

หน่วยที่ 2

การรักษาคุณภาพของร่างกายมนุษย์และสัตว์

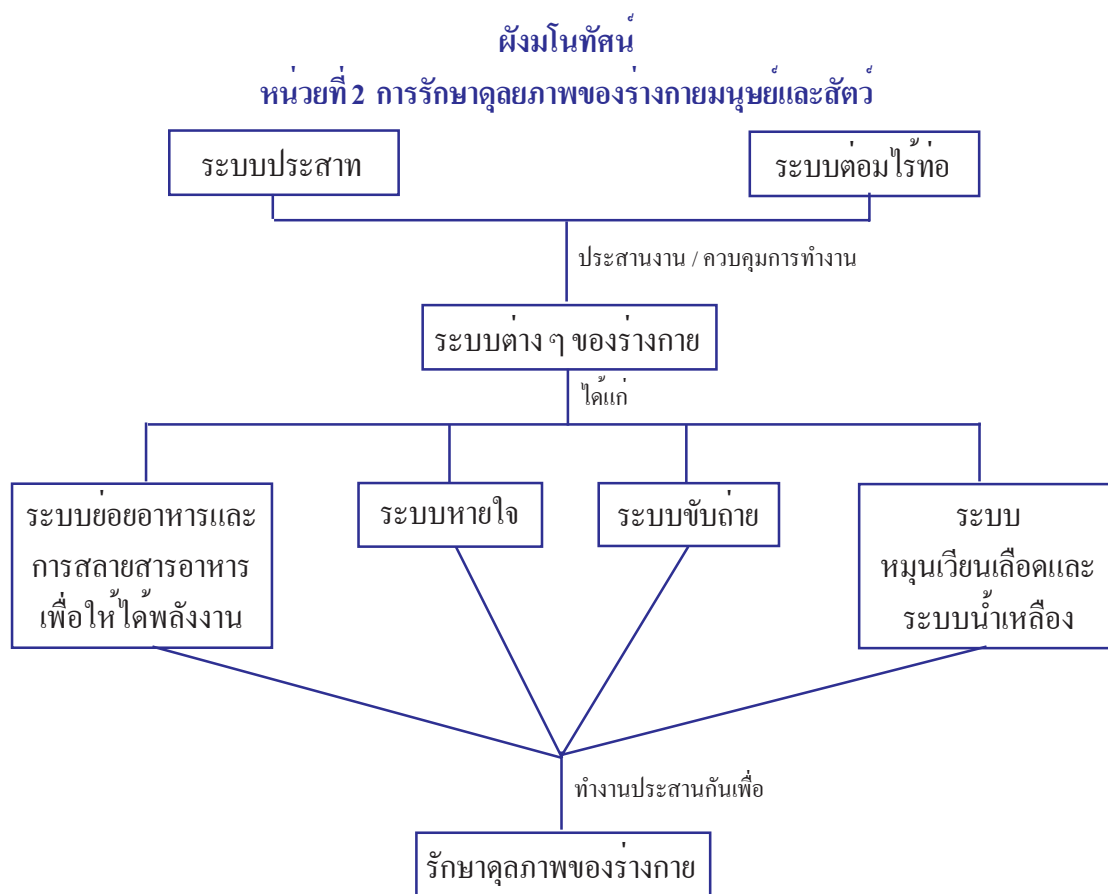
หน่วยการเรียนรู้ 1.5 หน่วยกิต

บทที่ 5	ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน	20	ชั่วโมง
บทที่ 6	การรักษาคุณภาพในร่างกาย	40	ชั่วโมง
รวม		60	ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
1. ตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงานในร่างกายของสัตว์และมนุษย์	1. การตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงานในร่างกายของสัตว์และมนุษย์
2. ตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ โดยการทำงานของระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบน้ำเหลือง	2. การตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายสัตว์และมนุษย์ โดยการทำงานของระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบน้ำเหลือง
3. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสามารถนำความรู้เรื่อง การย่อยอาหารและการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน และการรักษาคุณภาพของสัตว์และมนุษย์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	3. การสืบค้นข้อมูล อภิปรายและสามารถนำความรู้ เรื่องการย่อยอาหารและการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน และการรักษาคุณภาพของสัตว์และมนุษย์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

สาระสำคัญ

สัตว์และมนุษย์จะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติมันย่อมต้องการพลังงานสำหรับใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของชีวิต พลังงานเหล่านี้ได้มาจากกระบวนการสลายสารอาหารระดับเซลล์ สารอาหารที่ใช้ในกระบวนการสลายสารอาหารได้จากกระบวนการย่อยอาหาร การสลายสารอาหารมีทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน แก๊สออกซิเจนที่ใช้ในการสลายสารอาหารได้จากการทำงานของระบบหายใจ ผลที่เกิดขึ้นจากการสลายสารอาหารและเมแทบอลิซึมของร่างกายจะมีของเสียที่ร่างกายต้องกำจัดออกโดยกระบวนการขับถ่าย กระบวนการเหล่านี้ต้องอาศัยระบบหมุนเวียนเลือดช่วยลำเลียงสารต่าง ๆ ที่ร่างกายต้องการไปทั่วร่างกาย และลำเลียงของเสียที่เกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกายไปกำจัดออก การทำงานของระบบต่าง ๆ ควบคุมและประสานงานโดยระบบประสาท และระบบต่อมไร้ท่อทำให้ร่างกายสามารถรักษาคุณภาพไว้ได้



บทที่ 5

ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน

เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

5.1 อาหารและการย่อยอาหาร		
5.1.1 การย่อยอาหารของจุลินทรีย์	2	ชั่วโมง
5.1.2 การย่อยอาหารของสัตว์	4	ชั่วโมง
5.1.3 การย่อยอาหารของคน	6	ชั่วโมง
5.2 การสลายสารอาหารระดับเซลล์		
5.2.1 การสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน	6	ชั่วโมง
5.2.2 การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน	2	ชั่วโมง
รวม	20	ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

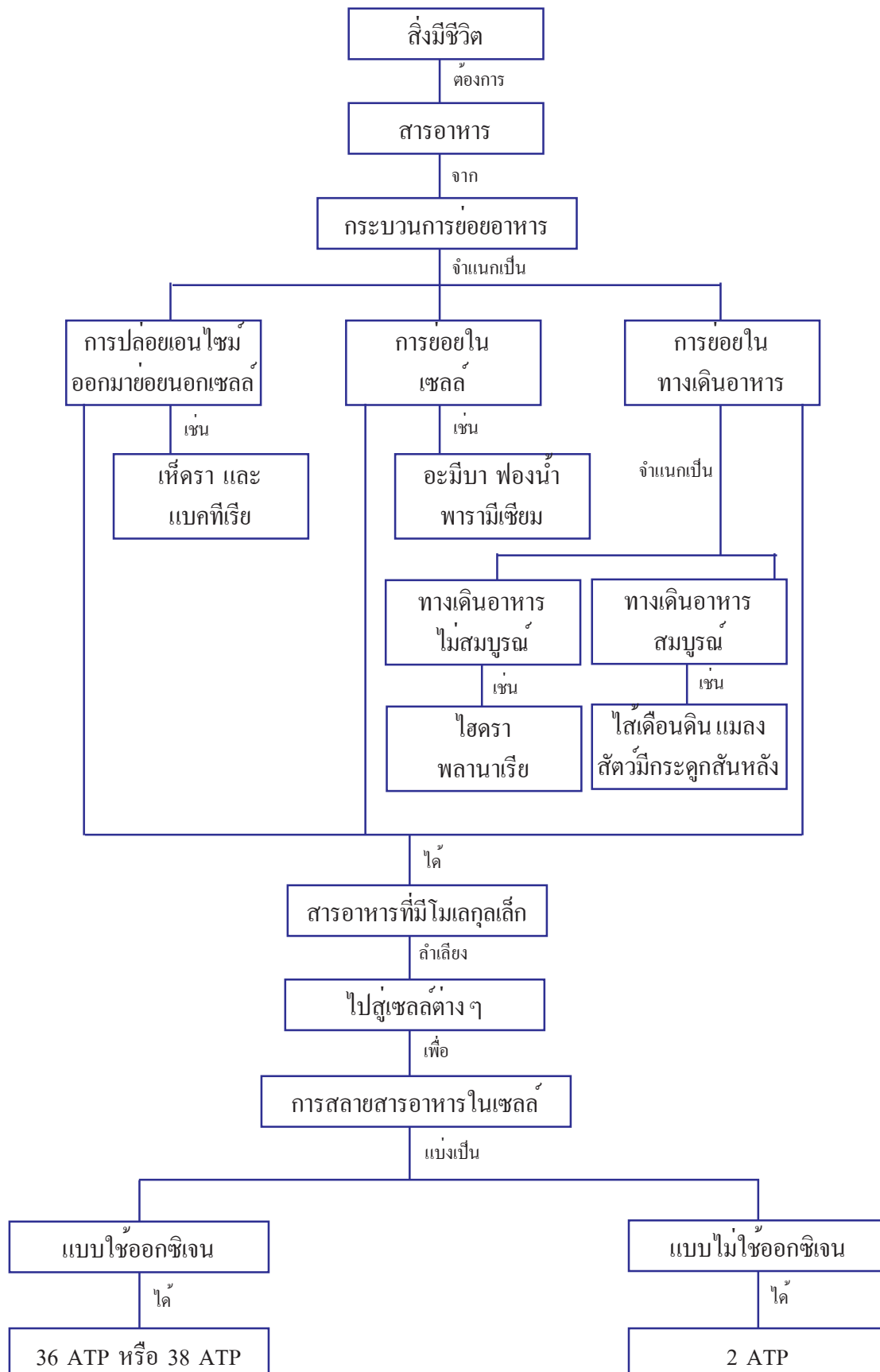
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุป กระบวนการย่อยอาหารของจุลินทรีย์บางชนิด
2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และเปรียบเทียบแบบแผนของทางเดินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์บางชนิด
3. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปถึงส่วนประกอบและหน้าที่ของทางเดินอาหารแต่ละส่วนในร่างกายของคน รวมถึงกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร
4. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและระบุสาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคน และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ
5. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปถึงปฏิกิริยาการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
6. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปถึงปฏิกิริยาการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน
7. อภิปราย และเปรียบเทียบกระบวนการสลายสารอาหารในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ กระบวนการหมักกรดแลกติกและกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน

สาระสำคัญ

การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยพลังงานจากการสลายสารอาหาร สารอาหารที่สิ่งมีชีวิตบริโภคเข้าไปจะถูกย่อยให้มีโมเลกุลขนาดเล็กจนถึงขั้นที่เซลล์นำไปใช้ได้ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีโครงสร้างและกระบวนการในการย่อยสารอาหารแตกต่างกัน เช่น เรามีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสารอาหารนอกเซลล์ ส่วนอะมีบา พารามีเซียม มีการย่อยสารอาหารภายในเซลล์ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง รวมทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น วัว ควาย ซึ่งเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องจะมีระบบทางเดินอาหารที่สัมพันธ์กับการกินอาหารของสัตว์แต่ละประเภท การย่อยสารอาหารของคนเริ่มตั้งแต่ปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สารอาหารที่ย่อยแล้วจะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กและมีการลำเลียงไปยังเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย สารอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานเซลล์จะนำไปใช้ในการสลายสารอาหารมีทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน

ผังมโนทัศน์

บทที่ 5 ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน



5.1 อาหารและการย่อยอาหาร

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปกระบวนการย่อยอาหารของจุลินทรีย์บางชนิด
2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและเปรียบเทียบแบบแผนทางเดินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารในสัตว์บางชนิด
3. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปถึงส่วนประกอบและหน้าที่ของทางเดินอาหารแต่ละส่วนในร่างกายของคน รวมถึงกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และระบุสาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคน และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ

สาระสำคัญ

อาหารที่สิ่งมีชีวิตกินเข้าไปจะถูกย่อยให้มีโมเลกุลเล็กลงจนถึงขนาดที่เซลล์นำไปใช้ในการดำรงชีวิตได้ แบคทีเรียส่วนใหญ่และราจะใช้วิธีปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ภายนอกเซลล์แล้วจึงดูดซึมสารอาหารที่ได้จากการย่อยเข้าสู่เซลล์ โปรโตซัวบางชนิด เช่น อะมีบา พารามีเซียม มีการย่อยสารอาหารภายในเซลล์ โดยนำสารอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีฟาโกไซโทซิสและพิโนไซโทซิส และย่อยด้วยเอนไซม์ในไลโซโซม สัตว์บางชนิด เช่น ฟองน้ำไม่มีระบบทางเดินอาหาร แต่จะมีเซลล์พิเศษทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วทำการย่อยภายในเซลล์ สัตว์บางชนิดที่มีระบบทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีช่องเปิดทางเดียว เช่น ไฮดรา พลานาเรีย สัตว์บางชนิด เช่น ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์มีกระดูกสันหลังมีระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์ คือ มีปากและทวารหนัก ระบบทางเดินอาหารของสัตว์เหล่านี้จะมีโครงสร้างรายละเอียดบางอย่างแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและพฤติกรรมการกิน

ระบบทางเดินอาหารของคนเริ่มจากปาก คอหอย หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทวารหนัก นอกจากนี้ยังมีอวัยวะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยอาหาร ได้แก่ ตับทำหน้าที่ผลิตน้ำดีซึ่งช่วยให้ไขมันแตกตัว ตับอ่อนทำหน้าที่ผลิตเอนไซม์หลายชนิด อาหารจะถูกย่อยที่ปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก อาหารที่ย่อยแล้วส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมที่บริเวณลำไส้เล็ก และลำเลียงโดยหลอดเลือดและหลอดน้ำเหลืองก่อนเข้าสู่หัวใจและระบบหมุนเวียนเลือด

พฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหาร สุขภาพทางเดินอาหาร และสภาวะของร่างกายมีผลต่อกระบวนการย่อยอาหารและความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นกับระบบทางเดินอาหาร

แนวการจัดการเรียนรู้

การนำเข้าสู่นักเรียนที่ 2 ครูอาจให้นักเรียนศึกษาภาพคนเล่นกีฬา เช่น ตะกร้อ หรือยกตัวอย่างการทำกิจกรรมของนักเรียน เช่น ยกโต๊ะ เก้าอี้ ในห้องเรียน แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถาม ดังนี้

- ในขณะที่เล่นตะกร้อผู้เล่นต้องอาศัยพลังงานและการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่าง ๆ พลังงานเหล่านั้นมาจากไหน และระบบต่าง ๆ ทำงานสัมพันธ์กันอย่างไร

จากคำถามนี้ ให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิด เพื่อให้เห็นว่าในการทำกิจกรรมใด ๆ ก็ตามต้องอาศัยการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย เพื่อจะนำเข้าสู่เรื่องระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน และครูตั้งคำถามเพิ่มเติม

- พลังงานที่ร่างกายใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ นั้นมาจากไหน

จากคำถามนี้นักเรียนน่าจะได้นำความรู้ที่ได้ศึกษามาแล้วในระดับช่วงชั้นที่ 3 มาตอบได้ว่าอาหารเป็นแหล่งให้พลังงานของร่างกาย ต่อจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและยกตัวอย่างอาหารที่นักเรียนรับประทานในแต่ละวันว่า ประกอบด้วยสารอาหารประเภทใดบ้าง นักเรียนสามารถนำอาหารที่รับประทานนั้นไปใช้ได้ทันทีหรือไม่ เพราะเหตุใด จากคำถามเหล่านี้นักเรียนควรสรุปได้ว่าสารอาหารที่รับประทานมีหลากหลาย มีทั้ง ประเภทที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และโมเลกุลขนาดเล็ก แต่สารอาหารที่ร่างกายจะนำไปใช้ได้มันต้องมีโมเลกุลขนาดเล็กพอที่จะดูดซึมได้ ต่อจากนั้นครูตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อนำเข้าสู่หัวข้อ 5.1 ดังนี้

- ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะต้องมีวิธีการอย่างไร จึงจะสามารถเปลี่ยนสารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่เป็นโมเลกุลขนาดเล็ก
- สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีวิธีการเปลี่ยนแปลงสารอาหารโมเลกุลขนาดใหญ่เป็นโมเลกุลขนาดเล็กเหมือนกันหรือไม่

เมื่อนักเรียนเรียนจบหัวข้อ 5.1 แล้วนักเรียนควรจะตอบคำถามเหล่านี้ได้

5.1.1 การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สังเกต สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการย่อยอาหารของเห็ดรา และแบคทีเรียส่วนใหญ่
2. นำความรู้เกี่ยวกับการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์มาอธิบายผลที่เกิดขึ้นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และระบบนิเวศ
3. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายกระบวนการย่อยอาหารของอะมีบาและพารามีเซียม
4. วิเคราะห์ เปรียบเทียบกระบวนการย่อยอาหารของเห็ดรา อะมีบาและพารามีเซียม

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำตัวอย่างราที่ขึ้นบนขนมปังซึ่งอยู่ในถุงพลาสติกที่ปิดมิดชิดแจกให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อสังเกตขนมปังบริเวณที่มีราขึ้นว่ามีลักษณะอย่างไร และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากการสังเกต โดยใช้คำถามดังนี้

ลักษณะขนมปังบริเวณที่มีราขึ้นแตกต่างจากบริเวณใกล้เคียงอย่างไร จงอธิบาย

 เนื้อขนมปังบริเวณนั้นจะหายไปบางส่วน

ความแตกต่างที่สังเกตได้น่าจะมาจากสาเหตุใด

 รามีการย่อยสลายแป้งขนมปัง

นักเรียนรู้อย่างไรว่าราหน้าแบ่งขนมปังไปได้

✎ ปริมาณแบ่งขนมปังลดลง ขณะที่ปริมาณราเพิ่มขึ้น

ราที่ขึ้นบนขนมปังมีกระบวนการอย่างไร จึงจะสามารถนำแบ่งไปได้

✎ ราหน้าจะปล่อยเอนไซม์ออกมาจากเซลล์เพื่อย่อยแบ่งแล้วจึงดูดซึมสารอาหารที่ย่อยได้ไปใช้

เพื่อตรวจสอบความคิดที่ว่าราหน้ามีการย่อยสารอาหารภายนอกเซลล์ ครูควรสาธิตการทดลองโดยใช้ยีสต์แทน พร้อมกับให้ความรู้ว่ายีสต์จัดเป็นราชนิดหนึ่ง

ครูสาธิตการทดลองเรื่องการย่อยซูโครสของยีสต์

1. ครูนำหลอดทดลองขนาดกลาง 6 หลอดที่ใส่อาหารยีสต์ประมาณ 1/3 หลอดมาให้นักเรียนดู

2. ครูชี้แจงขั้นตอนการเตรียมอาหารและการบ่มเชื้อยีสต์ ดังนี้

- เตรียมอาหาร sucrose agar สำหรับเลี้ยงยีสต์ โดยผสมน้ำตาลทราย 5 กรัม แอมโมเนียมซัลเฟต 0.05 กรัม วุ้น 2 กรัม และน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตั้งไฟให้วุ้นละลายแล้วแบ่งใส่หลอดทดลองประมาณ 1/3 ของหลอด ทั้ง 6 หลอดทดลอง แล้วอุดด้วยจุกสำลี นำอะลูมิเนียมฟลอยด์มาหุ้มจุกสำลีไว้เพื่อกันไอน้ำเปียกจุกสำลี

- นำอาหารที่เตรียมในข้อ 1 ไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดไอที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที หรือนึ่งด้วยหม้อนึ่งครั้งละ 1 ชั่วโมง 3 วันติดต่อกัน แล้วเอาหลอดอาหารออกมาวางเอียงไว้บนถาด ทิ้งไว้จนอาหารวุ้นแข็งตัว

- เชื้อยีสต์ที่เตรียมไว้แต่ละบนอาหารวุ้น 4 หลอด อีก 2 หลอดไม่ต้องใส่ยีสต์ แล้ววางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3. ครูสาธิต โดยการใส่สารละลายเบเนดิกต์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในหลอดทดลองที่มียีสต์จำนวน 2 หลอด หลอดที่ไม่มีเชื้อยีสต์ 1 หลอด ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เทสารละลายเบเนดิกต์ออก นำหลอดทั้ง 6 วางบนไอน้ำเดือดที่ได้จากการต้มน้ำในปิกเกอร์

การทดลองเป็นดังภาพ

แทรกภาพ

ให้นักเรียนสังเกตผลการทดลอง และบันทึกผล

จากนั้นครูใช้คำถาม เกี่ยวกับกระบวนการทดลอง ดังนี้

สีของอาหารวุ้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

✎ หลอดที่มีเชื้อยีสต์ 2 หลอดที่ใส่สารละลายเบเนดิกต์มีสีส้ม อีก 4 หลอดไม่มีการเปลี่ยนสี
เพราะเหตุใดหลอดที่มีเชื้อยีสต์เมื่อทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์จึงเปลี่ยนสี

✎ เพราะมีกลูโคส

กลูโคสที่พบในหลอดทดลองนั้นมาจากไหน

✎ กลูโคสเกิดจากการย่อยซูโครสของยีสต์

การย่อยของยีสต์เป็นการย่อยภายนอกเซลล์หรือภายในเซลล์

✎ การย่อยของยีสต์เป็นการย่อยภายนอกเซลล์

เรียกการดำรงชีวิตแบบนี้ว่าอะไร

✎ ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร

ทำไมจึงต้องใช้วุ้น และแอมโมเนียมซัลเฟตในอาหารเลี้ยง

✎ ใช้วุ้นในอาหารเลี้ยงยีสต์เพื่อเป็นที่ยึดเกาะของยีสต์ ส่วนแอมโมเนียมซัลเฟตนั้นใส่เพื่อ
เป็นแหล่งให้ไนโตรเจนแก่ยีสต์

ทำไมจึงต้องนั่งหมักเชื้อ

✎ เพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ชนิดอื่นปนเปื้อน

การทดลองใดไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะเหตุใด

✎ หลอดที่ไม่มียีสต์และหลอดที่มียีสต์แต่ไม่ได้ทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์

ทำไมจึงนำหลอดทั้ง 6 ไปวางที่ไอน้ำเดือด

✎ เพราะสารละลายเบเนดิกต์จะทำปฏิกิริยากับกลูโคสได้ดีเมื่อได้รับความร้อน

จะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

✎ การที่สีของอาหารวุ้นในหลอดที่ใส่ยีสต์เปลี่ยนเป็นสีส้ม (สีอิฐ สีเหลือง) เมื่อทดสอบกับ
สารละลายเบเนดิกต์และวางบนไอน้ำเดือดแสดงว่ามีน้ำตาลกลูโคสเกิดขึ้น ในขณะที่หลอด
ที่ไม่ได้ใส่ยีสต์ไม่มีน้ำตาลกลูโคสเกิดขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะยีสต์ปล่อยเอนไซม์ออกมา
ย่อยน้ำตาลซูโครสให้เป็นกลูโคสและฟรุคโทส

เพื่อให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ครูอาจจะให้นักเรียนอภิปราย
ในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

การทดลองมีสิ่งใดเป็นตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

✎ ตัวแปรต้นคือ เอนไซม์ที่ยีสต์สร้าง ตัวแปรตามคือ กลูโคส

จากการทดลองนี้ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมคือกลุ่มใด

✎ กลุ่มทดลอง คือ หลอดที่ 1 และ 2

กลุ่มควบคุม คือ หลอดที่ 3, 4, 5 และ 6

ทำการทดลองแค่ 2 หลอดที่ใส่ยีสต์ได้หรือไม่

✎ ไม่ได้ เพราะจะไม่มีหลอดเปรียบเทียบ และยีสต์อาจจะเจริญเติบโตได้ดีไม่เท่ากันในแต่ละหลอดทดลอง

- การเปรียบเทียบระหว่างหลอด 1, 2 ที่ใส่สารละลายเบเนดิกต์ กับ 3, 4 ที่ไม่ใส่สารละลายเบเนดิกต์นั้น เป็นการตอบข้อสงสัยที่ว่าความร้อนทำให้เบเนดิกต์เปลี่ยนสีหรือไม่
- เหตุที่ออกแบบการทดลองโดยมีหลอดที่ใส่สารละลายเบเนดิกต์มี 2 หลอด และหลอดที่ไม่ใส่สารละลายเบเนดิกต์มี 2 หลอด เพราะเป็นการทำซ้ำ 2 ซ้ำ เพื่อให้สรุปได้ชัดเจนขึ้น
- การเปรียบเทียบระหว่างหลอดที่ 1, 2 กับ 5 เป็นการตอบข้อสงสัยที่ว่า หลอดที่ใส่ยีสต์กับหลอดที่ไม่ใส่ยีสต์มีผลต่างกันอย่างไร
- การเปรียบเทียบระหว่างหลอดที่ 3, 4 กับหลอดที่ 6 เป็นการตอบข้อสงสัยที่ว่า ยีสต์ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของอาหารหรือไม่

การออกแบบการทดลองดังกล่าวจะทำให้สรุปผลการทดลองได้ชัดเจนขึ้น

ในการอภิปรายถ้านักเรียนสรุปหรืออธิบายนอกเหนือจากนี้ เช่น ยีสต์อาจจะนำน้ำตาลซูโครสเข้าไปในเซลล์แล้วมีการย่อยให้เป็นกลูโคสกับฟรุกโทส ครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าเป็นไปได้หรือไม่ โดยนำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาในเรื่องการลำเลียงสารผ่านเข้าออกจากเซลล์มาใช้ในการอภิปราย เพื่อแสดงว่านักเรียนมีความคิดวิเคราะห์ และการที่ครูนำประเด็นปัญหาของนักเรียนขึ้นมาอภิปรายเป็นการให้ความสำคัญกับความคิดของนักเรียน

ต่อจากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมเรื่องเอนไซม์ อินเวอร์เทสที่ยีสต์ผลิตขึ้น ในจุลินทรีย์มีเอนไซม์หลายชนิด เช่น อะไมเลส โปรติเอส ลิเพส แล็กเทส และอินเวอร์เทส (invertase) เป็นต้น อินเวอร์เทสเป็นเอนไซม์ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาย่อยสลายซูโครสให้เป็นน้ำตาลฟรุกโทสและกลูโคส พบอยู่ในสิ่งมีชีวิตทั่ว ๆ ไปที่เกี่ยวข้องกับน้ำตาลซูโครส โดยเฉพาะในพืชและจุลินทรีย์ ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่ผลิตอินเวอร์เทสในปริมาณสูง เพื่อใช้เปลี่ยนซูโครสเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวซึ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของเซลล์ยีสต์เอง มนุษย์นำยีสต์มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเป็นเวลานานแล้วเราใช้อินเวอร์เทสผลิตน้ำตาลอินเวอร์ท (invert) ซึ่งเป็นน้ำตาลผสมระหว่างกลูโคสและฟรุกโทสเพื่อใส่อาหารพวกขนมเค้ก ลูกกวาด และเครื่องดื่ม ประเภทต่าง ๆ เป็นต้น กระบวนการผลิตน้ำตาลอินเวอร์ทปกติจะใช้น้ำตาลจากหัวผักกาดหวาน (sugar beet) หรือจากอ้อย (sugar cane) เป็นขั้นตอน

จากการอภิปรายผลการทดลอง นักเรียนควรสรุปได้ว่า ยีสต์สามารถสร้างเอนไซม์และส่งออกมานอกเซลล์ เพื่อสลายน้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นน้ำตาลไดแซ็กคาไรด์ให้เป็นน้ำตาลโมโนแซ็กคาไรด์ คือ กลูโคส ครูอาจจะทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนว่า น้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลไดแซ็กคาไรด์ ซึ่งเกิดจากการรวมกันของโมโนแซ็กคาไรด์ คือ กลูโคสกับฟรุกโทส ดังนั้นการย่อยน้ำตาลซูโครสจึงได้ทั้งกลูโคสกับฟรุกโทส แต่เราตรวจสอบกลูโคสแต่เพียงอย่างเดียว

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเรื่องราว ซึ่งมีกระบวนการย่อยสารอินทรีย์เหมือนกับยีสต์คือปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสารอินทรีย์นอกเซลล์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย

โดยใช้คำถาม ดังนี้

นักเรียนเคยเห็นราชันย์อยู่ที่ใดบ้าง

✎ ผลไม้สุก ข้าวโพด ฟางข้าว

ราชันย์นักเรียนเห็นนั้นมีลักษณะแตกต่างจากราที่ขึ้นบนขนมปังหรือไม่ จงอธิบาย

✎ มีทั้งเหมือนกันและแตกต่างกัน บางชนิดสีเหลือง บางชนิดมีสีดำ บางชนิดมีสีส้ม เป็นต้น
นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด ราและแบคทีเรียต่างชนิดกันจึงเจริญได้ดีในอาหารต่างชนิดกัน

✎ ราและแบคทีเรียต่างชนิดกันอาจมีเอนไซม์ต่างชนิดกัน ทำให้ย่อยสารอาหารไม่เหมือนกัน

จากเรื่องการย่อยซูโครสของยีสต์ ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงการย่อยสารอินทรีย์ของแบคทีเรียส่วนใหญ่ ซึ่งครูอาจจะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ในชีวิตประจำวันนักเรียนเคยพบแบคทีเรียในอาหารใดบ้าง

ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปกระบวนการย่อยอาหารของราและแบคทีเรีย ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่าราต่างชนิดกันจะขึ้นในอาหารต่างชนิดกัน และเพื่อเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนนี้กับการดำรงชีวิตของคนและระบบนิเวศ ส่วนคำถามในหนังสือเรียนมีแนวคำตอบดังนี้

■ นักเรียนคิดว่าจุลินทรีย์ที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายนอกเซลล์ มีผลต่อการดำรงชีวิตของคนและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

✎ การที่จุลินทรีย์ส่งเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เป็นอาหารทำให้ได้ผลผลิตบางชนิดที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ปัจจุบันมีการนำเอนไซม์ของจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์มากขึ้น โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักของอาหารที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ที่มีรสชาติดีขึ้น มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น สามารถเก็บได้นานวัน เช่น ยีสต์ซึ่งใช้ในการหมักน้ำผลไม้เพื่อทำไวน์ ทำขนมปังหรือข้าวหมัก ฯลฯ พวกแบคทีเรียใช้ ในการทำเนย ทำนมเปรี้ยว แต่จุลินทรีย์บางชนิดที่เจริญในอาหารของมนุษย์ก็ทำให้เกิดความเน่าเสีย บางชนิดผลิตสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น จุลินทรีย์ที่เจริญในนมจะปล่อยเอนไซม์แลกเตสมาย่อยน้ำตาลแลคโทสในนมทำให้นมเปรี้ยวเมื่อดื่มเข้าไปแล้วทำให้ท้องเสียได้ ในด้านสิ่งแวดล้อมจุลินทรีย์พวกนี้จะทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในซากพืชและสัตว์ จึงจัดว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารบางชนิด เช่น ไนโตรเจน แต่บางครั้งจุลินทรีย์ก็ทำให้สภาพแวดล้อมเสียหายได้ เช่น ราที่ขึ้นตามฝาผนัง เครื่องใช้ ภาชนะ

ครูให้นักเรียนเข้าสู่กิจกรรมที่ 5.1 โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนเคยรู้จักที่อยู่ในกลุ่มของจุลินทรีย์ แต่ไม่ได้ดำรงชีวิตแบบเดียวกับราและแบคทีเรียบางชนิด ได้แก่ อะมีบา พารามีเซียม

กิจกรรมที่ 5.1 การกินอาหารของพารามีเซียม

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สำรวจตรวจสอบการกินอาหารของพารามีเซียม
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของอาหารเมื่อเข้าไปในเซลล์ของพารามีเซียม

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนการทดลองถึงวิธีการทดลองที่ต้องผสมสีของโกเรดลงในยีสต์ เพื่อต้องการให้เห็นเซลล์ของยีสต์ที่เข้าไปในเซลล์ของพารามีเซียมชัดเจนขึ้น และให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการลำเลียงสารเข้า-ออกจากเซลล์ที่เคยเรียนไปแล้ว (การเตรียมสีของโกเรดจากภาคผนวก)

ต่อจากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองตามกิจกรรมที่ 5.1 เพื่อศึกษาการกินอาหารของพารามีเซียมซึ่งจะได้ผลดังภาพ

ฟูดแวคิวโอลที่มียีสต์อยู่ภายใน



เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วให้นักเรียนอภิปรายหลังการทดลอง โดยใช้คำถามเพิ่มเติมดังนี้
พารามีเซียมมีวิธีการกินยีสต์อย่างไร

✎ พารามีเซียมจะใช้ซิเลียที่อยู่บริเวณรอบ ๆ ร่องปากพัดโบกเอาเซลล์ยีสต์เข้าไปทางร่องปาก
ต่อจากนั้นเซลล์ยีสต์จะเข้าสู่เซลล์พารามีเซียมเกิดเป็นฟูดแวคิวโอล
เซลล์ของยีสต์เมื่อเข้าสู่ภายในเซลล์ของพารามีเซียมแล้วมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น หรือไม่อย่างไร

✎ ฟูดแวคิวโอลที่มีเซลล์ยีสต์อยู่ภายในจะมีไลโซโซมมาเชื่อมรวม และเอนไซม์ในไลโซโซมจะย่อยเซลล์ยีสต์

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมและครูอาจจะใช้ภาพแผ่นโปสเตอร์แสดงการกินอาหารของพารามีเซียม อธิบายเพิ่มเติมให้กับนักเรียนและให้นักเรียนร่วมกันสรุปโดยใช้คำถามนำดังนี้
อะมีบาและพารามีเซียมมีกระบวนการย่อยอาหารเหมือนหรือแตกต่างจากร่างอย่างไร

✎ อะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในเซลล์ ส่วนรามมีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์

5.1.2 การย่อยอาหารของสัตว์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการกินอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร เช่น ฟองน้ำ
2. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายโครงสร้างของทางเดินอาหาร และการย่อยอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ เช่น ไฮดรา
3. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายโครงสร้างของทางเดินอาหารแบบสมบูรณ์ของสัตว์บางชนิด พร้อมทั้งระบุหน้าที่ของทางเดินอาหารแต่ละส่วน

4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายโครงสร้างทางเดินอาหารและการย่อยอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่เรื่องการย่อยอาหารของสัตว์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตภาพของโครงสร้างภายในที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด ได้แก่ ฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน และแมลงที่ผ่าให้เห็นทางเดินอาหารตามยาว ให้นักเรียนสังเกตพิจารณาเปรียบเทียบและอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามนำในการอภิปราย ดังนี้

สัตว์ทั้ง 5 ชนิดนี้มีทางเดินอาหารเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

- ✎ ฟองน้ำไม่มีปากและทวารหนักมีแต่ทางน้ำเข้าและออก ไฮดรา และพลานาเรียมีทางเดินอาหารที่เปิดทางเดียว คือ มีปากแต่ไม่มีทวารหนักจัดเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ ส่วนไส้เดือนดินและแมลงมีทางเปิด 2 ทาง คือ มีปากและทวารหนักจัดเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์

ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมต่อไปว่าทางเดินอาหารของสัตว์ที่นำมาศึกษาแตกต่างกัน น่าจะทำให้การย่อยอาหารของสัตว์ที่นำมาศึกษาแตกต่างกัน หรือไม่ และโครงสร้างทางเดินอาหารของสัตว์แต่ละชนิดน่าจะเหมาะสมกับการย่อยอาหารของสัตว์อย่างไร

ครูนำเข้าสู่การย่อยอาหารของฟองน้ำโดยตั้งคำถามนำไปสู่การอภิปรายดังนี้

- การย่อยอาหารของฟองน้ำเหมือนหรือแตกต่างกับอะมีบา และพารามีเซียมอย่างไร
- ✎ จากการอภิปรายควรสรุปได้ว่า ช่องเปิดของฟองน้ำทั้งด้านข้างและด้านบนเป็นทางให้น้ำเข้าและออกจากร่างกาย เพราะฉะนั้นช่องในลำตัวไม่ได้ทำหน้าที่เป็นทางเดินอาหาร จึงไม่มีการย่อยอาหารในช่องลำตัว เพราะถ้าเซลล์ของฟองน้ำปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารในช่องลำตัว เอนไซม์จะถูกกระแสน้ำที่เข้าและออกพัดพาออกไป ดังนั้นจึงน่าจะมีการย่อยอาหารภายในเซลล์เช่นเดียวกับอะมีบา และพารามีเซียม

ให้นักเรียนศึกษาการย่อยอาหารภายในเซลล์ของเซลล์โคเอโนไซต์ของฟองน้ำ จากภาพในหนังสือเรียนว่าเหมือนหรือแตกต่างจากการย่อยอาหารภายในเซลล์ของอะมีบา และพารามีเซียมอย่างไร

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า สัตว์ที่มีทางเดินอาหารที่เปิดทางเดียวจัดว่าเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ แต่สัตว์ที่มีทางเดินอาหารเปิด 2 ทาง คือ มีทั้งปากและทวารหนักจัดเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์

ครูตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้

- ทางเดินอาหารของสัตว์แบบสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีผลต่อการกินอาหารและการย่อยอาหารของสัตว์นั้นๆ อย่างไร

นักเรียนอาจตอบแตกต่างกัน ครูจดคำตอบของนักเรียนไว้ เพื่อจะตรวจสอบความถูกต้อง โดยอาจให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งเป็นกลุ่มหรือเป็นบุคคล แล้วนำมาเสนอหน้าชั้นเรียน

จากนั้นครูนำเข้าสู่การย่อยอาหารของไฮดรา โดยนำไฮดราให้นักเรียนศึกษาโดยใช้แว่นขยายส่องดู (ไฮดราหาได้จากแหล่งน้ำจืดที่นิ่งและสะอาด ได้แก่ บ่อ บึง คู คลอง มักเกาะอยู่ตามส่วนต่างๆ ของพืชน้ำ เช่น ราก ลำต้น กิ่ง ใบ และเศษวัสดุที่ลอยอยู่ในน้ำ) เปรียบเทียบกับภาพโปร่งใสและภาพในหนังสือเรียนที่เป็นภาพตัดตามยาว แล้วตั้งคำถามนำไปสู่กิจกรรมที่ 5.2 ดังนี้

- **เป็นไปได้หรือไม่ว่า ไฮดรามีการย่อยอาหารภายในช่องทางเดินอาหาร**

นักเรียนควรจะบอกได้ว่าไฮดรามีช่องเปิดทางเดียว และบริเวณลำตัวไม่มีช่องเปิดอื่น ๆ เหมือนฟองน้ำ

หลังจากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.2 และกิจกรรมเสนอแนะ เพื่อสำรวจ ตรวจสอบการกินอาหารของไฮดรา และทางเดินอาหารของพลาเนเรีย

กิจกรรมที่ 5.2 การกินอาหารของไฮดรา

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สำรวจตรวจสอบการกินอาหารและทางเดินอาหารของไฮดรา
2. อธิบายกระบวนการย่อยอาหารของไฮดรา


กิจกรรมนี้ครูควรเตรียมไฮดราและพลาเนเรีย ไว้โดยปล่อยให้หอดอาหารประมาณ 2 วัน ก่อนทำการทดลอง ในการศึกษาการกินไรแดงของไฮดรานั้น อาจใช้แว่นขยาย กล้องสเตอริโอ หรือกล้องจุลทรรศน์ก็ได้โดยใช้หลอดหยดดูดไฮดราวางบนสไลด์ (ถ้าเป็นชนิดหลุมจะทำให้ไฮดราอยู่ได้นาน) แล้วใช้หลอดหยดดูดไรแดงใส่ลงไปประมาณ 2-3 ตัว สังเกตขั้นตอนการกินอาหารและบันทึกไว้ และถ้าโรงเรียนมีกล้องจุลทรรศน์ที่ต่อเข้ากับวงจรโทรทัศน์ได้ ควรให้นักเรียนดูจากจอโทรทัศน์ซึ่งจะเห็นชัดเจน และครูสามารถอธิบายได้ง่ายและรวดเร็ว

ในการทำกิจกรรมที่ 5.2 บางครั้งนักเรียนอาจสังเกตไม่ทัน ครูอาจให้นักเรียนศึกษาจากอินเทอร์เน็ตที่ระบุไว้ในหนังสือเรียน


