แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 13 เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์ เวลา 2.00 ชั่วโมง

..... นางรัตนา ปะระทัง

สาระที่ 1 ชีววิทยา

มาตรฐาน 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

อาหารที่สิ่งมีชีวิตกินเข้าไป จะถูกย่อยให้มีโมเลกุลเล็กลงจนถึงขนาดที่เซลล์นำไปใช้ในการดำรงชีวิตได้ แบคทีเรียส่วนใหญ่และราจะใช้วิธีปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ภายนอกเซลล์ แล้วดูดซึมสารอาหารที่ได้จากการย่อยเข้าสู่เซลล์ โพรโทซัวบางชนิด เช่น อะมีบา พารามีเซียม มีการย่อยสารอาหารภายในเซลล์ โดยนำสารอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีฟาโกไซโทซิสและพิไซโทซิส และย่อยเอนไซม์ใน ไลโซโซม สัตว์บางชนิด เช่น ฟองน้ำไม่มีระบบทางเดินอาหาร แต่จะมีเซลล์พิเศษทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่เซลล์แล้วทำการย่อยภายในเซลล์ สัตว์บางชนิดที่มีระบบทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีช่องเปิดทางเดียว เช่น ไฮดรา พลานาเรีย สัตว์บางชนิดเช่น ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังมีระบบทางเดินอาหารสามบูรณ์ คือ มีปากและทวารหนัก ระบบทางเดินอาหารของสัตว์เหล่านี้จะมีโครงสร้างรายละเอียดบางอย่างแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและพฤติกรรมการกิน

ระบบทางเดินอาหารของคนเริ่มจากปาก คอหอย หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่และทวารหนัก นอกจากนี้ยังมีอวัยวะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยอาหาร ได้แก่ ตับทำหน้าที่ผลิตน้ำดีซึ่งช่วยทำให้ไขมันแตกตัว ตับอ่อนทำหน้าที่ผลิตเอนไซม์หลายชนิด อาหารจะถูกย่อยที่ปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก อาหารที่ย่อยแล้วส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมที่บริเวณลำไส้เล็ก และลำเลียงโดยหลอดเลือดและหลอดน้ำเหลืองก่อนเข้าสู่หัวใจและระบบหมุนเวียนเลือด

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร สุขภาพทางเดินอาหาร และสภาวะของร่างกายมีผลต่อกระบวนการย่อยอาหารและความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นกับระบบทางเดินอาหาร

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุป กระบวนการย่อยอาหารของจุลินทรีย์บางชนิด

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 2)

- การย่อยอาหารของแบคทีเรียและเห็ดรา
- การย่อยอาหารของอะมีบาและพารามีเซียม

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพคนเล่นกีฬา เช่น ตะกร้อ และยกตัวอย่างการทำกิจกรรมของนักเรียน เช่น ยกโต๊ะ เก้าอี้ ในห้องเรียน แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถาม ดังนี้

- ในขณะเล่นตะกร้อผู้เล่นต้องอาศัยพลังงานและการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่างๆ พลังงานเหล่านั้นมาจากไหน และระบบต่างๆ ทำงานสัมพันธ์กันอย่างไร

2. ครูให้นักเรียนระดมความคิด เพื่อให้เห็นว่าในการทำกิจกรรมใดๆ ก็ตามต้องอาศัยการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่างๆ ในร่างกาย

3. เพื่อนำเข้าสู่เรื่องระบบย่อยอาหารและการสลายอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน และครูตั้งคำถามเพิ่มเติมว่า พลังงานที่ร่างกายใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ นั้นมาจากไหน *(อาหารเป็นแหล่งให้พลังงานของร่างกาย)*

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและยกตัวอย่างอาหาร ที่นักเรียนรับประทานในแต่ละวันว่าประกอบด้วยสารอาหารประเภทบ้าง นักเรียนสามารถนำอาหารที่รับประทานนั้นไปใช้ได้ทันที หรือ ไม่ เพราะเหตุใด จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า สารอาหารที่รับประทานมีหลากหลาย มีทั้งประเภทที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และโมเลกุลขนาดเล็ก แต่สารอาหารที่ร่างกายจะนำไปใช้ได้นั้นต้องมีโมเลกุลขนาดเล็กพอที่จะดูดซึมได้

2. ครูตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อนำเข้าสู่การศึกษาเรื่อง อาหารและการย่อยอาหาร ดังนี้

- *ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะมีวิธีการอย่างไรจึงจะสามารถเปลี่ยนสารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่เป็นโมเลกุลขนาดเล็ก*
- *สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีวิธีการเปลี่ยนสารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่เป็นโมเลกุลขนาดเล็กเหมือนกันหรือไม่*

โดยเมื่อเรียนจบหัวข้อเรื่อง อาหารและการย่อยอาหาร แล้วนักเรียนควรตอบคำถามเหล่านี้ได้

3. ครูนำตัวอย่างราที่ขึ้นบนขนมปังซึ่งอยู่ในถุงพลาสติกที่ปิดมดชิดแจกให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อสังเกตขนมปังบริเวณที่มีราขึ้นว่ามีลักษณะอย่างไร และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากการสังเกต โดยใช้คำถามดังนี้

3.1 ลักษณะขนมปังบริเวณที่ราขึ้นแตกต่างจากบริเวณใกล้เคียงอย่างไร จงอธิบาย *(เนื้อขนมปังบริเวณนั้นจะหายไปบางส่วน)*

3.2 ความแตกต่างที่สังเกตได้น่าจะมาจากสาเหตุใด *(รามีการย่อยสลาย แป้งขนมปัง)*

3.3 นักเรียนรู้ได้อย่างไรว่ารานำแป้งจากขนมปังไปใช้ *(ปริมาณแป้งขนมปังลดลง ขณะที่ปริมาณราเพิ่มขึ้น)*

3.4 ราที่เกิดขึ้น บนขนมปังมีกระบวนการอย่างไร จึงจะสามารถนำแป้งไปใช้ได้ *(ราน่าจะปล่อยเอนไซม์ออกจากเซลล์เพื่อย่อยแป้งแล้วจึงดูดซึมสารอาหารที่ย่อยได้ไปใช้)*

4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติม เรื่อง เอนไซม์ อินเวอร์เทสที่ยีสต์ผลิตขึ้น (ยีสต์เป็นราชนิดหนึ่ง) ในจุลินทรีย์ เอนไซม์หลายชนิด เช่น อะไมเลส โพรติเอส ลิเพส แลกเทส และอินเวอร์เทส (invertase) เป็นต้น อินเวอร์เทส เป็นเอนไซม์ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาย่อยสลายซูโครสให้เป็นน้ำตาลฟรักโทสและกลูโคส พบอยู่ในสิ่งมีชีวิตทั่วๆ ไป ที่เกี่ยวข้องกับน้ำตาลซูโครส โดยเฉพาะในพืชและจุลินทรีย์ ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่ผลิตอินเวอร์เทสในปริมาณสูง เพื่อใช้เปลี่ยนซูโครสเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของเซลล์ยีสต์เอง มนุษย์นำยีสต์มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเป็นเวลานานแล้ว เราใช้อินเวอร์เทสผลิตน้ำตาลอินเวอร์ท (invert) ซึ่งเป็นน้ำตาลผสมระหว่างกลูโคสและฟรักโทส เพื่อใส่อาหารพวกขนมเค้ก ลูกกวาดและเครื่องดื่มประเภทต่างๆเป็นต้น กระบวนการผลิตน้ำตาลอินเวอร์ท ปกติจะใช้น้ำตาลจากหัวผักกาดหวาน (sugar beet) หรือจากอ้อย (sugar cane) เป็นซับสเตรท

5. จากการอภิปรายผลการทดลองเรื่อง การย่อยซูโครสของยีสต์ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน/ใบความรู้ นักเรียนควรสรุปได้ว่า ยีสต์สามารถสร้างเอนไซม์และส่งออกมานอกเซลล์ เพื่อสลายน้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นน้ำตาลไดแซกคาไรด์ให้เป็นน้ำตาลมอโนแซกคาไรด์ คือ กลูโคส

6. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนว่า น้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลไดแซกคาไรด์ ซึ่งเกิดจากการรวมกันของมอโนแซกคาไรด์ คือ กลูโครสกับฟรักโทส ดังนั้น การย่อยน้ำตาลซูโครส จึงได้ทั้งกลูโคสกับฟรักโทส แต่เราตรวจสอบกลูโคสแต่เพียงอย่างเดียว

7. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเรื่อง รา ซึ่งมีกระบวนการย่อยสารอินทรีย์เหมือนกับยีสต์คือ ปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสารอินทรีย์นอกเซลล์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

7.1 นักเรียนเคยเห็นราขึ้นอยู่ที่ใดอีกบ้าง *(ผลไม้สุก ข้าวโพด ฟางข้าว)*

7.2 ราที่นักเรียนเห็นนั้นมีลักษณะแตกต่างจากราที่ขึ้นบนขนมปังหรือไม่ จงอธิบาย *(มีทั้งเหมือนกันและแตกต่างกัน บางชนิดสีเหลือง บางชนิดสีดำ บางชนิดมีสีส้มเป็นต้น)*

7.3 นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด ราและแบคทีเรียต่างชนิดกันจึงเจริญได้ดีในอาหารต่างชนิดกัน *(ราและแบคทีเรียต่างชนิดกันอาจมีเอนไซม์ต่างชนิดกัน จึงย่อยสารอาหารไม่เหมือนกัน)*

8. ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงการย่อยสารอินทรีย์ของแบคทีเรียส่วนใหญ่ ซึ่งครูอาจจะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ในชีวิตประจำวันนักเรียนเคยพบแบคทีเรียในอาหารใดบ้าง

9. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปกระบวนการย่อยอาหารของราและแบคทีเรีย และเพื่อเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนนี้กับการดำรงชีวิตของคนและระบบนิเวศ ให้นักเรียน ตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจุลินทรีย์ที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายนอกเซลล์ มีผลต่อการดำรง ชีวิตของคนและสิ่งแวดล้อมอย่างไร *(การที่จุลินทรีย์ส่งเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ที่เป็นอาหารทำให้ได้ผลผลิตบางชนิดที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ปัจจุบันมีการนำเอนไซม์ของจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์มากขึ้น โดยเฉพาะในด้านอุตสาหกรรมอาหาร เช่น จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักของอาหารที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ที่มีรสชาติยิ่งขึ้น มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น สามารถเก็บได้นานวัน เช่น ยีสต์ซึ่งใช้ในการหมักน้ำผลไม้เพื่อทำไวน์ ทำข้างหมากหรือข้าวหมัก ฯลฯ พวกแบคทีเรียบางชนิดใช้ในการทำแหนม ทำนมเปรี้ยว แต่จุลินทรีย์บางชนิดที่เจริญในอาหารของมนุษย์ก็ทำให้เกิดความเน่าเสีย บางชนิดผลิตสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น จุลินทรีย์ที่เจริญในนมจะปล่อยเอนไซม์แลกเทสมาย่อยน้ำตาลแลกเทสในนมทำให้นมเปรี้ยวเมื่อดื่มเข้าไปแล้วทำให้ท้องเสียได้ ในด้านสิ่งแวดล้อมจุลินทรีย์พวกนี้จะทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในซากพืชและสัตว์ จึงจัดว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารบางชนิด เช่น ไนโตรเจน แต่บางครั้งจุลินทรีย์ก็ทำให้สภาพแวดล้อมเสียหายได้ เช่น ราที่ขึ้นตามฝาผนัง เครื่องใช้ ภาชนะ)*

10. ครูนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมที่ 5.1 โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนเคยรู้จักที่อยู่ในกลุ่มของจุลินทรีย์ แต่ไม่ได้ดำรงชีวิตแบบเดียวกับราและแบคทีเรียบางชนิด ได้แก่ อะมีบา พารามีเซียม

11. ครูนำอภิปรายถึงกิจกรรมที่ 5.1 เรื่อง การกินอาหารของพารามีเซียม และให้ความรู้และใช้คำถาม ดังนี้

11.1 พารามีเซียมมีวิธีการกินยีสต์อย่างไร *(พารามีเซียมจะใช้ซิเลียที่อยู่บริเวณรอบๆ ร่องปากพัดโบกเอาเซลล์ยีสต์เข้าไปทางร่องปาก ต่อจากนั้นเซลล์ยีสต์จะเข้าสู่พารามีเซียมเกิดเป็นฟูดแวคิวโอล)*

11.2 เซลล์ของยีสต์เมื่อเข้าสู่ภายในเซลล์ของพารามีเซียมแล้วมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร *(ฟูดแวคิวโอลที่มีเซลล์ยีสต์อยู่ภายในจะมีไลโซโซมมาเชื่อมรวม และเอนไซม์ในไลโซโซมจะย่อยเซลล์ยีสต์)*

11.3 อะมีบาและพารามีเซียมมีกระบวนการย่อยอาหารเหมือนหรือแตกต่างจากราอย่างไร *(อะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในเซลล์ ส่วนรามีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์)*

12. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์ ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้

2. ครูให้นักเรียนทำใบงาน/แบบทดสอบเรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์ ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา เล่ม 4 ของ สสวท.
2. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์
3. แบบทดสอบประเมินตนเอง เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์ 20 ข้อ
4. ใบงาน เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด 2. วัดจากแบบทดสอบ	1.การสรุปความคิดรวบยอด 2.แบบทดสอบหลังเรียนชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป 2.ทำแบบทดสอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับ 12 ข้อขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

แบบทดสอบ

เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X หน้าข้อ ก. ถ้าเห็นว่าข้อความถูกและทำเครื่องหมาย X หน้าข้อ ข. ถ้าเห็นว่าข้อความผิด

..... 1) อวัยวะที่ทำหน้าที่ย่อยอาหารของแบคทีเรีย คือ กระเพาะอาหาร

..... 2) ฟูดแวคิวโอล เป็นอวัยวะที่ใช้ในกระบวนการย่อยอาหารของจุลินทรีย์

..... 3) อมีบาใช้ส่วนไซโทพลาสซึม ที่เรียกว่า ซูโดโพเดียมโอบล้อมอาหารเข้าสู่เซลล์

..... 4) พารามีเซียมใช้แฟกเจลลัมในการโบกพัดอาหารเข้าสู่ปาก

..... 5) เอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยอาหารอยู่นอกเซลล์ของยีสต์ คือ อินเวอร์เทส

..... 6) แบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์อาหารเองได้

..... 7) แบคทีเรียที่มีเซลล์แคปซูลหุ้มเพื่อป้องกันอันตรายและให้ความแข็งแรง

..... 8) กระบวนการย่อยอาหารของแบคทีเรียและพยาธิมีลักษณะที่เหมือนกัน

..... 9) มนุษย์นำจุลินทรีย์มาใช้พัฒนาทคโนโลยีชีวภาพและด้านอุตสาหกรรมต่างๆ

..... 10) ประโยชน์ของจุลินทรีย์ใช้เป็นยารักษาโรคได้

เฉลยแบบทดสอบประเมินตนเอง

เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

1) ข.	2) ก.	3) ก.	4) ข.	5) ก.
6) ก.	7) ก.	8) ข.	9) ก.	10) ก.

ใบงาน เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

คำถาม

1.นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายนอกเซลล์มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

2.การย่อยอาหารของฟองน้ำเหมือนหรือแตกต่างกับอะมีบา และพารามีเซียมอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

3.วิธีการนำอาหารเข้าสู่ร่างกายของฟองน้ำและไฮดราแตกต่างกันอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

4.ทางเดินอาหารของพลานาเรียที่นักเรียนสังเกตได้มีลักษณะแตกต่างจากไฮดราหรือไม่อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบงาน เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

เฉลย ข้อ 1

การย่อยสลายสารอินทรีย์ภายนอกเซลล์ของจุลินทรีย์มีผลกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อม เนื่องจากทำให้เกิดการย่อยสลาย ซากพืช ซากสัตว์และอินทรียวัตถุต่างๆ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารต่างๆ เป็นวัฏจักร เช่น วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรคาร์บอน และยังเป็นการเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ให้เป็นสารอนินทรีย์ที่พืชนำไปใช้ได้ด้วย

เฉลย ข้อ 2

ฟองน้ำมีเซลล์ปลอกคอนำอาหารเข้าสู่เซลล์โดยใช้แฟลเจลลาพัดโบกอาหารให้เข้ามาในบริเวณปลอกคอ จากนั้นจะจับอาหารโดยวิธีฟาโกไซโทซีส

