วยสารโมเลกุลเล็กๆ เช่น น้ำ ยูเรีย และสารต่างๆ ที่ร่างกายต้องการกำจัดออก แต่ถ้าไตมีการทำงานที่ผิดปกติอาจจะทำให้มีโปรตีน น้ำตาล หรือเซลล์เม็ดเลือดแดงออกมากับปัสสาวะด้วย แต่สารบางชนิดไม่สามารถสังเกตเห็นด้วยตาเปล่า จึงจำเป็นต้องไปตรวจที่โรงพยาบาล โดยการใช้สารเคมีในการทดสอบ ซึ่งมีค่าใช้จ่าย แต่ถ้าสามารถใช้สารเคมีที่มีในห้องปฏิบัติการทำเป็นชุดทดสอบปัสสาวะเพื่อตรวจสอบก่อน แล้วค่อยไปตรวจผลเพื่อยืนยันที่โรงพยาบาลก็สามารถตรวจสอบการทำงานไตได้อย่างสม่ำเสมอ”

รูปร่าง เซลล์กับการรักษาคุณภาพ

Knowledge

1. เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

เซลล์เป็นหน่วยที่เล็กสุดของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะมีเซลล์และองค์ประกอบภายในเซลล์ สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์จะมีกลุ่มเซลล์ที่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบอวัยวะ แต่สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจะไม่มี

โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์

โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วยนิวเคลียส ไซโทพลาซึม และส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์

1. **นิวเคลียส** มีหน้าที่ควบคุมกิจกรรมของเซลล์และถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม นิวเคลียสประกอบด้วยเยื่อหุ้มนิวเคลียส โครมาติน และนิวคลีโอลัส

2. **ไซโทพลาซึม** เป็นของเหลวที่อยู่ภายในเซลล์ บรรจุด้วยออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ออร์แกเนลล์แต่ละชนิดทำหน้าที่แตกต่างกัน

3. **ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์** เป็นส่วนที่ห่อหุ้มไซโทพลาซึมและออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์มี 2 ชนิด คือ

- **เยื่อหุ้มเซลล์** มีลักษณะเป็นเยื่อบาง มีลิพิดจำพวกฟอสโฟลิพิดเรียงตัวเป็น 2 ชั้น มีโปรตีนแทรกอยู่ทั่วไปทำให้มีรูเล็ก ๆ เป็นช่องทางสำหรับการเลือกผ่านสารเข้าและออกจากเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์มีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน พบได้ทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

- **ผนังเซลล์** เป็นโครงสร้างที่ไม่มีชีวิตอยู่ด้านนอกสุดของเซลล์ มีหน้าที่สร้างความแข็งแรง ป้องกันอันตราย และช่วยให้เซลล์คงรูปร่างได้ ประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลสเรียงตัวแบบไขว้กัน ด้านนอกสุดจะมีชั้นมิดเดิลลามেলাซึ่งประกอบด้วยเพกทิน นอกจากนี้ยังมีบริเวณผิวใบทำหน้าที่ช่วยป้องกันการคายน้ำของพืช และซูเปอร์อินช่วยป้องกันการเข้า-ออกของน้ำ พบได้ในเซลล์พืช สาหร่าย แบคทีเรีย เห็ดรา แต่ไม่พบในเซลล์สัตว์

2. การลำเลียงสารผ่านเซลล์

การลำเลียงสารผ่านเซลล์มี 2 รูปแบบ คือ

• การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จำแนกออกเป็น 2 แบบ คือ การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงานและการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบใช้พลังงาน

1. การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงาน มี 3 รูปแบบ ดังนี้

- **การแพร่** เป็นการเคลื่อนที่ของสารโดยอนุภาคของสารจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า การแพร่เกิดขึ้นได้ทั้งผ่านเยื่อเลือกผ่านและไม่ผ่านเยื่อเลือกผ่าน สารที่สามารถผ่านเข้า-ออกเซลล์ได้จะเป็นสารที่มีขนาดเล็กกว่ารูของเยื่อหุ้มเซลล์และไม่มีประจุ หรือเป็นสารที่ละลายได้ในไขมัน เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยชั้นลิพิด

- **การออสโมซิส** เป็นการเคลื่อนที่ของของเหลวหรือตัวทำละลายจากบริเวณที่มีโมเลกุลของของเหลวหนาแน่นไปยังบริเวณที่มีโมเลกุลของของเหลวเบาบาง โดยการเคลื่อนที่นี้จะต้องเคลื่อนที่ผ่านเยื่อเลือกผ่าน