จากกิจกรรมที่ 5.2 จะเห็นว่าไฮดราใช้แทนทาเคลจับไรแดงเข้าสู่ปาก ซึ่งเป็นช่องเปิดเข้าสู่ภายในลำตัวเพียงช่องเดียว ดังนั้นไฮดราจึงน่าจะมีการย่อยภายในทางเดินอาหาร หลังจากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาเซลล์ผนังด้านในของลำตัวที่ทำหน้าที่สร้างเอนไซม์ เพื่อปล่อยออกสู่ทางเดินอาหาร ครูควรชี้แจงเพิ่มเติมว่านอกจากจะมีการย่อยอาหารภายในทางเดินอาหาร แล้วเซลล์บางเซลล์สามารถนำอาหารเข้าสู่เซลล์และมีการย่อยอาหารภายในเซลล์

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 5.2 และครูอาจใช้คำถามเพิ่มเติมซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

วิธีการนำอาหารเข้าสู่ร่างกายของฟองน้ำและไฮดราแตกต่างกันอย่างไร

 ฟองน้ำจะใช้วิธีนำอาหารเข้าสู่เซลล์โดยวิธีฟาโกไซโทซิส ส่วนไฮดราจะใช้แทนทาเคลจับเหยื่อแล้วส่งเข้าปาก

เป็นไปได้หรือไม่ว่า ไฮดรามีการย่อยอาหารภายในช่องทางเดินอาหาร

 นอกจากมีการย่อยอาหารภายในเซลล์แล้ว ไฮดรายังมีการย่อยอาหารภายในทางเดินอาหารอีกด้วย

จากนั้นครูนำเข้าสู่การย่อยอาหารของพลาเนเรีย โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบทางเดินอาหารของพลาเนเรียว่าเหมือนหรือแตกต่างจากไฮดรา อย่างไร

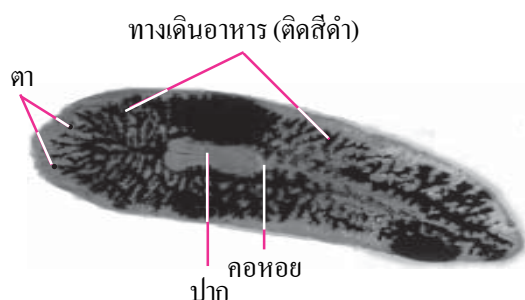
จากการเปรียบเทียบนักเรียนควรจะอธิบายได้ว่า ทางเดินอาหารของไฮดราและพลาเนเรียเป็นทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์เหมือนกัน แต่ของพลาเนเรียมีความซับซ้อนมากกว่า แล้วจึงให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะ

กิจกรรมเสนอแนะ ทางเดินอาหารของพลาเนเรีย

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ทำกิจกรรมเพื่อศึกษาทางเดินอาหารของพลาเนเรีย
2. อธิบายกระบวนการย่อยอาหารของพลาเนเรีย

ในการศึกษาการกินอาหารของพลาเนเรีย ครูควรเตรียมพลาเนเรียไว้ โดยปล่อยให้หอดอาหารประมาณ 4 วันก่อนทำการทดลอง เมื่อพลาเนเรียกินอาหารประมาณ 10 นาที เพื่อให้เห็นทางเดินอาหารชัดเจน ควรใช้หลอดหยดดูดพลาเนเรียมาวางบนสไลด์ แล้วใช้แว่นขยายหรือกล้องจุลทรรศน์ตรวจสอบดูลักษณะทางเดินอาหาร ซึ่งจะมองเห็นเป็นสีดำ ดังภาพ



ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมเสนอแนะ ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

■ ทางเดินอาหารของพลาเนเรียที่สังเกตได้มีลักษณะแตกต่างจากไฮดราหรือไม่ อย่างไร

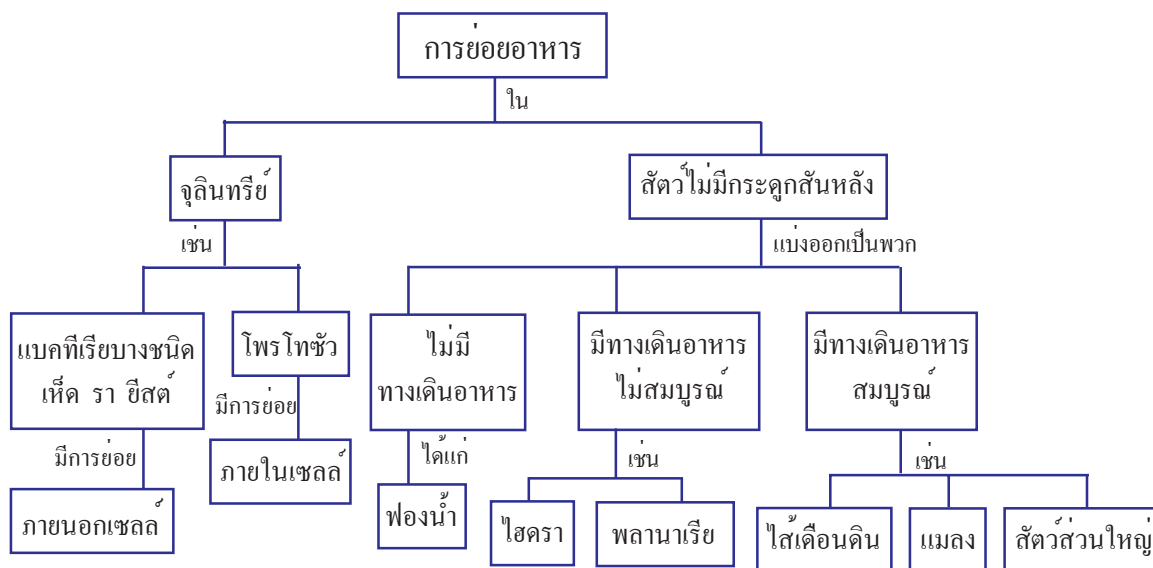
✎ แตกต่างกัน คือ ไฮดรามีทางเดินอาหารแบบช่องกลวงตรงกลางลำตัว ส่วนพลาเนเรียมีแขนงแยกออกไปตามลำตัว แต่ลำตัวทั้งสองมีทางเดินอาหารแบบมีช่องเปิดทางเดียว

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับทางเดินอาหารของไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน และแมลง ครูอธิบายเพิ่มเติมโดยใช้ภาพและแผ่นโปร่งใส หรือใช้สื่อประเภทวีดิทัศน์ CD-ROM ประกอบ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบและสรุปเกี่ยวกับทางเดินอาหารของสัตว์ที่ศึกษา โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมดังนี้

ทางเดินอาหารของไส้เดือนดินและแมลงคล้ายคลึง หรือแตกต่างจากทางเดินอาหารของไฮดราและพลาเนเรียอย่างไร

✎ ไส้เดือนดินและแมลงมีทางเดินอาหารที่มีช่องเปิด 2 ทาง โดยอาหารจะเข้าทางปากผ่านคอหอย หลอดอาหาร กระจายอาหาร กั้น กระจายอาหาร ลำไส้ และกากอาหารจะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก แต่ทางเดินอาหารของไฮดราและพลาเนเรียเป็นแบบช่องเปิดทางเดียว โดยอาหารเข้าทางปากและกากอาหารถูกกำจัดออกทางปากเช่นเดียวกัน

ให้นักเรียนเขียนผังโน้ตสรุปการย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง
ตัวอย่างผังโน้ต



ครูให้นักเรียนเข้าสู่เรื่องการย่อยอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังพร้อมทั้งบอกชนิดของอาหารที่สัตว์เหล่านั้นกินด้วย เช่น เสือกินเนื้อสัตว์ ไก่กินข้าวเปลือก ม้ากินหญ้า ปลาบางชนิดกินสัตว์บางชนิดกินพืช เป็นต้น

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสัตว์ต่าง ๆ ที่นักเรียนยกตัวอย่างว่าเมื่ออาหารที่กินแตกต่างกันน่าจะมีทางเดินอาหารเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และเพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าสิ่งที่นักเรียนคิดนั้นถูกต้องหรือไม่ ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะเพื่อศึกษาทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิด

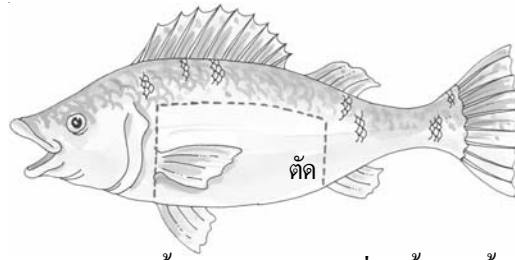
กิจกรรมเสนอแนะ ทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

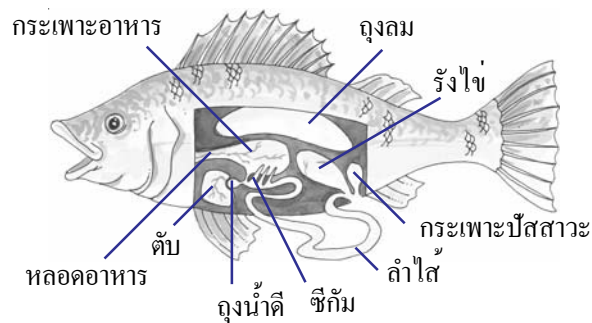
1. สำรวจตรวจสอบทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิด
2. เปรียบเทียบทางเดินอาหารของสัตว์ประเภทเดียวกันที่กินอาหารต่างกัน

ครูให้นักเรียนนำสัตว์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่เป็นสัตว์ต่างประเภทกัน หรือสัตว์ประเภทเดียวกันที่กินอาหารต่างกัน แต่ต้องเป็นสัตว์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อคน เช่น ปลากินพืชกับปลากินสัตว์ มาศึกษาเปรียบเทียบ ทางเดินอาหารของปลาทั้ง 2 ชนิดว่าลักษณะ กระเพาะ ลำไส้มีความหนา ความยาวเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ในการศึกษาทางเดินอาหารของปลาตัวแบน เช่น ปลาตะเพียน ปลานิล อาจใช้กรรไกรตัดบริเวณท้องดังกล่าว แต่ถ้าเป็นปลามีเกล็ดควรขอคดเกล็ดบริเวณท้องออกเสียก่อน



เมื่อเปิดท้องตามภาพบนออกแล้วจะพบอวัยวะในช่องท้องดังนี้



หลังจากนั้นพยายามวัดความยาวทั้งหมดของทางเดินอาหาร โดยใช้ปากคีบค่อย ๆ ดึงทางเดินอาหารให้คลี่ออก แต่ไม่ควรให้ส่วนต้นและส่วนท้ายของทางเดินอาหารขาดออกจากลำตัวแล้วจึงใช้กรรไกรผ่าโครงสร้างทางเดินอาหารเพื่อศึกษาลักษณะภายในของกระเพาะ ลำไส้ แต่ถ้าเป็นปลาที่มีลำตัวกลม เช่น ปลาดุก ปลาช่อน ต้องใช้ กรรไกรตัดช่องท้องส่วนล่างให้มีขนาดเหมาะสมแล้วปฏิบัติเช่นเดียวกัน จากการศึกษาพบว่าปลาดุก ซึ่งเป็นปลากินสัตว์จะมีทางเดินอาหารหนาและสั้น ปลาดุกที่มีลำตัวยาว 35 เซนติเมตร ทางเดินอาหารจะยาวประมาณ 17 เซนติเมตร แต่ปลานิลที่เป็นปลากินพืชลำตัวยาว 31.5 เซนติเมตรอาจจะมีทางเดินอาหารยาวถึง 347 เซนติเมตร

ในกรณีที่ศึกษาสัตว์ต่างชนิดกัน เช่น ไก่กับปลา ควรให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจโครงสร้างทางเดินอาหารก่อนที่จะทำการกิจกรรม

เมื่อทำการกิจกรรมเสร็จแล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย คำถามท้ายกิจกรรมซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

- ทางเดินอาหารของสัตว์ที่นักเรียนศึกษามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และมีความสัมพันธ์กับอาหารที่กินอย่างไร
- ✎ ทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลังจะคล้ายคลึงกัน คือ เริ่มจากปาก คอหอย หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทวารหนัก แต่ในสัตว์บางชนิด เช่น เป็ด ไก่จะมีกระเพาะพักอาหารสำหรับเก็บอาหารแล้วส่งต่อไปยังถิ่นซึ่งทำหน้าที่ช่วยบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง แล้วส่งต่อไปยังกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทวารหนัก

ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมดังนี้

สัตว์ประเภทเดียวกันแต่กินอาหารต่างชนิดกันจะมีทางเดินอาหารต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- ✎ สัตว์ประเภทเดียวกันที่กินอาหารต่างกันจะมีความยาวของทางเดินอาหารต่างกัน เช่น สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหารจะมีทางเดินอาหารยาวกว่าสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร

ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีพฤติกรรมกินแบบเคี้ยวเอื้องที่นักเรียนรู้จัก

และให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น วัว ควาย เป็นต้น

ครูควรชี้ให้นักเรียนเห็นว่า กระเพาะวัวมี 4 ส่วน แต่ละส่วนมีโครงสร้างแตกต่างกัน และเพื่อให้นักเรียนเห็นโครงสร้างชัดเจน ครูควรเตรียมกระเพาะวัว ส่วนที่เป็น ผ่าชีว์ รังผึ้ง สามลิบก๊อบ กระเพาะจริง ซึ่งสามารถหาซื้อได้จากตลาดหรืออาจใช้ภาพถ่ายของจริงมาให้นักเรียนได้สังเกต และวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของลักษณะและหน้าที่ของกระเพาะแต่ละส่วน ต่อจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน

คำถามเกี่ยวกับทางเดินอาหารของวัวมีแนวคำตอบดังนี้

■ กระเพาะอาหารของวัวแบ่งเป็น 4 ส่วนได้แก่อะไรบ้าง และมีผลดีอย่างไร

✎ รูเมน เรติคิวลัม โอมาซัม และอะโบมาซัม อาหารส่วนใหญ่ที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินเข้าไปเป็นพวกพืชซึ่งมีเซลลูโลส และต้องกินในปริมาณมากเพื่อให้พอเพียงกับความต้องการของร่างกาย ทำให้ไม่สามารถย่อยได้หมดในคราวเดียว จึงต้องใช้เวลาหลายวันในการย่อย การที่สัตว์เคี้ยวเอื้อง มีกระเพาะ 4 ส่วนจึงมีผลดีกับสัตว์ เพราะกระเพาะบางส่วนช่วยเก็บสำรองอาหารไว้เพื่อสำรองออกมาเคี้ยวใหม่และกลืนกลับเข้าไป

■ สัตว์เคี้ยวเอื้องได้โปรตีนมาจากแหล่งใด

✎ สัตว์เคี้ยวเอื้องได้โปรตีนมาจากพืชที่กินเข้าไป และจากการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์ โดยสังเคราะห์โปรตีนจากแอมโมเนียและยูเรีย และจากเซลล์จุลินทรีย์ในกระเพาะอาหารที่ถูกล่อย

■ เพราะเหตุใด สัตว์กินพืชจึงต้องกินอาหารปริมาณมากกว่าสัตว์ที่กินเนื้อ

✎ อาหารที่สัตว์กินพืชกินเข้าไปจะมีกากอาหารมากและย่อยยาก จึงต้องใช้เวลาย่อยหลายวัน และพืชมีสารอาหารอยู่น้อยสัตว์จึงต้องกินมากและต่อเนื่องกันไป ส่วนอาหารของสัตว์กินเนื้อจะมีกากอาหารน้อยกว่าเมื่อเทียบปริมาณอาหารเท่ากัน จึงไม่จำเป็นต้องกินอาหารมากก็ได้รับ สารอาหารที่เพียงพอ

■ ถ้าในกระเพาะอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องปราศจากจุลินทรีย์จะมีผลต่อการย่อยอย่างไร และความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์กับสัตว์เคี้ยวเอื้องเป็นความสัมพันธ์แบบใด

✎ สัตว์มีกระดูกล้างทุกชนิดไม่มีเอนไซม์ย่อยเซลลูโลส แต่สัตว์เคี้ยวเอื้องคือสัตว์พวกที่กินหญ้าจะมีจุลินทรีย์ได้แก่ ยีสต์ แบคทีเรียบางชนิดและโพรโทซัวที่อยู่ในกระเพาะ ช่วยย่อยเซลลูโลส และสังเคราะห์กรดไขมันอย่างง่าย เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานต่อไป นอกจากนี้จุลินทรีย์เหล่านี้ ยังช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโนและวิตามินบี 12 อีกด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องกับสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงเป็นแบบภาวะพึ่งพา (mutualism)

5.1.3 การย่อยอาหารของคน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. แสดงตำแหน่งส่วนประกอบและหน้าที่ของระบบทางเดินอาหารแต่ละส่วน
2. อธิบายกระบวนการย่อยสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต ลิพิด และโปรตีนที่เกิดขึ้นใน

- ทางเดินอาหารส่วนต่าง ๆ
3. สำรวจตรวจสอบเพื่อศึกษาสมบัติของน้ำดี
 4. บอกถึงสาเหตุบางประการของความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับระบบทางเดินอาหาร อาการที่สังเกตได้ และวิธีป้องกันรักษา
 5. ตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องดูแลรักษาสุขภาพของระบบทางเดินอาหาร

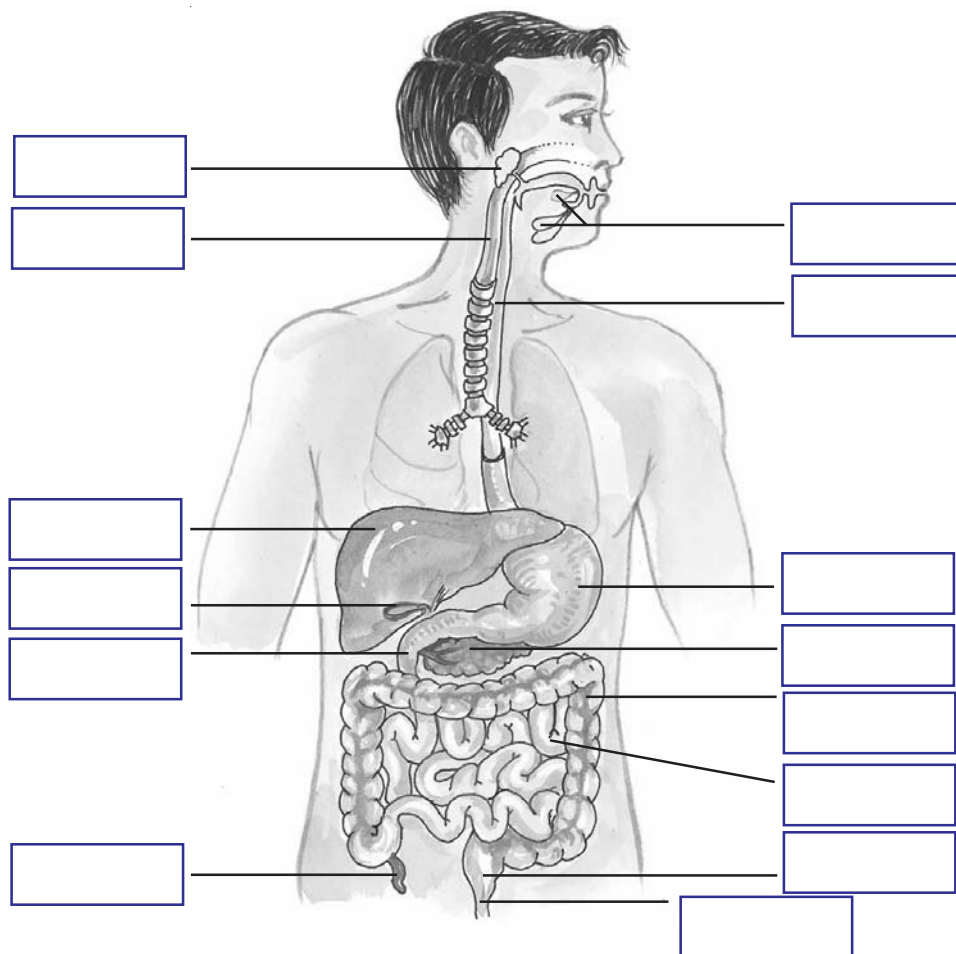
แนวการจัดการเรียนรู้

ครูอาจให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้นักเรียนระดมความคิดว่านักเรียนควรจะเรียนรู้อะไรบางอย่างเกี่ยวกับการย่อยอาหารของตนเอง

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในช่วงชั้นที่ 3 เกี่ยวกับทางเดินอาหารในประเด็นต่อไปนี้

1. ส่วนต่าง ๆ ของทางเดินอาหาร
2. หน้าที่ของทางเดินอาหารส่วนต่าง ๆ
3. อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับทางเดินอาหาร

ครูอาจใช้แผนภาพข้างล่างนี้ช่วยในการทบทวน โดยให้ระบุส่วนต่าง ๆ ในภาพและหน้าที่ของอวัยวะส่วนนั้น



จากนั้นครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนเลือกอาหารที่นักเรียนรับประทานในชีวิตประจำวัน

มา 1 ชนิด อาหารนั้น ๆ ควรมีสารอาหารหลายอย่างครบถ้วน ตัวอย่างเช่น ข้าวผัดกะเพราไก่ไข่ดาว แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ดังนี้

นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ข้าวผัดกะเพราไก่ไข่ดาว เมื่อเข้าสู่ทางเดินอาหารแต่ละส่วนแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง และสารอาหารที่ได้จากการย่อยข้าวผัดกะเพราไก่ไข่ดาวเข้าสู่ทางเดินอาหารส่วนใด หรือให้นักเรียนลองจินตนาการว่าถ้านักเรียนเป็นข้าวผัดกะเพราไก่ไข่ดาว เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะผ่านอวัยวะใดบ้าง ก่อนจะเหลือเป็นกากออกมาทางทวารหนัก

หลังจากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นตามความรู้ และประสบการณ์เดิมของตน สิ่งที่คุณครูเน้นและควรให้ความรู้เพิ่มเติมคือ ปัญหาสถิติผู้ป่วยด้วยโรคระบบย่อยอาหาร รวมทั้งโรคในช่องปากซึ่งมีทั้งสิ้น 12,566,716 คน นับว่าเป็นปัญหาด้านสาธารณสุข นอกจากนี้ ควรส่งเสริมหรือไม่ที่จะให้มีการแข่งขันการบริโภคอาหารบางชนิด ให้ได้จำนวนมาก ๆ เกินความเป็นจริง ที่ควรบริโภค ซึ่งอาจจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพในระบบทางเดินอาหารต่อไป การศึกษาเรื่องระบบทางเดินอาหารและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์และสุขภาพของร่างกายจึงเป็นสิ่งสำคัญ

ครูให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

- จากภาพที่ 5-9 ทางเดินอาหารจากปากถึงทวารหนักประกอบด้วยอวัยวะอะไรบ้าง
- ✎ ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ทวารหนัก

หลังจากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.3

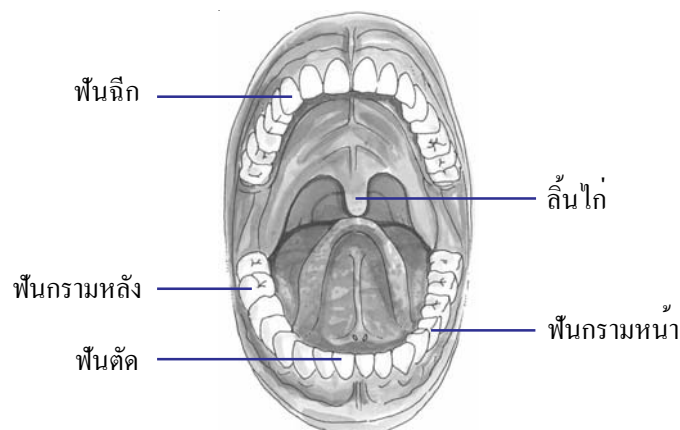
กิจกรรมที่ 5.3 อวัยวะภายในช่องปาก

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สำรวจอวัยวะภายในช่องปากที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร
2. บอกวิธีการรักษาสุขภาพของเหงือกและฟันที่ถูกต้อง

การให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.3 เพื่อศึกษาอวัยวะภายในช่องปากที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร ได้แก่ ฟัน เพดานปาก ลิ้นไก่ สิ่งที่คุณครูเน้น คือ ความสำคัญของฟัน ความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับฟันและเหงือก สาเหตุและวิธีการรักษาสุขภาพของเหงือกและฟันที่ถูกต้อง โดยครูอาจใช้สื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมแล้วอภิปรายร่วมกันหรือจัดป้ายนิเทศ

ครูอาจชี้แจงเพิ่มเติมโดยใช้แผนภาพแสดงลักษณะของฟัน ประเภทของฟัน ดังแผนภาพ



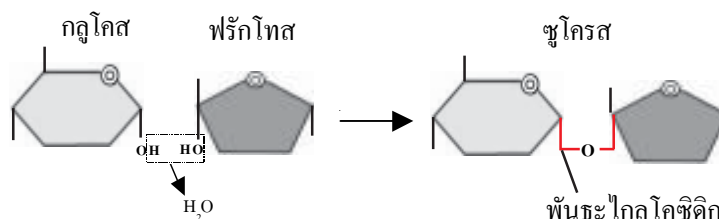
ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

- อวัยวะภายในช่องปากมีอะไรบ้าง
- ✎ ฟัน เพดานปาก ลิ้น ไก่ ลิ้น ต่อม น้ำลาย
- นับจำนวนฟันที่มีอยู่เปรียบเทียบกับจำนวนฟันของเพื่อนในห้องมีจำนวนเท่ากัน หรือไม่
- ✎ คำตอบ ขึ้นอยู่กับผลการสำรวจของนักเรียน
- นักเรียนสามารถจำแนกฟันตามรูปร่างลักษณะได้กี่ประเภท อะไรบ้าง และฟันแต่ละประเภท มีหน้าที่แตกต่างกันอย่างไร
- ✎ ฟันมี 4 ประเภท ได้แก่ ฟันตัดทำหน้าที่กัดหรือ ตัด ฟันเขี้ยวทำหน้าที่ฉีก ฟันกรามหน้าและหลังทำหน้าที่บดอาหาร

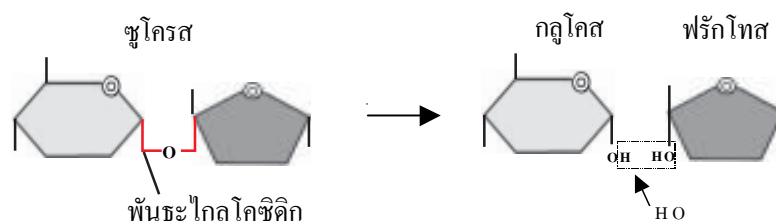
ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่องน้ำลายและศึกษาการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส แล้วอภิปรายโดยใช้คำถาม ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงของอาหารที่เกิดขึ้นในช่องปากโดยการทำงานของฟันและเอนไซม์อะไมเลส แตกต่างกันอย่างไร
- ✎ ฟันจะบดเคี้ยวอาหารให้มีขนาดเล็กลงทำให้พื้นที่ผิวของอาหารที่จะสัมผัสกับเอนไซม์มีมากขึ้น ส่วนเอนไซม์อะไมเลสจะมีหน้าที่สลายพันธะที่ยึดระหว่างโมเลกุลย่อย ๆ ของสารอาหารประเภทแป้งทำให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง โดยมีน้ำเข้าร่วมทำปฏิกิริยาค่อย ๆ
- การย่อยแป้งจำเป็นต้องมีน้ำเข้าร่วมปฏิกิริยาหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ✎ การย่อยอาหารทุกชนิดจำเป็นต้องมีน้ำเข้าร่วมปฏิกิริยาค่อย ๆ โดยอะตอมของออกซิเจนและไฮโดรเจนในโมเลกุลของน้ำจะไปรวมกับพันธะที่แตกออกของสารอาหารโมเลกุลใหญ่ เรียกปฏิกิริยาที่ใช้น้ำในการสลายโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลย่อย ๆ นี้ว่า ไฮโดรไลซิส (hydrolysis)

ครูอาจทบทวนความรู้จากหนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 1 บทที่ 3 เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เรื่อง การเกิดไดแซ็กคาไรด์ซึ่งในปฏิกิริยานี้จะได้น้ำออกมดั่งภาพ



ในทางกลับกันปฏิกิริยาในการย่อยโมเลกุลของน้ำตาลไดแซ็กคาไรด์เป็นมอนแซ็กคาไรด์จะต้องใช้น้ำ ดังภาพ



ในปฏิกิริยาการรวมมอโนแซ็กคาไรด์หรือไดแซ็กคาไรด์เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ ก็ต้องดึงน้ำออกจากปฏิกิริยาเช่นกัน และเมื่อมีการย่อยพอลิแซ็กคาไรด์เป็นโอลิโกแซ็กคาไรด์ หรือมอโนแซ็กคาไรด์ ก็จะให้น้ำเช่นเดียวกัน และในปฏิกิริยาการรวมกันของกรดอะมิโนเป็นพอลิเพปไทด์ (โปรตีน) ก็จะต้องดึงน้ำออกจากปฏิกิริยา และเมื่อจะย่อยพอลิเพปไทด์เป็นเพปไทด์สายสั้น ๆ หรือกรดอะมิโนก็ต้องใช้น้ำเขารวมปฏิกิริยา ในทำนองเดียวกันปฏิกิริยาการรวมกันของกลีเซอรอลกับกรดไขมันเป็นโมเลกุลของไขมันก็ต้องมีการดึงน้ำออก และเมื่อจะย่อยโมเลกุลของไขมันเป็นกลีเซอรอลกับกรดไขมันก็ต้องใช้น้ำ

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการกลืน และควรเน้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของอวัยวะที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลิ้น ลิ้นไก่ คอหอย หลอดอาหาร กล่องเสียง และฝาปิดกล่องเสียง โดยศึกษาจากภาพที่ 5-12 แผ่นโปร่งใส และให้นักเรียนใช้มือแตะที่กล่องเสียง เพื่อสังเกตการเคลื่อนขึ้นลงของกล่องเสียงขณะกลืนน้ำลาย ขณะเดียวกันให้นักเรียนสังเกตการหายใจในขณะที่กลืนน้ำลาย แล้วอภิปรายร่วมกัน เพื่อตอบคำถามดังนี้

- การพูดคุ้ยหรือการหัวเราะในขณะที่เคี้ยวอาหารและกลืนอาหารจะมีผลอย่างไร เพราะเหตุใด
- ✎ อาหารอาจพลัดตกลงไปในกล่องเสียงและหลอดลม หรือขึ้นไปที่จมูกได้ เพราะขณะที่หัวเราะหรือพูดคุยนั้นฝาปิดกล่องเสียงจะปิดกล่องเสียงไม่สนิท และเป็นจังหวะที่ลิ้นไก่ปิดช่องทางติดต่อกับช่องจมูกไม่สนิทเช่นเดียวกัน
- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเหตุใดเวลารับประทานอาหารแล้วเกิดสำลักจึงมีข้าวออกทางจมูกได้
- ✎ เพราะลิ้นไก่ไม่ปิดกั้นทางติดต่อระหว่างคอหอยกับโพรงจมูก ทำให้อาหารจากช่องปากขึ้นไปในจมูก

ครูอาจใช้คำถามเพิ่มเติม ดังนี้

นักเรียนเคยสังเกตไหมว่า ในขณะที่กลืนอาหารจะมีการหายใจเกิดขึ้นพร้อมกันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

- ✎ ขณะกลืนไม่มีการหายใจ เพราะลิ้นไก่จะปิดทางเดินอากาศจากช่องจมูกที่จะลงหลอดลม และฝาปิดกล่องเสียงจะปิดกล่องเสียงทำให้อากาศไม่ออกมาจากกล่องเสียง

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการลำเลียงอาหารผ่านหลอดอาหาร โดยการบิบบัวและคลายตัวของผนังหลอดอาหารเป็นช่วง ๆ ต่อเนื่องกันไป ซึ่งเรียกว่า เพริสตัลซิส ดังภาพที่ 5-13 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของการเกิดเพริสตัลซิสว่าทำให้อาหารที่กินเข้าไปเคลื่อนที่ไปถึงกระเพาะอาหารได้ ไม่ว่าจะกินในท่าอย่างไร และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อตอบคำถามในหนังสือเรียนซึ่งมีแนวคำตอบ ดังนี้

- นักบินอวกาศที่อยู่ในสภาพไร้น้ำหนักศีรษะหันลงสู่พื้นสามารถใช้หลอดดูดน้ำเข้าตามทางเดินอาหาร โดยไม่ไหลย้อนกลับได้อย่างไร
- ✎ น้ำหรืออาหารที่เข้าสู่หลอดอาหารจะเคลื่อนไปตามหลอดอาหารโดยไม่ไหลย้อนกลับเนื่องจากการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่อยู่รอบ ๆ หลอดอาหาร ซึ่งจะเกิดติดต่อกันไปจนสู่กระเพาะของหลอดอาหาร

- การรับประทานอาหารที่แห้งแข็งและชิ้นใหญ่เกินไป หรืออาหารที่เคี้ยวไม่ละเอียด ขณะกลืนจะรู้สึกแน่นที่บริเวณหน้าอกเป็นเพราะเหตุใด
- ✎ เพราะอาหารจะเคลื่อนตัวไปตามหลอดอาหารได้ลำบาก หลอดอาหารบีบตัวยาก และเกิดการเกร็งของกล้ามเนื้อหลอดอาหารทำให้รู้สึกจุกแน่นบริเวณหน้าอก

การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร

ครูนำเข้าสู่เรื่องการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร โดยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับกระเพาะอาหาร ซึ่งอาจจะใช้ตัวอย่างของจริง เช่น กระเพาะอาหารหมู รูปภาพ หุ่นจำลอง หรือซักถามจากประสบการณ์ของนักเรียน แล้วตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การย่อยในกระเพาะอาหาร ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าโครงสร้างของกระเพาะอาหารมีความเหมาะสมกับการย่อยอาหารอย่างไร

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่ง ขนาด และโครงสร้างของกระเพาะอาหารว่ามีความเหมาะสมกับหน้าที่ในการย่อยอาหารอย่างไร และให้นักเรียนเชื่อมโยงเรื่องสมบัติและการทำงานของเอนไซม์ที่นักเรียนเคยเรียนในบทที่ 3 กับสมบัติและการทำงานของเอนไซม์ในกระเพาะอาหาร รวมถึงเอนไซม์อะไมเลสที่ปนมากับอาหารที่มาจากปากด้วย โดยครูจัดหาสื่ออย่างหลากหลายให้นักเรียนได้ศึกษา เช่น ตัวอย่างของจริง (อาจใช้กระเพาะหมูที่นักเรียนเคยกิน) หุ่นจำลอง รูปภาพ CD-ROM แผ่นโปรเจกต์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมดังนี้

เพราะเหตุใด ในกระเพาะอาหารจึงมีการย่อยเฉพาะสารอาหารประเภทโปรตีน ทั้งที่มีเอนไซม์อะไมเลสที่ปนมากับอาหารที่มาจากปาก

- ✎ เอนไซม์เพปซินมีความจำเพาะเจาะจงกับสารอาหารประเภทโปรตีน และจะทำงานได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เป็นกรด (pH ประมาณ 2) ส่วนเอนไซม์อะไมเลสมีความจำเพาะเจาะจงกับสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและทำงานได้ดีในสภาพที่เป็นกลาง

ผนังด้านในของกระเพาะอาหารมีลักษณะอย่างไร ลักษณะเช่นนี้มีผลต่อการย่อยอาหารอย่างไรบ้าง

- ✎ ผนังด้านในของกระเพาะอาหารมีลักษณะเป็นคลื่น ลักษณะเช่นนี้ช่วยให้พื้นที่ผิวของกระเพาะอาหารสัมผัสกับอาหารได้มากขึ้น ทำให้สามารถปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยทำให้เกิดการคลุกเคล้าระหว่างอาหาร กับเอนไซม์ได้ดีขึ้นเมื่อกระเพาะอาหารบีบตัว

นักเรียนคิดว่ากล้ามเนื้อหูรูดที่กระเพาะอาหารมีความสำคัญอย่างไร

- ✎ ทำให้อาหารคงอยู่ในกระเพาะอาหาร และมีเวลาให้เอนไซม์ในกระเพาะอาหารทำการย่อยอาหาร

นักเรียนคิดว่า การรับประทานอาหารไม่เป็นเวลา มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดแผลในกระเพาะอาหารหรือไม่ อย่างไร

- ✎ มีส่วนเกี่ยวข้อง เพราะเมื่อถึงเวลาอาหาร เอนไซม์ก็จะถูกส่งมาที่กระเพาะอาหารและเปลี่ยนเป็นเอนไซม์ที่พร้อมที่จะทำงานได้ ถ้าปล่อยให้กระเพาะอาหารว่างเอนไซม์ก็จะย่อยเซลล์บุผนังกระเพาะอาหาร เมื่อเกิดซ้ำบ่อย ๆ ก็จะทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารได้

การที่กระเพาะอาหารสร้างเอนไซม์ในรูปเปปซินเจนซึ่งไม่พร้อมที่จะทำปฏิกิริยา นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์อย่างไร

✎ ทำให้เอนไซม์ไม่ย่อยผนังกล้ามเนื้อกระเพาะอาหารในขณะที่ท้องว่าง

เมื่อจบหัวข้อนี้ นักเรียนควรสรุปการย่อยอาหารในกระเพาะอาหารได้ดังนี้ การหดตัวของกล้ามเนื้อกระเพาะอาหารโดยวิธีเพอริสตัลซิส จะทำให้อาหารบางส่วนถูกบีบให้มีขนาดเล็กลง มีการเคลื่อนที่และคลุกเคล้ากับกรดไฮโดรคลอริกและเอนไซม์ อาหารพวกโปรตีนเท่านั้นที่จะถูกย่อยโดยเอนไซม์เปปซินที่ผลิตจากกระเพาะอาหาร ทำให้ได้พอลิเพปไทด์ที่มีสายสั้นลง ในช่วงนี้อาหารอยู่ในลักษณะขี้เหลว (chyme)

การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

ครูนำเข้าสู่เรื่องการย่อยอาหารในลำไส้เล็กโดยการทบทวนการย่อยสารอาหารในปาก และในกระเพาะอาหาร โดยใช้คำถามดังนี้

สารอาหารใดที่ถูกย่อยแล้ว และสารอาหารใดที่ยังไม่ถูกย่อย

✎ คาร์โบไฮเดรตบางส่วนและโปรตีนบางส่วนจะถูกย่อยแล้ว ส่วนที่ยังไม่ถูกย่อยคือ ไขมัน

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการย่อยอาหารในลำไส้เล็ก และชี้ให้เห็นว่าอาหารทั้งหมดจะถูกย่อยในลำไส้เล็กจนกระทั่งเป็นโมเลกุลที่เล็กที่สุด โดยเอนไซม์ที่ผลิตจากตับอ่อนและลำไส้เล็กเอง นอกจากนี้ยังมีสารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร ได้แก่ น้ำดีจากตับ โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตจากตับอ่อน เป็นต้น

กิจกรรมที่ 5.4 ทดสอบสมบัติของน้ำดี

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถตรวจสอบสมบัติของน้ำดีในกระบวนการย่อยลิพิด

นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.4 เพื่อศึกษาสมบัติของน้ำดีที่ช่วยทำให้ไขมันแตกตัวเป็นหยดไขมันเล็กๆ และแทรกรวมกับน้ำอยู่ในรูปอิมัลชัน โดยใช้สารละลายสีชูดานผสมกับน้ำมันพืชและน้ำ เพื่อให้เห็นได้ชัดเจน ส่วนน้ำดีนั้นครูอาจจะหาซื้อได้จากร้านขายเนื้อสัตว์

ครูให้นักเรียนอภิปรายหลังการทดลอง เพื่อสรุปบทบาทของน้ำดีกับการย่อยสารอาหารประเภทไขมัน และให้นักเรียนวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นกับร่างกาย ถ้าตับมีอาการผิดปกติไม่สามารถสร้างน้ำดีได้ อาหารที่เหมาะสมกับคนที่เป็นโรคเกี่ยวกับตับควรเป็นอาหารประเภทใด