ฟองน้ำย่อยอาหารภายในเซลล์ โดยใช้เอนไซม์ไลโซโซมจากไลโซโซมปล่อยเข้าไปย่อยในฟูดแวคิวโอล เช่นเดียวกับอะมีบา และพารามีเซียม

เฉลย ข้อ 3

วิธีการนำอาหารเข้าสู่ร่างกายของฟองน้ำและไฮดราแตกต่างกันคือ อาหารของฟองน้ำมีขนดเล็กเพราะต้องผ่านเข้าไปกับน้ำทางช่องน้ำเข้า อาหารอาจเป็นทั้งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหรือเป็นอินทรีย์สารขนาดเล็กก็ได้ แต่อาหารของไฮดราเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ที่ไฮดราใช้เข็มพิษที่อยู่บนแทนทาเคิลยิงแล้วจับเข้าปาก

เฉลย ข้อ 4

ทางเดินอาหารของพลานาเลเรียแตกต่างจากทางเดินอาหารของไฮดราคือ ไฮดรามีทางเดินอาหารเป็นช่องกลางตัว แต่พลานาเรียมีทางเดินอาหารแตกแขนงออกไป 2 ข้าง ลำตัว แต่ที่เหมือนกันคือทางเดินอาหารมีทางเปิดทางเดียว

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

จากความรู้ เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของชีวิต ทำให้ได้เรียนรู้ เรื่องของสารอนินทรีย์ คือ น้ำ และแร่ธาตุ กับเรื่องสารอินทรีย์ โดยเฉพาะสารชีวโมเลกุล คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิก และวิตามิน รวมทั้งปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมาบ้างแล้ว ในที่นี้จึงจะกล่าวโดยละเอียดถึงเรื่องของอาหารและการย่อยอาหารเหล่านั้น เมื่ออาหารถูกย่อยและลำเลียงไปเพื่อนำไปสู่เนื้อเยื่อและเซลล์ต่างๆ ในร่างกายแล้วจึงเกิดการสลายอาหารในระดับเซลล์เพื่อนำพลังงานที่ได้จากการสลายอาหารนั้นไปใช้เป็นพลังงานในการดำรงชีพต่อไป

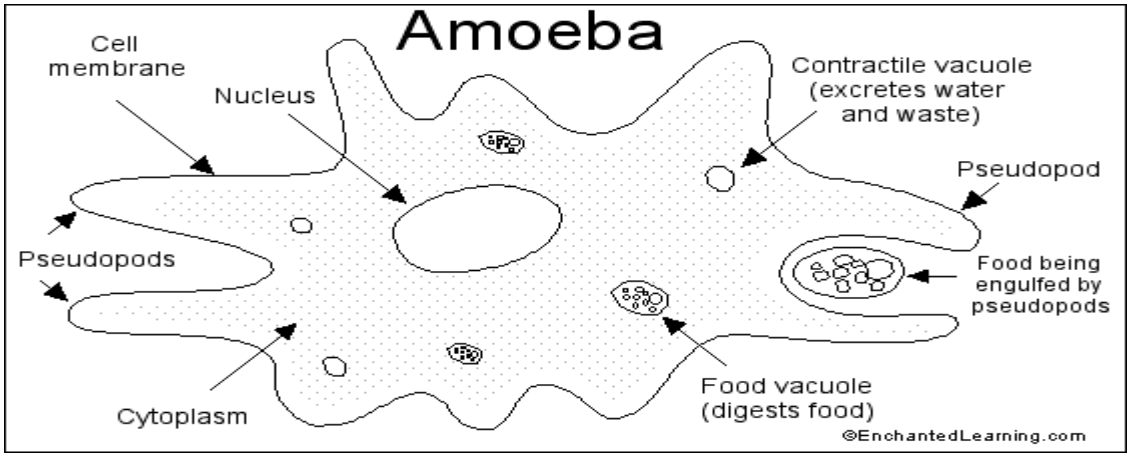
อาหารเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เพื่อนำไปสร้างพลังงานและใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้จากสารอนินทรีย์เรียกว่า พวกออโตโทรป (autotroph) ถ้าได้รับพลังงานจากแสงโดยการสังเคราะห์แสงเรียกว่าพวก โฟโตออโตโทรป(photo autotroph) ได้แก่ พืชสีเขียวทุกชนิด สาหร่าย แบคทีเรียบางชนิด พวกที่ได้พลังงานจากกระบวนการทางเคมี เรียกว่า พวกเคโมออโตโทรป (chemoautotroph) ได้แก่ แบคทีเรียบางชนิด ส่วนสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ ต้องได้รับอาหารที่เป็นสารอินทรีย์จากพืชหรือสัตว์อื่น พวกนี้เรียกว่าพวกเฮเทอโรโทรป (heterotroph) ต้องมีวิธีนำอาหารเข้าสู่ร่างกาย และแปรสภาพอาหารโดยการกิน การย่อยอาหารด้วยวิธีทางกลและทางเคมีด้วยเอนไซม์ การดูดซึมอาหารเข้าสู่เซลล์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ สิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจมีการย่อยอาหารนอกร่างกาย โดยส่งเอนไซม์ออกมาย่อย แล้วจึงดูดซึมสารอาหารที่ย่อยแล้วเข้าสู่ร่างกาย เช่น เห็ด รา ราเมือก

1. การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

1.1 แบคทีเรีย และเห็ดรา

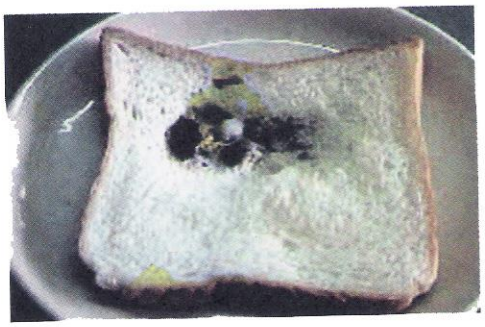
แบคทีเรียและเห็ดรา มีการย่อยอาหารที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่น คือมีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารนอกเซลล์ เมื่อย่อยแล้วจึงดูดซึมอาหารเข้าสู่เซลล์ นำไปเลี้ยงเซลล์ต่อไป ตัวอย่างเช่น ยีสต์จะปล่อยเอนไซม์อินเวอร์เทส (invertase) ออกมาเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายน้ำตาลซูโครส ทำให้ได้น้ำตาลฟรักโทสและน้ำตาลกลูโคส ยีสต์ผลิตอินเวอร์เทสออกมาในปริมาณมาก เพื่อนำน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ได้มาใช้ในการเจริญและกิจกรรมต่าง ๆ ของยีสต์เอง เรานำยีสต์มาใช้ในการผลิตทางอุตสาหกรรม โดยใช้อินเวอร์เทสออกผลิตน้ำตาลผสมระหว่างกลูโคสและฟรักโทสหรือน้ำตาลอินเวอร์ทเพื่อผสมในขนมเค้ก ลูกกวาดและเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ เป็นต้น โดยปกติน้ำตาลอินเวอร์ทเป็นน้ำตาลที่ได้จากหัวผักกาดหวาน (sugar beet) หรือเตรียมจากอ้อย (sugar cane) เป็นสารตั้งต้น (substrate)

จุลินทรีย์บางชนิด สามารถสร้างอาหารได้เอง โดยวิธีสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthetic autotroph) โดยอาศัยพลังงานจากแสงและแหล่งคาร์บอนอาจได้จากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หรือคาร์บอนอินทรีย์ โดยมีคลอโรฟิลล์ชนิดพิเศษช่วยดูดพลังงานแสง ได้แก่ แบคทีเรียสีม่วง (purple phototrophic bacteria) และแบคทีเรียสีเขียว (green phototrophic bacteria)

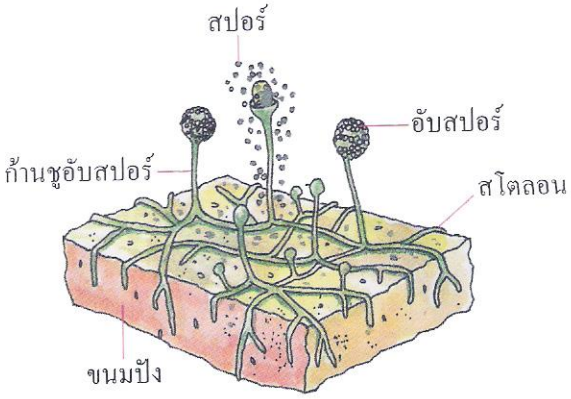


รูปที่ 1 ลักษณะภายในเซลล์ยีสต์

รูปที่ 2 ยีสต์เพิ่มจำนวนโดยการแตกหน่อ (budding)



ก.