- **การแพร่แบบฟาซิลิเทต** เป็นการแพร่ของสารที่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้แต่จะผ่านทางช่องโปรตีนหรือโปรตีนตัวพา โดยที่โปรตีนเปรียบเสมือนประตูที่กำหนดให้สารผ่านเข้าและออกได้โดยไม่ต้องอาศัยพลังงาน สารบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงจะเคลื่อนที่ไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าจนเกิดสมดุลการแพร่

2. **การลำเลียงแบบแอทีฟทรานสปอร์ต** เป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นสูง โดยจะลำเลียงผ่านทางช่องโปรตีนและต้องใช้พลังงานจากเซลล์ช่วยในการลำเลียง

• การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์มี 2 รูปแบบ ดังนี้

1. **เอกโซไซโทซิส** เป็นกระบวนการลำเลียงสารที่มีขนาดใหญ่หรือของเหลวภายในเซลล์ส่งออกไปนอกเซลล์ โดยที่จะถูกบรรจุอยู่ในเวสิเคิล

2. **เอนโดไซโทซิส** เป็นกระบวนการลำเลียงสารที่มีขนาดใหญ่จากภายนอกเซลล์เข้าไปภายในเซลล์ โดยที่เยื่อหุ้มเซลล์มีลักษณะเว้าเข้าไปเป็นถุงเวสิเคิล

3. การรักษาคุณภาพในร่างกายคน

• การรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุ

อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพน้ำและแร่ธาตุ คือ ไต ภายในไตจะมีหน่วยไตกรองสารที่ถูกลำเลียงมาจากเลือด โดยพวกโปรตีน กลูโคส และแร่ธาตุจะถูกดูดกลับเข้าสู่หลอดเลือด ส่วนยูเรียจะถูกขับออกจากร่างกายในรูปปัสสาวะ ส่วนกลไกการรักษาคุณภาพน้ำในร่างกายที่ถูกควบคุมโดยสมองส่วนไฮโปทาลามัส เมื่อร่างกายสูญเสียน้ำจะส่งสัญญาณไปกระตุ้นให้เกิดกระบวนการดูดกลับน้ำที่หน่วยไต และรู้สึกกระหายน้ำเพื่อให้ดื่มน้ำเข้าไปชดเชยน้ำที่สูญเสียไป

• การรักษาคุณภาพของกรด-เบส

สิ่งมีชีวิตมีการควบคุมการหายใจซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในระดับเซลล์ โดยอาหารและแก๊สออกซิเจนจะเกิดปฏิกิริยาภายในเซลล์ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสามารถละลายในเลือดและเกิดเป็นกรดคาร์บอนิกทำให้เลือดมีสภาพความเป็นกรดสูง ร่างกายจึงมีกลไกในการรักษาคุณภาพกรด-เบสในเลือดโดยระบบบัฟเฟอร์ที่ทำให้กรดคาร์บอนิกแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออนและไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน ซึ่งจะถูกลำเลียงทางหลอดเลือดดำจนถึงปอด แล้วแพร่เข้าสู่ถุงลมปอดและขับออกนอกร่างกายโดยการหายใจออก นอกจากนี้ไตยังมีส่วนช่วยในการรักษาคุณภาพของกรด-เบส โดยไตสามารถดูดกลับหรือขับไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน ดูดกลับโซเดียมไอออน และสร้างสารแอมโมเนียเมื่อรวมกับไฮโดรเจนไอออนจะได้เป็นแอมโมเนียมไอออนซึ่งจะถูกขับออกทางปัสสาวะ

• การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิร่างกาย

การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิร่างกายจะถูกควบคุมโดยสมองส่วนไฮโปทาลามัส เมื่ออุณหภูมิของร่างกายต่ำกว่าปกติ สมองส่วนไฮโปทาลามัสจะกระตุ้นให้หลอดเลือดฝอยที่ผิวหนังหดตัว กล้ามเนื้อเกิดอาการสั่น อัตราเมแทบอลิซึมสูงขึ้นเพื่อปรับระดับอุณหภูมิของร่างกายให้เข้าสู่ปกติ แต่ถ้าอุณหภูมิในร่างกายสูงจะกระตุ้นสมองส่วนไฮโปทาลามัสให้ส่งสัญญาณให้หลอดเลือดที่ผิวหนังขยายตัว ต่อมเหงื่อขับเหงื่อเพิ่มขึ้น อัตราเมแทบอลิซึมลดลง และอุณหภูมิของร่างกายก็จะกลับมามีสภาพปกติ