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 5.4 ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

■ น้ำดีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันพืชอย่างไร

✎ น้ำดีทำให้โมเลกุลของน้ำมันพืชขนาดใหญ่แตกออกเป็นหยดไขมันขนาดเล็กและอยู่ในรูปของอิมัลชัน

■ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างหลอดทดลองทั้งสองเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร

✎ แตกต่างกัน หลอดทดลองที่ 2 ที่ไม่เติมน้ำดี หยดไขมันที่รวมตัวกับสีชูดานมีอนุภาคใหญ่กว่าหยดไขมันในหลอดทดลองที่ 1 ที่ไม่เติมน้ำดี

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ลิพิด และโปรตีน การดูดซึมสารอาหาร โครงสร้างของวิลลัส โดยครูอาจจะใช้สื่อต่างๆ ประกอบการอธิบายช่วยให้นักเรียนมีความรู้สมบูรณ์ขึ้น เช่น แผ่นโปร่งใส แผ่นภาพ วิดีทัศน์ หรือ CD-ROM เกี่ยวกับระบบย่อยอาหารของคน

ประเด็นสำคัญของหัวข้อนี้ คือ ต้องการให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของผนังลำไส้เล็กกับหน้าที่ การที่ลำไส้เล็กมีไมโครวิลลัสมากมายเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมสารอาหาร และการหลั่งเอนไซม์ ส่วนลำไส้ใหญ่ส่วนที่ไม่มีต่อมสร้างเอนไซม์ แต่มีจุลินทรีย์ช่วยย่อยอาหารและสังเคราะห์วิตามินบางชนิด ผนังลำไส้ใหญ่จะดูดซึมสารอาหารบางชนิด ได้แก่ น้ำ แร่ธาตุ วิตามินและกลูโคส นอกจากนี้ลำไส้ใหญ่ส่วนท้ายยังทำหน้าที่เก็บกากอาหาร (อุจจาระ) เพื่อเตรียมขับออก

หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนช่วยกันสรุปถึงคำถามที่ตั้งไว้ตั้งแต่เริ่มเข้าสู่บทเรียน

ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมระบายสีและบ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารส่วนต่าง ๆ ของคน โดยใช้แผนภาพแสดงทางเดินอาหาร ดังภาพในหน้า 33 จำนวน 4 แผ่นภาพ

แผ่นที่ 1 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต พร้อมทั้งระบายสีอวัยวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และตั้งชื่อแผนภาพนี้ว่า อวัยวะที่ช่วยย่อยคาร์โบไฮเดรต

แผ่นที่ 2 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารประเภทโปรตีน พร้อมทั้งระบายสีอวัยวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และตั้งชื่อแผนภาพนี้ว่า อวัยวะที่ช่วยย่อยโปรตีน

แผ่นที่ 3 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารประเภทไขมัน พร้อมทั้งระบายสีอวัยวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และตั้งชื่อแผนภาพนี้ว่า อวัยวะที่ช่วยย่อยไขมัน

แผ่นที่ 4 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่มีการดูดซึมสารอาหาร พร้อมทั้งระบายสีและตั้งชื่อแผนภาพว่า อวัยวะที่ช่วยในการดูดซึมสารอาหาร

ต่อจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามประเด็นปัญหา ดังนี้

- ในกรณีคนไข้ที่ถูกตัดกระเพาะอาหารเนื่องจากเป็นมะเร็งที่กระเพาะอาหาร นักเรียนคิดว่าคนไข้รายนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- ✎ คนไข้รายนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เพราะอาหารส่วนใหญ่จะย่อยที่ลำไส้เล็ก และสารอาหารเกือบทั้งหมดจะถูกดูดซึมที่ผนังลำไส้เล็ก ดังนั้นคนที่ไม่มีลำไส้เล็กทำงานอย่างปกติถึงแม้จะไม่มีกระเพาะอาหารก็สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่ต้องรับประทานอาหารที่ย่อยง่าย ๆ
- คนที่ถูกผ่าตัดเอาลำไส้เล็กออกไปบางส่วนจะมีผลอย่างไร
- ✎ ทำให้พื้นที่ในการย่อยและการดูดซึมลดลง
- *Escherichia coli* มีความสัมพันธ์กับคนแบบใด
- ✎ แบบให้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน
- ถ้ากากอาหารอยู่ในลำไส้ใหญ่นาน ๆ จะเกิดผลอย่างไร
- ✎ กากอาหารจะแข็ง เนื่องจากการดูดน้ำและแร่ธาตุเข้าสู่หลอดเลือดฝอยบริเวณลำไส้ใหญ่ ทำให้ถ่ายไม่สะดวก

- การรับประทานอาหารพวกเส้นใย ซึ่งร่างกายไม่สามารถย่อยได้ มีประโยชน์ต่อร่างกายหรือไม่ อย่างไร
- ✎ อาหารพวกเส้นใยส่วนใหญ่เป็นพวกเซลลูโลส ซึ่งคนไม่มีเอนไซม์ย่อยจึงทำให้มีกากอาหารเพิ่มขึ้นทำให้ถ่ายได้ง่ายขึ้น
- อาหารเคลื่อนมาตามหลอดอาหารจนถึงทวารหนักได้อย่างไร
- ✎ อาหารเคลื่อนที่มาจากทางเดินอาหารส่วนต่างๆ ได้ โดยอาศัยเพริสตัลซิสของ กล้ามเนื้อรอบ ๆ ทางเดินอาหาร จนผ่านมาถึงทวารหนัก
- นักเรียนมีวิธีการอย่างไร ในการป้องกันไม่ให้เกิดอาการท้องผูก และโรคริดสีดวงทวาร
- ✎ ขับถ่ายกากอาหารเป็นเวลาและไม่กลั้นอุจจาระไว้นาน ๆ กินอาหารที่มีเซลลูโลสมากๆ ซึ่งได้แก่ ผักและผลไม้
- ถ้าผนังลำไส้ใหญ่ถูกรบกวนด้วยสารบางอย่าง หรือจุลินทรีย์บางชนิด เช่น เชื้อบิด เชื้ออหิวาตกโรค จะทำให้ผนังลำไส้ใหญ่ดูดน้ำและแร่ธาตุกลับได้น้อยกว่าปกติ นักเรียนคิดว่า จะเกิดผลอย่างไรต่อร่างกาย
- ✎ ร่างกายจะสูญเสียน้ำและแร่ธาตุปริมาณมาก ทำให้สมดุลน้ำและแร่ธาตุในร่างกายเสียไป อาจทำให้ช็อคได้

ก่อนจบหัวข้อนี้ ครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหรือค้นคว้าทำรายงาน หรือจัดป้ายนิเทศเกี่ยวกับเรื่องโรคอันเนื่องมาจากความผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร อาการที่สังเกตพบและวิธีการป้องกันรักษา เช่น โรคแผลในกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ โรคเกี่ยวกับตับและถุงน้ำดี และโรคอื่น ๆ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักสังเกตอาการผิดปกติของร่างกาย และตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องดูแลสุขภาพของทางเดินอาหารของตนเอง

5.2 การสลายสารอาหารระดับเซลล์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปฏิบัติการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปปฏิบัติการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน
3. อภิปรายและเปรียบเทียบกระบวนการสลายสารอาหารในกระบวนการหมัก แอลกอฮอล์ กระบวนการหมักกรดแลกติก และกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
4. นำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหมักของยีสต์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ในเรื่องการสลายสารอาหารนี้ มีจุดมุ่งหมายให้เห็นขั้นตอนหลัก ๆ ของการสลายพันธะของคาร์บอนในโมเลกุลของสารอาหารเพื่อปลดปล่อยพลังงานให้แก่สารเก็บพลังงานหมุนเวียนของเซลล์คือ ATP เพื่อสะดวกต่อการนำเอาพลังงานมาใช้ในการกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ ฉะนั้นครูผู้สอนไม่ควรให้รายละเอียดมากกว่าในหนังสือเรียน เพียงแต่ให้นักเรียนรู้ว่า แต่ละขั้นตอนของการสลายสารอาหารเกิดได้อย่างไร และเพื่ออะไรเท่านั้น

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยเชื่อมโยงความรู้ในหัวข้อที่ 5.1 เรื่องอาหารที่ย่อยแล้วจะถูกลำเลียงเข้าสู่เซลล์ เซลล์จะนำพลังงานจากสารอาหารมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์ ปัญหาคือ เซลล์มีวิธีการอย่างไรจึงจะสามารถนำพลังงานที่มีอยู่ในสารอาหารมาใช้ได้

หลังจากนั้นครูนำภาพการเผาไหม้น้ำตาลดังในภาพ มาให้นักเรียนศึกษา



น้ำตาลก่อนการเผาไหม้



น้ำตาลหลังการเผาไหม้

ต่อจากนั้นตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่เรื่องการสลายสารอาหาร ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้

- การเผาไหม้น้ำตาลต้องการออกซิเจนหรือไม่
- ผลที่ได้จากการเผาไหม้น้ำตาลมีอะไรบ้าง

ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ว่า การเผาไหม้น้ำตาลต้องการออกซิเจน ถ้าเรานำกระจกไปอังขณะที่เผาไหม้จะเห็นว่า มีละอองน้ำ แสดงว่าการเผาไหม้น้ำตาลจะได้ น้ำ พลังงาน นอกจากนี้ยังได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อีกด้วย และมีคราบสีดำซึ่งเป็นคาร์บอน

การสลายสารอาหารในเซลล์ก็จะเป็นเช่นเดียวกับการเผาไหม้น้ำตาล คือ ต้องการออกซิเจน และให้น้ำ พลังงาน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ครูควรตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การอภิปรายว่า

การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาขั้นตอนเดียวดังในภาพ ถ้าปฏิกิริยาเช่นนี้เกิดขึ้นในเซลล์จะมีผลต่อเซลล์อย่างไร

จากการอภิปรายควรสรุปได้ว่าการเผาไหม้น้ำตาลต้องใช้พลังงานกระตุ้น ซึ่งพลังงานกระตุ้นในการเผาไหม้น้ำตาลมีปริมาณเพียงพอที่จะทำอันตรายต่อเซลล์ได้ และพลังงานที่เกิดจากการเผาไหม้ก็จะทำอันตรายต่อเซลล์ได้เช่นกัน

ครูควรชี้แจงเพิ่มเติมว่า เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวเซลล์จึงมีกลไกที่จะหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานกระตุ้นที่สูงกว่าความต้านทานของเซลล์ และกลไกที่จะควบคุมการปลดปล่อยพลังงานออกมาไม่ให้เป็นอันตรายต่อเซลล์

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาของเซลล์ โดยเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องเอนไซม์และการเกิดปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย และนักเรียนควรสรุปได้ว่า ปฏิกิริยาการสลายกลูโคสในร่างกายต้องใช้เอนไซม์ เพื่อลดพลังงานกระตุ้นที่จะเป็นอันตรายต่อเซลล์และช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดง่ายขึ้น ส่วนการควบคุมการปลดปล่อยพลังงานมิได้ปลดปล่อยพลังงานออกมาในคราวเดียว เซลล์มีกระบวนการสลายกลูโคสหลายขั้นตอนด้วยกัน เพื่อให้แต่ละขั้นตอนปลดปล่อยพลังงานออกมาทีละน้อย พลังงานที่ได้จึงค่อย ๆ ปล่อยออกมาทีละขั้นจึงไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเซลล์

ครูควรชี้แจงเพิ่มเติมดังนี้

1. พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากการสลายสารอาหาร เป็นพลังงานพันธะ ของคาร์บอน
2. พลังงานพันธะของคาร์บอนที่ปลดปล่อยออกมา เซลล์จะนำไปใช้ได้จะต้องเป็นพลังงานเคมี ซึ่งอยู่ในสารประกอบที่เซลล์พร้อมที่จะนำไปใช้ได้ เช่น ATP
3. เซลล์ที่ใช้พลังงานจะต้องสร้าง ATP ใช้อย่าง เพราะ ATP จะลำเลียงข้ามเซลล์หรือข้ามสิ่งมีชีวิตไม่ได้ เนื่องจาก ATP เป็นสารที่มีพลังงานสูงพร้อมที่จะทำปฏิกิริยาเคมีกับสารเคมีต่างๆ อยู่เสมอ

ครูให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของสารประกอบ ATP จากแผ่นโปสเตอร์ และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าประกอบด้วยสารประกอบอะไรบ้าง และเพราะเหตุใดจึงเป็นสารที่มีพลังงานสูง โดยครูอาจจะอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการฟอสโฟรีเลชัน ต่อจากนั้นครูบอกนักเรียนว่าการสลายโมเลกุลของสารอาหารนั้นมีทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน และใช้คำถามนำเข้าสู่การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนดังนี้

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจนแตกต่างกันอย่างไร และ ATP เกี่ยวข้องกับการสลายสารอาหารอย่างไร

5.2.1 การสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปฏิกิริยาแต่ละขั้นตอนของกระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจน
2. ระบุหน้าที่ของแก๊สออกซิเจนในกระบวนการหายใจ
3. อธิบายความเหมาะสมของโครงสร้างของไมโทคอนเดรียกับ กระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจน
4. เปรียบเทียบขั้นตอนการสลายลิพิด โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยสนทนาเรื่องการหายใจ ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วว่าต้องใช้ออกซิเจนนั้นนักเรียนเข้าใจอย่างไร ออกซิเจนมีบทบาทอย่างไร ในการสลายสารอาหาร ซึ่งครูยังไม่เฉลยว่าสิ่งที่นักเรียนเข้าใจนั้นถูกต้องหรือไม่ เมื่อนักเรียนเรียนหัวข้อนี้จบแล้ว จึงย้อนกลับมาตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้ง

ครูชี้แจงนักเรียนว่า ในหนังสือเรียนนี้ต้องการให้นักเรียนทราบถึงขั้นตอนในกระบวนการสลายโมเลกุลของสารอาหารของเซลล์ โดยใช้กลูโคสซึ่งเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวและเป็นสารเชื้อเพลิงหลักของร่างกายเป็นตัวอย่าง

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการสลายสารอาหารจากแผนภาพแสดงขั้นตอนใหญ่ ๆ ของการสลายสารอาหารระดับเซลล์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่ามีขั้นตอนใดบ้าง แต่ละขั้นตอนเกิดขึ้นที่ใด

ประเด็นที่ครูควรจะเน้นในกระบวนการสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจนแต่ละขั้นตอน ควรเป็นดังนี้

ไกลโคไลซิส (glycolysis)

- glyco หมายถึง สารพวกคาร์โบไฮเดรต

lysis หมายถึง การสลาย

ดังนั้น ไกลโคไลซิส คือการสลายกลูโคสที่มีคาร์บอน 6 อะตอมเป็นกรดไพรูวิกที่มีคาร์บอน 3 อะตอม

- กลูโคสเป็นสารที่เสถียร ถ้าจะทำให้กลูโคสสลายจะต้องนำพลังงานจาก ATP ไปทำให้กลูโคสมีพลังงานสูงขึ้น โดยการเติมหมู่ฟอสเฟตให้แก่กลูโคส โดยกระบวนการฟอสโฟรีเลชัน กลูโคสเมื่อถูกเติมด้วยหมู่ฟอสเฟตจะมีพลังงานสูง พร้อมทั้งจะเปลี่ยนแปลง

- การสลายกลูโคสเป็นกรดไพรูวิก 2 โมเลกุล แต่ละโมเลกุลมีคาร์บอน 3 อะตอมนี้จะมีการปลดปล่อยอิเล็กตรอนให้แก่ NAD^+ เป็น NADH และมีการสร้าง ATP โดยใช้พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาในขณะที่มีการสลายกลูโคสเป็นกรดไพรูวิก

- บริเวณที่เกิดไกลโคไลซิส คือ ที่บริเวณไซโทซอล

- กรดไพรูวิกที่ได้จะเคลื่อนเข้าสู่ไมโทคอนเดรีย มีการปลดปล่อยคาร์บอนจากโมเลกุลของกรดไพรูวิก 1 อะตอมในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดสารที่มีคาร์บอน 2 อะตอม คือ แอซิไทลโคเอนไซม์ เอ พลังงานพันธะของคาร์บอนที่ถูกปลดปล่อยจะถูกนำไปสร้าง NADH ปฏิกิริยาขั้นตอนนี้เกิดขึ้นในเมทริกซ์ของไมโทคอนเดรีย

วัฏจักรเครบส์

แอซิไทลโคเอนไซม์ เอ ซึ่งมีคาร์บอนเหลืออยู่ 2 อะตอมจะเข้าสู่กระบวนการสลายคาร์บอนต่อไป โดยมีสารที่มีคาร์บอน 4 อะตอมมารับ

หลังจากนั้นจะมีการสลายคาร์บอนทีละอะตอมเกิดเป็น CO_2

จากการสลายคาร์บอนของแอซิไทลโคเอนไซม์ เอ 2 อะตอม ก็จะได้พลังงานซึ่งจะเก็บอยู่ในรูปของ ATP NADH และ FADH_2

การถ่ายทอดอิเล็กตรอน

เป็นกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจาก NADH และ FADH_2 ไปยังออกซิเจน โดยผ่านตัวรับอิเล็กตรอนชนิดต่าง ๆ การส่งผ่านอิเล็กตรอนเป็นลำดับขั้นในกระบวนการนี้ ในแต่ละลำดับพลังงานของอิเล็กตรอนจะลดลงเรื่อย ๆ ส่วนของพลังงานที่ลดลงนี้จะถูกนำไปใช้ในการลำเลียง H^+ ที่อยู่ในเมทริกซ์ของไมโทคอนเดรียไปยังช่องว่างที่อยู่ระหว่างเยื่อหุ้มชั้นนอกและชั้นในของไมโทคอนเดรียก่อให้เกิดความต่างศักย์ (membrane potential) ซึ่งพลังงานนี้เองมาจากความต่างศักย์นี้จะถูกนำไปใช้ในการสร้าง ATP โดยการทำงานของ ATP synthase

ส่วนคำถามในบทเรียนมีแนวคำตอบดังนี้

■ ผลที่เกิดขึ้นจากการสลายกลูโคส 1 โมเลกุล จากกระบวนการไกลโคไลซิสจะได้สารใด มีการปลดปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาต่าง ๆ หรือไม่ ถ้ามีเก็บไว้ในสารใด

✍ การสลายกลูโคส 1 โมเลกุลจะได้กรดไพรูวิก 2 โมเลกุล มีการปลดปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาเก็บไว้ในสารประกอบ ATP 4 โมเลกุล และ NADH 2 โมเลกุล แต่เนื่องจากในช่วงต้นของกระบวนการไกลโคไลซิสมีการใช้พลังงานจาก ATP ไป 2 ATP ดังนั้นผลลัพธ์สุทธิของ ATP จึงเท่ากับ 2 โมเลกุล

- ผลที่เกิดขึ้นจากการสลายกรดไพรูวิก 1 โมเลกุลจะได้สารใด มีการปลดปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยานี้หรือไม่ถ้ามีเก็บไว้ในสารใด
- ✎ การสลายกรดไพรูวิก 1 โมเลกุลจะได้แอซิติลโคเอนไซม์ เอ 1 โมเลกุล แก๊ส CO_2 1 โมเลกุล และมีการปลดปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาไว้ในสารประกอบ NADH 1 โมเลกุล
- แอซิติลโคเอนไซม์ เอ 1 โมเลกุล เมื่อเข้าสู่วัฏจักรเครบส์แล้วจะมีการปลดปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาต่างๆ หรือไม่ ถ้ามีเก็บไว้ในสารใด
- ✎ มีการปลดปล่อยพลังงานเก็บไว้ใน ATP, NADH และ FADH_2
- การสลายกลูโคส 1 โมเลกุล เมื่อเข้าสู่วัฏจักรเครบส์แล้วจะได้ผลลัพธ์อย่างไร
- ✎ จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

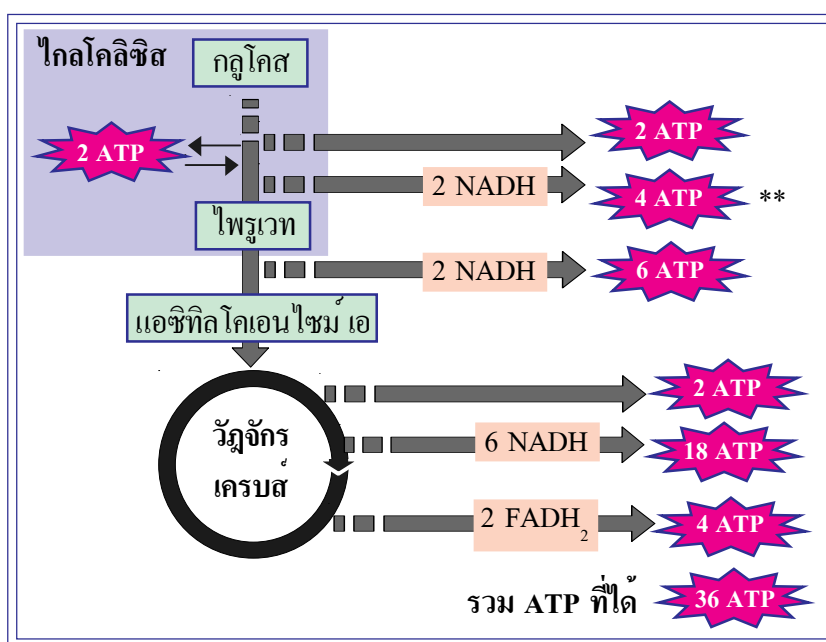
วัตถุดิบที่ใช้	ผลผลิตที่ได้
2 แอซิติลโคเอนไซม์ เอ	4 CO_2
6 NAD^+	6 NADH
2 FAD	2 FADH_2 2 CoA และ 2 ATP

- จากการสลายกลูโคสโดยผ่านกระบวนการไกลโคลิซิส และวัฏจักรเครบส์ได้ NADH 10 โมเลกุล และ FADH_2 2 โมเลกุล เมื่อเข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะได้ ATP เท่าใด
- ✎ 34 ATP
- แกลสออกซิเจนมีบทบาทอย่างไร ในกระบวนการหายใจ
- ✎ แกลสออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายแล้วไปรวมกับ H^+ ทำให้เกิดน้ำ
- นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าเพราะเหตุใด การถ่ายทอดอิเล็กตรอนจึงเกิดที่เยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย
- ✎ เพราะที่ผนังชั้นในของไมโทคอนเดรียเป็นที่อยู่ของสารประกอบที่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ซึ่งมีทั้งสารประกอบที่เป็นตัวนำและตัวรับอิเล็กตรอนชนิดต่าง ๆ อยู่หลายชนิด เช่น NAD^+ FAD และสารประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- ปริมาณยูเรียที่ถูกขับออกมาในปัสสาวะขึ้นอยู่กับปริมาณการรับประทานอาหารประเภทใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
- ✎ โปรตีน เพราะก่อนที่นำกรดอะมิโนซึ่งเป็นหน่วยย่อยของโปรตีนไปสลายเพื่อให้พลังงานนั้น จะต้องมีการดัดแปลงกรดอะมิโนออกจากโมเลกุลของกรดอะมิโน ซึ่งจะดึงออกในรูป NH_3 และตับจะช่วยเปลี่ยนให้เป็นยูเรีย
- ถ้าวางร่างกายโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของร่างกายมาสลายเพื่อให้พลังงานแทนสารอาหารประเภทอื่น จะเกิดผลอย่างไรต่อร่างกาย
- ✎ ร่างกายจะขาดแคลนโปรตีน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการสร้างเอนไซม์ แอนติบอดีและโครงสร้างของร่างกายและอาจทำให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย

ในการสลายกลูโคส 1 โมเลกุล พลังงานที่ได้รับในขั้นตอนของกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน

นั่น เนื้อเยื่อต่างชนิดกันอาจให้พลังงานต่างกัน ดังนี้

NADH ที่เกิดจากกระบวนการไกลโคลิซิส ซึ่งอยู่ในไซโทซอลจะเข้าสู่ไมโทคอนเดรียจะผ่านเยื่อหุ้มไมโทคอนเดรียไม่ได้จะต้องส่งอิเล็กตรอนผ่านตัวรับ ถ้าตัวรับเป็น NAD^+ ด้วยกันก็จะได้ 3 ATP แต่ถ้าตัวรับอิเล็กตรอนเป็น FAD ก็จะได้ 2 ATP ฉะนั้นการสลายโมเลกุลของกลูโคส 1 โมเลกุลในเซลล์ของเนื้อเยื่อบางชนิดอาจได้ 36 ATP และเซลล์ของเนื้อเยื่อบางชนิดอาจจะได้พลังงาน 38 ATP เมื่อนักเรียนเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว อาจใช้แผนภาพข้างล่างนี้เป็นการสรุปอีกครั้งหนึ่ง



** จะได้ 4 ATP หรือ 6 ATP ขึ้นอยู่กับเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

5.2.2 การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถ

1. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และสรุปผลที่เกิดจากปฏิกิริยาการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และเปรียบเทียบกระบวนการสลายสารอาหารในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ กระบวนการหมักกรดแลกติกและกระบวนการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
3. ยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องกระบวนการหมักไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนบทบาทของออกซิเจนในปฏิกิริยาการสลายอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน และให้นักเรียนลองคิดว่าถ้าเกิดภาวะไม่มีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนไม่เพียงพอสิ่งมีชีวิตจะมีการสลายสารอาหารหรือไม่ และมีวิธีการอย่างไร

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.5 เพื่อศึกษากระบวนการหมักของยีสต์ และควรให้นักเรียนร่วม

ก่อนอภิปรายก่อนการทดลองถึงคุณสมบัติของบรอมไทมอลบลู และเหตุผลที่ใส่น้ำมันพืชลงไปในการทดลอง

กิจกรรมที่ 5.5 การหมักของยีสต์

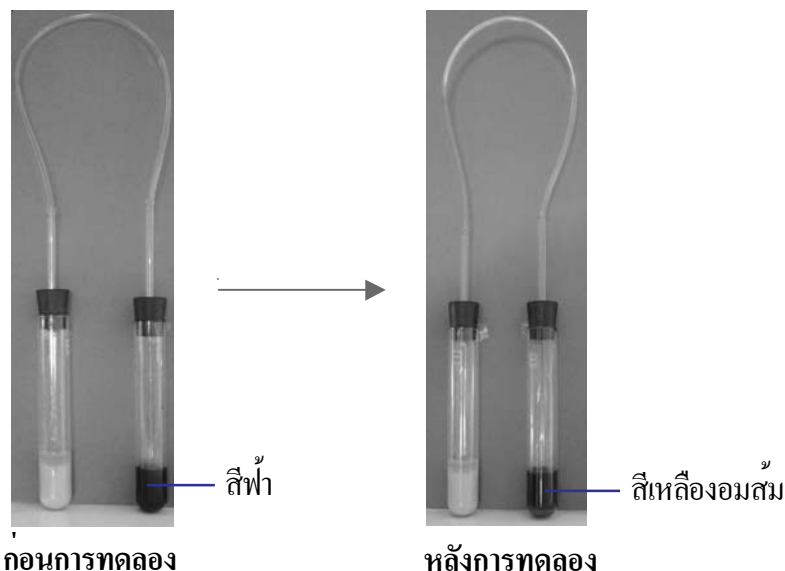
จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สามารถตรวจสอบการหมักของยีสต์
2. นำความรู้ไปใช้ในการศึกษากระบวนการหมักของยีสต์ในน้ำผลไม้ชนิดอื่นได้

ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดลองไว้ประมาณ 5-10 นาที ผลการทดลองเป็นดังนี้

การทดลองชุดที่ 1 ในหลอดที่มีน้ำสับปะรดและยีสต์ พบว่าสารละลายบรอมไทมอลบลูเปลี่ยนจากสีฟ้าอมสีน้ำเงินเป็นสีเขียวและสีเหลืองอมส้ม ดังภาพ



จะสังเกตเห็นฟองอากาศเกิดขึ้นในหลอดทดลองที่มีสารละลายบรอมไทมอลบลูเป็นระยะ ๆ

การทดลองในชุดที่ 2 และ 3 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมดังนี้

ทำไมจึงต้องมีการทดลองชุดที่ 2 ที่มียีสต์กับน้ำกลั่น และการทดลองชุดที่ 3 ที่มีน้ำสับปะรดกับน้ำกลั่น

✎ เป็นตัวควบคุมเพื่อยืนยันการทดลองในการทดลองชุดที่ 1 ว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากเซลล์ของยีสต์จริง

■ การทดลองทั้ง 3 ชุด ควรมีการควบคุมอะไรให้เหมือนกัน

✎ ปริมาณน้ำสับปะรดในชุดที่ 1 และชุดที่ 3 ปริมาณน้ำกลั่นในชุดที่ 2 และ 3 ปริมาณยีสต์ในชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ต้องเท่ากัน

ส่วนคำถามท้ายกิจกรรมมีแนวคำตอบดังนี้

- ฟองแก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สอะไร เพราะเหตุใด
- ✎ ฟองแก๊สที่เกิดขึ้นควรเป็นแก๊ส CO_2 เพราะสีของบรอมไทมอลบลูเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้ม
- เมื่อคมของเหลวในหลอดทดลองที่มียีสต์และน้ำสับปะรดจะมีกลิ่นหรือไม่ อย่างไร
- ✎ มีกลิ่นแอลกอฮอล์
- ทำไมจึงต้องนำหลอดทดลองไปจุ่มในน้ำอุ่น
- ✎ การนำหลอดทดลองไปจุ่มในน้ำอุ่นจะทำให้อุณหภูมิของหลอดทดลองเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยาจะเกิดมากขึ้น ทำให้มีแก๊ส CO_2 มากขึ้น
- เพราะเหตุใดจึงต้องเติมน้ำมันพืชลงบนผิวหน้าของน้ำสับปะรดและยีสต์
- ✎ เพื่อไม่ให้แก๊สออกซิเจนจากอากาศลงไปผสม
- นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร
- ✎ ในสถานะที่ขาดออกซิเจน เมื่อเติมยีสต์ลงไป ในน้ำสับปะรดจะเกิดปฏิกิริยา ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลแอลกอฮอล์
- น้ำผลไม้ชนิดอื่นได้ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่
- ✎ น่าจะได้ผลใกล้เคียงกัน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรด-เบสของสารละลายและปริมาณน้ำตาล ซึ่งเป็นสารให้พลังงานของน้ำผลไม้ นั่น ๆ ด้วย

ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาการทดลองเช่นเดียวกันนี้ในน้ำผลไม้อื่น ๆ เทียบกับน้ำสับปะรดว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร แล้วนำผลมาอภิปรายกันในชั้นเรียน

ครูนำเข้าสู่การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้วยการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล โดยการศึกษาแผนภาพแสดงการสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนของยีสต์ ซึ่งจะเกิดกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ และกระบวนการหมักกรดแลกติกในเซลล์กล้ามเนื้อลาย และในสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น จุลินทรีย์บางชนิด จากการสืบค้นและการทำกิจกรรมที่ 5.5 นักเรียนควรสรุปได้ว่ายีสต์มีการสลายน้ำตาลที่อยู่ในน้ำสับปะรดได้เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอล์ กระบวนการนี้เกิดขึ้นในไซโทซอล และแบ่งเป็นขั้นตอนไกลโคลิซิส และกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในสถานะที่ไม่มีออกซิเจน จึงไม่มีออกซิเจนมารับอิเล็กตรอน NADH ไม่สามารถถ่ายทอดอิเล็กตรอนได้ถ้าเป็นเช่นนี้ก็จะไม่มี NAD^+ ที่จะนำมารับอิเล็กตรอนจากกระบวนการไกลโคลิซิส จึงต้องมีกระบวนการหมักเพื่อจะมี NAD^+ มารับอิเล็กตรอน ช่วงกระบวนการหมักนี้จะไม่เกิด ATP เกิดขึ้น แต่ ATP จะเกิดในช่วงไกลโคลิซิส 2 โมเลกุล ในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์และกรดแลกติกคาร์บอนในโมเลกุลของสารอาหารยังปลดปล่อยไม่หมด จึงทำให้พลังงานจากพลังงานพันธะของคาร์บอนยังหลงเหลืออยู่ ดังนั้นการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนในกระบวนการหมักจึงให้พลังงานน้อยกว่าการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อเปรียบเทียบกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ การหมักกรดแลกติก และกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน โดยใช้ตัวอย่างคำถามในการอภิปราย ดังนี้

เพราะเหตุใดเอทิลแอลกอฮอล์จึงมีพลังงานเหลืออยู่อีกมาก

✎ เพราะปฏิกิริยาการสลายน้ำตาลที่ให้เอทิลแอลกอฮอล์เป็นผลิตภัณฑ์นั้น เป็นปฏิกิริยาการสลายสารอาหารที่ไม่สมบูรณ์เพราะปฏิกิริยาหยุดอยู่เพียงขั้นไกลโคลิซิสเท่านั้น

กรดแลกติกที่เกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

✎ กรดแลกติกจะถูกลำเลียงออกจากเซลล์กล้ามเนื้อไปยังตับ เพื่อสังเคราะห์เป็นกลูโคส ซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ได้

กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ การหมักกรดแลกติก และการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

✎ ส่วนที่เหมือนกัน คือสารตั้งต้นและกระบวนการช่วงไกลโคลิซิสตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงเกิด สารประกอบกรดไพรูวิก ส่วนที่แตกต่างกัน คือการหมักไม่ใช้ออกซิเจน สารผลิตภัณฑ์จากกระบวนการหมักอาจจะได้เอทิลแอลกอฮอล์ และ CO_2 หรือกรดแลกติกขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิต และได้ 2 ATP ส่วนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนจะได้ CO_2 น้ำ และได้ 36 หรือ 38 ATP

นักเรียนคิดว่าคนเราสามารถนำความรู้เรื่องกระบวนการหมักไปใช้ทำอะไรประโยชน์อะไรบ้าง

✎ ใช้ในการทำอาหารหลายชนิด เช่น เต้าเจี้ยว เต้าหู้ยี้ ซีอิ๊ว นมเปรี้ยว โยเกิร์ต ผักและผลไม้ดอง เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ น้ำส้มสายชู ขนมน้ำผึ้ง เป็นต้น

คำถามในบทเรียนมีแนวคำตอบดังนี้

■ นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนแปลงของกรดไพรูวิกในเซลล์หลังจากการเกิดกระบวนการไกลโคลิซิส

✎ แกสออกซิเจนภายในเซลล์

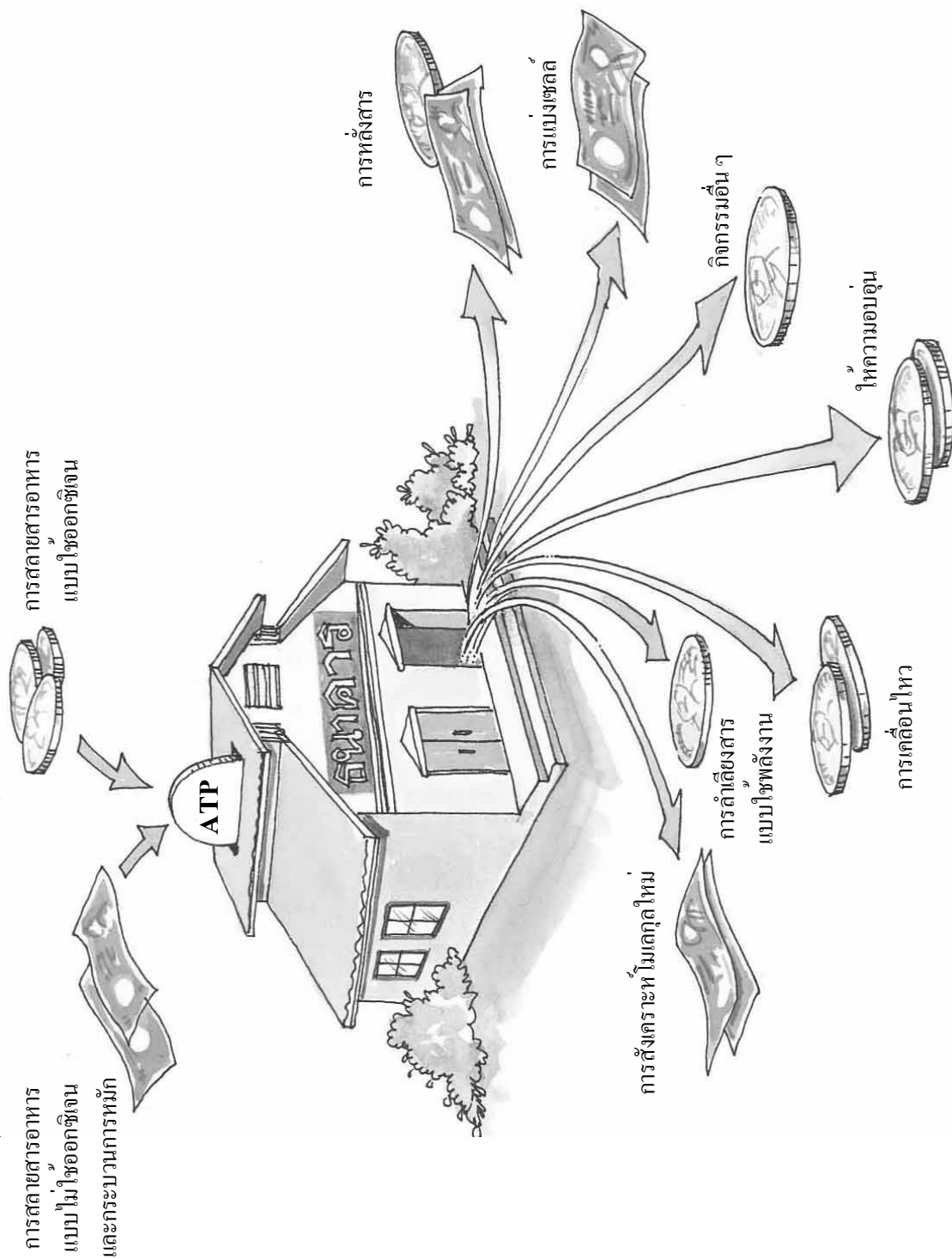
■ ไมโทคอนเดรียมีความจำเป็นต่อกระบวนการสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือไม่ เพราะเหตุใด

✎ ไม่มีความจำเป็น เพราะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะเกิดเฉพาะบริเวณไซโทซอล