ข.

รูปที่ 3 แสดงราดำขนมปัง

อาหารหลายชนิด ไม่ว่ากุ้งแห้ง หอม กระเทียม ถั่วลิสง เมื่อทิ้งไว้นานมักมีรอยสีกระดำกระด่างเกิดขึ้นนั่นคือขยุ้มรา (mycelium) หากรับประทานอาหารที่มีราเหล่านี้เข้าไปอาจเกิดอันตรายเนื่องจากราบางชนิด เช่น แอสเปอร์จิลลัส ฟลาวัส (Aspergillus flavus) มีสานอะฟลาทอกซิน (aflatoxxin) สารนี้ไม่ถูกทำลายด้วยความร้อน รวมทั้งเป็นสารก่อมะเร็งตับ และอาจทำให้มีอาการปวดท้อง อาเจียน บวมตามเท้า และตับโต

หลายคนนิยมรับประทานขนมปัง ไข่ดาว หมูแฮม เป็นอาหารเช้า ถ้าขนมปังหมดอายุอาจพบราดำหรือราขนมปัง (Rhizopus nigricans) บนแผ่นขนมปังนั้นมีลักษณะเป็นจุดดำ ๆ และเมื่อทิ้งไว้หลายวันจะมีปริมาณราเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนอาจเต็มแผ่นขนมปังนั้น การที่ราเจริญได้บนแผ่นขนมปังเนื่องจากรามีวิธีการนำอาหารเข้าเซลล์โดยการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหาร (คือแป้ง) นอกเซลล์แล้วจึงดูดซึมสารอาหารที่ย่อยจนมีโมเลกุลเล็กแล้วเข้าสู่เซลล์

แบคทีเรียและรา ต้องการสารอาหารแตกต่างกัน แบคทีเรียบางชนิดสามารถย่อยสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่และซับซ้อนได้ เนื่องจากมีเอนไซม์หลายชนิดในการย่อย ในขณะที่แบคทีเรียบางชนิดมีเอนไซม์ไม่มาก จึงย่อยได้เฉพาะสารอินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก ทั้งแบคทีเรียและรา ส่วนใหญ่จึงดำรงชีวิตเป็นแซโพรไฟต์ (saprophyte) โดยย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นสารโมเลกุลเล็กลงแล้วจึงดูดซึม (absorption) เข้าสู่เซลล์ แต่ก็มีแบคทีเรียและราบางชนิดที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิต (parasite) โดยดูดซึมสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กที่ย่อยแล้วจากเซลล์โฮสต์ เข้าสู่เซลล์ ซึ่งได้แก่ แบคทีเรียและราก่อโรค

แบคทีเรียบางชนิดดำรงชีวิตในสภาพไร้อากาศได้ เช่น เชื้อบาดทะยัก (Clostridium tetani) เป็นแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการดำรงชีวิต แบคทีเรียบางชนิดทำให้เกิดโรค บางชนิดเป็นปรสิต

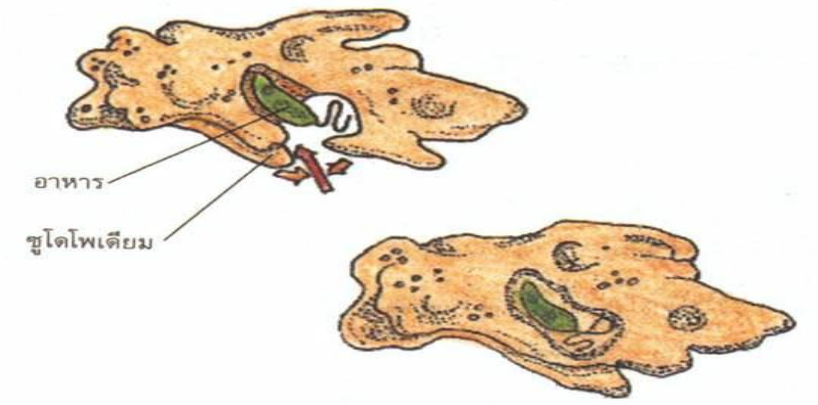
1.2 โพรโทซัว (Protozoa)

โพรโทซัวเป็นจุลินทรีย์ที่มีวิถีการกินอาหารโดยโอบล้อมอาหารและนำเข้าสู่เซลล์โดยวิธีเอนโดไซโทซีส (endocytosis) ซึ่งอาจเป็นวิธีฟาโกไซโทซีส (phagocytocis) หรือพิโนไซโทซ์ (pinocytosis) โพรโทซัวไม่มีอวัยวะสำหรับย่อยอาหารโดยเฉพาะ เมื่อกินอาหารโดยโอบล้อมอาหารเข้าไปแล้ว อาหารจะไปอยู่ในถุงฟูดแวคิวโอล (food vacuole) ที่มีเยื่อหุ้มล้อมรอบ แล้วไลโซโซม (lysosome) จะปล่อยเอนไซม์ไลโซโซม์ (lysozyme) ออกมาย่อยอาหารในฟูดแวคิวโอลนั้น จนอาหารกลายเป็นสารอาหารที่มีโมเลกุลเล็กลง แล้วลำเลียงผ่านเยื่อฟูดแวคิวโอลออกมาในไซโทพลาซึมเพื่อไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของเซลล์ ส่วนที่เหลือเป็นกากอาหารจะถูกกำจัดออกนอกเซลล์ต่อไป กระบวนการย่อยอาหารที่กล่าวมานี้เกิดขึ้นภายในเซลล์ จึงเรียกว่า การย่อยอาหารภายในเซลล์ (intracellular digestion)

โพรโทซัวแต่ละชนิดมีวิธีการนำอาหารเข้าสู่เซลล์แตกต่างกัน ได้แก่

1.2.1 อะมีบา (Amoeba)

อะมีบามีวิธีการกินอาหารแบบฟาโกไซโตซีส โดยใช้ ซูโดโพเดียม (pseudopodium) ซึ่งเป็นส่วนของไซโทพลาซึมยื่นออกไปล้อมรอบอาหาร แล้วหลุดเข้ามาในเซลล์เป็นถุงฟูดแวคิวโอล

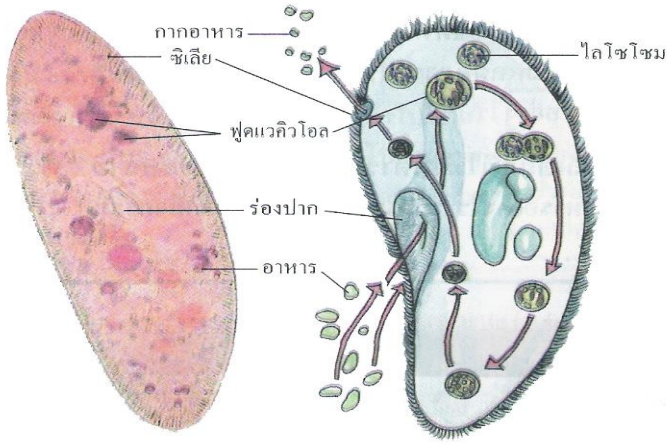


รูปที่ 4 แสดงการกินอาหารของอะมีบา โดยการใช้ซูโดโพเดียม หรือเท้าเทียม ล้อมรอบอาหาร แล้วจึงย่อยอาหารภายในเซลล์

1.2.2 พารามีเซียม (Paramecium)

พารามีเซียมมีซีเลียอยู่ที่ร่องปาก (oral groove) คอยพัดโบกน้ำที่อยู่รอบ ๆ ให้พัดพาอาหารเข้ามาในปาก (cytostome) แล้วอาหารถูกนำเข้าสู่เซลล์โดยวิธีเอนโดไซโทซีส อาหารจะถูกเยื่อหุ้มล้อมรอบไว้ กลายเป็นฟูดแวคิวโอล ขณะเดียวกันในเซลล์พารามีเซียมมีการไหลเวียนของไซโทพลาซึม (cytoplasmic streaming) ไปรอบ ๆ เซลล์ พร้อมกับเอนไซม์ไลโซไซม์ออกมาย่อยอาหารในฟูดแวคิว