Process

- อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร (วัดได้จากการตอบคำถามของคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้)
- เปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ (วัดได้จากการทำกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.2 และการตอบคำถามของคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้)
- อธิบายการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต (วัดได้จากการทำกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.3 และการตอบคำถามของคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้)
- อธิบายการควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด (วัดได้จากการทำกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.3)
- อธิบายการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง (วัดได้จากการทำกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.3)

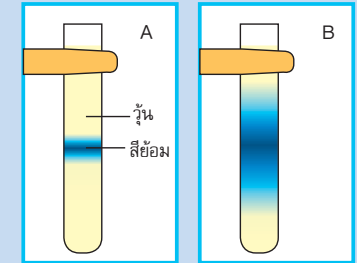
Attribute

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน



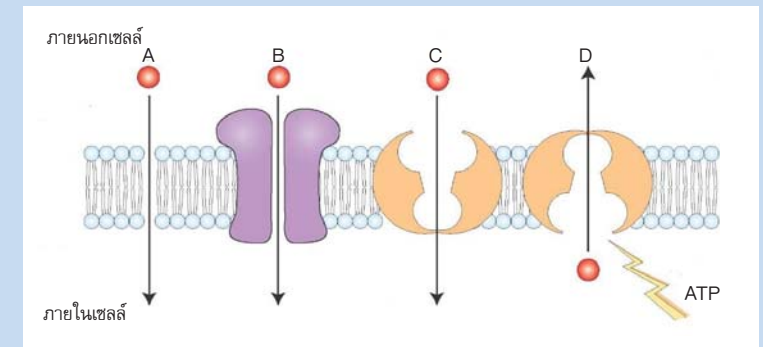
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์มีโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์เหมือนกันหรือไม่
- ทำการทดลองใส่สีย้อมลงในวุ้นที่อยู่ในหลอดทดลอง ดังรูป A ตั้งไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า สีย้อมในวุ้นมีการเปลี่ยนแปลงดังรูป B



- สีย้อมในวุ้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- เหตุใดจึงใช้เวลาสังเกตผล 1 สัปดาห์
- การทดลองนี้เกี่ยวข้องกับการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือไม่ อย่างไร

- ในทางการแพทย์น้ำเกลือที่ให้กับผู้ป่วยมีความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ เพราะเหตุใดจึงใช้ระดับความเข้มข้นดังกล่าว
- พิจารณารูปแสดงการลำเลียงสารผ่านเซลล์

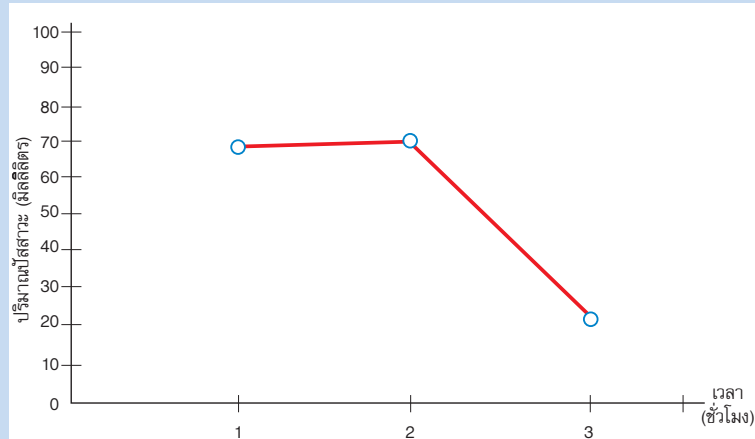


- จากรูป อธิบายสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์
- A, B, C และ D เป็นการลำเลียงสารผ่านเซลล์แบบใด อธิบาย

5. ในการทดลองตัดเนื้อเยื่อหอมแดง นำไปแช่ในสารละลายกลูโคสที่มีความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นละ 1 ชิ้น ทั้งไว้เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ผลการทดลองแสดงดังในตาราง จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

ความเข้มข้นสารละลายกลูโคส (%)	เกิดเซลล์เหี่ยว (plasmolysis)
0.1	เซลล์ปกติ
0.5	เซลล์ปกติ
1.0	เซลล์ปกติ
1.5	พบเซลล์เหี่ยวบางส่วน
2.0	พบเซลล์เหี่ยวเป็นส่วนใหญ่
2.5	พบเซลล์เหี่ยวบางส่วน

6. จากการศึกษาโดยให้ผู้ทดลองดื่มน้ำ 1 ลิตร และเก็บปริมาณปัสสาวะทุก 1 ชั่วโมง แล้วนำมาเขียนเป็นกราฟได้ดังนี้



จากข้อมูลจะนำมาใช้อธิบายเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของของเหลวในร่างกายได้อย่างไร