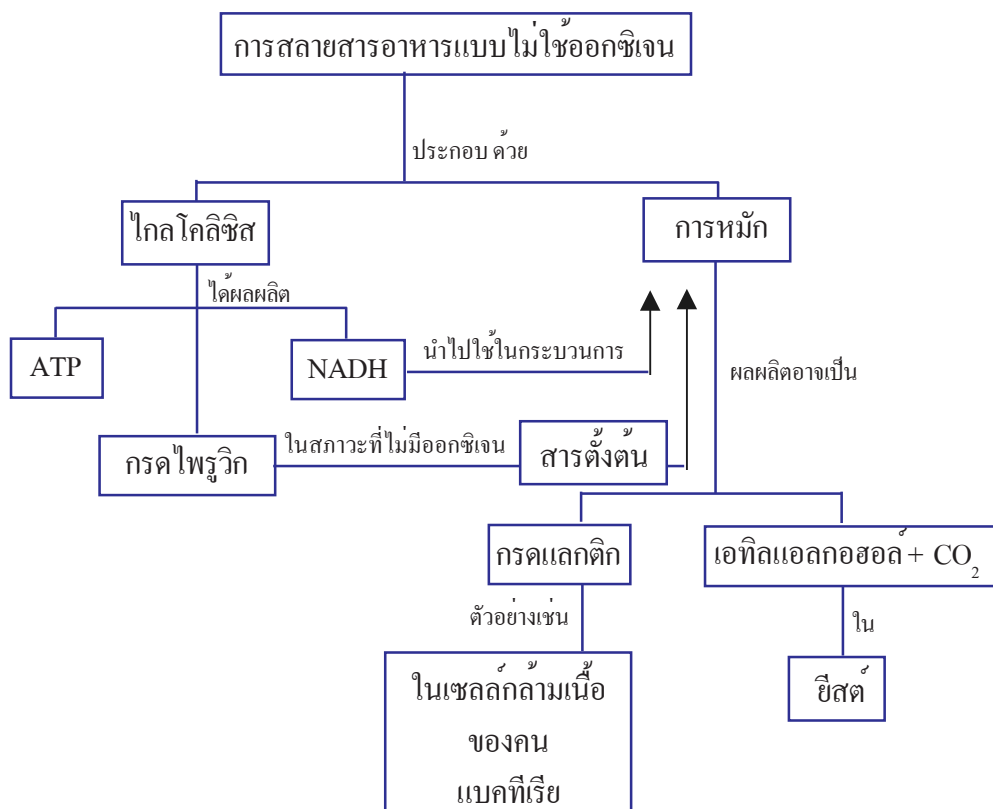
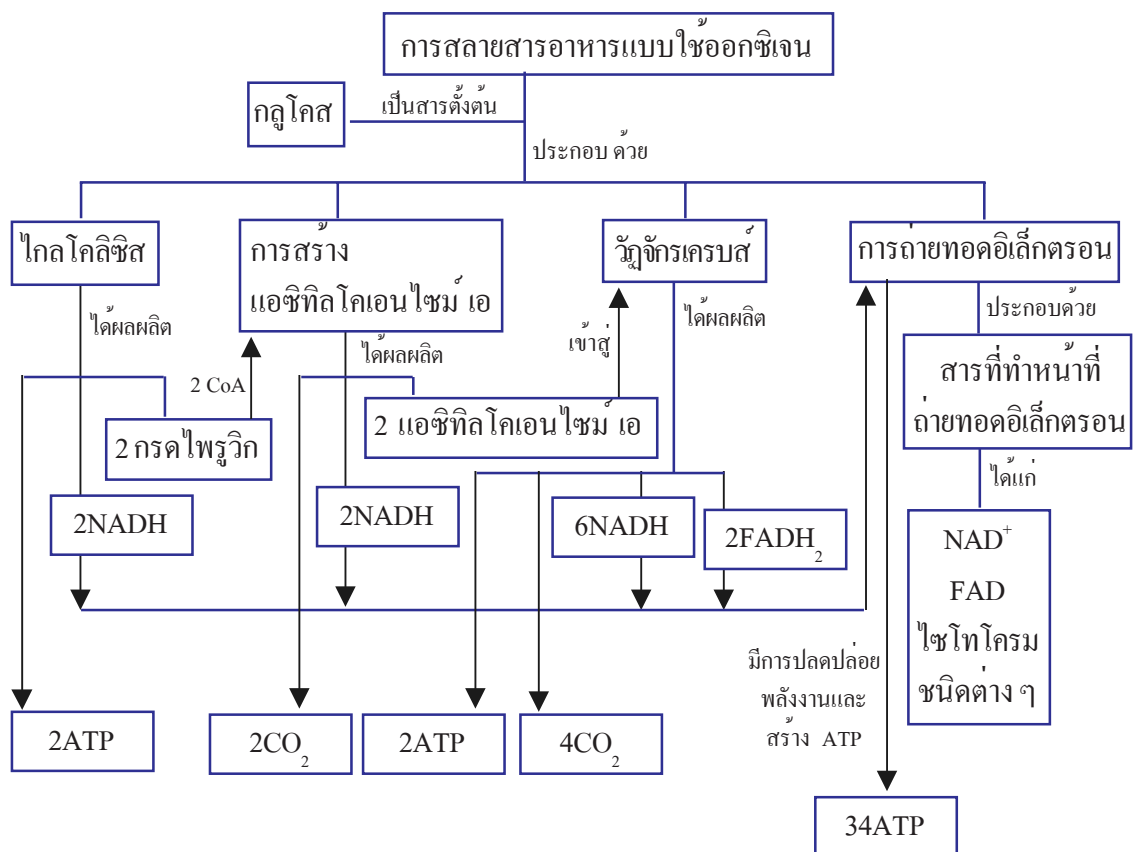
เมื่อจบหัวข้อนี้แล้วครูให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์ เกี่ยวกับกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน

ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนก่อนเรียน และหลังเรียนเรื่องนี้แล้วเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ครูอาจใช้แผนภาพการสังเคราะห์ ATP ของเซลล์และการนำพลังงานจาก ATP ไปใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ของร่างกาย เพื่อเสริมความเข้าใจให้กับนักเรียน ดังภาพ



ตัวอย่างผังมโนทัศน์

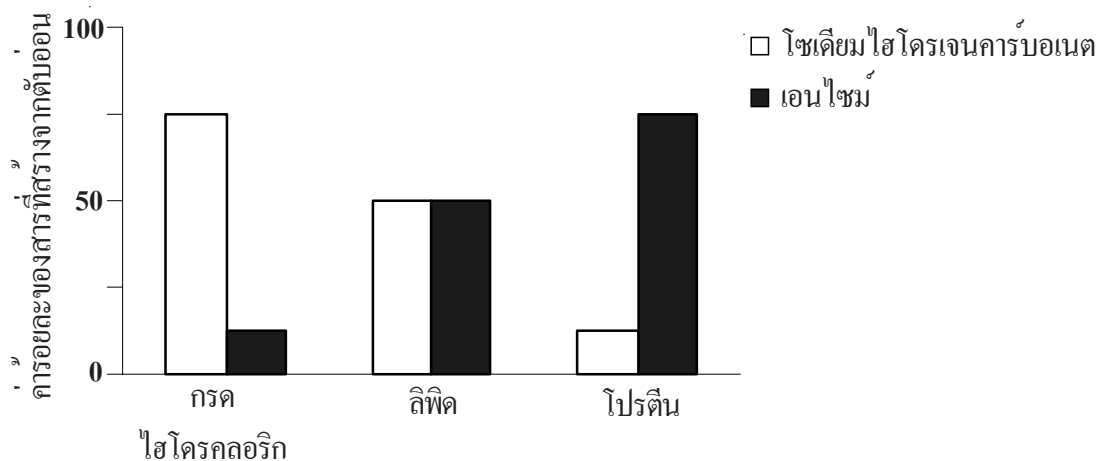


แนวการทำกิจกรรมท้ายบทที่ 5

1. การย่อยอาหารของอะมีบาและพารามีเซียมเกิดที่ส่วนใดของเซลล์ และสัตว์ชนิดใดมีการย่อยอาหารทั้งในเซลล์และนอกเซลล์

✎ การย่อยอาหารของอะมีบาและพารามีเซียมเกิดภายในฟูดเวกิวโอล เมื่อมีไลโซโซมมารวมเอนไซม์ในไลโซโซมจะย่อยอาหารในฟูดเวกิวโอล สัตว์ที่มีการย่อยอาหารทั้งในเซลล์และนอกเซลล์ ได้แก่ ไฮดรา ปะการัง ซีแอนิโมนี

2. จากการศึกษาพบว่า การหลั่งโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตและเอนไซม์ในการย่อยอาหารเข้าสู่ดูโอเดนิัมจะถูกกระตุ้นโดยสารที่เคลื่อนจากกระเพาะอาหารเข้าสู่ดูโอเดนิัม และยังพบว่าสารต่างชนิดกันจะกระตุ้นการหลั่งเอนไซม์และโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตในปริมาณที่แตกต่างกันดังในภาพ



จากกราฟนี้นักเรียนจะอธิบายกราฟได้อย่างไร

✎ สารที่มีฤทธิ์เป็นกรด คือ กรดไฮโดรคลอริกจะกระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตออกมามากกว่าสารพวกลิพิดและโปรตีน ทั้งนี้เพื่อลดความเป็นกรด ส่วนเอนไซม์ที่ตับอ่อนสร้างนั้นจะมีปริมาณต่างกัน เมื่อถูกกระตุ้นด้วยสารต่างชนิดกัน เช่น โปรตีนจะกระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งเอนไซม์มากกว่าลิพิด

3. เหตุใดน้ำจึงมีความสำคัญต่อกระบวนการย่อยอาหาร

✎ น้ำเป็นสิ่งที่ต้องใช้ในกระบวนการย่อยสารอาหารโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็ก เรียกกระบวนการนี้ว่า ไฮโดรไลซิส โดยเอนไซม์ที่ย่อยอาหารจะทำให้พันธะที่ยึดระหว่างโมเลกุลเล็ก ๆ แยกออก อะตอมของออกซิเจนและไฮโดรเจนในโมเลกุลของน้ำจะไปจับกับพันธะที่แตกออก

4. เหตุใดค่า pH ในทางเดินอาหารแต่ละส่วนจึงแตกต่างกัน จงอธิบาย

✎ ทางเดินอาหารแต่ละส่วนจะมีการหลั่งสารที่มีค่า pH แตกต่างกัน เช่น ในปาก ต่อม น้ำลายจะหลั่งน้ำลายซึ่งค่า pH ประมาณ 6.2-7.4 ที่กระเพาะอาหารจะมีการหลั่งกรดไฮโดรคลอริกทำให้

ค่า pH ใน กระเพาะอาหารมีค่าประมาณ 2 เมื่ออาหารเคลื่อนที่ลงสู่ดูโอดินัม ดับอ่อน จะหลั่งสารโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ซึ่งมีฤทธิ์เป็นเบสออกมาผสมกับอาหารเพื่อ ทำให้อาหารมีฤทธิ์เป็นกลาง ซึ่งสภาพความเป็นกรด-เบสในทางเดินอาหารแต่ละส่วนดังกล่าว จะเหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ในทางเดินอาหารส่วนนั้น ๆ

5. เพื่อนของนักเรียนบอกว่ากระบวนการย่อยอาหารเริ่มจากกระเพาะอาหาร นักเรียนจะตรวจสอบอย่างไร เพื่อให้เพื่อนของนักเรียนยอมรับว่า กระบวนการย่อยอาหารเริ่มจากปาก

✎ ทำการทดลองการย่อยแป้ง ซึ่งเริ่มที่ปากโดยเอนไซม์อะไมเลสในน้ำลาย เริ่มจากการให้เพื่อน ทดลองเคี้ยวข้าวสุก 1 นาที จะรู้สึกว่ามีรสหวานเพิ่มขึ้น ต่อจากนั้นจัดชุดการ ทดลองชุดที่ 1 ใช้น้ำแป้งสุก 5 % ปริมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรผสมกับน้ำลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรทิ้งไว้ 2 นาที และนำสารละลาย นั้นมาทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์ และสารละลายไอโอดีน โดยเปรียบเทียบกับผลการทดลองของชุดที่ 2 น้ำแป้ง + น้ำ ส่วนชุดที่ 3 เป็นน้ำลาย + น้ำ ซึ่งมีวิธีการทดลองเช่นเดียวกับชุดที่ 1 เพื่อพิสูจน์ว่าแป้ง ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในน้ำลายได้เป็นน้ำตาล ดังภาพ



6. ถ้านักเรียนต้องการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการย่อยอาหารเป็นภาพเคลื่อนไหว จงเขียนขั้นตอน การนำเสนอภาพ และคำบรรยายของการย่อยข้าวกับปลาหมึกทอดที่ผ่านทางเดินอาหารตามลำดับ
- ✎ คำตอบของข้อนี้ต้องการให้นักเรียนเขียนบรรยายลักษณะภาพและคำอธิบายภาพ หรือนักเรียน อาจจะเขียนเป็นภาพการ์ตูน หรือทำโดยใช้โปรแกรมต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ก็ได้

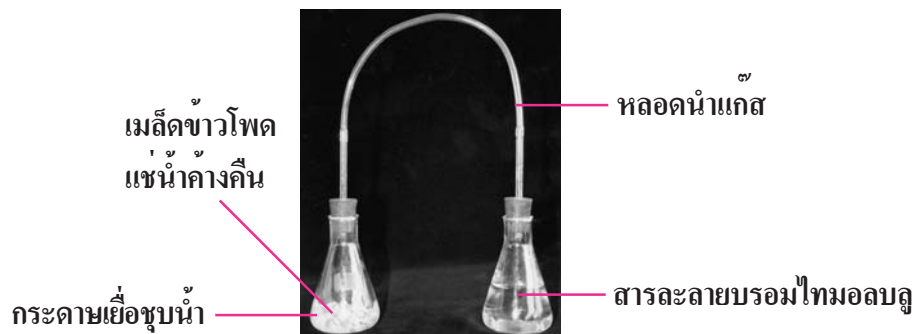
7. บางครั้งเมื่อกินอาหารอืดมาก ๆ อาหารจากกระเพาะอาหารที่ย่อยแล้วบางส่วน จะย้อนกลับมา ที่หลอดอาหารทำให้รู้สึกแสบที่บริเวณกลางหน้าอก นักเรียนจะนำเรื่องการย่อยอาหารมาอธิบาย เหตุการณ์นี้อย่างไร

✎ เอนไซม์ในกระเพาะอาหารที่มีความเป็นกรดจะย้อนกลับมาพร้อมอาหารทำให้เกิดลักษณะ chemical reaction ต่อหลอดอาหาร แสดงออกมาในลักษณะการกระตุ้นความเจ็บปวด สงความรู้สึกไป ตามเส้นประสาทที่รับรู้บริเวณนั้นทำให้เกิดอาการในลักษณะแสบร้อน บริเวณหน้าอกที่เรียกว่า heart burned

8. ถ้าเปรียบเทียบแบตเตอรี่กับสารประกอบที่ให้พลังงานแก่เซลล์ สารใดเทียบได้กับแบตเตอรี่ที่ชาร์จประจุแล้วสารใดเทียบได้กับแบตเตอรี่ที่ไม่มีประจุ

✎ ATP เปรียบเหมือนกับแบตเตอรี่ที่ชาร์จประจุ ส่วนสารที่เทียบได้กับแบตเตอรี่ที่ไม่มีประจุ คือ $\text{ADP} + \text{P}_i$ หรือ $\text{AMP} + 2\text{P}_i$

9. นักเรียนคนหนึ่งต้องการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่เก็บไว้หลายปีแล้วไปปลูก แต่เขาไม่แน่ใจว่าเมื่อนำไปเพาะแล้วจะงอกหรือไม่ เขาจึงตรวจสอบโดยนำเมล็ดข้าวโพดดังกล่าวจำนวนหนึ่ง ไปแช่น้ำค้างคืนแล้วนำมาทำการทดลองดังในภาพ



เมื่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในสารละลายบรอมไทมอลบลู จะเปลี่ยนสีของสารละลายจากสีฟ้าเป็นสีเขียวอมเหลือง เมื่อทำการทดลองไว้ระยะหนึ่งพบว่าสารละลายบรอมไทมอลบลูจะเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีเขียวเหลือง นักเรียนคนนั้นจึงสรุปว่าสามารถนำเมล็ดข้าวโพดนี้ไปปลูกได้

- 9.1 ทำไมนักเรียนคนนี้จึงคิดว่าเมล็ดข้าวโพดนี้เมื่อนำไปเพาะแล้วจะงอกได้

✎ จากผลการทดลองแสดงว่าเมล็ดข้าวโพดยังมีชีวิตอยู่เพราะมีการหายใจ ปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งทำให้สังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของสารละลายบรอมไทมอลบลู

- 9.2 การทดลองนี้จะมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น เขาจะต้องจัดการทดลองที่เป็นชุดควบคุมอย่างไร

✎ ควรจะจัดการทดลองที่เป็นชุดควบคุมโดยนำเมล็ดข้าวโพดที่ตายแล้ว โดยการนำไปต้มให้สุกแล้วนำมาทดลองเพื่อยืนยันว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาเกิดจากการหายใจของเมล็ดข้าวโพดที่ยังมีชีวิตจริง

10. มีวิตามินบางชนิดเกี่ยวข้องกับการสลายสารอาหารระดับเซลล์ คือ ไนอะซิน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ NAD^+ ไรโบฟลาวินซึ่งเป็นส่วนประกอบของ FAD จงค้นคว้าหาวิตามินดังกล่าวจะมีผลต่อร่างกายอย่างไรบ้าง

✎ NAD^+ และ FAD เป็นสารประกอบที่ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนและโปรตอนที่ปลดปล่อยออกมาจากปฏิกิริยาการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน และนำไปส่งให้กับสารประกอบต่าง ๆ ของกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนที่ผนังชั้นในของไมโทคอนเดรีย ทำให้เกิดการผลิต ATP ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีพลังงานสูงจำนวนมาก ดังนั้นการขาดวิตามินไนอะซินและไรโบฟลาวินจะมีผลต่อปฏิกิริยาการสลายสารอาหารระดับเซลล์ นอกจากนี้การขาดวิตามินไนอะซินยังปรากฏอาการให้เห็นได้ คือ เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย ถ้าขาดมากผิวหนังจะเป็นผื่นแดง อีกสเป

ต่อมาสีผิวจะคล้ำหายและอักเสบเมื่อถูกแสงแดด ส่วนการขาดไรโบฟลาวินจะมีการที่ปรากฏคือเป็นโรคปากนกกระจอก ถ้าเกิดในเด็กจะทำให้เจริญเติบโตไม่เต็มที่

11. ทำไมสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจึงต้องมีกระบวนการสลายสารอาหารภายในเซลล์
 - ✎ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องมีกระบวนการสลายสารอาหารภายในเซลล์ เพื่อผลิตพลังงานเก็บในรูป ATP สำหรับใช้ในการทำกิจกรรมของเซลล์ และ ATP นี้จะเกิดจากกระบวนการสลายสารอาหารภายในเซลล์เท่านั้น
12. ปฏิกริยาในวัฏจักรเครบส์มีความสำคัญต่อกระบวนการสลายสารอาหารในเซลล์อย่างไร
 - ✎ ปฏิกริยาในวัฏจักรเครบส์เป็นการปลดปล่อยคาร์บอนที่อยู่ในสารแอซิติลโคเอนไซม์ เอ ให้ได้เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และมีพลังงานพันธะของคาร์บอนที่ปล่อยออกมาระหว่างการเกิดปฏิกริยาจะเก็บไว้ในรูปของ NADH, FADH₂ และ ATP
13. ในการสลายกลูโคสภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีปฏิกริยาหลายขั้นตอนเพื่อปลดปล่อยพลังงานออกมาทีละน้อย ๆ ถ้าการสลายกลูโคสมີปฏิกริยาเกิดขึ้นขั้นตอนเดียว และปล่อยพลังงานออกมาในคราวเดียวจะเกิดอะไรขึ้น อย่างไร
 - ✎ พลังงานจะมีปริมาณมากซึ่งทำให้เซลล์ตายได้
14. ยีสต์สามารถสลายสารอาหารได้ทั้งในสภาพแวดล้อมที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน นักเรียนคิดว่าในสภาพแวดล้อมเช่นไรยีสต์จึงจะเจริญเติบโตได้ดี เพราะเหตุใด
 - ✎ สภาพแวดล้อมที่ยีสต์จะเจริญเติบโตได้ดี คือ บริเวณที่มีออกซิเจน เพราะยีสต์จะสามารถนำออกซิเจนไปใช้ในการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน ทำให้ได้พลังงานจำนวนมากกว่าสภาพแวดล้อมที่ไม่มีแก๊สออกซิเจน ซึ่งยีสต์จะนำพลังงานไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ต่อไป

แหล่งเรียนรู้

อินเทอร์เน็ต (Internet)

1. http://www.kent.wednet.edu/staff/rlynch/sci_class/chap09/lesson_protista/Protista_Lesson.html มีรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดจำแนก ลักษณะทั่วไป การเคลื่อนที่และมีลิงค์ไปยังรูปภาพโครงสร้างของ Protist และรายละเอียดโครงสร้างที่สำคัญ
2. <http://www.britannica.com> เมื่อค้นหาคำว่า digestion - images ก็จะพบกับภาพประกอบ human digestive system พร้อมคำอธิบาย
3. <http://encarta.msn.com/encnet/refpages/refarticle.aspx?refid=761560179> รายละเอียดของฟองน้ำแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ Introduction, Characteristics, Commercial sponges, and scientific classification พร้อมภาพประกอบ
4. http://www.aquarium.net/flash_index.html รวบรวมความเกี่ยวกับสัตว์ทะเลมากกว่า 100 เรื่อง พร้อมภาพประกอบ
6. <http://www.utm.edu/~rirwin/cnidaria2.htm> รายละเอียด Phylum cnidaria
7. <http://www.users.voicenet.com/~ginette/plantxt.htm> ความรู้เกี่ยวกับ planaria สรุปโดยย่อ และเทคนิควิธีการเลี้ยง
8. http://www.kent.wednet.edu/staff/rlynch/sci_class/chap13/platy.html รายละเอียด Phylum Platyhelminthes พร้อมภาพ ประกอบ ทางเดินอาหาร และการ Regenerate ของ planaria ทางเดินอาหารของ tape worm และ liver fluke
9. <http://www.dr-dan.com/tapeworm.htm> รายละเอียด พร้อมภาพประกอบวงจรชีวิตของ tapeworms
10. http://www.biosci.ohio-state.edu/~parasite/lifecycles/ascaris_lifecycle.html เป็น Diagram แสดงวงจรชีวิตของ Round worm
11. http://nematode.unl.edu/digestive_system.html รายละเอียดของ Digestive System ของ nematode
12. http://biog-101-104.bio.cornell.edu/BioG101_104/tutorials/animals/earthworm.html ภาพถ่ายไส้เดือนดิน แสดงลักษณะภายนอก ด้านหลังและด้านท้อง ภาพแสดงโครงสร้างของอวัยวะภายใน รวมทั้งระบบทางเดินอาหาร
13. <http://www.pbs.org/wnet/nature/alienempire/multimedia/bee.html> รายละเอียดเกี่ยวกับ bee anatomy พร้อมทั้ง อธิบายโครงสร้างของผึ้งทั้งภายในและภายนอก *****
14. http://arbl.cvmbs.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/herbivores/rumen_anat.html มีภาพประกอบแบบแยกส่วนของ ruminant stomach และภาพถ่ายแสดงลักษณะของเยื่อบุผิวภายใน กระเพาะส่วน rumen, reticular, และ omasum และในตอนท้ายของบทความมีลิงค์ไปยังเรื่อง rumen physiology and rumination ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับการย่อยและการเก็บสะสมของอาหารใน กระเพาะอาหาร และการเคลื่อนตัวของกระเพาะส่วน Reticular-Rumen (Reticuloruminal Motility) พร้อมภาพเคลื่อนไหวแสดง motility
15. <http://tidepool.st.usm.edu/crswr/110respiration.html> เรื่อง Cellular respiration พร้อมภาพประกอบ

บทที่ 6

การรักษาคุณภาพในร่างกาย

เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

6.1 ระบบหายใจกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย		
6.1.1 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์	3	ชั่วโมง
6.1.2 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน	8	ชั่วโมง
6.2 ระบบขับถ่ายกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย		
6.2.1 การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	0.5	ชั่วโมง
6.2.2 การขับถ่ายของสัตว์	2.5	ชั่วโมง
6.2.3 การขับถ่ายของคน	6	ชั่วโมง
6.3 ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลืองกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย		
6.3.1 การลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์	2	ชั่วโมง
6.3.2 การลำเลียงสารในร่างกายของคน	12	ชั่วโมง
6.3.3 ระบบน้ำเหลือง	6	ชั่วโมง
รวม	40	ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปความสำคัญของการรักษาคุณภาพภายในร่างกาย
2. สืบค้นข้อมูล ดำเนินการตรวจสอบ อภิปราย เปรียบเทียบ และสรุปโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์
3. ดำเนินการตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปโครงสร้างและกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของคนและของสัตว์
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุป และนำเสนอผลงานเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ
5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปความหมายของของเสียและการขับถ่าย
6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์
7. ดำเนินการตรวจสอบ อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของไตและอวัยวะที่เกี่ยวข้อง
8. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการทำงานของไตกับการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุของร่างกาย
9. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับไตและโรคของไต พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการดูแลสุขภาพของระบบขับถ่ายของตนเองให้เป็นปกติ
10. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการทำงานของผิวหนังกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย
11. สืบค้นข้อมูล ดำเนินการตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์
12. ดำเนินการตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน

13. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด หมู่เลือด การให้และรับเลือด
14. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน
15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุป และจัดแสดงผลงานเกี่ยวกับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย และโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของคนในท้องถิ่น

สาระสำคัญ

ร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้รับแก๊สออกซิเจนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก โดยอาศัยโครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส สิ่งมีชีวิตที่มีความซับซ้อนของโครงสร้างร่างกายแตกต่างกัน รวมถึงสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่แตกต่างกัน และความต้องการแก๊สออกซิเจนไม่เท่ากัน ทำให้มีโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สแตกต่างกัน

กระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ของร่างกาย ทำให้เกิดของเสีย ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และของเสียที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งได้แก่ แอมโมเนีย ยูเรีย และกรดยูริก จึงต้องมีการขับถ่ายของเสียเหล่านี้ออกจากร่างกาย สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างของร่างกายและสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่แตกต่างกัน จะมีโครงสร้างและวิธีการขับถ่ายของเสียแตกต่างกัน คนมีไตและผิวหนังเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่ายและรักษาสสมดุลของสารในร่างกาย

ในสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในร่างกายมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน มีการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อมโดยตรง ในสัตว์ชั้นสูงที่ร่างกายซับซ้อนมีระบบหมุนเวียนเลือดทำหน้าที่ลำเลียงสารไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดมี 2 ระบบ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบวงจรเปิดพบในสัตว์จำพวก หอย แมลง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบวงจรปิดพบในสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์เลื้อยคลาน รวมทั้งคนด้วย

ระบบหมุนเวียนเลือดของคนประกอบด้วยหัวใจ ทำหน้าที่รับและสูบฉีดเลือดไปยังเซลล์ทั่วร่างกาย ขณะที่หัวใจบีบตัวสูบฉีดเลือด ทำให้เกิดความดันในหลอดเลือดและชีพจร ชีพจรและความดันเลือดมีความสัมพันธ์กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปริมาณไขมันในหลอดเลือด สภาพการทำงานของร่างกาย วัยของคน เป็นต้น

เลือดคนประกอบด้วย เซลล์เม็ดเลือดและพลาสมา เซลล์เม็ดเลือดนั้นมีหลายชนิดและทำหน้าที่แตกต่างกัน เซลล์เม็ดเลือดแดงทำหน้าที่รับออกซิเจน เซลล์เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่ทำลายเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอม และสร้างภูมิคุ้มกันในร่างกาย เกล็ดเลือดทำหน้าที่เกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือด ส่วนพลาสมานั้นมีสารหลายชนิดละลายอยู่ มีทั้งสารที่เป็นประโยชน์และสารที่ร่างกายไม่ต้องการ

เลือดของคนจำแนกตามระบบ ABO ได้เป็น 4 หมู่ คือ A B AB และ O เรียกตามชนิดของแอนติเจนที่เชื่อมกับเซลล์เม็ดเลือดแดง และสามารถจำแนกตามระบบ Rh ได้เป็น 2 หมู่ คือ Rh⁺ และ Rh⁻ หมู่เลือดมีความสำคัญต่อการให้และการรับเลือด ผู้ให้และผู้รับเลือดควรมีหมู่เลือดตรงกันจึงจะปลอดภัยที่สุด

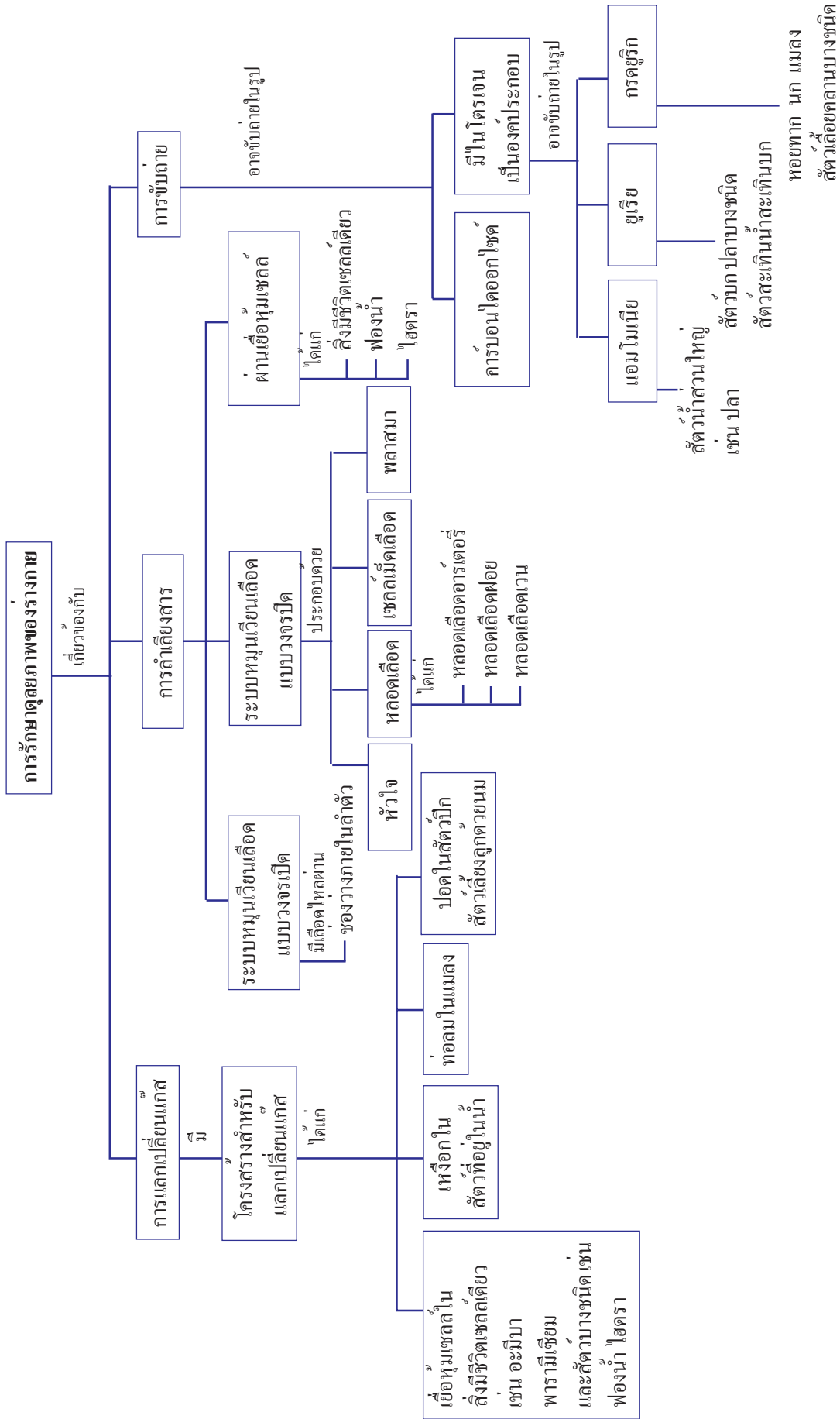
ระบบน้ำเหลืองเกี่ยวข้องกับการลำเลียงสารและการสร้างภูมิต้านทานเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และการสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย ได้แก่ หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง น้ำเหลืองคือของเหลวที่ซึมผ่านผนังหลอดเลือดฝอยออกมา

อยู่ระหว่างเซลล์และแพร่เข้าไปในหลอดน้ำเหลืองฝอย ต่อจากนั้นจึงเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองที่มีขนาดใหญ่ขึ้น แล้วเปิดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดที่หลอดเลือดขนาดใหญ่ใกล้หัวใจ หลอดน้ำเหลืองมีลักษณะปลายตันและจะมีทิศทางการไหลเข้าสู่หัวใจทางเดียว ต่อมน้ำเหลือง ต่อมน้ำนม และเนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่บริเวณผนังลำไส้เล็ก หน้าที่ของต่อมแต่ละชนิดจะแตกต่างกันโดยทั่วไปจะทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำลายเชื้อโรค และสร้างลิมโฟไซต์บางชนิดที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย

เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย ร่างกายจะมีกลไกต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ นอกจากนี้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการแพทย์ช่วยให้มีวิธีการสร้างภูมิคุ้มกันโรคให้กับร่างกายได้ ซึ่งมี 2 แบบ คือ ภูมิคุ้มกันก่อเอง และภูมิคุ้มกันรับมา

ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายอาจเกิดผิดปกติได้ เช่น โรคภูมิแพ้ โรคสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง และโรคเอดส์ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการแพทย์ยังไม่สามารถค้นหาวิธีรักษาและกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันโรคเอดส์ได้ ดังนั้นทุกคนควรตระหนักถึงอันตรายและการป้องกันโรครายนี้

ผังมโนทัศน์
บทที่ 6 การศึกษาดูสภาพในร่างกาย



6.1 ระบบหายใจกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย


จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ


1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปความสำคัญของการรักษาคุณภาพในร่างกาย
2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสัตว์บางชนิด
3. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย เปรียบเทียบและสรุปโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์
4. สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ ทดลอง อภิปราย และสรุปโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน
5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุป และนำเสนอผลงาน เกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ
6. ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการวัดอัตราการหายใจ

แนวการจัดการเรียนรู้


ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนศึกษาภาพการเลี้ยงเอ็มบริโอของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งในห้องปฏิบัติการให้อยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในหลอดทดลอง และร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างประเด็นอภิปราย ดังนี้

ถ้าต้องให้เอ็มบริโอสามารถมีชีวิตอยู่รอดในหลอดทดลองได้ จะต้องจัดสภาพแวดล้อมให้อยู่ในสภาพอย่างไร


 มีอาหาร อากาศ อุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่เหมาะสม และเพียงพอต่อการดำรงชีวิต ถ้าสภาพแวดล้อมภายนอกเซลล์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม นักเรียนคิดว่าเอ็มบริโอจะเจริญอยู่ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

 อาจจะอยู่ไม่ได้ หรือถ้าเปลี่ยนไปมากเอ็มบริโออาจตายได้

ในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน สภาวะแวดล้อมมีทั้งสภาวะแวดล้อมภายนอกในร่างกายและสภาวะแวดล้อมภายในร่างกาย นักเรียนคิดว่าสภาวะแวดล้อมใดมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

 สภาวะแวดล้อมภายในร่างกาย เพราะเซลล์สัมผัสกับสภาวะแวดล้อมภายในร่างกายมากกว่าสภาวะแวดล้อมภายนอกในร่างกาย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าสภาวะแวดล้อมภายในร่างกาย คือ สภาวะแวดล้อมของเซลล์นั่นเอง

ในชีวิตประจำวันสภาวะแวดล้อมภายในร่างกายของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลง บ้างหรือไม่ จงยกตัวอย่าง

 ในแต่ละวันสภาวะแวดล้อมภายในและภายนอกร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น อุณหภูมิของอากาศ ปริมาณน้ำ แร่ธาตุ และสารอาหาร อื่นๆ ที่ร่างกายได้รับจากอาหาร ทำให้สภาวะแวดล้อมภายในร่างกาย เช่น ความเข้มข้นของสารต่างๆ ความเป็นกรด-เบส และอุณหภูมิ เปลี่ยนแปลงไป

ร่างกายของนักเรียนมีกลไกอย่างไร ในการรักษาคุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในร่างกายไว้ให้คงที่

✎ คำตอบขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งครูยังไม่บอกว่าจะใครคิดหรือถูก เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนให้นักเรียนลองตรวจสอบคำตอบของนักเรียนอีกครั้ง

ครูทบทวนเกี่ยวกับระบบต่างๆ ของร่างกายที่ทำงานเพื่อรักษาคุณภาพของร่างกาย แต่ละระบบจะมีกลไกการรักษาคุณภาพของร่างกายแตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนในหัวข้อต่อไป จากนั้นครูนำเข้าสู่หัวข้อ 6.1.1 โดยทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการทำกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์และร่างกายซึ่งจำเป็นต้องใช้พลังงาน และพลังงานส่วนใหญ่ได้จากการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน และผลที่เกิดขึ้นจะได้แกส คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งร่างกายจำเป็นต้องกำจัดออก ครูให้นักเรียนช่วยกันคิดว่าสิ่งมีชีวิตมีการรับแกสออกซิเจนและปล่อยแกสคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกายด้วยวิธีใด และสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสภาพแวดล้อมต่างกัน โครงสร้างร่างกายต่างกันจะมีวิธีการแลกเปลี่ยนแกสเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

6.1.1 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแกสของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแกสของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์
2. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และสรุปโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแกสของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
3. อธิบายความเหมาะสมของโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแกสของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ กับสภาพแวดล้อม

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่นักเรียนรู้จัก เช่น พารามีเซียม อะมีบา ยีสต์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความต้องการแกสออกซิเจนของสิ่งมีชีวิต เพื่อนำไปใช้ในการสลายสารอาหารให้ได้พลังงาน ขณะเดียวกันก็ต้องกำจัดแกสคาร์บอนไดออกไซด์และของเสียอื่น ๆ ออกจากเซลล์ นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจะใช้โครงสร้างใดของเซลล์เพื่อทำหน้าที่ดังกล่าว และใช้วิธีการลำเลียงสารแบบใด โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงกับเรื่องการลำเลียงสารเข้าออกจากเซลล์ที่เคยเรียนมาแล้ว

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแกสของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง แมงมุม ปลา และนก โดยครูอาจจะใช้แผ่นโปรงใส หรือโปสเตอร์ อธิบายประกอบในเรื่องที่นักเรียนสงสัย เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และให้นักเรียนแบ่งกลุ่มอภิปรายเปรียบเทียบ และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแกส ของสัตว์ต่างๆ โดยใช้ตัวอย่างคำถามในหนังสือเรียนและคำถามเพิ่มเติม ดังนี้

- การแลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮโดรา พลานาเรีย และไส้เดือนดินเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ฟองน้ำ ไฮโดรา พลานาเรีย จะใช้เซลล์ที่ผิวหนังที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมแลกเปลี่ยนแก๊สกับสิ่งแวดล้อม และมีการแพร่ของแก๊สระหว่างเซลล์กับเซลล์ ส่วนไส้เดือนดินมีการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยผ่านทางผิวหนังคล้ายกับพลานาเรีย แต่ไส้เดือนดินมีเนื้อเยื่อหลายชั้น การแลกเปลี่ยนแก๊สใช้วิธีการแพร่อย่างเดียวยังไม่เพียงพอและรวดเร็ว จึงต้องมีระบบหมุนเวียนเลือดช่วยในการลำเลียงแก๊ส ไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทำให้การแลกเปลี่ยนแก๊สมีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งเหมาะสมกับโครงสร้างของร่างกาย

โครงสร้างของร่างกายที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สจะต้องมีลักษณะสำคัญอย่างไร

มีพื้นที่ผิวมากและบางพอที่จะแลกเปลี่ยนแก๊สได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการลำเลียงแก๊สไปยังบริเวณอื่นๆ ได้อย่างรวดเร็ว มีการป้องกันอันตรายให้กับโครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊ส และโครงสร้างในการแลกเปลี่ยนแก๊สต้องชุ่มชื้นอยู่เสมอ

เพราะเหตุใด แมลงจึงไม่จำเป็นต้องมีระบบหมุนเวียนเลือดเป็นตัวนำแก๊สออกซิเจนไปให้เซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกาย

แมลงมีระบบท่อลมซึ่งแตกแขนงไปทั่วร่างกาย ระบบท่อลมนี้สามารถนำแก๊สไปให้เซลล์ต่างๆ ของร่างกายได้โดยตรง

- อวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์น้ำมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตอย่างไร

ในน้ำมีแก๊สออกซิเจนที่ละลายอยู่ในปริมาณน้อยมาก และมีการแพร่ช้ามากเมื่อเทียบกับในอากาศ สัตว์ที่อยู่ในน้ำ เช่น ปลาและกุ้ง จึงพัฒนาโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สคือเหงือก ให้มีลักษณะเป็นซี่ๆ เรียงกันเป็นแผง เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับออกซิเจนในน้ำ

- นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของนกทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

อุณหภูมิของนกไม่ได้ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊ส เนื่องจากขนของนกไม่บาง ถึงแม้ว่าจะมีหลอดเลือดฝอยมาล้อมรอบก็ตาม แต่มีหน้าที่สำรองอากาศเพื่อส่งให้ปอดแลกเปลี่ยนแก๊สในนกใช้ในขณะบิน