โอลนั้น ส่วนกากอาหารที่ย่อยไม่ได้ถูกขับออกทางช่องทวาร (anal pore) โดยวิธีเอกโซไซโทซิส (exocytosis)



รูปที่ 5 แสดงการกินอาหารของพารามีเซียม โดยซิเลียที่อยู่รอบ ๆ ร่องปากโบกให้อาหารถูกพัดพาเข้าสู่เซลล์ เซลล์สร้างฟูดแวคิวโอล แล้วเคลื่อนที่อยู่ภายในเซลล์ตามทิศทางของลูกศร จนกระทั่งกากอาหารถูกขับออกทางช่องทวาร(cytoporctหรือ analpore)

ในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว การกินอาหารนั้นต้องกินอาหารขนาดเล็ก การย่อยอาหารภายในเซลล์ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เอนไซม์จากไลโซโซม์เข้าไปย่อยแล้วอาหารโมเลกุลเล็ก ๆ ที่ได้ถูกดูดซึมเข้าเซลล์โดยตรง แต่ถ้าเป็นสัตว์หลายเซลล์ มีเนื้อเยื่อ ต่าง ๆ กันหลายชนิด บางชนิดร่วมกันทำหน้าที่กลายเป็นอวัยวะและระบบย่อยอาหาร ระบบนี้จะทำการเปลี่ยนสภาพอาหารที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ให้เล็กลงจนกระทั่งสามารถดูดซึมไปเลี้ยงร่างกายได้

****

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
บทที่ 13 เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์/การกินอาหารของไฮดรา-พลานาเรีย เวลา 2.00 ชั่วโมง

สาระที่ 1 ชีววิทยา

มาตรฐาน 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนองการเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และเปรียบเทียบแบบแผนของทางเดินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์บางชนิด

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 3)

- การกินอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร
- การย่อยอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์
- การย่อยอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์ของสัตว์
- ทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลังและการย่อยอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตภาพของโครงสร้างภายในที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด ได้แก่ ฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน และแมลง ที่ผ่าให้เห็นทางเดินอาหารตามยาว หรือพิจารณาจากภาพในใบความรู้ที่ 3

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. จากการสังเกตพิจารณา เปรียบเทียบโครงสร้างภายในต่างๆ แล้ว ครูนำอภิปราย โดยใช้คำถามว่า สัตว์ทั้ง 5 ชนิดนี้มีทางเดินอาหารเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร *(ฟองน้ำไม่มีปากและทวารหนักมีแต่ทางน้ำเข้าและออก ไฮดราและพลานาเรียมีทางเดินอาหารที่เปิดทางเดียว คือ มีปากแต่ไม่มีทวารหนักจัดเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ ส่วนไส้เดือนดินและแมลงมีทางเปิด 2 ทาง คือ มีปากและทวารหนักจัดเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์)*

2. ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมต่อไปว่า “ทางเดินอาหารของสัตว์ที่นำมาศึกษาแตกต่างกันน่าจะทำให้การย่อยอาหารของสัตว์ที่นำมาศึกษาแตกต่างกัน หรือไม่ และโครงสร้างทางเดินอาหารของสัตว์แต่ละชนิดน่าจะเหมาะสมกับการย่อยอาหารของสัตว์อย่างไร”

3. ครูนำอภิปรายและให้ความรู้ เรื่อง การย่อยอาหารของฟองน้ำ โดยตั้งคำถามนำไปสู่การอภิปรายดังนี้

- การย่อยอาหารของฟองน้ำเหมือนหรือแตกต่างกับอะมีบา และพารามีเซียมอย่างไร

(จากการอภิปรายควรจะสรุปได้ว่า ช่องเปิดของฟองน้ำทั้งด้านข้างและด้านบนเป็นทางให้น้ำเข้าและออกจากร่างกาย เพราะฉะนั้นช่องในลำตัวไม่ได้ทำหน้าที่เป็นทางเดินอาหาร จึงไม่มีการย่อยอาหารในช่องลำตัว เอนไซม์จะถูกกระแสน้ำที่เข้าและออกพัดพาออกไป ดังนั้น จึงน่าจะมีการย่อยอาหารภายในเซลล์เช่นเดียวกับอะมีบา และพารามีเซียม)

4. ครูให้นักเรียนศึกษาการย่อยอาหารภายในเซลล์ของเซลล์ โคเอโนไซต์ของฟองน้ำ จากภาพในหนังสือเรียน/ใบความรู้ ว่าเหมือนหรือแตกต่างจากการย่อยอาหารภายในเซลล์ของอะมีบาและพารามีเซียมอย่างไร

5. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า สัตว์ที่มีทางเดินอาหารที่เปิดทางเดียวจัดว่าเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ แต่สัตว์ที่มีทางเดินอาหารเปิด 2 ทาง คือ มีทั้งปากและทวารหนักจัดเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์

6. ครูตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้ “ทางเดินอาหารของสัตว์แบบสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีผลต่อการกินอาหารและการย่อยอาหารของสัตว์นั้น อย่างไร”

- นักเรียนอาจตอบแตกต่างกัน ครูจดคำตอบของนักเรียนไว้ เพื่อจะตรวจสอบความถูกต้อง โดยอาจให้นักเรียนค้นคว้าเป็นกลุ่มหรือเป็นบุคคล แล้วนำมาเสนอหน้าชั้นเรียน

7. ครูนำเข้าสู่การย่อยอาหารของไฮดรา โดยนำไฮดรามาให้นักเรียนศึกษาโดยใช้แว่นขยายส่องดู (ไฮดราหาได้จากแหล่งน้ำจืดที่นิ่งและสะอาด ได้แก่ บ่อ บึง คู คลอง มักเอยู่ตามส่วนต่างๆ ของพืชน้ำ เช่น ราก ลำต้น กิ่ง ใบ และเศษวัสดุที่ลอยอยู่ในน้ำ)

8. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบภาพที่เห็นกับภาพแผ่นโปร่งใส และภาพในหนังสือเรียนที่เป็นภาพตัดตามยาว แล้วตั้งคำถามนำไปสู่กิจกรรมที่ 5.2 ว่า “เป็นไปได้หรือไม่ว่า ไฮดรามีการย่อยอาหารภายในช่องทางเดินอาหาร” ซึ่ง นักเรียนควรจะบอกได้ว่าไฮดรามีช่องเปิดทางเดียว และบริเวณลำตัวไม่มีช่องเปิดอื่นๆ เหมือนฟองน้ำ จึงน่าจะมีการย่อยอาหารภายในช่องทางเดินอาหาร

9. ครูให้นักเรียนศึกษาความรู้เรื่อง การกินอาหารของไฮดรา-ทางเดินอาหารของพลานาเรีย จากใบความรู้และให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 5.2 ดังนี้

- วิธีการนำอาหารเข้าสู่ร่างกายของฟองน้ำและไฮดราแตกต่างกันอย่างไร *(ฟองน้ำจะใช้วิธีนำอาหารเข้าสู่เซลล์โดยวิธีฟาโกไซโทซิส ส่วนไฮดราจะใช้เทนทาเคิลจับเหยื่อแล้วส่ง เข้าปาก)*

10. ครูนำเข้าสู่การย่อยอาหารของพลานาเรีย โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบทางเดินอาหารของพลานาเรียว่าเหมือนหรือแตกต่างจากไฮดรา อย่างไร โดย จากการเปรียบเทียบนักเรียนควรจะอธิบายได้ว่า ทางเดินอาหารของไฮดราและพลานาเรีย เป็นทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์เหมือนกัน แต่ทางเดินอาหารของพลานาเรีย มีความซับซ้อนมากกว่า จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมเสนอแนะ

- ทางเดินอาหารของพลานาเรียที่สังเกตได้มีลักษณะแตกต่างจากไฮดราหรือไม่ อย่างไร *(แตกต่างกัน คือ ไฮดรามีทางเดินอาหารแบบช่องกลวงตรงกลางลำตัว ส่วนพลานาเรียมีแขนงแยกออกไปตามลำตัว แต่สัตว์ทั้งสองมีทางเดินอาหารแบบมีช่องเปิดทางเดียว)*

11. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับทางเดินอาหารของไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน และแมลง และอธิบายเพิ่มเติมโดยใช้ใบความรู้ ประกอบ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบและสรุปเกี่ยวกับทางเดินอาหารของสัตว์ที่ศึกษา โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมดังนี้