ครูให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยสำรวจตรวจสอบโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จากกิจกรรมที่ 6.1

กิจกรรมที่ 6.1 โครงสร้างภายนอกของปอดหมู หรือปอดวัว

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สังเกตลักษณะภายนอก และภายในรวมทั้งความยืดหยุ่นของปอด
2. สังเกตลักษณะโครงสร้างของหลอดลม ท่อลม เนื้อเยื่อปอด และหลอดเลือด

ในการทำกิจกรรมที่ 6.1 ครูควรดำเนินการดังนี้

1. ครูควรเตรียมการล่วงหน้าโดยหาซื้อปอดหมู หรือปอดวัว ที่มีขายในท้องตลาด ซึ่งต้องตั้งผู้ขายล่วงหน้า เพราะปอดวัวนั้นแม่ค้ามักจะหั่นขายเป็นชิ้นเล็ก ๆ จึงไม่เหมาะที่จะนำมาศึกษา

ควรให้ปอด หลอดลม และกล่องเสียง รวมถึงหลอดเลือดอาร์เตอรีและหลอดเลือดเวนที่เชื่อมกับปอด มีความสมบูรณ์ไม่สึกขาด

2. ก่อนให้นักเรียนลงมือศึกษา ควรให้นักเรียนสวมถุงมือ และนำปอดมาล้างให้สะอาด
3. ควรนำส่วนของกล่องเสียงที่มีฝาปิดกล่องเสียงและหลอดอาหารมาอธิบายเรื่องการกลืนอาหาร เพราะหลังหลอดลมจะมีหลอดอาหารติดอยู่ด้วย เพื่อเป็นการทบทวนเรื่องการกลืนในบทเรียนเรื่องการย่อยอาหาร
4. การเป่าลมเข้าปอดเพื่อศึกษาการขยายตัวของปอดนั้น ควรใช้วิธีการดีดเนื้อปอดบางบริเวณให้เห็นแขนงของท่อนลม แล้วใช้สายยางสอดเข้าหลอดลมฝอยนั้นแล้วเป่าเต็มแรงให้สุดลมหายใจ แล้วหยุดและเอาสายยางออกจากปากทันที เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศภายในปอดย้อนกลับออกมาเข้าปากผู้เป่า เพราะอาจมีโรคติดต่อถึงกันได้
5. ไม่ควรเป่าลมจากปากโดยตรงกับปอดทั้งหมด แต่ต้องการจะศึกษาการขยายตัวของปอดทั้งหมดควรใช้เครื่องสูบลมแทนการเป่าจากปาก
6. ก่อนลงมือทำกิจกรรมควรให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมให้ละเอียด ซึ่งครูอาจเป็นผู้อธิบายพร้อมกับสาธิตให้นักเรียนดูก่อน จนนักเรียนเข้าใจแล้วจึงให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม พร้อมกับศึกษาของจริงประกอบไปด้วยกัน จะทำให้นักเรียนเข้าใจดียิ่งขึ้นหลังจากทำกิจกรรมแล้ว

ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามในกิจกรรมที่ 6.1

- ปอดมีสีอะไร เพราะเหตุใดจึงมีสีเช่นนั้น
- ✎ ปอดมีสีแดงเรื่อ เพราะตามถุงลมจะมีหลอดเลือดฝอยไปหล่อเลี้ยง
- ลักษณะรูปร่างและขนาดของปอดชาย และปอดขวาที่นักเรียนสังเกตได้แตกต่างกันอย่างไร
- ✎ ปอดชายมี 2 พู ปอดขวามี 3 พู ปอดชายเล็กกว่าปอดขวาเล็กน้อย เนื่องจากด้านซ้ายมีหัวใจอยู่ด้วย
- เมื่อใช้นิ้วมือบีบหลอดลมแล้วปล่อย หลอดลมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- ✎ หลอดลมจะกลับคงรูปเดิม
- ลักษณะของหลอดลม การจัดเรียงตัวของกระดูกอ่อน และลักษณะของกระดูกอ่อนและถุงลมมีความเหมาะสมต่อการทำหน้าที่อย่างไร
- ✎ หลอดลมมีกระดูกอ่อนเป็นวงเรียงตัวต่อกัน และปลายกระดูกอ่อนแต่ละชิ้นจะไม่ชนกัน มีกล้ามเนื้อเชื่อมระหว่างปลาย จึงมีลักษณะเหมือนกระดูกซี่โครงงูหรือรูปเกือกม้า มีความยืดหยุ่นทำให้หลอดลมไม่ตีบแบน สามารถขยายตัวได้เล็กน้อย จึงมีประโยชน์ทำให้อากาศเข้าและออกจากปอดได้สะดวก และการที่ถุงลมมีปริมาณมาก ช่วยให้มีพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนแก๊สได้มาก

ครูอาจให้นักเรียนเปรียบเทียบการทำงานของฝาปิดกล่องเสียงในการที่มีการหายใจเข้าออก เชื่อมโยงกับการกลืนอาหาร ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ดังนี้

	ขณะสูดลมหายใจเข้าออก	ขณะกลืนอาหาร
ตำแหน่งของฝาปิดกล่องเสียง	ยกตัวสูงขึ้น	เลื่อนลงต่ำ
ทางเดินหายใจ	เปิด	ปิด
ทางเดินอาหาร	ปิด	เปิด

6.1.2 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปอวัยวะต่าง ๆ ของทางเดินหายใจ
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับกลไกในการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของอากาศในปอดขณะหายใจเข้าออก
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สในร่างกาย
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับการควบคุมการหายใจ
5. สืบค้นข้อมูล ตรวจสอบ อภิปราย และนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ และนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ
6. สืบค้น อภิปราย และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหายใจกับอัตราเมแทบอลิซึม

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน โดยทบทวนความรู้เดิมว่ามีอวัยวะใดเกี่ยวข้องบ้าง มีความคล้ายคลึงกับของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ 6.1 ไปแล้วหรือไม่อย่างไร

จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน โดยครูอาจใช้แผ่นโปสเตอร์อธิบายเพิ่มเติม และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปทางเดินหายใจของคน ซึ่งเริ่มจากช่องจมูกจนถึงถุงลม โดยใช้ตัวอย่างคำถามนำในการอภิปราย ดังนี้

เมื่อนักเรียนสูดอากาศเข้าทางช่องจมูกแล้ว อากาศจะมีการเดินทางผ่านอวัยวะใดบ้าง

✎ ช่องจมูก → โพรงจมูก → คอหอย → กล่องเสียง → หลอดลม → หลอดลมฝอย → ถุงลม

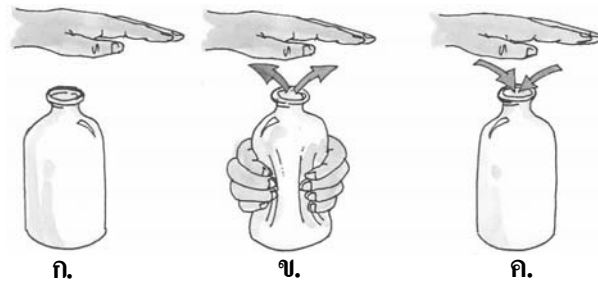
ปอดของคนมีพื้นที่ผิวที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส เพียงพอกับความต้องการของร่างกายหรือไม่

✎ ปอดของคนมีพื้นที่ผิวเพียงพอกับความต้องการของร่างกายเพราะ ปอดของคนแต่ละข้างมีถุงลม 300 ล้านถุง แต่ละถุงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร มีพื้นที่ประมาณ 40 เท่าของพื้นที่ผิวของร่างกาย

ปอดมีวิธีการรักษาความชื้นของโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สได้อย่างไร

✎ ปอดมีตำแหน่งอยู่ภายในช่องอก และมีเยื่อหุ้มปอดที่ช่วยรักษาความชื้นให้ปอดอยู่เสมอ

ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องการสูดลมหายใจเข้าออก โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลอง โดยใช้ขวดน้ำพลาสติกที่ใส่แล้วและดำเนินการดังภาพ



และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าอากาศออกจากขวดและเข้าไปในขวดได้อย่างไร ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่าการเคลื่อนที่ของอากาศเกิดจากความแตกต่างของความดันของอากาศ ภายในขวดและภายนอกขวดและถ้าเปรียบเทียบกับขวดพลาสติกนี้เป็นปอด

ภาพ ก. เปรียบเทียบได้กับปอดที่มีอากาศอยู่เต็ม เมื่อขวดถูกบีบในภาพ ข. เปรียบเทียบได้กับปอดในขณะที่หายใจออก ปริมาตรของปอดลดลงทำให้อากาศภายในปอดมีความดันจะดันอากาศภายในปอดออกมาสู่ภายนอก และเมื่อเราปล่อยมือออกจากขวดดังภาพ ค. เปรียบเทียบได้กับปอดมีปริมาตรของปอดเพิ่มให้อากาศภายนอกจะไหลเข้าสู่ปอด

ครูตั้งคำถามนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 6.2 ดังนี้

- นักเรียน คิดว่ามีวิธีอะไรเกี่ยวข้องกับการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันอากาศในปอดบ้าง

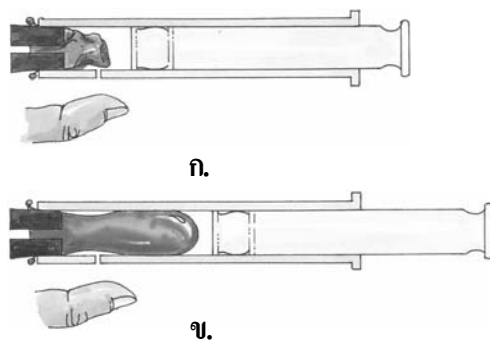
นักเรียนอาจจะใช้ประสบการณ์เดิมตอบ ครูยังไม่เฉลย แต่ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.2

กิจกรรมที่ 6.2 การจำลองการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถสำรวจตรวจสอบ อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.2 เพื่อศึกษาการจำลองการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลมควรจะได้ผลการทดลองดังภาพ



ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังการทดลอง โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมและคำถามเพิ่มเติม ดังนี้ ผลการทดลองเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

- ✎ ขณะที่ปอดเล็กๆที่กระบอกสูบ เมื่อเลื่อนลูกสูบไปทางด้านหน้าปริมาตรอากาศในกระบอกสูบจะลดลง ความดันอากาศในลูกโป่งจะเพิ่มขึ้นดันให้อากาศภายในลูกโป่ง

ออกจากลูกโป่งทำให้ลูกโป่งหดตัว ดังภาพ ก. แต่เมื่อดึงลูกสูบกลับที่เดิมอากาศภายในกระบอกสูบจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นความดันอากาศภายในกระบอกสูบลดลง อากาศภายนอกมีความดันสูงกว่าจะไหลเข้าไปในลูกโป่ง ทำให้ลูกโป่งขยายขนาดเพิ่มขึ้น ดังภาพ ข.

■ ลูกโป่งเปรียบได้กับโครงสร้างใดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

✎ เติบโตได้กับปอด

■ ลูกสูบเปรียบเทียบกับโครงสร้างใด

✎ เปรียบเทียบได้กับกะบังลม

■ ผลการทดลองครั้งแรกกับครั้งที่สองแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

✎ ผลการทดลองครั้งที่ 2 อากาศในกระบอกสูบไม่มีการเปลี่ยนแปลงความดัน เนื่องจากอากาศออกมาทางรูเล็กทำให้ขนาดของลูกโป่งไม่เปลี่ยนแปลง

นักเรียนจะนำผลการทดลองนี้ไปอธิบายการการสูดลมหายใจเข้าออกของร่างกายได้อย่างไร

✎ ถากล้ามเนื้อกะบังลมคลายตัว โค้งขึ้น ทำให้ปริมาตรช่องอกลดลง ความดันในช่องอกเพิ่มขึ้น เกิดการหายใจออก แต่ถากล้ามเนื้อกะบังลมหดตัวกะบังลมจะแบนราบ ทำให้ปริมาตรช่องอกมากขึ้นความดันในช่องอกจะลดลงเกิดการหายใจเข้า

ให้นักเรียนเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในขณะดึงลูกสูบของกระบอกสูบกับการเคลื่อนขึ้นลงของกระดูกซี่โครง ว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรและความดันภายในช่องอกและปอดหรือไม่ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามดังนี้

ให้นักเรียนลองจับกระดูกซี่โครงและกระดูกหน้าอก แล้วสูดลมหายใจเข้าปอดแรง ๆ จะพบการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

✎ กระดูกซี่โครงและกระดูกหน้าอกยกตัวสูงขึ้น

การที่กระดูกซี่โครงยกตัวสูงขึ้น จะมีผลต่อปริมาตรและความดันของอากาศภายในช่องอกอย่างไร

✎ ปริมาตรภายในช่องอกมากขึ้น ความดันภายในของอากาศในช่องอกลดลง อากาศภายนอกจะถูกดูดเข้ามาในปอด

ในทางตรงข้ามขณะหายใจออกกระดูกซี่โครงและกระดูกหน้าอกลดต่ำลงจะมีผลอย่างไร

✎ ปริมาตรช่องอกจะลดลง ความดันภายในช่องอกเพิ่มขึ้น อากาศจะถูกขับออกจากปอด

จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อที่ยึดซี่โครงทั้งแถบนอกและแถบในที่สัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม ซึ่งทำให้เกิดการสูดลมหายใจเข้าออก โดยครูอาจจะใช้สื่อแผ่นโปร่งใสหรือหุ่นจำลอง หรือให้นักเรียนทดลองนำมือแตะที่หน้าท้องขณะที่หายใจเข้าออก อธิบายเสริมความรู้ให้นักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุป โดยใช้คำถามนำในการอภิปราย ดังนี้

การทำงานของกล้ามเนื้อยึดซี่โครงและกล้ามเนื้อกะบังลม ขณะหายใจเข้าและหายใจออกสามารถสรุปเป็นตารางได้ ดังนี้

	กลัมน้ำ ยัดซีโครง แถบนอก	กลัมน้ำ ยัดซีโครง แถบใน	กระดุกซีโครง	กลัมน้ำ กะบังลม	ปริมาตรช่องอก	ความดัน อากาศ ภายในช่องอก
ขณะสูดลม หายใจเข้า	หดตัว	คลายตัว	ยกตัวสูงขึ้น	หดตัว	เพิ่มขึ้น	ลดลง
ขณะสูดลม หายใจออก	คลายตัว	หดตัว	เคลื่อนลง	คลายตัว	ลดลง	เพิ่มขึ้น

ถ้ากลัมน้ำกะบังลมหยุดทำงาน นักเรียนจะสามารถสูดลมหายใจได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 ✎ ไม่ได้เนื่องจากความดันของอากาศในปอดจะคงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก อากาศจะไม่เคลื่อนที่เข้าและออกจากปอด

ครูให้นักเรียนทุกคนทดลองวัดอัตราการสูดลมหายใจเข้าออกของตนเองในเวลา 1 นาที ขณะนั่งพักและนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราการสูดลมหายใจของผู้ใหญ่ปกติขณะพัก จากนั้นตั้งคำถามว่าในการหายใจเข้าออกแต่ละครั้งมีปริมาตรเท่าไร และให้นักเรียนศึกษาปริมาตรอากาศในลมหายใจออก โดยทำกิจกรรมที่ 6.3

กิจกรรมที่ 6.3 ปริมาตรอากาศในลมหายใจออก

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ทำการทดลองหาปริมาตรของลมหายใจออก
2. ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาตรของอากาศที่หายใจออก

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทดลอง และรับอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนการทดลอง โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

การวัดปริมาตรของอากาศในลมหายใจออกใช้วิธีการอย่างไร

✎ เป่าลมหายใจออกไปแทนที่น้ำ

นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรจึงทำให้ค่าที่ได้ถูกต้องมากที่สุด

- ✎
1. การทำสเกลที่ขวดบรรจุน้ำต้องถูกต้องและชัดเจน
 2. การสูดลมหายใจเข้าต่องูสุดให้เต็มที่แล้วเป่าลมหายใจออกให้มากที่สุด
 3. ทดลองซ้ำ 2-3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

เมื่อนักเรียนทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลบนกระดานเพื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นและอาจจะเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างเพศหญิงและชาย

หลังจากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกัน อภิปรายหลังการทดลองโดยใช้ตัวอย่างคำถามท้ายกิจกรรมดังนี้

- ปริมาตรของอากาศที่หายใจออกเต็มที่แต่ละครั้งเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

✎ คำตอบนี้ขึ้นอยู่กับผลการทดลองของนักเรียน

- นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไรว่า อายุ เพศ ขนาดของร่างกาย และกิจกรรมที่ร่างกายกระทำมีผลต่อปริมาตรของอากาศที่หายใจออก

✎ ทำการทดลองเหมือนกิจกรรมที่ 6.3 แต่กำหนดตัวแปรต้นแตกต่างกันในแต่ละครั้ง เช่น ต้องการทราบว่าปริมาตรของอากาศที่หายใจออกของคนที่มีอายุต่างกันเท่ากันหรือไม่

ตัวแปรต้น คือ คนที่มีอายุต่างกันกลุ่มละ 4-5 คนเพื่อหาค่าเฉลี่ย

ตัวแปรตาม คือ ปริมาตรของอากาศในลมหายใจออก

ตัวแปรควบคุม คือ สภาพของร่างกาย เช่น ขณะพัก สุขภาพของร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ และเพศเดียวกัน น้ำหนัก ส่วนสูงใกล้เคียงกัน

ครูอาจส่งเสริมให้นักเรียนที่สนใจเป็นพิเศษทำการศึกษาเพิ่มเติม และเก็บเป็นผลงานได้ Portfolio

ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนออกแบบการทดลอง เช่น ให้นักเรียนออกแบบการทดลองการวัดลมหายใจเข้า

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาภาพแสดงปริมาตรอากาศในปอดขณะหายใจเข้า-ออกปกติ และขณะหายใจเข้า-ออกเต็มที่ ในภาพที่ 6-10 และร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามดังนี้

- จากกราฟการหายใจเข้าออกปกติ 1 ครั้ง อากาศจะมีปริมาตรเท่าใด

✎ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

- นักเรียนสามารถหายใจเอาอากาศออกจากปอดจนหมดได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

✎ ไม่ได้ เพราะการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อเย็บนอกที่ยึดซี่โครงทำงานได้จำกัด

- ปริมาตรของอากาศจากการบังคับให้มีการหายใจเข้าเต็มที่กับการบังคับการหายใจออกเต็มที่ต่างกันหรือไม่ อย่างไร

✎ ต่างกัน ขณะที่มีการหายใจเข้าเต็มที่จะมีปริมาตรอากาศสูงสุดที่ 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ขณะที่หายใจออกเต็มที่แล้ว ยังคงมีอากาศตกค้างในปอดประมาณ 1,100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

- เมื่อหายใจออกปกติจะมีปริมาตรของอากาศที่ตกค้างในปอดเป็นเท่าไร

✎ 2,400 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ครูให้ความรู้เพิ่มเติม และให้นักเรียนคำนวณปริมาตรของอากาศ ที่นักเรียนหายใจเข้าภายใน 1 วัน และให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าถ้าอากาศเหล่านั้นเป็นอากาศที่ไม่บริสุทธิ์มีสารพิษฝุ่นละออง หรือเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ด้วย นักเรียนจะมีโอกาสได้รับสิ่งเหล่านั้นเข้าไป ในร่างกายมากน้อยเพียงใด

การแลกเปลี่ยนแก๊ส

ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับอากาศที่นักเรียนหายใจเข้าไปถึงถุงลม มีแก๊สออกซิเจนจำนวนมาก แก๊สออกซิเจนเหล่านี้จะเข้าสู่เลือดได้อย่างไร เมื่อเลือดลำเลียงแก๊สออกซิเจนไปให้เซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย แก๊สออกซิเจนจะเข้าสู่เซลล์และ

แกสคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์จะเข้าสู่เลือดได้อย่างไร และร่างกายจะมีวิธีการอย่างไรในการกำจัดออกจากร่างกาย คำตอบของนักเรียนอาจมีหลากหลาย แต่ครูยังไม่เฉลยแต่เมื่อเรียนจบหัวนี้แล้วให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจเดิมของนักเรียนอีกครั้ง

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนแกสออกซิเจน และแกสคาร์บอนไดออกไซด์ว่ามีกระบวนการอย่างไร เกิดขึ้นที่บริเวณใดของร่างกาย รวมถึงสารที่มีบทบาทในการแลกเปลี่ยนแกส โดยศึกษาแผนภาพแสดงการรับกับการลำเลียงแกสออกซิเจนและแกสคาร์บอนไดออกไซด์ และแผนภาพแสดงความหนาแน่นของแกสในบรรยากาศและในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยครูอาจจะใช้แผ่นโปร่งใส อธิบายเพิ่มเติม และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามในบทเรียน และอาจมีคำถามเพิ่มเติม ดังนี้

การแลกเปลี่ยนแกสเกิดขึ้นที่ส่วนใดบ้าง

✎ เกิดขึ้น 2 แห่ง แห่งแรกเกิดที่ถุงลมกับหลอดเลือดฝอย อีกแห่งหนึ่งเกิดขึ้นที่เซลล์ทั่วไปของร่างกายกับหลอดเลือดฝอย

■ เซลล์ของเนื้อเยื่อต้องการออกซิเจนหรือไม่ เพราะเหตุใด

✎ ต้องการ เพราะเนื้อเยื่อของปอดต้องใช้พลังงานในการทำกิจกรรมในเซลล์ เช่นเดียวกับเซลล์อื่น ๆ ของร่างกาย

เนื้อเยื่อของปอดได้รับออกซิเจนโดยวิธีใด

✎ แพร่จากหลอดเลือดฝอยที่มาหล่อเลี้ยงเนื้อเยื่อของปอด

■ ฮีโมโกลบินรวมตัวกับคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ดีกว่าออกซิเจน และไม่ยอมปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมาง่าย ๆ นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลอย่างไร ถ้าร่างกายได้รับคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นปริมาณมาก

✎ แกสนี้จะไปรวมตัวกับฮีโมโกลบินของเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าแกสออกซิเจน ทำให้เลือดลำเลียงออกซิเจนได้น้อยลง หัวใจจึงต้องบีบตัวเร็วขึ้น เพื่อให้มีการลำเลียงออกซิเจนไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้เพียงพอ

แกสคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ต่าง ๆ ที่เข้าสู่หลอดเลือดฝอยจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

✎ แกสคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยากับน้ำในเซลล์เม็ดเลือดแดงได้เป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งจะแตกตัวเป็นไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนและไฮโดรเจนไอออน แพร่ออกสู่พลาสมา คาร์บอนไดออกไซด์บางส่วนจะจับกับฮีโมโกลบิน

สารใดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของพลาสมา

✎ แกสคาร์บอนไดออกไซด์

■ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า บริเวณใดในร่างกายมีโมเลกุลของออกซิเจนหนาแน่นมากที่สุดและน้อยที่สุด


✎ สูงที่สุดคือที่ปอดหรือในถุงลม และต่ำที่สุดคือที่เนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย

■ บริเวณใดมีโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์อยู่กันหนาแน่นมากที่สุดและน้อยที่สุด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น


✎ สูงที่สุดคือที่เนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย เพราะเซลล์ต่าง ๆ ของเนื้อเยื่อมีการใช้

แก๊สออกซิเจน และปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนบริเวณน้อยที่สุดคือที่ปอดหรือในถุงลม เพราะเป็นอากาศที่หายใจเข้ามามีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 0.03

แก๊สออกซิเจนที่ผ่านเข้าไปในปอดจะแพร่เข้าสู่เลือดได้ทั้งหมดหรือไม่ เพราะเหตุใด

 แก๊สออกซิเจนที่ผ่านเข้าไปในปอดจะแพร่เข้าสู่เลือดได้ไม่ทั้งหมด เพราะในลมหายใจออกยังมีปริมาณออกซิเจนจำนวนหนึ่งออกมา

เพราะเหตุใดในเนื้อเยื่อจึงมีโมเลกุลของออกซิเจนหนาแน่นน้อย แต่มีโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์อยู่กันหนาแน่นมาก

 เพราะเนื้อเยื่อนำเอาออกซิเจนเข้าร่วมปฏิกิริยาการหายใจและได้ผลิตภัณฑ์คือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์


การควบคุมการหายใจ

แนวการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อนี้ ครูไม่ควรเน้นเรื่องโครงสร้างของสมองเพราะนักเรียนยังไม่ได้เรียนแต่ให้รู้จักว่าสมองและไขสันหลังเกี่ยวกับการควบคุมการหายใจอย่างไร ครูเริ่มนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องที่เรียน โดยให้นักเรียนลองกลั้นหายใจดู นักเรียนจะกลั้นหายใจได้ระยะหนึ่ง แล้วถามคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปราย ดังนี้

- เราสั่งให้ร่างกายให้กลั้นหายใจได้นานกว่านั้นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด หรือขณะที่วิ่งออกกำลังกายเราหายใจหอบและถ้าเราสั่งร่างกายให้หายใจเป็นปกติได้หรือไม่ แสดงว่าเราควบคุมการหายใจได้หรือไม่

จากที่กล่าวมาแล้วเราสั่งร่างกายให้กลั้นหายใจได้ชั่วระยะหนึ่งเท่านั้น และจะสั่งให้หายใจเป็นปกติขณะที่หอบถี่ไม่ได้ แต่ถึงอย่างไรร่างกายก็มีกลไกควบคุมการหายใจ นักเรียนคิดว่าส่วนของร่างกายที่คอยควบคุมการหายใจ เพื่อช่วยรักษาคุณภาพภายในร่างกาย คำตอบของนักเรียนอาจมีหลายแบบแต่ครูยังไม่เฉลยคำตอบ

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการควบคุมการหายใจ และร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปกลไกการควบคุมการหายใจของร่างกาย ซึ่งสัมพันธ์กับการรักษาคุณภาพของร่างกาย และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามในหนังสือเรียนและเพิ่มเติม ดังนี้

- นักเรียนจะอธิบายว่าอย่างไร ในกรณีที่ร่างกายมีการหายใจเร็วขึ้นและลึกขึ้นในขณะที่ออกกำลังกาย
-  ขณะที่ออกกำลังกายร่างกายต้องการแก๊สออกซิเจนมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายในการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน ขณะเดียวกันก็ต้องเร่งกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นออกจากร่างกาย ดังนั้นจึงต้องมีการหมุนเวียนแก๊สออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายมากขึ้นและเร็วขึ้น และต้องนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกาย มากขึ้นและเร็วขึ้นด้วย

ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับโรคของระบบทางเดินหายใจ

ครูนำนักเรียนเข้าสู่หัวข้อนี้ โดยนำเหตุการณ์ปัจจุบันที่มีผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจเป็นจำนวนมาก ซึ่งหาได้จากข่าวทางหนังสือพิมพ์ หรือสถิติของกระทรวงสาธารณสุข ให้นักเรียนศึกษา และอภิปรายถึงสาเหตุ อาการของโรค วิธีการแพร่กระจาย วิธีป้องกันตนเองไม่ให้เป็นโรค ต่อจากนั้น ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะ

กิจกรรมเสนอแนะ โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ
2. นำเสนอข้อมูลโดยจัดทำเป็นป้ายนิเทศ
3. นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพสภาพของตนเองและครอบครัว

ครูควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรคของระบบทางเดินหายใจจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ตามที่นักเรียนสนใจโดยไม่ควรซ้ำกัน ด้วยวิธีสืบค้นถึงสาเหตุ อาการ การป้องกัน และการรักษาโรค การประเมินผลครูอาจให้เพื่อนในชั้นเรียนร่วมประเมินด้วย

สำหรับเรื่องพิษภัยของบุหรี่นั้นครูให้นักเรียนพิจารณาข้อความและเอกสารแผ่นพับต่างๆ ที่ใช้ในการณรงค์ให้งดสูบบุหรี่ และร่วมกันอภิปรายถึงผลของการสูบบุหรี่ และให้ทำกิจกรรมเสนอแนะ

กิจกรรมเสนอแนะ คนที่สูบบุหรี่กับคนที่ไม่สูบบุหรี่

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคนที่สูบบุหรี่และคนที่ไม่สูบบุหรี่
2. วิเคราะห์ข้อมูล และจัดกระทำข้อมูลที่สำรวจได้
3. นำเสนอผลการศึกษาและสำรวจในชั้นเรียน

ครูให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มในการศึกษาและสำรวจข้อมูล โดยกำหนดกลุ่มประชากรที่จะศึกษาและแบ่งหน้าที่ในการสำรวจ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ข้อมูล จัดทำเป็นรายงาน แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

การวัดอัตราการหายใจ

อาจนำนักเรียนเข้าสู่หัวข้อเรื่องนี้โดยให้นักเรียนอภิปรายอย่างสั้น ๆ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหายใจกับอัตราการไหลออกซิเจน และอัตราเมแทบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เห็นว่าเราอาจใช้อัตราการไหลออกซิเจนเป็นเครื่องบอกถึงอัตราเมแทบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตได้ และให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะ

กิจกรรมเสนอแนะ การวัดอัตราการหายใจของสัตว์

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. ทำกิจกรรมวัดอัตราการหายใจของสัตว์บางชนิด
2. ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการหายใจของสัตว์

ครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทดลองในประเด็นต่อไปนี้
การทดลองนี้ควรจะควบคุมอะไรให้เหมือนกันบ้าง เราจะวัดอัตราการใช้ออกซิเจนที่หนูใช้ไปอย่างไร และจะมีวิธีการอย่างไรในการเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่หนูหายใจออกมา

ก่อนการทดลอง ครูควรแนะนำเครื่องมือและจุดมุ่งหมายของการทดลอง พร้อมกับเน้นข้อควรระวังต่าง ๆ ที่ควรระวังไว้ในวิธีดำเนินการทดลอง โดยเฉพาะในเรื่องต่อไปนี้

- รอยรั่วตามรอยต่อต่าง ๆ ของสายยาง ฝาขวด การใช้ดินน้ำมันหรือวาสลีนปิดรอยต่อต่าง ๆ
 - ต้องทำการทดลองตามลำดับขั้นอย่างเคร่งครัด
 - คอยเปลี่ยนโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้มีผิวหน้ากว้างมาก ๆ เพื่อให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศได้มาก
- ให้นักเรียนดำเนินการทดลองเป็นกลุ่ม เสร็จแล้วคำนวณหาอัตราการหายใจ จากนั้นจึงอภิปรายถึงความสำคัญของค่านี้ แล้วให้นักเรียนตอบคำถามในบทเรียนและคำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

- จากกิจกรรม สิ่งมีชีวิตที่นักเรียนศึกษามีอัตราการหายใจแตกต่างกับสิ่งมีชีวิตที่เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ศึกษาหรือไม่อย่างไร
- ✎ ตอบตามข้อมูลของนักเรียน แต่น่าจะแตกต่างกันเพราะเป็นสิ่งมีชีวิตคนละชนิด ถ้าเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ขนาดแตกต่างกัน ก็น่าจะมีอัตราการหายใจแตกต่างกันด้วย
- การที่หยดน้ำสีเคลื่อนที่ไปได้แสดงว่าส่วนประกอบของอากาศภายในขวดลดลงไปจากเดิม แก๊สที่ลดลงไปนี้คือแก๊สอะไร
- ✎ ออกซิเจน
- การทดลองซ้ำ 2-3 ครั้งมีประโยชน์อย่างไร เหตุใดจึงต้องเปิดฝาขวดให้อากาศผ่านเข้าไปทุกครั้งก่อนการทดลอง
- ✎ การทดลองซ้ำจะช่วยให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนน้อยลง และเหตุที่ต้องเปิดฝาขวดเพื่อให้อากาศภายนอกเข้าไปทดแทนอากาศที่สัตว์ได้ใช้ไปแล้ว
- นักเรียนคิดว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ทำหน้าที่อะไร
- ✎ ดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของสัตว์
- ถ้าต้องการศึกษาปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมมีผลต่ออัตราการใช้ออกซิเจนอย่างไร นักเรียนจะวางโครงการทดลองอย่างไร
- ✎ จัดชุดการทดลอง 3 ชุด เหมือนกับกิจกรรมเสนอแนะ โดยใช้สัตว์ชนิด ขนาด และความสมบูรณ์ของร่างกายเหมือนกัน วางไว้ในอุณหภูมิที่ต่างกัน เช่น ที่ 10°C อุณหภูมิห้อง และที่ 40°C ทำการทดลอง 2-3 ซ้ำและหาค่าเฉลี่ย

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาดารงที่ 6.1 แล้วให้ตอบคำถาม ดังนี้

- ข้อมูลจากตารางบอกเราเกี่ยวกับกิจกรรมในการดำรงชีวิตของสัตว์ต่างชนิดกันอย่างไร
 - ✎ ตารางนี้แสดงให้เห็นว่า อัตราการหายใจของสัตว์ขึ้นอยู่กับกิจกรรมในการดำรงชีวิตของสัตว์ เช่น ดอกไม้ทะเลเป็นสัตว์ที่เกาะนิ่งอยู่กับที่และมีระดับการดำรงชีวิตอย่างง่าย ๆ จึงมีอัตราการหายใจที่ต่ำมาก และระหว่างหมึกยักษ์กับหมึกซึ่งเป็นสัตว์อยู่ในคลาสเดียวกันแต่เนื่องจากหมึกมีกิจกรรมมากกว่าจึงมีค่าอัตราการหายใจสูงกว่าหมึกยักษ์ นกฮัมมิงเป็นสัตว์เลือดอุ่นและมีความว่องไวมากจึงมีอัตราการหายใจสูงมาก
 - สัตว์ชนิดใดมีอัตราเมแทบอลิซึมในขณะพักสูงสุดและต่ำสุด
 - ✎ สูงสุดคือ นกฮัมมิง ต่ำสุดคือ ดอกไม้ทะเล
 - สิ่งมีชีวิตที่นักเรียนศึกษาในกิจกรรมเสนอแนะ เมื่อเปรียบเทียบกับคนแล้วมีอัตราการหายใจแตกต่างกันอย่างไร
 - ✎ ตอบตามข้อมูลของนักเรียนเกี่ยวกับข้อมูลของคนในตาราง
- นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิต มีอะไรบ้าง
- ✎ พฤติกรรมและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

6.2 ระบบซับซ้อนกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปความหมายของของเสียและการขับถ่าย
2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายกระบวนการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด
3. สืบค้นข้อมูล ทำกิจกรรม และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของไต และอวัยวะที่เกี่ยวข้อง
4. สืบค้นข้อมูล ทำกิจกรรม และสรุปเกี่ยวกับการทำงานของไตกับการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุของร่างกาย
5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับไตและโรคของไตพร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการดูแลสุขภาพของระบบขับถ่ายของตนเองให้เป็นปกติ
6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการทำงานของผิวหนังกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสารที่เกิดขึ้นจากการสลายโมเลกุลของสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน และกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายวิเคราะห์ว่าสารเหล่านั้นมีประโยชน์และโทษอย่างไรถ้าร่างกายมีการเก็บสะสมไว้ ร่างกายจะมีวิธีการจัดการกับสารต่างๆ เหล่านั้นได้อย่างไร ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าสารต่างๆ ซึ่งเกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมที่ร่างกายต้องกำจัดออกเรียกว่าของเสีย นักเรียนหลายคนอาจจะสับสนคำว่าของเสียกับอุจจาระจึงต้องทำความเข้าใจ โดยใช้คำถามดังนี้

■ ของเสียที่เกิดจากเมแทบอลิซึมมีอะไรบ้าง

✎ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำที่เกินต่อความต้องการของร่างกาย ยูเรีย แอมโมเนีย ยูริก

■ การขับถ่ายกับการถ่ายอุจจาระออกจากร่างกายเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

✎ ต่างกัน การขับถ่าย หมายถึงการกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ แต่การถ่ายอุจจาระออกจากร่างกายหมายถึงการกำจัดกากอาหารที่ร่างกายย่อยไม่ได้ หรือไม่ทันย่อยออกจากร่างกาย

ต่อจากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่หัวข้อต่อไป ดังนี้

- กระบวนการขับถ่ายมีความสำคัญต่อการรักษาคุณภาพของร่างกายอย่างไร
- สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันอยู่ในสภาพแวดล้อมต่างกัน มีวิธีการกำจัดของเสียออกจากร่างกายเหมือน หรือต่างกันอย่างไร

6.2.1 การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายกระบวนการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถาม ดังนี้

สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีของเสียเกิดขึ้นภายในเซลล์เหมือนกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ หรือไม่ อย่างไร

✎ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจะดำรงชีวิตอยู่ได้จะต้องมีกระบวนการเมแทบอลิซึมเหมือนกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ซึ่งจะต้องมีของเสียเกิดขึ้นภายในเซลล์เช่นกัน

เซลล์เหล่านี้มีวิธีการกำจัดของเสียออกจากเซลล์อย่างไร

✎ ลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ โดยการแพร่และบางชนิดอาจใช้คอนแทร็กไทล์แควิวโอลช่วยกำจัดน้ำที่มากเกินไป ออกจากเซลล์

ถ้าสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีสภาพไฮโปโทนิกจะเกิดอะไรขึ้นกับเซลล์บาง

✎ น้ำจากสภาพแวดล้อมจะแพร่เข้าสู่เซลล์ทำให้เซลล์ได้รับน้ำมากเกินไป เซลล์จึงไม่สามารถรักษาสมดุลของน้ำในเซลล์ได้ ทำให้เซลล์บวมและแตกได้

ให้นักเรียนเชื่อมโยงกับเรื่องออสโมซิสที่เคยเรียนมาแล้ว และร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปว่าสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวไม่มีออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่ขับถ่ายโดยเฉพาะ แต่จะมีคอนแทร็กไทล์แควิวโอลทำหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำ ของเสียส่วนใหญ่จะปนออกมากับน้ำที่ขับออกนอกเซลล์ ส่วนสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่ไม่มีคอนแทร็กไทล์แควิวโอลของเสียจะถูกกำจัดออกทางเยื่อหุ้มเซลล์

6.2.2 การขับถ่ายของสัตว์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการขับถ่ายของสัตว์ที่ไม่มีระบบขับถ่าย เช่น ฟองน้ำ ไฮดรา

2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย เปรียบเทียบและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการและโครงสร้างที่ใช้ในการจับถ่ายของหนอนตัวแบน ไส้เดือนดินและแมลง
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการและโครงสร้างที่ใช้ในการจับถ่ายของสัตว์มีกระดูกสันหลัง


แนวการจัดการเรียนรู้

ครูให้นักเรียนเข้าสู่เรื่องการจับถ่ายของสัตว์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตภาพแสดงโครงสร้างภายในเกี่ยวกับการจับถ่ายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด ได้แก่ ฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน และตั๊กแตน ให้นักเรียนพิจารณาเปรียบเทียบและร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามนำในการอภิปราย ดังนี้

สัตว์ทั้ง 5 ชนิดนี้มีโครงสร้างและกระบวนการจับถ่ายเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร


ชื่อสิ่งมีชีวิต	อวัยวะจับถ่าย	กระบวนการจับถ่าย
ฟองน้ำ/ไฮดรา พลานาเรีย	ไม่มี เฟลมเซลล์	การแพร่ออกจากเซลล์ ซีเลียในเฟลมเซลล์โบกพัดเกิดแรงดึงน้ำพร้อมของเสียที่ละลายอยู่ในน้ำจากเซลล์และของเหลวที่ล้อมรอบเซลล์ เข้าสู่เฟลมเซลล์ และลำเลียงเข้าสู่ท่อรับของเหลว เพื่อไปกำจัดออกที่ช่องเปิดของท่อจับถ่าย
ไส้เดือนดิน แมลง	เนฟริเดียม ท่อมัลพิเกียน	เนโฟรสโตมที่เป็นปลายเปิดของเนฟริเดียมจะรับของเสียที่อยู่ในช่องของเหลวภายในลำตัว และลำเลียงออกสู่ช่องเปิดที่ผิวหนัง ปลายท่อของมัลพิเกียนจะรับของเสียจากของเหลวภายในช่องของลำตัว และลำเลียงไปยังทางเดินอาหารซึ่งจะมีการดูดน้ำและสารที่มีประโยชน์กลับเข้าสู่หลอดเลือด จะเหลือของเสียที่เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่มีลักษณะเป็นผลึกคือ กรดยูริก

เพราะเหตุใด ฟองน้ำและไฮดราจึงดำรงชีวิตอยู่ได้โดยไม่มีโครงสร้างพิเศษที่ใช้ในการจับถ่าย

 เพราะเซลล์ทุกเซลล์ของฟองน้ำและไฮดราสามารถสัมผัสกับน้ำ จึงมีการจับถ่ายของเสียพวกแอมโมเนียออกสู่กันได้โดยตรง

ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสัตว์มีกระดูกสันหลังที่นักเรียนรู้จัก เช่น หมู แมว สุนัข ปลา ไก่ เป็นต้น และบอกโครงสร้างที่สัตว์เหล่านั้นใช้ในการจับถ่าย และให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการกำจัดของเสียที่เป็นสารประกอบไนโตรเจน และอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

สูตรโมเลกุลของแอมโมเนีย ยูเรีย และกรดยูริกเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

 ประกอบด้วยธาตุ N และ H เหมือนกัน แอมโมเนียจะมีเฉพาะ N และ H มีสูตรโมเลกุล NH_3 ส่วนยูเรียและยูริกจะมีธาตุ C และ O เป็นองค์ประกอบด้วย ยูเรียมีสูตรโมเลกุลเป็น

NH_2CONH_2 ยูริกมีสูตรโมเลกุลเป็น $\text{C}_5\text{O}_3\text{N}_4\text{H}_4$

นักเรียนทราบหรือไม่ว่า เพราะเหตุใดสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหารจึงมีปริมาณของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบในน้ำปัสสาวะ สูงกว่าสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร

เมื่อสัตว์กินสัตว์เป็นอาหาร โปรตีนในเนื้อสัตว์จะถูกย่อยจนได้สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กคือกรดอะมิโน เมื่อสัตว์นำกรดอะมิโนเหล่านี้ไปใช้ในการสลายเพื่อให้ได้พลังงานจะได้ยูเรียซึ่งแตกต่างไปจากสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร เพราะอาหารของสัตว์กินพืชส่วนใหญ่เป็นพวกคาร์โบไฮเดรตและมีโปรตีนน้อยกว่าอาหารของสัตว์กินสัตว์ ซึ่งสลายแล้วได้ยูเรียเพียงเล็กน้อย

การที่สัตว์จำพวกแมลงและสัตว์เลื้อยคลานขับถ่ายของเสียออกมาในรูปกรดยูริกมีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตอย่างไร

การขับถ่ายของเสียในรูปกรดยูริกเป็นการช่วยสงวนน้ำไว้ในร่างกาย เพราะสัตว์เหล่านี้ได้รับน้ำส่วนใหญ่จากอาหารเท่านั้น ไม่ค่อยได้ดื่มน้ำและมีโอกาสสูญเสียน้ำได้ง่าย

นักเรียนคิดว่า อะไรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สัตว์มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ในน้ำและบนบก มีการขับถ่ายของเสียในรูปที่แตกต่างกัน

สภาพแวดล้อมที่สัตว์อาศัยอยู่ เช่น ในน้ำ หรือบนบก มีผลต่อการได้รับน้ำและการสูญเสียน้ำของร่างกาย ทำให้สัตว์ต้องขับถ่ายของเสียในรูปที่ต่างกัน เช่น ปลาจะขับถ่ายของเสียในรูปของแอมโมเนียซึ่งเป็นสารพิษสำหรับร่างกายแต่ละลายน้ำได้ดี ส่วนนก แมลง และสัตว์เลื้อยคลานบางชนิดจำเป็นต้องสงวนน้ำไว้ในร่างกาย จึงต้องมีการคูดน้ำจากสารละลายที่มีของเสียกลับไปใช้ในร่างกาย ของเสียที่เป็นสารประกอบไนโตรเจนจึงอยู่ในรูปผลึกของกรดยูริก

6.2.3 การขับถ่ายของคน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของไตในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายส่วนประกอบและหน้าที่ของหน่วยไต
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปกระบวนการทำงานของไต และการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุของร่างกาย
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับไต พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรคของไต
5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับกระบวนการรักษาคุณภาพของร่างกาย

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการขับถ่าย โดยใช้ตัวอย่างคำถาม ดังนี้

ในแต่ละวันของเสียที่ร่างกายต้องกำจัดออกมีอะไรบ้าง และมีวิธีการกำจัดออกอย่างไร

ของเสียที่ร่างกายต้องกำจัดออก ได้แก่ น้ำ และแร่ธาตุที่มีมากเกินไปความต้องการของร่างกาย ยูเรียและแกสคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีวิธีการกำจัดออกทางปัสสาวะ เหงื่อ และการหายใจออก

มีอวัยวะอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการขับถ่ายของเสีย

 ไต กระเพาะปัสสาวะ ท่อปัสสาวะ ผิวหนัง

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับอวัยวะต่างๆ ในระบบขับถ่าย และเปรียบเทียบตำแหน่งของอวัยวะเหล่านั้นในร่างกายของตนเอง ต่อจากนั้นให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบโครงสร้างของไตหมูหรือไตวัว โดยทำกิจกรรมที่ 6.4

กิจกรรมที่ 6.4 โครงสร้างของไต

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถศึกษาลักษณะภายนอกและภายในของไต


การเตรียมการของครู

1. ครูควรเตรียมการล่วงหน้าโดยหาซื้อไตหมูหรือไตวัว ซึ่งมีขายในท้องตลาด โดยต้องสั่งผู้ขายล่วงหน้า ควรให้มีหลอดเลือดที่เข้าและออกจากไต รวมถึงท่อไตส่วนต้นด้วย


2. ก่อนให้นักเรียนลงมือศึกษา ควรให้นักเรียนสวมถุงมือ และนำไตมาล้างให้สะอาด

เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของไตตามลักษณะที่พบ โดยใช้ตัวอย่างคำถามนำในการอภิปราย ดังนี้

■ โครงสร้างภายนอกและภายในของไตเท่าที่สังเกตและศึกษาได้ มีลักษณะเป็นอย่างไรบ้าง

 ลักษณะภายนอกของไตมีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วแดง เมื่อผ่าไตตามยาวจะเห็นไตแบ่งเป็น 2 บริเวณ ด้านนอกจะมีสีเข้มด้านในจะมีสีจางกว่า


ส่วนที่จะต่อกับท่อไตมีลักษณะอย่างไร

 เป็นโพรงซึ่งจะแคบลงต่อกับท่อไตเรียกว่า กรวยไต


หลังจากที่นักเรียนศึกษาเรื่องของไตหมูแล้ว ครูควรชี้แจงเพิ่มเติมว่าโครงสร้างของไตหมูคล้ายคลึงกับโครงสร้างของไตคน จากการทำกิจกรรมจะไม่เห็นรายละเอียดของเนื้อเยื่อในไตมากนัก แต่จากการศึกษาพบว่าไตมีลักษณะและโครงสร้าง ดังภาพที่ 6-20

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของไต ส่วนประกอบของหน่วยไต รวมทั้งการทำงานของหน่วยไต ครูควรเน้นให้นักเรียนเข้าใจเรื่องการทำงานของหน่วยไต ซึ่งมีหน้าที่กรองสารจากเลือด มีการดูดสารกลับเข้าสู่หลอดเลือด โดยครูอาจใช้ภาพแผ่นโปสเตอร์ประกอบอธิบายเพิ่มเติม และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปโดยใช้ตัวอย่างคำถามนำในการอภิปรายดังนี้

หน่วยไตมีหน้าที่อะไรบ้าง

 มีการกรองของเสียและสารบางอย่างจากเลือด และมีการดูดน้ำและสารบางอย่างกลับเข้าสู่หลอดเลือด

ส่วนใดที่ทำหน้าที่กรองสารจากเลือด และเพราะเหตุใดสารที่กรองได้นั้นจึงสามารถเข้าไปในโบท์แมนส์แคปซูลได้

 โกลเมอรูลัส ทำหน้าที่กรองสารจากเลือดและอาศัยความดันเลือด ทำให้สารที่กรองได้นั้นแพร่เข้าสู่โบท์แมนส์แคปซูลได้

เลือดที่เข้ามาที่หน่วยไตแตกต่างจากเลือดที่ออกจากหน่วยไตอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

✎ เลือดที่เข้ามาที่หน่วยไตจะมีของเสีย สารอาหาร แก๊สออกซิเจนมากกว่าเลือดที่ออกจากหน่วยไต เพราะหน่วยไตมีการกรองของเสียออกจากเลือด นอกจากนี้เซลล์ต่าง ๆ ของหน่วยไตก็มีการใช้สารอาหารและแก๊สออกซิเจนบางส่วน เพื่อการดำรงชีวิตของเซลล์

ครูให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากตารางที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบสารในของเหลว 3 ชนิด คือ พลาสมา ของเหลวที่กรองผ่านโกลเมอรูลัส และปัสสาวะ โดยครูให้นักเรียนเชื่อมโยงเรื่องการสารผ่านโกลเมอรูลัสกับการลำเลียงสารผ่านเซลล์ที่นักเรียนเคยเรียนมา และชี้แจงเรื่อง โมเลกุลของโปรตีนที่จะผ่านโกลเมอรูลัสได้นั้นต้องเป็นโปรตีนที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก และกรดอะมิโน ซึ่งปกติแล้วจะกรองผ่านโกลเมอรูลัสได้น้อยมาก แล้วตอบคำถามท้ายตาราง ดังนี้

■ สารใดที่พบในปัสสาวะมีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในของเหลวที่กรองผ่านโกลเมอรูลัส

✎ น้ำ ยูเรีย กรดยูริก แอมโมเนีย โซเดียม คลอไรด์

■ สารใดมีการดูดกลับน้อยที่สุด

✎ แอมโมเนีย

■ จะคำนวณได้อย่างไรว่าโปรตีนและกลูโคสถูกดูดกลับวันละกี่กรัม ถ้าวร่างกายมีสารที่กรองผ่านโกลเมอรูลัสประมาณวันละ 180 ลิตร และขับถ่ายปัสสาวะประมาณวันละ 1.5 ลิตร

✎ วิธีคำนวณ

สารที่กรองผ่านโกลเมอรูลัส 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีโปรตีน = 0.02 กรัม

สารที่กรองผ่านโกลเมอรูลัส 180,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีโปรตีน = $\frac{0.02 \times 180,000}{100}$ กรัม

= 36 กรัม

ปัสสาวะ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีโปรตีน 0 กรัม

แสดงว่าร่างกายมีการดูดโปรตีนกลับวันละ 36 กรัม

สารที่กรองผ่านโกลเมอรูลัส 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีกลูโคส = 0.1 กรัม

สารที่กรองผ่านโกลเมอรูลัส 180,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีกลูโคส = $\frac{0.1 \times 180,000}{100}$ กรัม

= 180 กรัม

ปัสสาวะ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีกลูโคส 0 กรัม

แสดงว่าร่างกายมีการดูดกลูโคสกลับวันละ 180 กรัม

ครูอาจใช้คำถามเพิ่มเติม ดังนี้

ถ้าสารที่กรองผ่านโกลเมอรูลัสทั้งหมดถูกกำจัดออกนอกร่างกาย นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลอย่างไร

✎ ร่างกายจะสูญเสียน้ำและสารต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก ทำให้เสียชีวิตได้

ให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 6-21 ซึ่งเป็นการทำงานของหน่วยไตแสดงการกรองสารโดยใช้คำถามดังนี้

- นำถูกดูดกลับบริเวณใดของหน่วยไตบ้าง
 - ✎ ท่อขดส่วนต้น ห่วงเฮนเล่ ท่อขดส่วนปลายและท่อรวม
- กลูโคส โซเดียม และคลอไรด์จะถูกดูดกลับในบริเวณใด
 - ✎ กลูโคสจะถูกดูดกลับที่บริเวณท่อขดส่วนต้น ส่วนโซเดียมและคลอไรด์จะถูกดูดกลับบริเวณท่อขดส่วนต้น ห่วงเฮนเล่ ท่อขดส่วนปลายและท่อรวม

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกลไกที่ควบคุมการรักษาสมดุลของน้ำและสารต่าง ๆ ของร่างกาย โดยครูใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมและคำถามในหนังสือเรียนในการอภิปรายดังนี้

ถ้าร่างกายของนักเรียนอยู่ในสภาวะขาดน้ำ ร่างกายจะมีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้ชีวิตดำรงอยู่ได้ และถ้าร่างกายได้รับน้ำมากเกินไป วิธีการที่ใช้รักษาสมดุลของน้ำในร่างกายเป็นอย่างไร

- ✎ ถ้าร่างกายขาดน้ำไฮโปโธาลามัสจะกระตุ้นให้ร่างกายเกิดการกระหายน้ำ และกระตุ้นให้ต่อมใต้สมองหลัง ADH ออกมามากเพื่อกระตุ้นให้มีการดูดน้ำกลับจากท่อหน่วยไตเข้าสู่กระแสเลือดมากขึ้น ปัสสาวะจะมีน้ำน้อย และถ้าร่างกายมีน้ำมากเกินไปแรงดันออสโมติกในเลือดจะต่ำลง ต่อมใต้สมองจะมีการหลั่ง ADH ออกมาน้อย ทำให้มีการดูดน้ำกลับจากท่อหน่วยไตเข้าสู่กระแสเลือดน้อย ปัสสาวะจะมีน้ำมาก

ฮอร์โมนแอลโดสเตอโรนเกี่ยวข้องกับการควบคุมสมดุลของโซเดียม โพแทสเซียม และฟอสเฟตอย่างไร

- ✎ กระตุ้นให้มีการดูดสารพวกโซเดียม โพแทสเซียม และฟอสเฟตกลับเข้าสู่กระแสเลือด ถ้าร่างกายมีแร่ธาตุดังกล่าวน้อย ฮอร์โมนแอลโดสเตอโรนจะถูกหลั่งออกมามาก

การรักษาสมดุลของกรด-เบสในร่างกายเกี่ยวข้องกับอวัยวะใดบ้าง และอวัยวะเหล่านั้นมีวิธีการรักษาสมดุลกรด-เบสอย่างไร

- ✎ เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อที่ขี้ดซี่โครงและกะบังลม ที่ช่วยทำให้เกิดการหายใจออก ทำให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง นอกจากนี้ได้ยังช่วยขับสารพวกไฮโดรเจนไอออน และโพแทสเซียมไอออนจากเลือดเข้าสู่ท่อไต เพื่อกำจัดออกและดูดซึมไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนกลับจากท่อหน่วยไตด้วย
- นักเรียนจะสรุปหน้าที่ของไตได้อย่างไร
 - ✎ ไตนอกจากจะทำหน้าที่กำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมออกมาทางปัสสาวะแล้วยังมีหน้าที่อื่น ๆ อีก เช่น การดูดสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายกลับสู่กระแสเลือด การรักษาสมดุลของน้ำ แร่ธาตุและความเป็นกรด-เบสของสารละลายในร่างกาย

กิจกรรมที่ 6.5 การรักษาสสมดุลของน้ำในร่างกาย

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้

ครูให้นักเรียนนำความรู้เรื่องการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย มาวิเคราะห์เหตุการณ์และร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เกิดขึ้นกับสมชายเกี่ยวข้องกับกระบวนการใดของร่างกาย
- ✎ กระบวนการรักษาคุณภาพของน้ำในร่างกาย
- เป็นไปได้หรือไม่ว่าร่างกายของสมชายขาดน้ำ
- ✎ เป็นไปได้เพราะสมชายเสียน้ำออกจากร่างกายทางเหงื่อและปัสสาวะ ในช่วงที่ทำงานหนัก ทำให้น้ำหนักของร่างกายลดลง 3 กิโลกรัม
- เหตุใดสมชายจึงอยู่ในสภาวะที่ร่างกายสูญเสียน้ำทั้งที่มีของเหลวเข้าสู่ร่างกายถึง 2 ลิตร
- ✎ เพราะของเหลวที่สมชายดื่ม คือ น้ำอัดลมประเภทโคล่า ซึ่งมีสารคาเฟอีน และเบียร์ซึ่งมีแอลกอฮอล์ สารทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นสารไดยูเรติก ที่ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำออกไปมากกว่าการดูดซึมน้ำเข้ามา
- ถ้าสมชายดื่มแต่น้ำอัดลม น้ำชา หรือกาแฟ สมชายจะมีการเช่นเดียวกับในเรื่องนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- ✎ น่าจะมีการเหมือนกัน เพราะในน้ำอัดลมบางชนิด น้ำชา หรือกาแฟมีสารคาเฟอีน เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย
- ทำอย่างไรร่างกายของสมชายจึงจะสามารถปรับสมดุลระหว่างสภาพแวดล้อมภายใน และภายนอกได้ดีขึ้น
- ✎ ควรดื่มน้ำมาก ๆ ทดแทนน้ำที่เสียไป และควรรับประทานอาหารที่มีแร่ธาตุเพื่อชดเชยแร่ธาตุที่เสียไปกับน้ำ

ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม 6.5 ครูอาจเสนอแนะให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเรื่องสารไดยูเรติกเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการตอบคำถาม ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงส่วนประกอบของปัสสาวะของคนปกติและคนที่ เป็นโรคเบาหวาน โดยครูอาจนำผลการตรวจปัสสาวะซึ่งมีรายการตรวจสารต่าง ๆ มาให้นักเรียนดูดังตัวอย่าง ผลการตรวจวิเคราะห์ปัสสาวะของนางสาวสมศรี

การตรวจ	ผลการตรวจ	ค่าปกติ
pH	8	5-8
sp.gr	1.022	1.003-1.030
Albumin	neg	negative
Sugar	neg	negative

ไต มีหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือดและดูดซึมสารอาหารที่เป็นประโยชน์กลับเข้าสู่กระแสเลือด และยังรักษาสมดุลกรด-เบส และน้ำของร่างกายอีกด้วย การตรวจว่าไตทำงานปกติหรือไม่สามารถทำได้ โดยการตรวจ URINALYSIS Urine ซึ่งอาจจะตรวจสอบสิ่งต่อไปนี้

1. pH เพื่อดูความเป็นกรด-เบส ของปัสสาวะว่าเป็นอย่างไร ซึ่งถ้าผลการตรวจมีค่าผิดปกติ เช่น มีค่าเป็นกรด หรือเบสมากเกินไป สามารถสันนิษฐานได้ว่าการทำงานของไตอาจจะผิดปกติ แต่ทั้งนี้ต้องดูค่าอื่น ๆ ประกอบด้วย

2. sp.gr ย่อมาจาก (specific gravity) เป็นการวัดค่าความถ่วงจำเพาะ ตรวจเพื่อดูความเข้มข้นของสารที่ปะปนมากับปัสสาวะว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือไม่ ถ้ามีค่า sp.gr สูง เป็น positive อาจสันนิษฐานว่าอาจจะมีความผิดปกติเกี่ยวกับไต

3. อัลบูมินถ้าตรวจพบในปัสสาวะแสดงว่าไตทำงานผิดปกติ หรือมีปัญหาเกี่ยวกับไต อาจจะป่วยเป็นโรคไตได้

4. น้ำตาล ถ้าตรวจพบน้ำตาลในปัสสาวะอาจเป็นผลมาจากการทำงานของไตผิดปกติ หรืออาจเป็นการทำงานของผิดปกติของระบบฮอร์โมน

ข้อมูลจากการตรวจวิเคราะห์ปัสสาวะ เป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นเท่านั้น ถ้าพบความผิดปกติอย่างไร ต้องทำการตรวจอย่างละเอียดอีกครั้ง


การทำการกิจกรรมในเรื่องนี้ไม่ได้เน้นให้นักเรียนวิเคราะห์โรคด้วยตนเอง แต่ต้องการให้นักเรียนเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนกับชีวิตประจำวันได้ และให้นักเรียนสามารถสรุปได้ว่าการตรวจปัสสาวะทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับสมดุลของสารบางชนิดในร่างกาย และความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นกับระบบขับถ่ายของร่างกาย ซึ่งมีความสำคัญต่อการวินิจฉัยโรคของแพทย์

ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องกลไกการควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะโดยการสนทนาลงถึงเรื่องการขับถ่ายปัสสาวะของนักเรียนว่า นักเรียนทราบได้อย่างไรถึงเวลาที่จะต้องไปถ่ายปัสสาวะ หรือเมื่อรู้สึกปวดปัสสาวะนักเรียนสามารถกลั้นได้หรือไม่ ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องกลไกการควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะ การติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ และความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับไต และโรคของไต โดยครูอาจหาตัวอย่างก่อนนี้ในระบบขับถ่าย หรือภาพเอกซเรย์ให้เห็นตำแหน่งของนิ้วในส่วนต่าง ๆ ของทางเดินปัสสาวะซึ่งครูสามารถขอภาพถ่ายเอกซเรย์ที่ใช้งานเสร็จแล้วจากโรงพยาบาล และแผ่นภาพหรือแผ่นโปร่งใสเกี่ยวกับไตเทียมที่ใช้ในปัจจุบัน เพื่อเสริมความเข้าใจของนักเรียนและทำให้บทเรียนน่าสนใจมากขึ้น

ผิวหนังกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย

แนวการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อเรื่องนี้ ครูอาจนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยสนทนากับนักเรียนถึงอวัยวะที่ใช้ในการขับถ่ายของเสียที่นักเรียนได้เรียนไปแล้ว และเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดถึงอวัยวะอื่น ๆ ที่ช่วยขับถ่ายของเสีย ต่อจากนั้นให้นักเรียนสังเกตผิวหนังของตนเอง และศึกษาภาพที่ 6-24 แสดงโครงสร้างของผิวหนัง และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

โครงสร้างของต่อมเหงื่อมีความเหมาะสมกับการทำหน้าที่ขับถ่ายอย่างไร

 ต่อมเหงื่อมีลักษณะเป็นหลอดยาวขดไปมา และนำเหงื่อมาเปิดออกที่ผิวหนังทางรูเหงื่อ บริเวณต่อมเหงื่อจะมีหลอดเลือดฝอยอยู่โดยรอบ เพื่อนำของเสีย เช่น ยูเรีย น้ำ แร่ธาตุ

จากเลือดแพร่เข้าสู่ต่อมเหงื่อ
นักเรียนคิดว่า การขับถ่ายของเสียทางผิวหนังกับการขับถ่ายของเสียทางไตเหมือน หรือ
แตกต่างกัน อย่างไร

✎ ผิวหนังและไตมีการขับถ่ายของเสียบางอย่างเหมือนกัน เช่น ยูเรีย น้ำ แร่ธาตุ แต่การ
ขับถ่ายที่ผิวหนังเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของร่างกายด้วย ส่วนไตนั้นมีโครงสร้างที่ช่วยในการ
ขับถ่าย คือ หน่วยไตซึ่งมีการกรองสาร ดูดสารบางอย่างกลับ และมีการหลั่งสารบางอย่าง
ซึ่งจะมีการขับถ่ายของเสีย ได้มากกว่า แต่ทั้งนี้ก็มีความสัมพันธ์กับการขับถ่ายทางผิวหนังด้วย
เช่น ถ้าร่างกายเสียเหงื่อมาก ไตก็จะ ขับปัสสาวะได้น้อยลง เป็นต้น

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับหน้าที่ของผิวหนังที่นอกเหนือจากการขับถ่ายของเสีย
ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่าผิวหนังมีหน้าที่ป้องกันอวัยวะภายในร่างกาย ป้องกันเชื้อโรคที่ เข้าสู่ร่างกาย
รับสัมผัสและความรู้สึกอื่น ๆ ช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนศึกษา
เรื่องผิวหนังกับการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย จากแผนภาพที่ 6-25 ที่แสดงการควบคุมอุณหภูมิ
ของร่างกาย และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

เมื่ออากาศร้อน ผิวหนังจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ทำไมจึงมีเหงื่อมาก และหน้าแดง

✎ หลอดเลือดที่ผิวหนังมีการขยายตัว ทำให้เลือดไหลมาที่บริเวณผิวหนังมากขึ้นและ
จะมีการนำความร้อนจากเลือดมาที่ผิวหนัง ทำให้เกิดการระบายความร้อนสู่ภายนอก
ต่อมเหงื่อมีการผลิตเหงื่อมากขึ้น เมื่อเหงื่อระเหย ความร้อนจากร่างกายจะถูกนำ
มาใช้ในการระเหยของเหงื่อ นอกจากนี้อัตราเมแทบอลิซึมลดลง ความร้อนที่เกิดจาก
กระบวนการเมแทบอลิซึมมีน้อย ความร้อนภายในร่างกายลดลง

เมื่ออุณหภูมิของอากาศลดต่ำลง ผิวหนังจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจึงมี
เหงื่อน้อยและบางครั้งจึงมีอาการตัวสั่น

✎ หลอดเลือดที่ผิวหนังจะหดตัว การไหลเวียนของเลือดมาที่ผิวหนังลดลง ทำให้เกิดการ
สูญเสียความร้อนน้อยลง ขณะเดียวกันต่อมเหงื่อก็จะสร้างเหงื่อได้น้อยลงมากหรือ
อาจจะไม่สร้าง นอกจากนี้กล้ามเนื้อตามลำตัวจะหดตัวอย่างรวดเร็ว เพื่อเพิ่มความร้อน
ให้แกร่างกาย การหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วนี้เองทำให้เกิดอาการสั่น และยังมี
การกระตุ้นให้อัตราเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้น ทำใหร่างกายผลิตความร้อนเพิ่มขึ้น

6.3 ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบนำเหลืองกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล สำนวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการลำเลียงสารในร่างกายของ
สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์บางชนิด
2. สำนวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน
3. สืบค้นข้อมูล สำนวจตรวจสอบ อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด
หมุนเลือด การไหลและการรับเลือด

4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับระบบน้ำเหลือง กลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน
5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุป และจัดแสดงผลงานเกี่ยวกับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย และโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของคนในท้องถิ่น

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยสนทนากับนักเรียนถึงเรื่องราวของนักเรียนว่าประกอบด้วยเซลล์จำนวนมากมาย สิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของเซลล์ได้แก่อะไรบ้าง และขณะที่เซลล์ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ นั้นมีสิ่งใดที่เซลล์ต้องกำจัดออกหรือไม่ ร่างกายจะมีวิธีการอย่างไรในการนำสิ่งที่จำเป็นต่อใช้ในการดำรงชีวิต เช่น สารอาหารจากลำไส้เล็กไปให้เซลล์ และขณะเดียวกันก็ต้องหาวิธีการนำสิ่งที่ร่างกายต้องการกำจัดออกไปยังอวัยวะขับถ่าย คำตอบของนักเรียนขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน แต่นักเรียนควรสรุปได้ว่าต้องอาศัยระบบหมุนเวียนเลือดในการลำเลียงสารไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ครูอาจให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดว่าการหมุนเวียนเลือดเกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ มีวิธีการลำเลียงสารเหมือนคนหรือไม่ โดยครูจดบันทึกความคิดเห็นของนักเรียนบนกระดาน

6.3.1 การลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์


จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความจำเป็นที่ทุกเซลล์ของร่างกายต้องมีการรับสารเข้าและกำจัดสารออกจากเซลล์
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการลำเลียงสารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสัตว์บางชนิด
3. เปรียบเทียบและสรุปความแตกต่างของระบบหมุนเวียนเลือดแบบวงจรปิดและวงจรเปิด
4. ดำรวจตรวจสอบ อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการหมุนเวียนเลือดของปลา


แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนทบทวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส การขับถ่าย การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบา พารามีเซียม และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เช่น ฟองน้ำ ไฮดรา เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่าการลำเลียงสารของสิ่งมีชีวิตดังกล่าวต้องผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายดังนี้

สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบา พารามีเซียม มีวิธีการลำเลียงสารอย่างไร

 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีการรับสารที่เซลล์ต้องการ และกำจัดสารที่เซลล์ไม่ต้องการผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมโดยตรง นอกจากนี้ภายในเซลล์ยังมีการไหลของไซโทพลาซึมไปรอบ ๆ เซลล์ เรียกว่าไซโคลซิส (cyclosis)

ฟองน้ำ และไฮดรา มีระบบหมุนเวียนเลือดหรือไม่ อย่างไร

 ไม่มีระบบหมุนเวียนเลือด เพราะสารต่าง ๆ แพร่จากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่เซลล์โดยตรง เนื่องจากฟองน้ำประกอบด้วยเซลล์ที่รวมกลุ่มกันยังไม่มียังไม่มีระบบเนื้อเยื่อ ส่วนไฮดรามีเนื้อเยื่อ 2 ชั้นเท่านั้น

พลาณาเรียมีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนกว่าไฮดรา แต่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งที่มีวิธีการลำเลียงสารเช่นเดียวกับไฮดรา นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

✎ พลาณาเรียเป็นสัตว์ที่มีขนาดเล็ก ลำตัวแบน มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมมากเมื่อเทียบกับขนาดของร่างกาย สามารถแลกเปลี่ยนสารกับสิ่งแวดล้อมได้โดยตรง และมีการลำเลียงสารระหว่างเซลล์ในร่างกาย

ครูให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาภาพโครงสร้างภายใน และระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนและขนาดใหญ่กว่าพลาณาเรีย ได้แก่ ไส้เดือนดิน แมลง และกิ้ง และให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าถ้าสัตว์เหล่านี้มีการแลกเปลี่ยนสารกับสิ่งแวดล้อม และการลำเลียงสารภายในร่างกายเหมือนพลาณาเรีย สัตว์เหล่านี้จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติหรือไม่ เพราะเหตุใด

ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอความคิดเห็นและให้เพื่อนนักเรียนร่วมกันพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบเหล่านั้น จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า สัตว์ที่มีโครงสร้างของร่างกายขนาดใหญ่และซับซ้อนจะอาศัยการแลกเปลี่ยนสารกับสิ่งแวดล้อม และการลำเลียงสารภายในร่างกายด้วยวิธีการแพร่อย่างเดียวกันไม่ได้ เพราะสารต่าง ๆ เช่น แก๊สออกซิเจนจะต้องใช้เวลานานมากกว่าจะแพร่จากภายนอกไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายอย่างทั่วถึง จึงจำเป็นต้องมีเลือดและระบบหมุนเวียนเลือดช่วยในการลำเลียงสารไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้อย่างทั่วถึงและรวดเร็ว

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่องระบบการลำเลียงสารของไส้เดือนดิน แมลง และกิ้ง โดยครูอาจใช้แผ่นโปรเจกเตอร์แสดงภาพระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ดังกล่าวประกอบการอธิบายเสริมความรู้ให้นักเรียน

ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

ไส้เดือนดิน แมลง และกิ้ง มีวิธีการลำเลียงสารเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

✎ สัตว์ทั้ง 3 ชนิดนี้มีระบบหมุนเวียนเลือดต่างกัน และมีเลือด ซึ่งมีส่วนประกอบต่างกัน ไส้เดือนดินมีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด ส่วนแมลงและกิ้งมีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด การหมุนเวียนเลือดแบบวงจรปิดและแบบวงจรเปิดต่างกันอย่างไร ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเขียนเป็นแผนภาพ

✎ แบบวงจรปิดเลือดจะไหลอยู่ในหลอดเลือดตลอดเวลา การแลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดกับเนื้อเยื่อจะผ่านทางผนังหลอดเลือดฝอย ส่วนแบบวงจรเปิดในบางช่วงเลือดจะไหลออกมาสู่ช่องรับเลือดต่าง ๆ ตามลำตัว เนื่องจากหลอดเลือดไม่ได้เชื่อมติดต่อกันตลอด การแลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดกับเนื้อเยื่อจะแลกเปลี่ยนโดยไม่ต้องผ่านผนังหลอดเลือดฝอย เนื่องจากเลือดสัมผัสกับเนื้อเยื่อโดยตรง

หลังจากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามในบทเรียนซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

■ แมลงจะได้รับออกซิเจนจากระบบหมุนเวียนเลือดหรือไม่ เพราะเหตุใด

✎ นักเรียนควรใช้ความรู้จากเรื่องการแลกเปลี่ยนแก๊สมาใช้ในการตอบคำถาม ดังนี้ แมลงได้รับออกซิเจนจากท่อลมซึ่งแตกแขนงเป็นท่อลมฝอยนำออกซิเจนไปให้เซลล์โดยตรง และเลือดของแมลงไม่มีฮีโมโกลบินที่จะนำออกซิเจนไปให้เซลล์

ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยใช้คำถามนำให้นักเรียนเกิดความคิดว่า สัตว์มีกระดูกสันหลังมีระบบหมุนเวียนเลือดแตกต่างจากสัตว์ที่กล่าวนี้อย่างไร และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.6 เพื่อสำรวจตรวจสอบการหมุนเวียนเลือดของปลา

กิจกรรมที่ 6.6 การหมุนเวียนเลือดของปลา

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ทำกิจกรรมเพื่อศึกษาการหมุนเวียนเลือดของปลา หรือในโครงสร้างของสัตว์อื่น ๆ ที่บางและใส จนสามารถสังเกตการหมุนเวียนของเลือด
2. บอกทิศทางการไหลของเลือด และความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วการไหลของเลือด

ปลาที่นำมาศึกษาควรเป็นปลาขนาดเล็ก และแข็งแรง เช่น ปลานิล ปลาหางนกยูง ปลากระดี่ สำหรับปลาหางนกยูง ตัวเมียจะเห็นชัดกว่าตัวผู้เพราะไม่มีสี ครูควรแนะนำนักเรียนว่าในขณะที่วางปลาบนสไลด์ต้องให้ความชุ่มชื้นบริเวณหัวและเหงือกตลอดเวลา เวลาที่ศึกษาแต่ละครั้งไม่ควรนานเกินไปเพราะปลาอาจจะตาย ควรปล่อยลงน้ำสักครู่แล้วจึงนำไปศึกษาใหม่ ตำแหน่งที่จะใช้ศึกษาคือการไหลของเลือดคือบริเวณหางปลา และในระหว่างที่นักเรียนกำลังศึกษาคือการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดอยู่นั้น ครูควรให้นักเรียนสังเกตขนาดของหลอดเลือดว่ามีขนาดไม่เท่ากัน และการไหลของเลือดในหลอดเลือดขนาดเล็กจะไหลเร็วกว่าในหลอดเลือดขนาดใหญ่ ซึ่งครูควรตั้งคำถามถามนักเรียนว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น เพื่อเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับแรงดันและการเคลื่อนที่ของสาร

นอกจากนี้ให้นักเรียนสังเกตหลอดเลือดที่เชื่อมโยงระหว่างหลอดเลือดแต่ละหลอดเลือด และควรให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองด้วยหลังจากที่นักเรียนทำกิจกรรมเสร็จแล้ว และครูควรสังเกตทักษะการใช้กล้องจุลทรรศน์ในขณะที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่นั้น ตั้งแต่การปรับกล้องจุลทรรศน์ การหาภาพ ตลอดจนการเก็บกล้อง

ครูให้นักเรียน ร่วมกันอภิปรายและสรุปโดยใช้ตัวอย่างคำถามท้ายกิจกรรมดังนี้

- ทิศทางการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในหลอดเลือดต่างๆ เป็นอย่างไร
- ✎ เซลล์เม็ดเลือดจะเคลื่อนที่สวนทางกัน บางหลอดเลือดเซลล์เม็ดเลือดเคลื่อนที่ไปทางหัว บางหลอดเลือดเซลล์เม็ดเลือดเคลื่อนที่ไปทางหาง
- การเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในหลอดเลือดมีความเร็วเท่ากันทุกหลอดเลือดหรือไม่ อย่างไร
- ✎ ไม่เท่ากัน เซลล์เม็ดเลือดที่เคลื่อนที่ไปทางด้านหางเร็วกว่าไปทางด้านหัว
- นักเรียนมีข้อสังเกตอย่างไรว่าหลอดเลือดใดเป็นหลอดเลือดอาร์เตอร์หรือเวน
- ✎ หลอดเลือดอาร์เตอร์เลือดจะไหลจากทางด้านโคนหางไปยังด้านปลายหาง ส่วนหลอดเลือดเวนจะไหลจากด้านปลายหางไปยังด้านโคนหาง (ภาพในกล้องจุลทรรศน์จะกลับทิศทางซ้ายเป็นขวา)

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือดของปลา ซึ่งมีหัวใจ 2 ห้อง สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกซึ่งมีหัวใจ 3 ห้อง โดยครูอาจจะใช้แผ่นโปร่งใสแสดงระบบหมุนเวียนเลือดของปลาและยกประกอบการสืบค้นของนักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

ระบบการหมุนเวียนเลือดของปลาเหมือนหรือแตกต่างกับไส้เดือนดินหรือไม่ อย่างไร

- ✎ ปลา มีระบบการหมุนเวียนเลือดเหมือนกับไส้เดือนดิน เพราะมีระบบหมุนเวียนเลือดแบบวงจรปิด ซึ่งเป็นระบบที่เลือดไหลเวียนอยู่ภายในหลอดเลือด แต่ปลามีอวัยวะที่ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดที่แท้จริงคือหัวใจ
- เลือดที่ไหลผ่านหัวใจของปลาเป็นเลือดที่มีออกซิเจนมากหรือน้อย เพราะเหตุใด
- ✎ เลือดที่ไหลผ่านหัวใจของปลาเป็นเลือดที่มีออกซิเจนน้อย เนื่องจากเป็นเลือดที่มาจากส่วนต่างๆ ของร่างกาย

6.3.2 การลำเลียงสารในร่างกายคน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล ดำรวจตรวจสอบ อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
2. ออกแบบการทดลอง ดำรวจตรวจสอบ อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเต้นของหัวใจ
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความดันเลือดและชีพจร รวมทั้งปัจจัยที่มีผลต่อความดันเลือด ความผิดปกติและโรคที่เกิดกับหัวใจ
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย เปรียบเทียบ และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดเลือดอาร์เตอรี เวน และหลอดเลือดฝอย รวมถึงความดันเลือดในหลอดเลือดต่างๆ
6. ดำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบของเลือด และหน้าที่ของส่วนประกอบนั้น
7. สืบค้นข้อมูล ดำรวจตรวจสอบ อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับหมู่เลือดและการให้เลือด

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการลำเลียงสารต่าง ๆ ไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น นำแก๊สออกซิเจนจากปอด นำสารอาหารจากลำไส้เล็กไปยังสมอง แขน ขา และส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย มีอวัยวะอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการทำงานดังกล่าว ครูเขียนคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน นักเรียนคิดว่าอวัยวะเหล่านั้นมีรูปร่างลักษณะและหน้าที่การทำงานอย่างไร จากนั้นครูนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมที่ 6.7 โดยการให้นักเรียนลองใช้สเตทโทสโคป (stethoscope) ฟังเสียงการเต้นของหัวใจของนักเรียนว่า เสียงที่ได้ยินแต่ละครั้งแตกต่างกันหรือไม่ เหตุใดจึงแตกต่างกัน นักเรียนจะได้คำตอบจากกิจกรรมต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 6.7 หัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. ทำกิจกรรมศึกษาโครงสร้างของหัวใจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับหน้าที่ของหัวใจแต่ละห้อง รวมทั้งหลอดเลือดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวใจ

ครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนล่วงหน้าในการเตรียมหัวใจสดที่มีหลอดเลือดและสภาพหัวใจสมบูรณ์สำหรับใช้ศึกษา และก่อนลงมือปฏิบัตินักเรียนต้องสวมถุงมือให้เรียบร้อย ควรให้นักเรียนศึกษาลักษณะภายนอกของหัวใจเสียก่อนว่าด้านใดเป็นด้านหน้า ด้านใดเป็นด้านหลัง นอกจากนี้ให้สังเกตหลอดเลือดโคโรนารีอาร์เตอรีที่อยู่บริเวณรอบนอกของหัวใจ หัวใจซีกซ้ายจะมีขนาดโตกว่าซีกขวา โดยสังเกตจากร่องแบ่ง