- ทางเดินอาหารของไส้เดือนดินและแมลงคล้ายคลึง หรือแตกต่างจากทางเดินอาหารของไฮดราและพลานาเรียอย่างไร *(ไส้เดือนดินและแมลงมีทางเดินอาหารที่มีช่องเปิด 2 ทาง โดยอาหารจะ*

เข้าทางปาก ผ่านคอหอย หลอดอาหาร กระเพาะพักอาหาร กึ๋น กระเพาะอาหาร ลำไส้ และกากอาหารจะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก แต่ทางเดินอาหารของไฮดราและพลานาเรียเป็นแบบช่องเปิดทางเดียว โดยอาหารเข้าทางปากและกากอาหารถูกกำจัดออกทางปากเช่นเดียวกัน)

12. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์ ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้

2. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 4 ของ สสวท. 3. ชุดกิจกรรมที่ 5.2

2. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

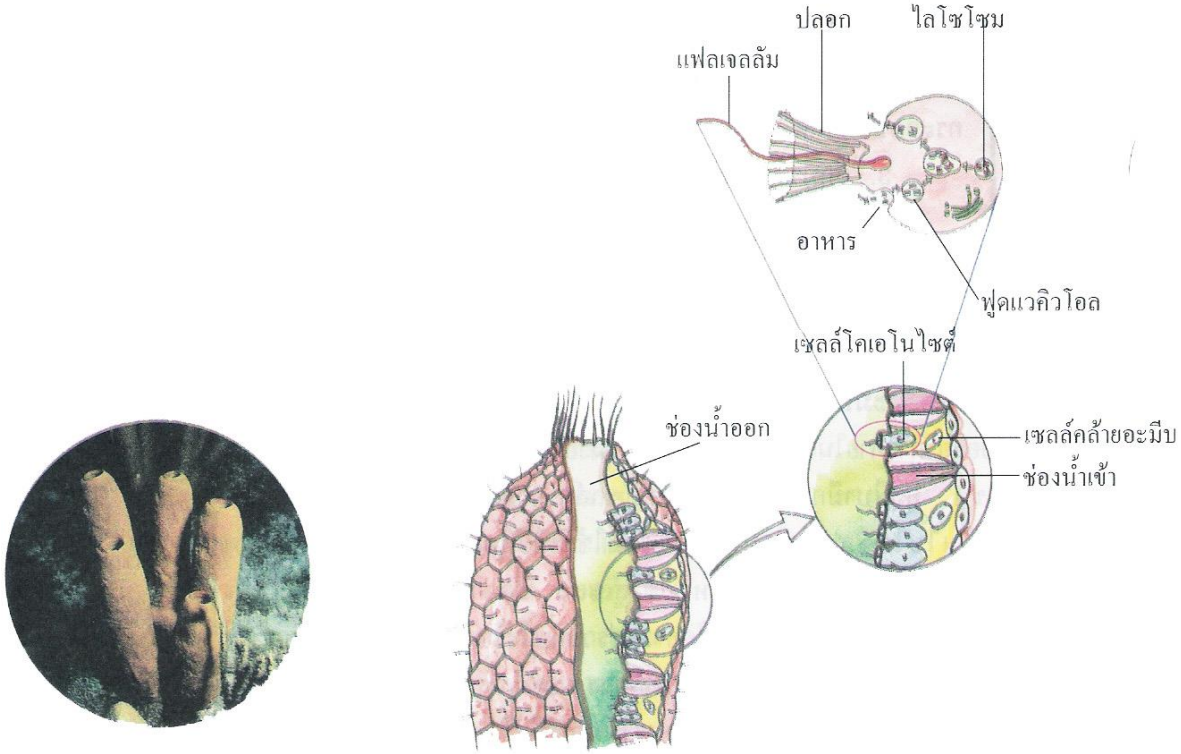
ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์

2. การย่อยอาหารของสัตว์

2.1 การย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร

ฟองน้ำ ในสัตว์พวกฟองน้ำซึ่งเป็นสัตว์หลายเซลล์กลุ่มแรก ยังไม่มีทางเดินอาหารโดยเฉพาะ ในช่องทางน้ำเข้าภายในลำตัวเป็นทางให้อาหารประเภทแพลงก์ตอนขนาดเล็กผ่านเข้าไป ที่ผนังชั้นในมีเซลล์โคแอนโนไซต์ (choanocyte) หรือเซลล์ปลอกคอ (collar cell) ที่มีส่วนยื่นเป็นปลอกคอ และล้อมรอบแฟลเจลลาที่ยื่นออกมาเพื่อใช้จับอนุภาคอาหารด้วยกระบวนการฟาโกไซโทซิส เพื่อจับแพลงก์ตอนเข้าไปย่อยในเซลล์เช่นเดียวกับโพรโทซัว สำหรับอาหารที่ย่อยไม่ได้หรือกากอาหารจะปล่อยออกทางช่องน้ำออก



รูปที่ 6 การย่อยในเซลล์ของฟองน้ำ ฟองน้ำกรองน้ำกินเป็นอาหารด้วยการจับอนุภาคอาหารขนาดเล็กที่ปะปนอยู่ในน้ำทะเลโดยพัดพาผ่านรูเล็ก ๆ ของช่องน้ำเข้าเข้าไปในตัวฟองน้ำ โดยเซลล์ที่มีแฟลเจลลัมซึ่งเรียกว่า โคแอนโนไซต์ โบกผ่านเข้ามาและใช้เมือกจับอนุภาคอาหารนั้นแล้วใช้กระบวนการฟาโกไซโทซีสจับอาหารเข้าเซลล์พร้อมกับย่อยอาหารในฟูดแวคิวโอล อาหารจะถูกส่งไปยังเซลล์อื่น ๆ ของฟองน้ำโดยการพาไปกับเซลล์อะมีโบไซต์ (ก) ฟองน้ำแสดงส่วนภายนอก (ข) ผ่าบางส่วนให้เห็นภายในบางส่วนของฟองน้ำ (ค) โคแอนโนไซต์

ฟองน้ำสามารถกรองแพลงก์ตอน (plankton) ที่ปะปนมากับน้ำนั้นได้ถึงขนาด 1 ไมโครเมตร (1 ในล้านส่วนของเมตร)

โคแอนโนไซต์ (choanocyte) หรือเซลล์ปลอกคอ (collar cell) เป็นเซลล์ยาวมีแผ่นบาง ๆ เป็นวงกลมรอบแฟลเจลลัม ส่วนของปลอกคอที่ยื่นออกมา ทำหน้าที่ดักจับอาหาร

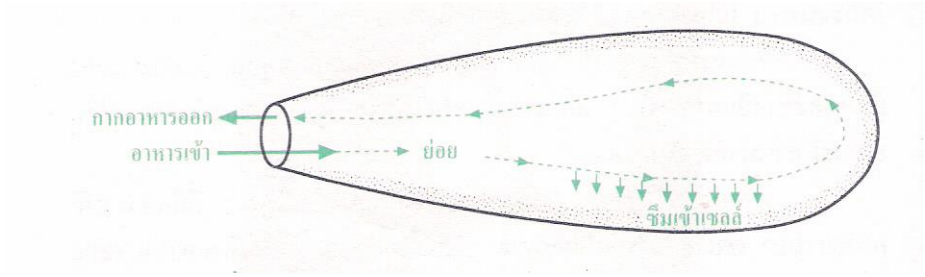
เซลล์อะมีโบไซต์ (amoebocyte) เป็นเซลล์ใด ๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายอะมีบา เช่น สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างเซลล์ด้วยการใช้ไซโทพลาซึม เซลล์อะมีโบไซต์ทำหน้าที่จับสารอินทรีย์ขนาดใหญ่ได้แล้วสร้างฟูดแวคิวโอล

2.2 การย่อยอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์

ซีเลนเทอเรต

สัตว์ในไฟลัมซีเลนเทอราตา ได้แก่ พวกไฮดรา ซีแอนีโมนี ปะการัง กัลปังหา มีช่องภายในลำตัวที่เรียกว่าช่องแกสโทรวาสคิวลาร์ (gastrovascular cavity) ซึ่งเป็นช่องที่มีรูเปิดเพียงทางเดียว รูเปิดนี้ทำหน้าที่เป็นทั้งปากในการกินอาหาร และเป็นทวารหนักในการขับของเสีย เมื่อสัตว์พวกนี้ใช้เทนทาเคิล (tentacle) หรือหนวดเล็ก ๆ ที่มีเข็มพิษ (nematocyst) จับเหยื่อใส่ปาก อาหารจะเข้าไปในช่องแกสโทรวาสคิวลาร์ ที่ผนังของช่องนี้มีเซลล์ต่อม (gland cell) ทำหน้าที่ปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารในแกสโทรวาสคิวลาร์ อาหารบางส่วนที่ย่อยแล้วอาจถูกเซลล์ย่อยอาหาร (digestive cell หรือ nutritive cell) ที่อยู่ที่ผนังของช่องแกสโทรวาสคิวลาร์ ทำการจับและย่อยภายในเซลล์ด้วยกระบวนการแบบเดียวกับอะมีบา