ด้านหน้าของหัวใจจะสังเกตเห็นหลอดเลือดติดต่อกับหัวใจ 8 หลอด หลอดเลือดเหล่านี้อาจมีอยู่ไม่ครบ เพราะถูกตัดสั้นเกินไป คงเห็นเพียงช่องเปิดตรงกลางของหัวใจมีหลอดเลือด 2 หลอด หลอดที่มีผนังหนาที่สุดและมีช่องติดต่อกับหัวใจห้องเวเนทรีคิลซ้ายคือเอออร์ตา ส่วนอีกหลอดหนึ่งมีขนาดเล็กกว่า นำเลือดออกจากหัวใจห้องเวเนทรีคิลขวาส่งไปปอด คือ พัลโมนารีอาร์เตอรี ซีกซ้ายของหัวใจมีหลอดเลือด 2 คู่เป็นหลอดเลือดพัลโมนารีเวน ซึ่งรับเลือดจากปอด 2 ข้างมาส่งให้ห้องเอเทรียมซ้าย ส่วนทางซีกขวาของหัวใจจะมีหลอดเลือด 2 หลอด คือ เวนาคาเว ซึ่งรับเลือดจากส่วนต่างๆ ของร่างกายเข้าสู่หัวใจห้องเอเทรียมขวา

การผ่าเริ่มจากเวนาคาเวห้องเอเทรียมขวามายังห้องเวเนทรีคิลขวา ครูควรใช้กรรไกรสอดเข้าไปผ่าไม่ควรใช้ใบมีด เพราะอาจผ่าได้ไม่ตรงช่องหัวใจและอาจไปโดนลิ้นหัวใจที่อยู่ภายในได้ และหลังผ่าตัดครูชี้ให้นักเรียนสังเกตลิ้นของหัวใจที่กั้นระหว่างห้องเอเทรียมขวาและห้องเวเนทรีคิลขวา ลักษณะของลิ้นนี้ลู่ลงสู่ห้องเวเนทรีคิลขวา แสดงถึงทิศทางการไหลของเลือดจากเอเทรียมลงเวเนทรีคิล ลิ้นนี้เป็นแผ่นบาง ๆ 3 ชั้น เรียกว่าลิ้นไตรคัสพิด ครูให้นักเรียนทดลองตัดปลายล่างสุดของหัวใจห้องเวเนทรีคิลขวาเป็นช่องแล้วปล่อยน้ำเข้าไปเพื่อดูการปิดเปิดของลิ้น

เมื่อนักเรียนใช้แท่งแก้วสอดไปตามหลอดเลือดที่ติดต่อกับหัวใจห้องเวเนทรีคิลขวาบ้าง จะพบว่าทะลุออกไปตามหลอดเลือดอีกหลอดหนึ่งที่อยู่ใกล้ๆ เอออร์ตา หลอดนี้คือพัลโมนารีอาร์เตอรีนั่นเอง ให้สังเกตลิ้นที่โคนหลอดเลือดนี้เช่นกัน เรียกลิ้นที่กั้นระหว่างหัวใจกับหลอดเลือดที่ออกจากหัวใจเหล่านี้ว่าลิ้นเซมิลูนาร์ เพราะมีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม 3 ชั้นวางชนกัน

เมื่อใช้มีดผ่าหัวใจซีกซ้าย ระหว่างเอเทรียมกับเวเนทรีคิลจะพบลิ้นมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ 2 ชั้นเรียกว่าลิ้นไบคัสพิด ที่หัวใจห้องเวเนทรีคิลซ้ายมีหลอดเลือดออกจากห้องเวเนทรีคิลซ้าย คือ หลอดเลือดเอออร์ตาที่โคนหลอดเลือดจะมีลิ้นเซมิลูนาร์ซึ่งมีลักษณะลู่ขึ้นข้างบน แสดงว่าทิศทางการไหลของเลือดจะออกจากหัวใจห้องเวเนทรีคิลซ้ายไหลไปตามหลอดเลือดเอออร์ตา และให้นักเรียนสังเกตบริเวณลิ้นเซมิลูนาร์จะพบช่องทางที่เลือดจะไหลไปเลี้ยงหัวใจ

ถ้าต้องการเก็บหัวใจไว้ควรคงด้วยแอลกอฮอล์ 80% หรือฟอร์มาลิน 10% ก่อนดองควรผ่าหัวใจก่อน

เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.7 เสร็จแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปโดยใช้ตัวอย่างคำถามท้ายกิจกรรม

- นักเรียนคิดว่าหลอดเลือดที่ห่อหุ้มรอบนอกของหัวใจทำหน้าที่อะไร
- ✎ นำเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ
- ความหนาของผนังห้องหัวใจทั้ง 4 ห้อง แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ลักษณะดังกล่าวนี้สัมพันธ์กับการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจอย่างไร
- ✎ หัวใจห้องเวเนทรีเคิลจะมีกล้ามเนื้อหนากว่าเอเทรียม และกล้ามเนื้อหัวใจห้องเวเนทรีเคิลซ้ายก็จะหนากว่าห้องเวเนทรีเคิลขวา ลักษณะเช่นนี้แสดงว่าหัวใจห้องเวเนทรีเคิลซ้ายจะต้องออกแรงบีบตัวมาก เนื่องจากต้องสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงทั่วร่างกายส่วนหัวใจห้องเวเนทรีเคิลขวามีกล้ามเนื้อบางกว่ามีหน้าที่สูบฉีดเลือดไปยังปอด ส่วนเอเทรียมของหัวใจทั้ง 2 ห้อง มีกล้ามเนื้อบางมาก เนื่องจากทำหน้าที่รับเลือดแล้วบีบตัวส่งเลือดลงไปยังหัวใจห้องเวเนทรีเคิลเท่านั้น
- ลิ้นที่กั้นระหว่างหัวใจห้องเอเทรียมและเวเนทรีเคิลมีลักษณะอย่างไร ลักษณะดังกล่าวบอกทิศทางการไหลของเลือดอย่างไร และช่วยในการทำงานของหัวใจอย่างไร ถ้าลิ้นเหล่านี้รั่วจะเกิดอะไรขึ้น
- ✎ ลิ้นที่กั้นระหว่างห้องของหัวใจ มีลักษณะดังนี้
 1. ลิ้นที่กั้นระหว่างหัวใจเอเทรียมขวากับเวเนทรีเคิลขวา มีลักษณะเป็นแผ่นเยื่อบางๆ 3 ชิ้น เรียกเยื่อนี้ว่าไตรคัสพิด ลิ้นนี้จะเปิดเมื่อความดันเอเทรียมขวาสูงกว่าเวเนทรีเคิลขวา เลือดจึงไหลจากห้องเอเทรียมขวาลงสู่เวเนทรีเคิลขวา และจะปิดเมื่อเลือดในเวเนทรีเคิลขวามีความดันสูงกว่าเอเทรียมขวา
 2. ลิ้นที่กั้นระหว่างหัวใจห้องเอเทรียมซ้ายกับห้องเวเนทรีเคิลซ้ายจะมีลักษณะเป็นแผ่นเยื่อ 2 ชิ้นเรียกไบคัสพิด ลิ้นนี้จะเปิดเมื่อความดันในเอเทรียมซ้ายสูงกว่าห้องเวเนทรีเคิลซ้าย เลือดจึงไหลจากเอเทรียมซ้ายสู่ห้องเวเนทรีเคิลซ้าย และจะปิดเมื่อเลือดในเวเนทรีเคิลซ้ายมีความดันสูงกว่าเอเทรียมซ้าย
ลิ้นเหล่านี้ช่วยทำให้เลือดไม่ไหลย้อนกลับไปยังเอเทรียมขวา และเอเทรียมซ้าย ถ้าลิ้นเหล่านี้รั่วจะทำให้เลือดบางส่วนไหลย้อนกลับไปยังเอเทรียมขวาและเอเทรียมซ้าย ส่งผลให้เลือดจากเวเนทรีเคิลขวาไปปอดได้น้อยลง เช่นเดียวกับเลือดจากห้องเวเนทรีเคิลซ้ายไปเลี้ยงร่างกายได้น้อยลง
- ลิ้นที่โคนหลอดเลือดมีลักษณะอย่างไร ลักษณะดังกล่าวบอกทิศทางการไหลของเลือดอย่างไร ถ้าลิ้นรั่วจะมีผลอย่างไรต่อร่างกาย
- ✎ มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม 3 ชิ้นวางชนกันเรียกเยื่อนี้ว่าลิ้นเซมิลูนาร์จะพบที่
 1. ลิ้นที่กั้นระหว่างหลอดเลือดเอออร์ตากับหัวใจห้องเวเนทรีเคิลซ้าย ลิ้นนี้จะเปิดเมื่อความดันเลือดในห้องเวเนทรีเคิลซ้ายสูงกว่าในเอออร์ตา และจะปิดเมื่อความดันเลือดในเอออร์ตาสูงกว่าห้องเวเนทรีเคิลซ้าย เลือดจึงไหลจากห้องเวเนทรีเคิลซ้ายไปตามเอออร์ตาและไม่ไหลย้อนกลับ
 2. ลิ้นที่กั้นระหว่างหลอดเลือดพัลโมนารีออร์เตอร์กับเวเนทรีเคิลขวา ลิ้นจะปิดเมื่อ

ความดันเลือดในพัลโมนารีอาร์เตอร์สูงกว่าเวนทริเคิลขวา ลินจะเปิดเมื่อความดันเลือดในเวนทริเคิลขวาสูงกว่าในพัลโมนารีอาร์เตอร์ เลือดจึงไหลจากห้องเวนทริเคิลขวาไปตามพัลโมนารีอาร์เตอร์และไม่ไหลย้อนกลับ

ถ้าลิ่มเชมิคูลาร์ที่กั้นระหว่างเอออร์ตากับหัวใจห้องเวนทริเคิลซ้ายรั่ว จะทำให้มีเลือดไปเลี้ยงร่างกายได้น้อยลง เป็นผลให้ร่างกายขาดเลือดได้ และถ้าลิ่มเชมิคูลาร์ที่กั้นระหว่างพัลโมนารีอาร์เตอร์กับหัวใจเวนทริเคิลขวารั่วจะทำให้มีเลือดไปแลกเปลี่ยนแก๊สที่ปอด น้อยลง ส่งผลให้มีเลือดไปเลี้ยงร่างกายน้อยลงและร่างกายได้รับออกซิเจนน้อยลงด้วย

ถ้าหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจอุดตันจะเกิดผลอย่างไร

✎ จะมีผลทำให้เลือดไปหล่อเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจไม่เพียงพอ เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจไม่สามารถทำหน้าที่สูบน้ำเลือดได้ ทำให้หัวใจล้มเหลว

■ เลือดในหลอดเลือดอาร์เตอร์ส่วนใหญ่จะเป็นเลือดที่มีออกซิเจนมาก และเลือดในหลอดเลือดเวนส่วนใหญ่จะเป็นเลือดที่มีออกซิเจนน้อย นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเลือดในหลอดเลือดใดที่ไม่เป็นไปตามนี้ เพราะเหตุใด

✎ พัลโมนารีอาร์เตอร์เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดที่มีออกซิเจนน้อย มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากไปยังปอด เพื่อรับแก๊สออกซิเจนจากปอดและนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปยังปอด ส่วนหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากปอดเข้าสู่หัวใจคือ พัลโมนารีเวน จะมีออกซิเจนมาก และมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์น้อย

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่ง ลักษณะ และโครงสร้างของหัวใจ รวมทั้งการทำงานของหัวใจ โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ สื่อประเภทวีดิทัศน์ หรือ CD-ROM ประกอบการสืบค้นข้อมูลของนักเรียนหลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามในการอภิปรายดังนี้

นักเรียนจะอธิบายความหมายของคำว่าชีพจรได้อย่างไร

✎ ชีพจร หมายถึงการเต้นของหัวใจ สามารถสัมผัสได้ตามบริเวณที่มีหลอดเลือดอาร์เตอร์อยู่ใกล้ผิวหนัง เช่น ข้อมือ ข้อมับ เนื่องจากการยืดหยุ่นของหลอดเลือดอาร์เตอร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการบีบตัวและคลายตัวของหัวใจ ดังนั้นชีพจรจึงสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจ

ครูให้นักเรียนทดลองจับชีพจรของตนเองในเวลา 1 นาที โดยใช้นิ้วชี้และนิ้วกลางของมือข้างหนึ่งแตะบริเวณด้านหน้าของข้อมืออีกข้างหนึ่งในตำแหน่งที่ลากเส้นตรงจากนิ้วชี้มายังข้อมือ ดังภาพ



บริเวณข้อมือ



บริเวณข้อศอก



บริเวณคอ

ให้นักเรียนคำนวณจำนวนครั้งของการเต้นของหัวใจตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบัน หัวใจของนักเรียนเต้นมากี่ครั้งแล้ว โดยเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์

ครูนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมที่ 6.8 โดยสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับความสม่ำเสมอของอัตราการเต้นของหัวใจ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเต้นของหัวใจ

กิจกรรมที่ 6.8 อัตราการเต้นของหัวใจ

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเต้นของหัวใจ
2. ไขว่คว้ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองตามที่นักเรียนออกแบบไว้
3. จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลที่ได้ออกมาจากการทดลอง

การทำกิจกรรมนี้ครูอาจจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกศึกษาปัจจัยต่างๆ ตามความสนใจ และให้ออกแบบการทดลองโดยกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ต่อจากนั้นให้แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบการทดลองไว้ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่น่าสนใจ เปิดโอกาสให้เพื่อนในชั้นเรียนร่วมอภิปรายด้วย

ตัวอย่าง ถ้าจะศึกษาว่า เพศหญิงและเพศชายมีอัตราการเต้นของหัวใจที่แตกต่างกัน อาจจะทำการทดลอง ดังนี้

- วัดอัตราการเต้นของหัวใจของเพศหญิงในอายุต่าง ๆ ในสภาพปกติ เช่น อายุ 13 16 19 22 ปี ฯลฯ

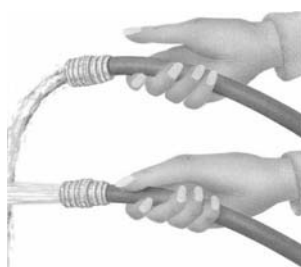
- วัดอัตราการเต้นของหัวใจของเพศชายในอายุต่าง ๆ ในสภาพปกติ เช่น อายุ 13 16 19 22 ปี ฯลฯ

- นำข้อมูลมาจัดทำเป็นตารางดังนี้

อายุ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)	
	เพศหญิง	เพศชาย
13		
16		
19		
22		
ฯลฯ		

ครูให้นักเรียนศึกษากราฟแสดงคลื่นไฟฟ้าของหัวใจดังภาพที่ 6-30 ซึ่งได้จากการตรวจด้วยเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าของหัวใจ โดยไม่ได้มุ่งหวังให้นักเรียนสามารถอ่านกราฟได้ แต่ต้องการให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าของหัวใจของคนปกติและไม่ปกติ ซึ่งแพทย์สามารถนำข้อมูลในเรื่องดังกล่าว ไปใช้ในการ ตรวจสอบการทำงานของหัวใจและวินิจฉัยโรคได้

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนเข้าสู่เรื่องความดันเลือด โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเต้นของหัวใจกับชีพจร และการไหลเวียนของเลือดในหลอดเลือดต่าง ๆ เกิดขึ้นได้อย่างไร โดยเปรียบเทียบกับ การไหลของน้ำไปตามท่อหรือสายยาง ดังภาพ



จากภาพครูตั้งคำถามนำไปสู่การอภิปราย ดังนี้

- เมื่อบีบสายยางความดันของน้ำเพิ่มขึ้นเพราะเหตุใด
- นักเรียนจะนำหลักการไปอธิบายความดันเลือดในหลอดเลือดarteri เพื่อให้ออกไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายอย่างไร

จากการอภิปรายนักเรียนควรได้ข้อสรุปว่า การที่เลือดไหลไปตามหลอดเลือดได้เพราะมีความดัน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าความดันเลือดในหลอดเลือดต่าง ๆ เท่ากันหรือไม่ จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความดันเลือดในหลอดเลือด การวัดความดันเลือดและค่าความดันเลือด โดยครูอาจใช้แผ่นโปรงใสที่แสดงค่าความดันเลือดในหลอดเลือดต่าง ๆ ดังภาพที่ 6-32

และครูอาจสาธิตการวัดความดันเลือดหรืออาจให้นักเรียนทดลองวัดความดันเลือดของเพื่อน โดยเชื่อมโยงกับวิชาสุขศึกษา หรืออาจเชิญครูพยาบาลของโรงเรียนมาร่วมสาธิตวิธีการวัดความดันเลือดด้วย

นอกจากนี้ครูอาจเสริมความรู้ให้กับนักเรียนดังนี้

ความดันเลือดสามารถวัดได้จากหลอดเลือด อาร์เตอร์ที่ใกล้หัวใจ เช่น บริเวณต้นแขน ความดันเลือดในหลอดเลือดอาร์เตอร์ขนาดต่าง ๆ จะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากหัวใจ ขณะนอนความดันเลือดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตั้งแต่ศีรษะถึงเท้าจะใกล้เคียงกัน แต่ขณะยืน ความดันเลือดบริเวณขาจะสูงมากที่สุด บริเวณศีรษะจะน้อยที่สุด เนื่องจากการไหลของเลือดจะไหลไปในทิศทางเดียวกับแรงโน้มถ่วงของโลกได้ดีกว่าตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก

ครูให้นักเรียนศึกษาตารางที่ 6.3 ซึ่งแสดงค่าความดันเลือดของคนที่มีอายุและเพศต่างกัน และนำข้อมูลความดันซิสโตลิกมาเขียนเป็นกราฟ สุ่มเลือกตัวแทนนำกราฟมาเสนอหน้าชั้นเรียน และให้ทุกคนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

ความดันเลือดของคนที่มีอายุมากขึ้นเป็นอย่างไร

✎ ความดันเลือดจะสูงขึ้น

เพศหญิงและเพศชายมีความดันเลือดขณะหัวใจบีบตัวแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

✎ ต่างกันในบางช่วงของอายุ วัยหนุ่มสาวเพศชายจะมีความดันเลือดสูงกว่าเพศหญิง และช่วงอายุ 45 ปีขึ้นไป เพศหญิงจะมีความดันเลือดสูงกว่าเพศชาย

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความดันเลือดมีอะไรบ้าง

✎ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความดันเลือดมีหลายประการได้แก่

- ความยืดหยุ่นของผนังหลอดเลือด ผู้สูงอายุมักมีความยืดหยุ่นของผนังหลอดเลือดน้อยลง
- การสะสมของคอเลสเตอรอลในผนังหลอดเลือด ถ้ามีมากจะทำให้ช่องทางที่เลือดจะไหลไปได้แคบลง
- อารมณ์เครียด ตกใจ โกรธ มีผลต่อการเต้นของหัวใจซึ่งส่งผลต่อความดันเลือด ทำให้ความดันเลือดสูงขึ้น
- สารเคมีต่างๆ ที่มีผลต่อการกระตุ้นการทำงานของหัวใจ
- ขนาดของร่างกาย เช่น คนที่มีร่างกายขนาดใหญ่ความดันเลือดจะสูงกว่าคนที่มีร่างกายขนาดเล็ก

นอกจากให้นักเรียนอภิปรายแล้ว ในการศึกษาเรื่องความดันเลือด ครูควรให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญ เพราะเกี่ยวข้องกับสุขภาพของนักเรียนและคนในครอบครัวของนักเรียน การปฏิบัติตนในชีวิตประจำวันเพื่อหลีกเลี่ยงการมีความดันเลือดสูง เช่น การเลือกรับประทานอาหารที่ถูกต้อง หลีกเลี่ยงอาหารที่มีไขมันสูง และอาหารที่มีรสเค็มจัด การควบคุมอารมณ์ เป็นต้น

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรคและความผิดปกติของหัวใจ โดยครูอาจให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากวารสาร หนังสือพิมพ์ เอกสารแผ่นพับของโรงพยาบาล สภากาชาดไทย กรมอนามัย ฯลฯ หรือเชิญวิทยากรภายนอกที่เชี่ยวชาญเรื่องดังกล่าวมาให้ความรู้แก่นักเรียน หรืออาจใช้สื่อวีดิทัศน์จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ที่พอจัดหาได้มาประกอบการสอนในหัวข้อนี้

หลอดเลือด

ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องหลอดเลือดโดยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับ หลอดเลือดที่นักเรียนรู้จักมีหลอดเลือดอะไรบ้าง แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไร ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหลอดเลือด โดยครูอาจจะใช้ภาพแผ่นโปสเตอร์แสดงโครงสร้างของหลอดเลือดอาร์เทอรี เวน และหลอดเลือดฝอย ประกอบการสอน ต่อจากนั้นให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 6-33 แสดงความดันเลือดในหลอดเลือดต่าง ๆ และร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

- นักเรียนวัดชีพจรจากหลอดเลือดเวนได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- ✎ ไม่ได้ เนื่องจากความดันเลือดในหลอดเลือดเวนต่ำมาก กล้ามเนื้อของหลอดเลือดเวนจึงบีบและคลายตัวน้อย

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.9 เพื่อศึกษาทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดเวน

กิจกรรมที่ 6.9 ทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดเวน

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดขณะปกติและขณะที่ถูกกด
2. แปลความหมายผลที่ได้จากการสังเกต
3. สรุปทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดเวน และความแตกต่างระหว่างหลอดเลือดเวนกับหลอดเลือดอาร์เทอรี

ครูให้นักเรียนสังเกตหลอดเลือดของตนเองที่เห็นอยู่ใกล้ผิวหนัง ส่วนใหญ่เป็นหลอดเลือดเวน แล้วให้นักเรียนทดลองตามกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามในกิจกรรม

- เหตุใดเมื่อมัดต้นแขนแล้ว หลอดเลือดจึงปรากฏชัดเจนขึ้น
- ✎ เพราะเลือดไหลไปไม่ได้ เลือดจึงคั่งอยู่ในหลอดเลือด ทำให้หลอดเลือดโป่งเห็นชัดเจน
- การไหลของเลือดในหลอดเลือดที่ปรากฏน่าจะมีทิศทางจากปลายแขนไปยังต้นแขน หรือจากต้นแขนไปยังปลายแขน
- ✎ จากปลายแขนไปยังต้นแขน เพราะเมื่อมัดต้นแขนแล้ว ทำให้หลอดเลือดบริเวณต่ำกว่าต้นแขนลงมาโป่งออก
- ก่อนปล่อยนิ้ว ข. ลักษณะของหลอดเลือดเป็นอย่างไร
- ✎ หลอดเลือดไม่โป่ง ไม่มีเลือดไหลกลับเข้ามาในหลอดเลือด
- เมื่อปล่อยนิ้ว ข. ลักษณะของหลอดเลือดเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด
- ✎ หลอดเลือดไม่โป่ง เพราะเลือดถูกไล่ไปทางต้นแขน ส่วนทางปลายแขนยังคั่งมีนิ้ว ก. กดอยู่ ทำให้เลือดไหลมาไม่ได้ เลือดที่ถูกไล่ไปทางต้นแขนแล้วไหลกลับมาไม่ได้ เพราะมีลิ้นคอยกั้นอยู่
- เมื่อปล่อยนิ้ว ก. ลักษณะของหลอดเลือดเป็นอย่างไร
- ✎ หลอดเลือดจะโป่ง เพราะมีเลือดไหลกลับเข้ามาในหลอดเลือด

- นักเรียนจะอธิบายทิศทางการไหลของเลือดในหลอดเลือดที่ศึกษาว่าอย่างไร
- ✎ เลือดในหลอดเลือดที่ศึกษาน่าจะมีทิศทางการไหลไปทางเดียวกัน คือ จากปลายแขนไปยังต้นแขน ฉะนั้นภายในหลอดเลือดน่าจะมีลิ้นทำหน้าที่กั้นไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ
- นักเรียนอธิบายโครงสร้างภายในของหลอดเลือดได้อย่างไร ในกรณีที่เลือดไหลไปทางเดียวกันตลอดโดยไม่ไหลย้อนกลับ
- ✎ ภายในหลอดเลือดเวนจะมีลิ้นช่วยกั้นเลือดเป็นระยะๆ เพื่อกั้นไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการไหลเวียนของเลือดในหลอดเลือดเวน โดยครูอาจใช้แผ่นโปร่งใสแสดงการทำงานของลิ้นภายในหลอดเลือดเวน และกลั่นเนื้อรอบ ๆ หลอดเลือดเวน และร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

- ให้นักเรียนเปรียบเทียบลักษณะของหลอดเลือดที่บริเวณหลังมือในขณะที่ปล่อยมือลงด้านข้างลำตัว และขณะที่ยกมือขึ้นเหนือศีรษะว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
- ✎ ขณะปล่อยมือลงด้านข้างลำตัวจะสังเกตเห็นหลอดเลือดโป่งชัดเจน แต่การที่ยกมือขึ้นเหนือศีรษะหลอดเลือดเวนจะแฟบลง เพราะขณะปล่อยมือลงด้านข้างเลือดในหลอดเลือดเวนที่บริเวณ หลังมือไหลกลับขึ้นมายังหัวใจยากกว่าขณะที่ยกมือขึ้นเหนือศีรษะ เนื่องจากต้านกับแรงโน้มถ่วงของโลก
- นักเรียนคิดว่า การยืน การนอนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการไหลของเลือดในหลอดเลือดเวนอย่างไร
- ✎ การยืนทำให้เลือดในหลอดเลือดเวนบริเวณที่ต่ำกว่าหัวใจ เช่น ที่ขาไหลกลับเข้าสู่หัวใจยากขึ้น ส่วนการนอนทำให้เลือดในหลอดเลือดเวนไหลเวียนได้สะดวก
- นักเรียนคิดว่า การไหลเวียนเลือดในร่างกายจะเป็นอย่างไร ถ้าร่างกายเสียเลือดมาก เช่น เมื่อได้รับอุบัติเหตุ
- ✎ เลือดจะมีปริมาณน้อยลงส่งผลต่อความดันเลือดลดลง ทำให้การหมุนเวียนเลือดช้าลง

ครูอาจใช้คำถามเพิ่มเติมดังนี้

ผู้สูงอายุ หญิงมีครรภ์ และผู้ประกอบอาชีพที่ต้องยืนเป็นเวลานานๆ มักจะมีอาการหลอดเลือดขอดที่ขา นักเรียนคิดว่าเกิดมาจากสาเหตุใด

- ✎ การยืนเป็นเวลานาน ๆ ทำให้เลือดในหลอดเลือดเวนที่ขาไหลกลับเข้าสู่หัวใจลำบากขึ้น เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อเป็นเช่นนี้ทำให้ลิ้นของหลอดเลือดเวนต้องรับน้ำหนักของเลือดเป็นเวลานานจึงทำให้ลิ้นเสื่อมสภาพเกิดการโป่งของหลอดเลือด เนื่องจากมีเลือดคั่งอยู่บริเวณนั้น

ส่วนประกอบของเลือด

ครูให้นักเรียนเข้าสู่เรื่องที่เรียนโดยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เกี่ยวกับความเข้าใจ ความหมายของคำว่าเลือด ปริมาณเลือดในร่างกายของนักเรียนมีปริมาณมากน้อยเพียงใด คำตอบของนักเรียนอาจมีหลากหลายขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของนักเรียน ต่อจากนั้นครูให้นักเรียน

สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณเลือดในร่างกายของคน และส่วนประกอบของเลือดที่ผ่านการปั่นแยกจากภาพที่ 6-35 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

- นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ในร่างกายนักเรียนมีเลือดอยู่ประมาณเท่าใด
- ✎ คำตอบนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของนักเรียนแต่ละคน เช่น ถ้านักเรียนมีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม จะมีเลือดอยู่ร้อยละ 7-8 ซึ่งก็คือ 3.5-4 กิโลกรัม

ครูให้นักเรียนศึกษาเซลล์เม็ดเลือดจากการทำกิจกรรมที่ 6.10

กิจกรรมที่ 6.10 ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดของคน

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถสำรวจตรวจสอบ เปรียบเทียบรูปร่างลักษณะและปริมาณของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด

เมื่อนักเรียนศึกษาสไลด์ถาวรเซลล์เม็ดเลือดของคนด้วยกล้องจุลทรรศน์เรียบร้อยแล้ว ครูอาจสุ่มนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน และให้ทุกคนร่วมการอภิปรายผลการทำกิจกรรมโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

- เซลล์เม็ดเลือดที่เห็นมีกี่ชนิด แต่ละชนิดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- ✎ มี 3 ชนิด คือเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว และชิ้นส่วนของเซลล์ที่เรียกว่าเกล็ดเลือดหรือเกล็ดเลือด หรือเศษเลือด

ครูอาจชี้แจงเพิ่มเติมเกี่ยวกับเซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์เม็ดเลือดแดงมีความแตกต่างพอจะสรุปได้ดังนี้

เซลล์เม็ดเลือดแดง	เซลล์เม็ดเลือดขาว
1. มีจำนวนมากกว่า	1. มีจำนวนน้อยกว่า
2. มีขนาดเล็กกว่า	2. ส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า
3. ไม่มีนิวเคลียส ตรงกลางเว้าเป็นแอ่ง เห็นเป็นเงาดำๆ	3. มีนิวเคลียสเป็นพูๆ หรือก้อนกลมใหญ่เกือบเต็มเซลล์ เซลล์ที่มีนิวเคลียสเป็นก้อนกลมใหญ่มักจะมีขนาดใกล้เคียงกับเซลล์เม็ดเลือดแดง

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะ ปริมาณ และหน้าที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดง และร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามในหนังสือเรียนดังนี้

- การที่เซลล์เม็ดเลือดแดงไม่มีนิวเคลียสและมีลักษณะกลมแบน ตรงกลางบุ๋มนั้นมีความเหมาะสมกับหน้าที่อย่างไร และมีผลต่ออายุของเซลล์เม็ดเลือดแดงอย่างไร
- ✎ เซลล์เม็ดเลือดแดงไม่มีนิวเคลียสมีลักษณะกลมแบนและตรงกลางบุ๋มเข้าไป ลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดแรงต้านทานต่อเม็ดเลือดแดงน้อยจึงช่วยให้เคลื่อนที่ไปในของเหลวหรือพลาสมาได้ดีและยังทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น ทำให้ฮีโมโกลบินที่ยึดหุ้มเซลล์สัมผัสกับออกซิเจนได้มากขึ้น เซลล์เม็ดเลือดแดงไม่มีนิวเคลียสที่จะควบคุมการทำงานของเซลล์

เช่น การสังเคราะห์สารต่าง ๆ ซ่อมแซมตัวเองจึงทำให้มีอายุสั้น มีอายุประมาณ 100-120 วัน ร่างกายจึงต้องสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดงมาทดแทนอยู่เสมอ

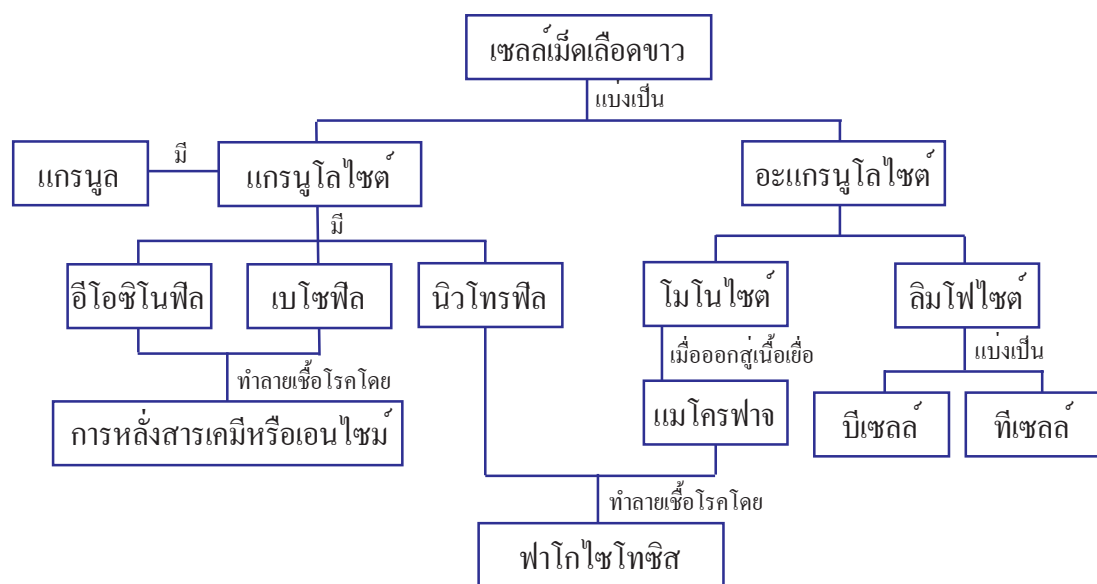
ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับชนิด รูปร่างลักษณะ และหน้าที่ของเซลล์เม็ดเลือดขาว พร้อมทั้งศึกษาภาพที่ 6-37 ซึ่งแสดงชนิดของเซลล์เม็ดเลือดขาว และร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

■ เซลล์เม็ดเลือดขาวที่เห็นในภาพมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร

✎ ให้นักเรียนสรุปจากภาพโดยดูลักษณะของนิวเคลียส ขนาดของเซลล์ ขนาดของนิวเคลียส ต่อขนาดของเซลล์ และลักษณะของไซโทพลาซึมของเซลล์ว่ามีแกรนูลจำเพาะหรือไม่

ครูอาจให้นักเรียนสรุปชนิดและหน้าที่ของเซลล์เม็ดเลือดขาวโดยเขียนเป็นผังมโนทัศน์

ตัวอย่างผังมโนทัศน์



ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องเพลตเลต โดยสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการไหลของเลือด เมื่อเกิดบาดแผลว่าโดยทั่วไปใช้เวลาานเท่าไรเลือดจึงหยุดไหล ต่อจากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเพลตเลตและศึกษาภาพที่ 6-38 แสดงการแข็งตัวของเลือด โดยครูอาจใช้แผ่นโปร่งใสเกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือดประกอบการสอน และให้นักเรียนสังเกตกระบวนการดังกล่าวเมื่อนักเรียนมีบาดแผลเกิดขึ้น นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

■ ร่างกายได้รับวิตามินเคจากอาหารพวกใด

✎ ผักสีเขียว น้ำมันปลา เนื้อสัตว์

■ ถ้านักเรียนรับประทานยาปฏิชีวนะนาน ๆ ทำให้เชื้อแบคทีเรียที่ผลิตวิตามินเคในลำไส้ตายหมด นักเรียนคิดว่าจะมีผลอย่างไร

✎ ร่างกายอาจขาดวิตามินเคทำให้เลือดแข็งตัวช้า

ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องพลาสมา โดยให้ดูภาพเลือดที่ปั่นแยกอีกครั้ง สังเกตส่วนที่มีสีเหลืองใส ซึ่งเรียกว่า พลาสมา และร่วมกันอภิปรายถึงส่วนประกอบและหน้าที่ของพลาสมา โดยสืบค้นข้อมูลเรื่องพลาสมาและซีรัม และให้นักเรียนเปรียบเทียบกับเวลาที่เป็นแผล บางครั้งจะสังเกตเห็นว่าเมื่อเลือดแข็งตัวแล้วจะมีของเหลวใสออกมาจากบริเวณที่เลือดแข็งตัว ของเหลวใสนี้เป็นพลาสมาที่ไม่มีไฟบริโนเจน

เราเรียกว่า ซีรัม ต่อจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามดังนี้

■ องค์ประกอบของซีรัมมีอะไรบ้าง และแตกต่างจากองค์ประกอบของพลาสมาอย่างไร

✎ องค์ประกอบของซีรัมจะเหมือนกับพลาสมา แต่ซีรัมไม่มีไฟบริโนเจน

นักเรียนจะสรุปหน้าที่สำคัญของเลือดอย่างไร

✎ หน้าที่สำคัญของเลือด

1. การไหลเวียนของเลือดช่วยให้เกิดการหมุนเวียนของสารต่าง ๆ เช่น แก๊สออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ สารอาหารและวิตามินต่าง ๆ ยูเรีย และฮอร์โมน เป็นต้น
2. ช่วยป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายโดยการสร้างภูมิคุ้มกันของลิมโฟไซต์
3. รักษาสมดุลของสารภายในร่างกาย เช่น รักษาสมดุลของออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะเป็นการช่วยรักษาสมดุลของกรด-เบสด้วย
4. การไหลเวียนของเลือดช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนของเหลวและสารต่าง ๆ ที่บริเวณหลอดเลือดฝอยทั่วร่างกาย
5. เพลตเลตทำหน้าที่ปิดปากแผลไม่ให้ร่างกายเสียเลือดมาก
6. ช่วยนำสารอาหารไปยังเซลล์ต่าง ๆ
7. ช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกาย

หมู่เลือดและการให้เลือด

ครูให้นักเรียนเข้าสู่เรื่องที่เรียน โดยสนทนากับนักเรียนถึงเรื่องหมู่เลือดที่นักเรียนรู้จัก ต่อจากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหมู่เลือด ABO และทำกิจกรรมที่ 6.11

กิจกรรมที่ 6.11 ความสัมพันธ์ของหมู่เลือดระบบ ABO

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุแอนติเจนบนเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงและแอนติบอดีในพลาสมาของเลือดหมู่ A B AB และ O

ผลการศึกษา ควรเป็นดังนี้

หมู่เลือด	แอนติเจนบนเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง	แอนติบอดีในพลาสมา
A	A	B
B	B	A
AB	A, B	-
O	-	A, B

ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามในหนังสือเรียน ดังนี้

■ คนที่มีหมู่เลือด B มีแอนติเจนและแอนติบอดีชนิดใด

✎ มีแอนติเจน B และแอนติบอดี A

■ คนที่มีหมู่เลือด AB มีแอนติเจนและแอนติบอดีชนิดใด

✎ มีแอนติเจน A และ B แต่ไม่มีแอนติบอดี

ครูให้นักเรียนศึกษาการกระจายของหมู่เลือดระบบ ABO ในคนไทยและทำกิจกรรมที่ 6.12

กิจกรรมที่ 6.12 การกระจายของหมู่เลือดระบบ ABO

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สำรวจ และจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับหมู่เลือดของเพื่อนในห้องเรียนเดียวกัน หรือในระดับชั้นเรียนเดียวกัน
2. เปรียบเทียบการกระจายของหมู่เลือดระบบ ABO ของนักเรียนในชั้นเรียนกับคนไทยทั้งประเทศ

การทำกิจกรรมนี้ครูอาจจะให้นักเรียนหาข้อมูลจากประชากรในห้องเรียน หรือทั้งระดับชั้นเรียน หรือทั้งโรงเรียน โดยแบ่งกลุ่มการทำงานและให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลในรูปของกราฟ

ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องการให้เลือด โดยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการให้เลือด และการรับเลือดว่าหมู่ใดให้หมู่ใดได้บ้าง หรือหมู่ใดรับเลือดหมู่ใดได้บ้าง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น แต่ครูยังไม่เฉลยคำตอบ ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการให้เลือด ต่อจากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.13 ส่วนคำถามท้ายกิจกรรมที่ 6.12 เป็นไปตามข้อมูลของนักเรียน

กิจกรรมที่ 6.13 หมู่เลือดของผู้ให้และผู้รับ

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุหมู่เลือดของผู้รับและผู้ให้ในหมู่เลือดระบบ ABO

จากการศึกษากิจกรรมที่ 6.13 นักเรียนควรระบุหมู่เลือดของผู้ให้และผู้รับได้ดังนี้

		หมู่เลือดของผู้รับ			
		A	B	AB	O
หมู่เลือดของผู้ให้	A	✓	✗	✓	✗
	B	✗	✓	✓	✗
	AB	✗	✗	✓	✗
	O	✓	✓	✓	✓

✓ หมายถึงให้ได้หรือรับได้

✗ หมายถึงให้ไม่ได้หรือรับไม่ได้

ส่วนคำถามท้ายกิจกรรมมีแนวคำตอบดังนี้

■ ถ้าผู้รับมีหมู่เลือด B จะรับหมู่เลือด AB ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