ทางเดินอาหารของซีเลนเตอเรต อาจเขียนแผนภาพได้ดังนี้

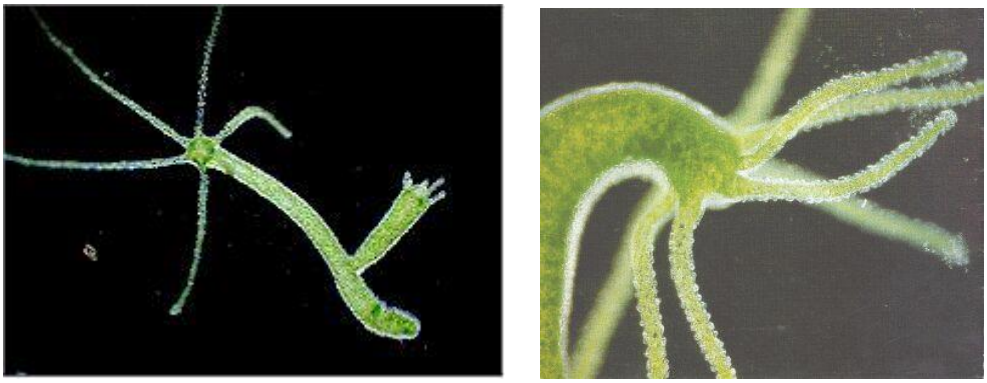


รูปที่ 7 แผนภาพแสดงทางเดินอาหารมีทางเปิดทางเดียว

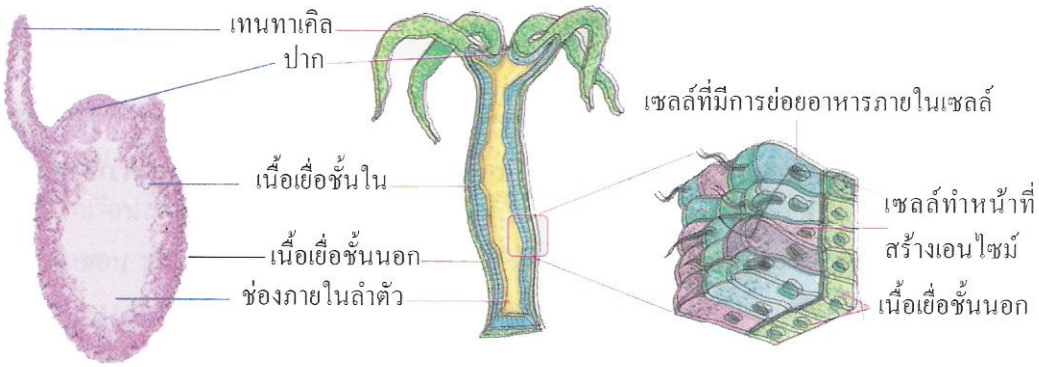
สรุป การย่อยอาหารของสัตว์ไฟลัมซีเลนเทอราตา

1. การย่อยอาหารภายนอกเซลล์ (extracellular digestion) โดยเซลล์ต่อม (gland cell) ปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยในช่องแกสโทรวาสคิวลาร์

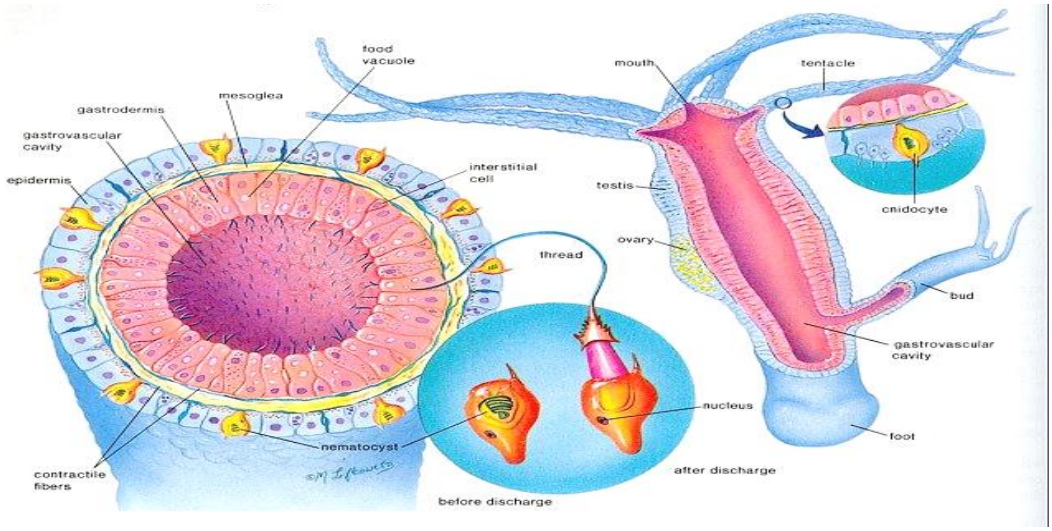
2. การย่อยอาหารภายในเซลล์(intracellular digestion) โดยเซลล์ย่อยอาหาร (digestive cell) ที่มีแฟลเจลลาจับอาหารเข้ามาย่อยภายในเซลล์



ภาพ ไฮดรา



โครงสร้างภายในของไฮดรา

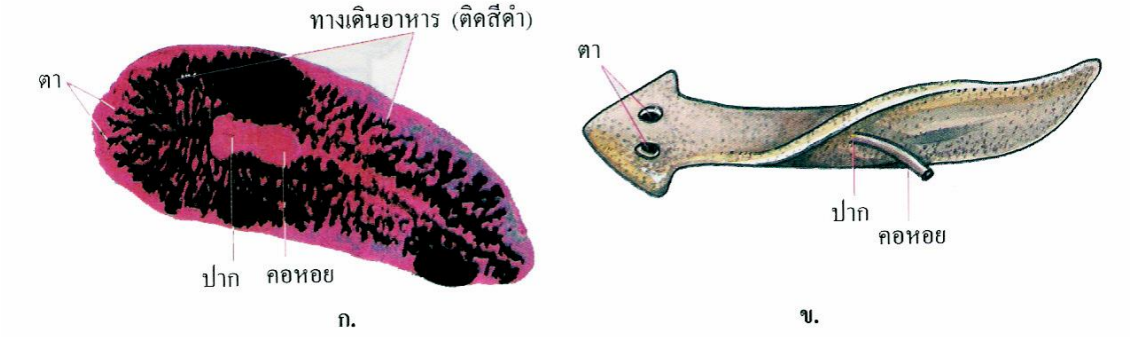


รูปที่ 8 โครงสร้างภายในของไฮดรา

รูปที่ 9 การกินอาหาร และการย่อยอาหารของไฮดรา

แพลทีเฮลมินเทส

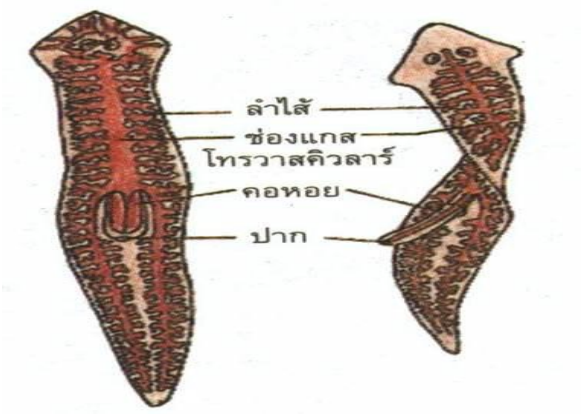
พวกแพลทีเฮลมินทิศมีทางเดินอาหารลักษณะเดียวกับพวกซีเลนเทอเรต คือมีช่องเปิดทางเดียวเป็นทางเข้าของอาหารและทางออกของกากอาหาร แต่ในสัตว์บางชนิดทางเปิดอยู่กลางลำตัว และอยู่ด้านล่างของลำตัว เช่น พลานาเรีย ส่วนพยาธิตัวแบนอื่นๆ ทางเปิดอยู่ทางปลายหัว ถึงแม้ส่วนประกอบต่างๆ ของทางเดินาอาหารไฮดรากับพลานาเรียจะแตกต่างกันในรายละเอียด เช่น ทางเดินอาหารของ พลานาเรียมีการแตกแขนงแยกเป็นทางย่อยออกไป แต่ทางเดินอาหารของสัตว์ทั้งสอง ยังเหมือนกันคือมีทางเปิดทางเดียว