✎ ไม่ได้ เพราะผู้ให้มีหมู่เลือด AB มีแอนติเจน A และ B ส่วนผู้รับมีหมู่เลือด B จะมีแอนติบอดี A เลือดของผู้ให้มีแอนติเจน A ซึ่งตรงกับแอนติบอดีของผู้รับทำให้เลือดตกตะกอน

■ ถ้าผู้รับมีหมู่เลือด O จะรับเลือดหมู่ใดได้บ้าง

✎ จะรับเลือดได้เฉพาะหมู่ O เท่านั้น เพราะหมู่ O มีแอนติบอดี A และ B ซึ่งจะตรงกับ

แอนติเจนของหมู่ A, B, AB จึงไม่สามารถรับเลือดหมู่อื่นได้

- นักเรียนมีเลือดหมู่ใดสามารถบริจาคเลือดให้แก่ผู้ที่มีเลือดหมู่ใดได้บ้าง และจะรับเลือดหมู่ใดได้บ้าง

✎ คำตอบขึ้นอยู่กับหมู่เลือดของนักเรียนแต่ละคน

ครูควรให้นักเรียนร่วมสรุปหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO ซึ่งสรุปได้ว่าการให้เลือดและรับเลือดจะพิจารณาเฉพาะแอนติเจนของผู้ให้กับแอนติบอดีของผู้รับที่ไม่ควรตรงกัน ไม่ต้องคำนึงถึงแอนติบอดีของผู้ให้และแอนติเจนของผู้รับ เพราะถ้าพิจารณาด้วยแล้วจะทำให้การให้และรับเลือดได้เฉพาะหมู่เลือดเดียวกันเท่านั้น ในความเป็นจริง แอนติบอดีของผู้ให้ไม่ค่อยมีผลต่อแอนติเจนของผู้รับมากนัก เพราะเลือดของผู้ให้มีจำนวนน้อยกว่าเลือดของผู้รับมาก ปฏิบัติการตกตะกอนจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ถ้าเป็นกรณีที่ต้องให้และรับเลือดในปริมาณมาก ๆ แล้ว การให้และรับเลือดควรเป็นเลือดหมู่เดียวกันจึงจะปลอดภัย แต่ถ้าไม่ใช่กรณีที่ให้และรับเลือดปริมาณมาก ๆ การให้และรับเลือดก็อาจทำได้ตามตารางที่สรุป

สำหรับหมู่เลือดระบบ Rh หลังจากให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลแล้ว ครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปหลักการให้และรับเลือดในระบบ Rh และกรณีหมู่เลือด Rh ของแม่กับของลูกในครรภ์ไม่ตรงกัน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. คนที่มีหมู่เลือด Rh^+ สามารถรับเลือดได้ทั้งหมู่ Rh^+ และ Rh^-
2. คนที่มีหมู่เลือด Rh^- ต้องได้รับเลือดหมู่ Rh^- เท่านั้น แต่ถ้ารับเลือดหมู่ Rh^+ ครั้งแรกอาจไม่เกิดอันตราย แต่จะเกิดอันตรายรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อรับเลือดหมู่ Rh^+ ครั้งต่อไป
3. แม่มีหมู่เลือด Rh^+ ลูกในครรภ์จะมีหมู่เลือด Rh^+ หรือ Rh^- ก็ตาม จะปลอดภัย
4. แม่มีหมู่เลือด Rh^- ถ้าแม่เคยมีลูกที่เป็นหมู่ Rh^+ มาก่อนแล้ว ลูกคนต่อไป มาจะต้องมีหมู่เลือด Rh^- เท่านั้นจึงจะปลอดภัย

6.3.3 ระบบน้ำเหลือง

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง
2. บอกข้อแตกต่างระหว่างพลาสมาและน้ำเหลือง
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย เปรียบเทียบ และสรุปลักษณะของหลอดน้ำเหลืองและหลอดเลือดแดง
4. เปรียบเทียบการไหลเวียนของระบบน้ำเหลืองกับระบบเลือด
5. อธิบายความสำคัญของอวัยวะในระบบภูมิคุ้มกัน
6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกลไกการต่อต้านและทำลายสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย
7. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันโรค
8. นำความรู้เกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันไปใช้ในการดูแลสุขภาพของตนเองและครอบครัว

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยการถามนักเรียนว่านักเรียนเข้าใจคำว่าน้ำเหลืองอย่างไร เคยเห็นน้ำเหลืองหรือไม่ น้ำเหลืองต่างจากพลาสมาอย่างไร คำตอบของนักเรียนอาจมีหลากหลายขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับน้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง การลำเลียงน้ำเหลืองในระบบน้ำเหลือง รวมทั้งอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน โดยครูอาจใช้แผ่นโปร่งใสแสดงภาพที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวอธิบายเสริมความเข้าใจให้นักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามและคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ส่วนประกอบของน้ำเหลืองต่างจากเลือดหรือไม่ อย่างไร

- ✎ ต่างกัน คือ น้ำเหลืองจะไม่มีเซลล์เม็ดเลือดแดง และโปรตีนขนาดใหญ่
- การไหลเวียนของระบบน้ำเหลืองกับการไหลเวียนระบบเลือดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- ✎ การไหลเวียนของระบบเลือดมีการไหลเข้าและออกจากหัวใจ ส่วนการไหลเวียนของระบบน้ำเหลืองมีทิศทางการไหลเข้าสู่หัวใจอย่างเดียว สำหรับการไหลออกนั้นจะไหลปนไปกับระบบเลือด
- น้ำเหลืองมาจากส่วนใดของร่างกาย และเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองได้อย่างไร
- ✎ น้ำเหลืองมาจากของเหลวที่อยู่ระหว่างเซลล์หรืออยู่รอบ ๆ เซลล์แพร่เข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย
- เมื่อของเหลวที่อยู่ระหว่างเซลล์เพิ่มขึ้น ความดันของของเหลวที่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้เกิดผลอย่างไรต่อร่างกาย
- ✎ ทำให้เกิดอาการบวม เพราะมีการสะสมของเหลวมากเกินไป
- พลาสมา ของเหลวระหว่างเซลล์ และน้ำเหลืองมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- ✎ พลาสมา ของเหลวระหว่างเซลล์ และน้ำเหลืองมีส่วนประกอบคล้ายคลึงกัน เพราะของเหลวระหว่างเซลล์เกิดจากสารในพลาสมาแพร่ออกมาจากหลอดเลือดฝอย และมีสารบางอย่างในของเหลวระหว่างเซลล์แพร่เข้าไปในหลอดน้ำเหลืองฝอย เรียกว่า น้ำเหลือง น้ำเหลืองจึงคล้ายพลาสมาแต่มีโปรตีนน้อยกว่า

ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องการสร้างภูมิคุ้มกัน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายของนักเรียนว่ามีอะไรบ้างและเขาทางใดบ้าง ร่างกายมีกลไกต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมเหล่านั้นอย่างไรบ้าง นักเรียนอาจเชื่อมโยงกับวิชาสุขศึกษา คำตอบของนักเรียนอาจมีหลากหลายขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่องกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ การสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยครูอาจใช้แผ่นโปร่งใสหรือสื่อประเภทวิดีโอทัศน์ CD-ROM เอกสารแผ่นพับจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ประกอบการสอนเพื่ออธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียน

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเพราะเหตุใดคนที่เป็โรคบางอย่าง เช่น โรคหัด โรคคางทูม แล้วจะ
ไม่เป็นโรคนั้นอีกเลยตลอดชีวิต แต่โรคบางโรค เช่น โรคหัด เคยเป็นแล้วก็สามารถเป็นได้อีก

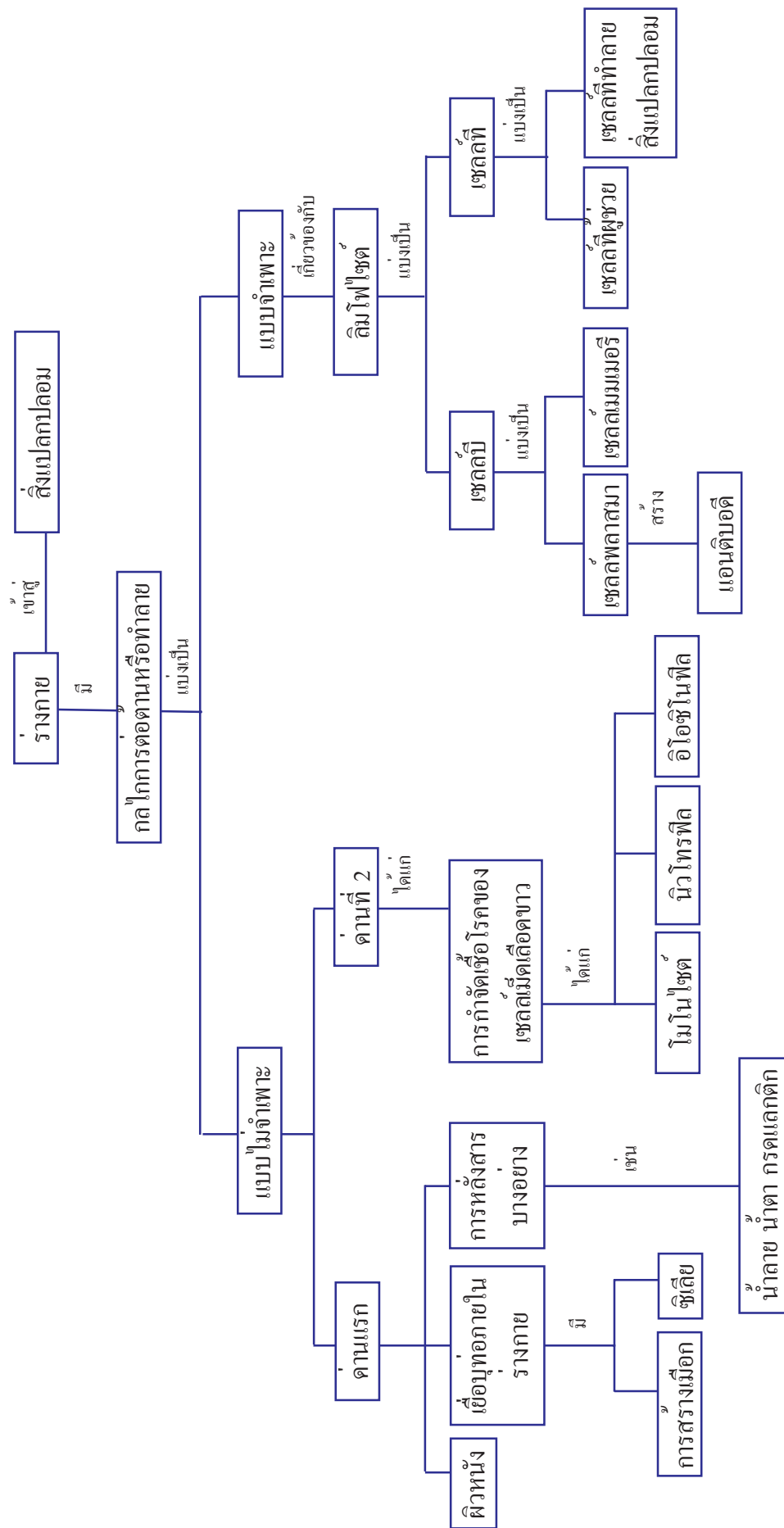
✎ เนื่องจากโรคหัดและโรคคางทูมมีเซลล์บีที่ทำหน้าที่สร้างแอนติบอดีที่จำเพาะต่อแอนติเจน
หรือเซลล์เมมโมรีที่คอยจำแอนติเจนชนิดนั้น เมื่อมีแอนติเจนชนิดเดิมเข้ามาในร่างกายอีก
เซลล์เมมโมรีก็จะทำลายเชื้อโรคนั้น แต่สำหรับโรคหัดนั้นเกิดจากเชื้อไวรัส ซึ่งเชื้อไวรัส
ชนิดนี้สามารถปรับตัวและเปลี่ยนแปลงสายพันธุ์ไปได้เรื่อย ๆ จึงทำให้เซลล์เมมโมรีใน
ร่างกายไม่สามารถที่จะจดจำได้หมด จึงทำให้มีโอกาสที่จะเป็นโรคหัดซ้ำอีกได้

■ เมื่อร่างกายได้รับวัคซีนคุ้มกันโรคใดแล้วก็ตาม นักเรียนคิดว่าถาร่างกายได้รับเชื้อโรคนั้นอีก
มีโอกาสจะเป็นโรคนั้นได้อหรือไม่

✎ ในบางกรณีและบางโรคมีโอกาสเป็นโรคนั้นอีกได้ เพราะวัคซีนจะไปกระตุ้นร่างกายให้
สร้างภูมิคุ้มกัน ซึ่งจะทาให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันอยู่ระยะหนึ่ง ถ้าไม่มีการให้วัคซีนกระตุ้นซ้ำอีก
ภูมิคุ้มกันของร่างกายอาจจะมีน้อยลงหรือหมดไป ถาร่างกายได้รับเชื้อโรคนั้นก็มีโอกาส
จะเป็นโรคนั้นได้อีก แต่โรคบางโรค เช่น ฝัดผหรือไขทรพิษเมื่อนัดวัคซีนเข้าไปกระตุ้น
ร่างกายให้สร้างภูมิคุ้มกัน ซึ่งเซลล์เมมโมรีจะจดจำแอนติเจนแปลกปลอมนี้ได้ดี
เมื่อมีเชื้อโรคหรือแอนติเจนชนิดนี้เข้าสู่ร่างกายอีก เซลล์เมมโมรีจะทำลายทันที
ทำให้ไม่เป็นโรค

ครูอาจให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์เกี่ยวกับกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่
ร่างกาย ซึ่งอาจจะเขียนได้ดังนี้

ตัวอย่างผังมโนทัศน์



กิจกรรมที่ 6.14 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย
2. เผยแพร่ข้อมูลให้ผู้อื่นทราบ

การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ครูควรแนะนำแหล่งคนควาให้นักเรียน ซึ่งได้แก่ วารสารการแพทย์ต่าง ๆ ในห้องสมุดหรือจากโรงพยาบาล สถานีอนามัยต่าง ๆ เป็นต้น ครูให้นักเรียนได้จัดทำเป็นรายงานและเสนอในชั้นเรียนด้วย หรือจัดป้ายนิเทศในโรงเรียนเพื่อเผยแพร่ความรู้ให้กับนักเรียนโดยทั่วไป

ในเรื่องความผิดปกติของภูมิคุ้มกัน ครูควรให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงอันตรายที่เกิดจากภูมิคุ้มกันผิดปกติต่าง ๆ เช่น โรคภูมิแพ้ โรคสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเอง และโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเอดส์ ควรให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและศึกษาภาพที่ 6-47 และร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่า จำนวนผู้ป่วยเป็นเอดส์มีผลกระทบต่อสังคมและเศรษฐกิจของประเทศอย่างไร เพราะเหตุใด

✎ การที่มีผู้ป่วยเอดส์จำนวนมากในประเทศใด ๆ นั้นจะส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจาก รัฐบาลจะต้องเสียงบประมาณจำนวนมากในการรักษาผู้ป่วย สำหรับประเทศไทยผู้ป่วยเอดส์ที่พบอยู่ในช่วงอายุประมาณ 20-50 ปี ซึ่งเป็นกลุ่มคนที่เป็นแรงงานหลักของประเทศ เมื่อบุคคลเหล่านี้ไม่สามารถทำงานประกอบอาชีพได้จึงส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศโดยรวม นอกจากนี้ ปัญหาของผู้ป่วยเอดส์ยังอาจส่งผลกระทบทำให้เกิดปัญหาสังคมและครอบครัว เนื่องจากคนที่ได้รับเชื้อ HIV แล้วสามารถมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 5-10 ปี จึงทำให้เกิดปัญหาเด็กกำพร้า ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสังคมตามมา

ส่วนคำถามจากภาพ 6-48 มีแนวการตอบดังนี้

- นักเรียนคิดว่าในระยะแรกจำนวน HIV ลดลงและเพิ่มขึ้นในปีหลัง ๆ เพราะเหตุใด

✎ มีเหตุผลที่อาจเป็นไปได้ ดังนี้

1. ช่วงแรกเชื้อไวรัส HIV มีการแบ่งตัวเป็นจำนวนมากในขณะที่ภูมิต้านทานของร่างกายสร้างขึ้นไม่ทัน เมื่อเวลาผ่านไปร่างกายมีการตอบสนองโดยการสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานเพิ่มขึ้น จึงทำให้ไวรัสลดจำนวนลง แต่เมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้นไวรัสมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นและทำลายภูมิคุ้มกัน คือเซลล์ CD4 หรือเซลล์ที่ช่วยมากจนขาดความสมดุล ด้วยเหตุนี้ในตอนท้ายของการติดเชื้อผู้ป่วยจึงมีปริมาณไวรัสเพิ่มขึ้น แต่เซลล์ที่ลดลง
2. ช่วงแรกไวรัส HIV จะจับกับแมโครฟาจเป็นหลัก โดยไม่มีผลต่อการทำลายเซลล์ที่ ดังนั้นในระยะต้นจึงเห็นเซลล์ที่ไม่ลดลง ขณะเดียวกันเมื่อเวลาผ่านไปไวรัสจะกระจายไปตามอวัยวะต่าง ๆ มากขึ้น เช่น สมอง หัวใจ ระบบทางเดินอาหาร ประกอบกับร่างกาย

พยายามสร้างภูมิคุ้มกันมาทำลายไวรัส HIV เพิ่มขึ้น จึงเห็นว่าปริมาณ HIV ในตอนกลาง ๆ จึงมีปริมาณน้อย เมื่อเวลาผ่านไปสมดุลง่เกิดเสีย เพราะไวรัส HIV มีการแบ่งตัวตลอดเวลา และเกิดการกลายพันธุ์จึงมีการทำลายเซลล์ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นเซลล์ที่อยู่ในระยะท้ายจึงลดลงอย่างรวดเร็ว

■ จากกราฟนี้เมื่อได้รับเชื้อ HIV จำนวนเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และคิดว่ามีผลต่อร่างกายของผู้ป่วยอย่างไร

✎ เมื่อได้รับเชื้อ HIV เซลล์ที่จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นในช่วงแรก แต่ต่อมาเชื้อ HIV ทำลายเซลล์ที่ทำให้เซลล์ที่มีจำนวนลดลง ซึ่งส่งผลให้ภูมิคุ้มกันของร่างกายลดลง เนื่องจากเซลล์ที่จะไปกระตุ้นเซลล์ให้ผลิตแอนติบอดีมีน้อยลง

■ นักเรียนคิดว่าควรจะมีวิธีป้องกันการติดเชื้อเอดส์อย่างไรบ้าง

✎ แนวคำตอบอยู่ในหัวข้อการป้องกันเอดส์มีกล่าวไว้ในหนังสือเรียนแล้ว

■ นักเรียนคิดว่าจะป้องกันการแพร่ระบาดของเอดส์ได้อย่างไร และใครหรือหน่วยงานใดควรมีบทบาทอย่างไรในการแก้ไขปัญหาการแพร่ระบาดของเอดส์

✎ นักเรียนทุกคนควรมีหน้าที่ช่วยกันป้องกันการแพร่ระบาดของเอดส์ โดยศึกษาจากพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อเอดส์ หน่วยงานของกระทรวงสาธารณสุข สื่อมวลชนทุกแขนง สถานศึกษาต่าง ๆ ควรมีบทบาทในการเผยแพร่ความรู้ให้ประชาชนได้ทราบถึงภัยของโรคเอดส์และวิธีป้องกันต่าง ๆ

แนวการอภิปรายคำถามข้างต้น ครูอาจให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมุติในฐานะต่าง ๆ เช่น ประชาชน โรงเรียน โรงพยาบาล ตำรวจ ฯลฯ ว่าจะมีวิธีการป้องกันการแพร่ระบาดของเอดส์อย่างไร

กิจกรรมเสนอแนะ โรคเอดส์






จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเอดส์ หรือการเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของคนในท้องถิ่น
2. เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับเอดส์ให้ผู้อื่นทราบ

การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเอดส์และการรักษาหรือการเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของคนในท้องถิ่น นักเรียนจะรวบรวมได้จากโรงพยาบาล หรือสถานีนอนามัย ครูอาจจะเชิญแพทย์ มาให้ความรู้ด้วยก็ได้ หรือให้นักเรียนรวบรวมข่าวเกี่ยวกับโรคเอดส์จากหนังสือพิมพ์หรือโทรทัศน์ก็ได้

แนวการทำกิจกรรมท้ายบทที่ 6

1. จงระบุความเหมือนกันของการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และของคนมาสัก 3 ข้อ
 - 1 มีการรับแก๊สออกซิเจนเข้าสู่เซลล์และนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากเซลล์
 - 2 การแลกเปลี่ยนแก๊สเกิดขึ้นบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งบางมาก
 - 3 บริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สมีความชื้น
2. ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบน้ำเหลืองเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
 - 1 ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบน้ำเหลืองเป็นระบบที่ช่วยในการลำเลียงสาร หรือหมุนเวียนสารในร่างกายเหมือนกัน แต่มีความแตกต่างในเรื่องโครงสร้างและทิศทางการลำเลียงสาร คือ ระบบ หมุนเวียนเลือด เลือดจะไหลอยู่ในหลอดเลือดซึ่งติดต่อกัน มีทั้งหลอดเลือดที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจและออกจากหัวใจ ส่วนระบบน้ำเหลืองปลายหลอดน้ำเหลืองฝอยจะเป็นปลายตัน ทิศทางไหลของน้ำเหลืองจะเข้าสู่หัวใจเพียงอย่างเดียว
3. มีผู้กล่าวว่าระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด ไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ และที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อน นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - 1 เห็นด้วย เพราะสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่และมีโครงสร้างร่างกายซับซ้อนย่อมต้องการสารอาหารแก๊สออกซิเจนมาก ขณะเดียวกันก็มีของเสียที่จำเป็นต้องนำไปขับถ่ายออกจากร่างกาย การลำเลียงสารดังกล่าว ให้พอเพียงกับความต้องการของร่างกายจำเป็นต้องอาศัยระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด ซึ่งเลือด จะนำสารต่าง ๆ ผ่านไปตามหลอดเลือดตลอดเวลา ถ้าเป็นระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด บางช่วงเลือด จะไหลลงช่องว่างภายในลำตัวแล้วจึงไหลกลับเข้าหลอดเลือดใหม่ จะทำให้การลำเลียงสารต่าง ๆ ช้าและไม่เพียงพอกับความ ต้องการของร่างกาย
4. ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่พยายามจะสร้างหลอดเลือดเทียมเพื่อช่วยผู้ป่วย นักเรียนจะเลือกใช้วัสดุที่มีสมบัติอย่างไรสำหรับสร้างหลอดเลือดเทียม เพราะเหตุใด
 - 1 วัสดุที่ใช้ในการสร้างหลอดเลือดเทียมควรมีสมบัติ ดังนี้
 - 1 ยืดหยุ่นได้ดี เพราะต้องรับเลือดซึ่งมีความดันและต้องบีบตัวส่งเลือดให้ไหลต่อไป
 - 2 มีความต้านทานใกล้เคียงกับหลอดเลือด เมื่อลดความดันของเลือดที่จะส่งเข้ามาในอวัยวะนั้น
 - 3 ไม่เกิดอาการแพ้ หรือไม่ยอมรับในคน เพราะป้องกันการปฏิเสธหลอดเลือดเทียมที่ใช้ในร่างกาย ดังนั้นควรเลือกวัสดุที่คล้ายคลึงกับหลอดเลือดธรรมชาติ
 - 4 ไม่เป็นพิษ เพราะสารบางอย่างมีพิษต่อร่างกาย
 - 5 ไม่ทำปฏิกิริยากับสารในหลอดเลือด เพราะในหลอดเลือดมีสารหลายชนิดที่อาจทำปฏิกิริยากับสารในวัสดุที่ใช้ทำหลอดเลือดเทียม

5. ในการศึกษาผลของการออกกำลังกายต่ออัตราการเต้นของหัวใจของคนที่ไม่สูบบุหรี่ กับคนที่สูบบุหรี่ ที่มีอายุเท่ากันและเพศเดียวกัน แต่น้ำหนักต่างกัน โดยแบ่งคนที่จะศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม
- กลุ่มที่ 1 กระโดดเชือก 10 ครั้ง
 - กลุ่มที่ 2 กระโดดเชือก 20 ครั้ง
 - กลุ่มที่ 3 กระโดดเชือก 30 ครั้ง
 - กลุ่มที่ 4 กระโดดเชือก 40 ครั้ง
- จับชีพจรเป็นเวลา 15 วินาทีก่อนและหลังกระโดดเชือก
- 5.1 การทดลองนี้มีสมมติฐานว่าอย่างไร
-  สมมติฐานการทดลองนี้อาจเขียนได้ดังนี้ “การออกกำลังกายมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจของคนที่ไม่สูบบุหรี่และคนที่สูบบุหรี่แตกต่างกัน”
 - “คนที่ไม่สูบบุหรี่มีอัตราการเต้นของหัวใจแตกต่างจากคนที่สูบบุหรี่ หลังจากออกกำลังกาย”
- 5.2 ตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้ได้แก่อะไรบ้าง
-  ตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้ได้แก่ เพศ เวลาที่ใช้ในการจับชีพจร
- 5.3 นักเรียนคาดว่าผลการทดลองน่าจะเป็นเช่นใด เพราะเหตุใด
-  คนที่ไม่สูบบุหรี่ จะมีอัตราการเต้นของชีพจรสูงกว่าคนที่สูบบุหรี่
6. จงสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับผลของการสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และการกินอาหารที่มีกรดไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลสูง ว่ามีผลต่อหลอดเลือดและหัวใจอย่างไร และเขียนคำบรรยายสั้น ๆ เพื่อให้ความรู้แก่บุคคลทั่วไปและณรงค์ให้มีการป้องกันโรคหัวใจ และคอเลสเตอรอลในหลอดเลือด
- 
7. เด็กเกิดใหม่คนหนึ่งมีรูเล็กระหว่างผนังที่กั้นระหว่างหัวใจห้องห้องเวนทริเคิลซ้ายและห้องเวนทริเคิลขวา นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อเด็กที่เกิดใหม่อะไร เพราะเหตุใด และนักเรียนคิดว่าจะต้องแก้ไขอย่างไร
-  มีผลทำให้เลือดจากห้องเวนทริเคิลซ้าย บางส่วนจะไหลเข้าสู่ห้องเวนทริเคิลขวา เนื่องจากความดันของเลือดในห้องเวนทริเคิลซ้ายสูงกว่าห้องเวนทริเคิลขวา ทำให้เลือดที่ออกจากหัวใจไปเลี้ยงร่างกายมี ปริมาณลดลง การแก้ไขอาจทำได้โดยสังเกตอาการของเด็กและพบแพทย์เพื่อศึกษาขนาดรูที่เกิดขึ้นถ้ามีขนาดเล็กแพทย์อาจแนะนำให้ปิดเองโดยติดตามการรักษาอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าเป็นรูขนาดใหญ่แพทย์จะทำการผ่าตัดเพื่อปิดรู

8. จงอธิบายว่า เหตุใดคนที่ เป็นโรคไตอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ถึงแม้หัวใจจะทำงานเป็น ปกติก็ตาม

✎ เนื่องจาก

- 1 ไตไม่สามารถขับ Na^+ ออกจากร่างกายได้ตามปกติเกิดน้ำท่วมปอด
- 2 ไตไม่สามารถขับ K^+ ออกจากร่างกายได้ เกิดภาวะโพแทสเซียมสูง ซึ่งเป็นพิษต่อหัวใจ
- 3 ไตไม่สามารถขับของเสีย เช่น ยูเรีย ซึ่งเป็นสารพิษต่อร่างกายออกไปได้

9. ถ้าแมลงมีขนาดใหญ่ เช่น ตั๊กแตนมีความยาวลำตัว 50 นิ้ว หรือมดมีลำตัวยาว 40 นิ้ว นักเรียน จงอธิบายถึงความเป็นไปได้อันการแลกเปลี่ยนแก๊สของแมลงกับสิ่งแวดล้อม

✎ แมลงมีโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สเป็นระบบท่อลม โดยอากาศจะเข้าสู่ร่างกายของแมลงที่อยู่ด้านข้างของลำตัวและเคลื่อนที่ไปตามท่อลม ซึ่งจะแตกแขนงเป็นท่อลมฝอยที่มีผนังบาง มากแทรกไปตามส่วนต่างๆ ของร่างกายและไปสิ้นสุดที่เซลล์ของเนื้อเยื่อ การแลกเปลี่ยนแก๊สจะเกิดขึ้น บริเวณผนังของท่อลมฝอยกับเยื่อหุ้มเซลล์ ดังนั้นแมลงที่มีขนาดใหญ่ก็สามารถแลกเปลี่ยนแก๊สได้ แต่ประสิทธิภาพอาจจะไม่เท่ากับแมลงตัวเล็ก

10. จากการศึกษาค่าความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ กรดแลคติกในเลือด และอัตราการหายใจก่อนและหลังออกกำลังกายเป็นดังตารางต่อไปนี้

ประเด็นที่ศึกษา	ก่อนออกกำลังกาย	หลังออกกำลังกาย
ความเข้มข้นของออกซิเจน	15 หน่วย / cm^3	10 หน่วย / cm^3
ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์	50 หน่วย / cm^3	55 หน่วย / cm^3
ความเข้มข้นของกรดแลคติก	10 หน่วย / cm^3	35 หน่วย / cm^3
อัตราการหายใจ	12 ครั้ง / นาที	28 ครั้ง / นาที

นักเรียนจะอธิบายข้อมูลนี้ว่าอย่างไร

✎ ในขณะที่ออกกำลังกายร่างกายมีการใช้แก๊สออกซิเจนและปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นกว่าปกติ นอกจากนี้เซลล์กล้ามเนื้อลายมีการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้ได้กรดแลคติกเพิ่มขึ้น ร่างกายจะต้องเพิ่มอัตราการหายใจ เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกายและรับแก๊สออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายมากขึ้น

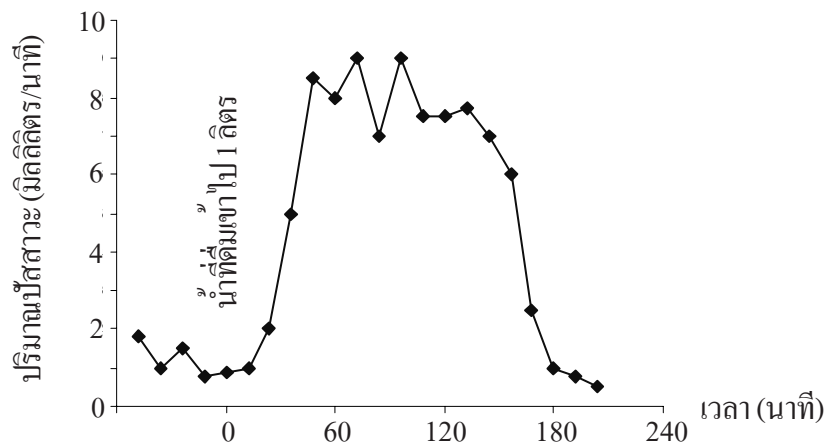
11. ถ้าผนังของหลอดเลือดฝอยของไกลเมอรูลัสถูกทำลายหรือนึกขาด นักเรียนคิดว่าจะพบสารใดบ้างที่ไม่ควรพบในน้ำปัสสาวะ

✎ ถ้าผนังของหลอดเลือดฝอยของไกลเมอรูลัสถูกทำลายหรือนึกขาด จะทำให้สารบางอย่าง เช่น โปรตีน รวมทั้งเซลล์เม็ดเลือดแดงในเลือดแพร่เข้าไปในโบว์แมนส์แคปซูลได้ และปนออกมากับปัสสาวะ

12. นักเรียนจะแนะนำผู้ที่เดินทางไปในที่แห้งแล้งและร้อนจัด เกี่ยวกับการจัดเตรียมรายการอาหาร สำหรับรับประทานตลอดการเดินทางอย่างไร จึงจะสามารถรักษาคุณภาพของร่างกายไว้ได้ เพราะเหตุใด

✎ ผู้ที่จะเดินทางไปในที่แห้งแล้งและร้อนจัด ควรเตรียมอาหารที่ให้พลังงานและให้น้ำจาก กระบวนการสลายสารอาหารระดับเซลล์มาก เช่น ขนมอบักรอบทานเนย เนื้อทอด ปลากระป๋อง เมล็ดพืชอบแห้ง ผลไม้ที่ให้น้ำ เช่น ส้ม มะขามป้อม รวมทั้งน้ำดื่ม แร่ธาตุ

13. จากการศึกษาพบว่าผลของการดื่มน้ำกับการขับถ่ายปัสสาวะ โดยให้ผู้ทดลองดื่มน้ำ 1 ลิตร และเก็บ ปริมาณปัสสาวะในทุก 15 นาทีแล้วนำมาเขียนเป็นกราฟจะได้กราฟดังนี้



จากข้อมูลนี้นักเรียนจะนำมาใช้อธิบายเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของของเหลวในร่างกายอย่างไร

✎ เมื่อร่างกายดื่มน้ำมากจะมีผลให้ความเข้มข้นของเลือดต่ำลง ความดันออสโมติกต่ำมีการหลั่งฮอร์โมน ADH จากต่อมใต้สมองน้อย ทำให้การดูดน้ำกลับจากท่อหน่วยไตเข้าสู่เลือดน้อย ปัสสาวะจะเจือจางและมีปริมาณมาก ซึ่งสังเกตได้จากกราฟแสดงปริมาณปัสสาวะ จะมีปริมาณมากในช่วง 2 ชั่วโมง หลังจากดื่มน้ำ

14. บุคคลที่ไตทำงานล้มเหลวต้องไปฟอกไตสัปดาห์ละ 2 ครั้ง เพื่อขจัดของเสียออกจากเลือด ทางเลือกหนึ่งที่เป็นไปได้ คือนำไตที่มีผู้บริจาคมาปลูกถ่ายให้แก่ผู้ป่วย นักเรียนจึงสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกถ่ายไตว่ามีข้อดีอย่างไร และผลกระทบที่ต้องระวัง และสัมภาษณ์แพทย์หรือผู้ที่ได้รับการปลูกถ่ายไต พร้อมทั้งเขียนบทความเรื่องการปลูกถ่ายไต



15. จงเปรียบเทียบการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาว ชนิดฟาโกไซต์กับลิมโฟไซตส์ชนิดเซลล์ที่มีสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย

✎ เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดฟาโกไซต์ ได้แก่ โมโนไซต์ นิวโทรฟิลล์ จะจับสิ่งแปลกปลอมกินที่เข้าสู่ร่างกายโดยวิธีฟาโกไซโทซิส ส่วนเซลล์เม็ดเลือดขาวพวกลิมโฟไซตส์ชนิดเซลล์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับสิ่งแปลกปลอมมีชื่อว่าเซลล์ที่ช่วยจะไปกระตุ้นเซลล์บีให้สร้างแอนติบอดีมาต่อต้านสิ่งแปลกปลอม หรือกระตุ้นเซลล์ทีที่ทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอม หรือเซลล์ที่มีสิ่งแปลกปลอม

16. ทำไมแพทย์จึงต้องจำเป็นให้ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันให้แก่ผู้ป่วยที่มีการเปลี่ยนถ่ายอวัยวะ

✎ แพทย์จำเป็นต้องให้ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันแก่ผู้ป่วยที่มีการเปลี่ยนถ่ายอวัยวะเพราะ

1. มีโอกาสเกิดภาวะไม่ยอมรับอวัยวะขึ้นได้ในร่างกายผู้ป่วย เนื่องจากอวัยวะที่นำมาใช้ถือว่าเป็นสิ่งแปลกปลอม
2. ผู้ป่วยต้องรับประทานยากดภูมิคุ้มกันเพื่อลดปฏิกิริยาในการต่อต้านอวัยวะที่ปลูกถ่าย ซึ่งทำให้ร่างกายผู้ป่วยติดเชื้ออื่นๆ ได้ง่าย

17. นายแดงได้ให้เลือดกับนายขาวซึ่งเสียเลือดเนื่องจากประสบอุบัติเหตุ 1 ปีต่อมา นายแดงป่วยจำเป็นต้องรับเลือดจากผู้บริจาค แต่แพทย์ไม่อนุญาตให้ใช้เลือดของนายขาว เพราะเหตุใด นายแดงรับเลือดจากนายขาวไม่ได้ จงอธิบาย

- ✎
1. กรุ๊ปเลือดไม่ตรงกัน นายขาวรับเลือดนายแดงได้ แต่ให้เลือดนายแดงไม่ได้ แสดงว่านายแดงมีเลือดหมู่ O นายขาวมีเลือดหมู่ A, B หรือ AB เป็นต้น
 2. เลือดของนายแดงอาจจะไปกระตุ้นให้นายขาวสร้างแอนติบอดี Rh ดังนั้นนายแดงซึ่งมีแอนติเจน Rh จึงไม่สามารถรับเลือดนายขาวได้
 3. นายขาวอาจมีการติดเชื้อบางอย่าง หรืออยู่ระหว่างการรับการรักษาโรคอยู่

แหล่งเรียนรู้

อินเทอร์เน็ต (Internet)

1. <http://tidepool.st.usm.edu/crswr/crustcircsyst.html> ภาพประกอบ Crustacean Circulatory System จาก BSC Courseware
3. <http://www.sidwell.edu/sidwell.resources/bio/hd/hydra.html> รายละเอียดของไฮดรา
4. http://www.jdaross.mcmail.com/lymphatic_system.htm โดยมีหัวข้อต่างๆ ดังนี้ Lymphatic circulation, Lymph and fats, Lymph and immunity, The spleen, Thymus gland, disorders of lymphatics พร้อมภาพประกอบ
5. <http://www.csuchico.edu/~pmaslin/ichthy/fshrsp.html> มีแผนภาพแสดงระบบหมุนเวียนเลือดของปลา การไหลเวียนเลือดที่เหงือกปลา
6. <http://www.digitalfrog.com/resources/froggallery.html> มีภาพประกอบ และ animation ของกบทุกระบบครบ
7. <http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK8/chapter6/t8-6-l1.htm> ประกอบด้วยหัวข้อนักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ที่ศึกษาเกี่ยวกับเลือดมีอะไรบ้าง, ส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดง, ส่วนประกอบของเม็ดเลือดขาว, เกล็ดเลือดและพลาสมาต่างกันอย่างไร
8. <http://www.purchon.com/biology/abo.htm> รายละเอียดเกี่ยวกับ ABO system
9. <http://www.acm.uiuc.edu/sigbio/project/updated-lymphatic/lymph2.html> รายละเอียดเกี่ยวกับ lymphatic system พร้อมภาพประกอบ
10. <http://www.sk.lung.ca/content.cfm/comparebirds.html> รายละเอียดเกี่ยวกับโรคปอด
11. <http://www.cyber-north.com/anatomy/respirat.htm> กล่าวถึงระบบการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ โดยสรุปและภาพประกอบระบบทางเดินหายใจของคน
12. <http://tidepool.st.usm.edu/crswr/contractvac.html> ภาพพารามีเซียม ที่ถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แสดง contractile vacuole ซึ่งเป็นออร์แกเนลล์ที่ช่วยในการรักษาสมดุลของน้ำภายในเซลล์
13. <http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK4/chapter3/t4-3-l2.htm> เรื่อง “ความสมดุลของของเหลวในร่างกาย” พร้อมภาพประกอบ รายละเอียดเริ่มตั้งแต่ contractile vacuole ของโปรโตซัว, Flame cells ของหอยและพยาธิตัวแบน, Nephridia ของไส้เดือน, malpighian tubules ของแมลง และไตของสัตว์มีกระดูกสันหลัง
14. <http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK19/chapter6/t19-6-l3.htm> “เครื่องมือทางการแพทย์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง” เครื่องไตเทียมประกอบด้วยส่วนสำคัญอะไรบ้าง เครื่องสลายนีวที่ไขกันมีกี่ประเภท พร้อมภาพประกอบ
15. <http://www.kcmetro.cc.mo.us/pennvalley/biology/lewis/homeo.htm> ความหมายของ homeostasis