รูปที่ 10 ทางเดินอาหารของพลานาเรีย

พลานาเรีย

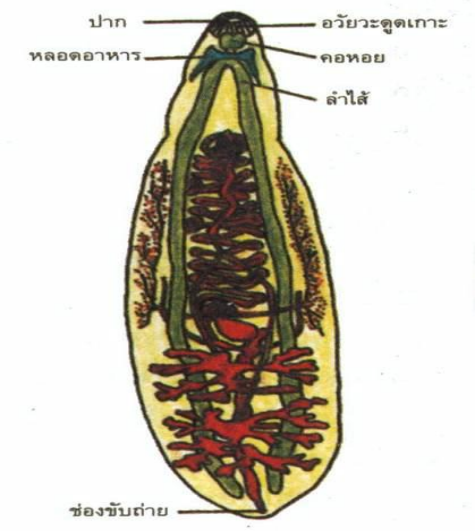
พลานาเรีย ใช้คอหอย (pharynx) ซึ่งมีลักษณะคล้ายงวงที่ยืดหดได้ อยู่ในช่องปาก ทำหน้าที่ดูดอาหาร อาหารของพลานาเรียจึงมีขนาดเล็กเท่าที่ตะผ่านช่องปากเข้าได้ อาหารจะถูกย่อยในทางเดินอาหาร และถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์ ส่วนกากอาหารจะออกทางปากเช่นเดียวกับไฮดรา

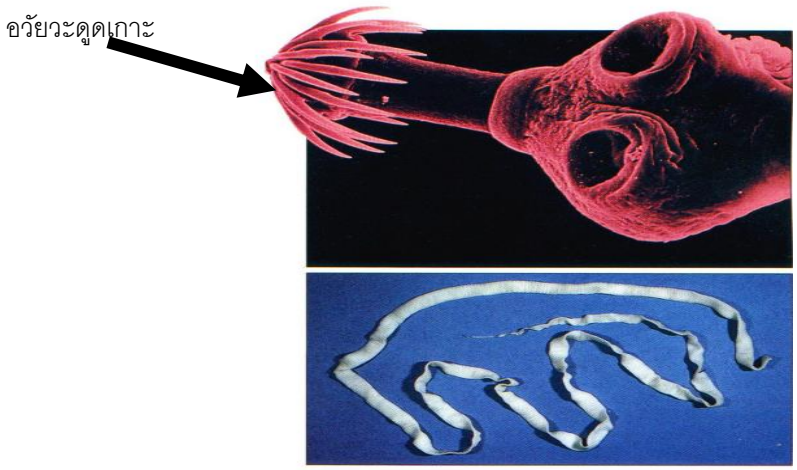


รูปที่ 11 แผนภาพแสดงทางเดินอาหารของพลานาเรีย

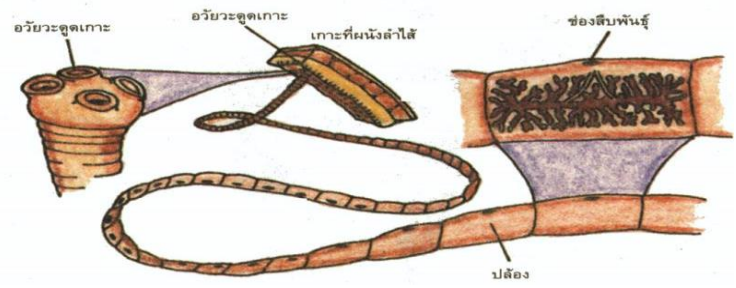
พยาธิใบไม้ มีทางเดินอาหารคล้ายพลานาเรีย แต่ไม่แตกแขนง หรือมีกิ่งก้านสาขามากเท่าพลานาเรีย บริเวณหัวนอกจากมีปากแล้วยังมีอวัยวะดูดเกาะ (sucker) อยู่รอบปาก และมีอวัยวะดูดเกาะด้านทอง (ventral sucker) อยู่ทางด้านท้องของลำตัว ไว้ยึดเกาะกับผู้ถูกอาศัย สำหรับพยาธิตัวตืดมีอวัยวะดูดเกาะหลายอันอยู่บริเวณส่วนหัวที่เรียกว่า สโคเล็กซ์ (scolex) พยาธิตัวตืดไม่มีทางเดินอาหาร จึงดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วจากทางเดินอาหารของผู้ถูกอาศัยโดยตรง

ทางเดินอาหารของพยาธิใบไม้และพยาธิตัวตืดแตกต่างไปจากพลานาเรีย ดังรูปที่ 12





รูปที่ 12 แสดงทางเดินอาหารของพยาธิใบไม้ (บน) ตัวตืดหมูทั้งตัว (ล่าง) และส่วนหัวของตัวตืดหมู (กลาง)

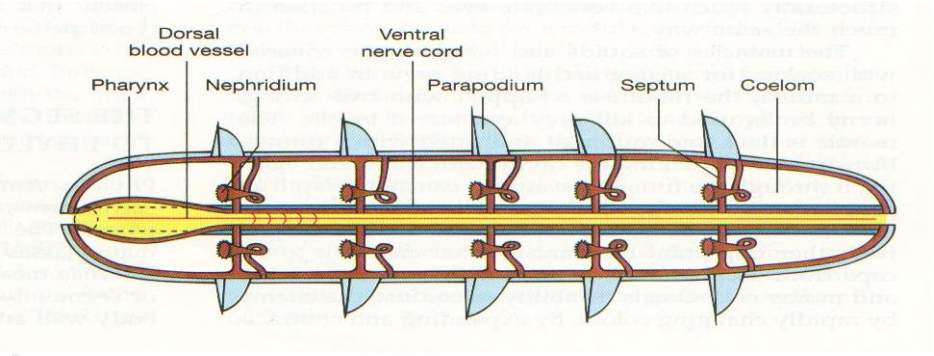


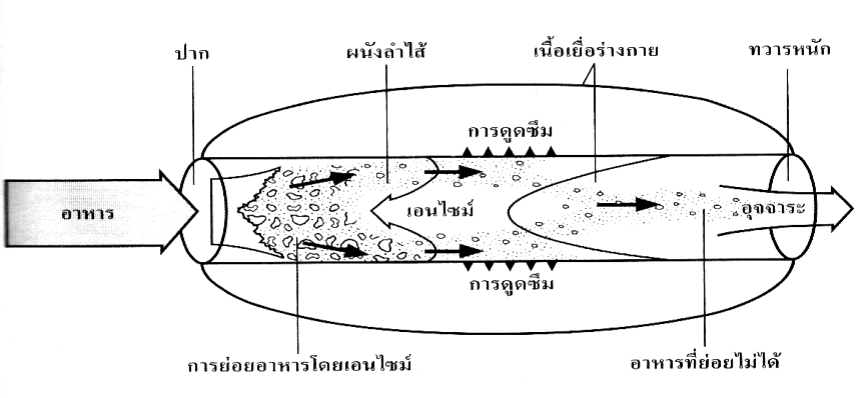
รูปที่ 12 แสดงทางเดินอาหารของพยาธิตัวตืดหมู (ต่อ)

พยาธิใบไม้ได้อาหารโดยการดูดกินเข้าทางปาก อาหารส่วนใหญ่คือเลือดของผู้ถูกอาศัย จึงไม่ต้องผ่านการย่อยมากนัก ส่วนพยาธิตัวตืดได้รับอาหารโดยการดูดซึมจากผู้ถูกอาศัยผ่านผนังลำตัวและเซลล์นำอาหารนั้นไปใช้ได้โดยไม่ต้องย่อยอีก แตกต่างจากพลานาเรียซึ่งกินอินทรีย์สารซึ่งอยู่นอกร่างกายโดยใช้ปากดูดอาหารเข้ามาในทางเดินอาหาร และทำการย่อยต่อไป

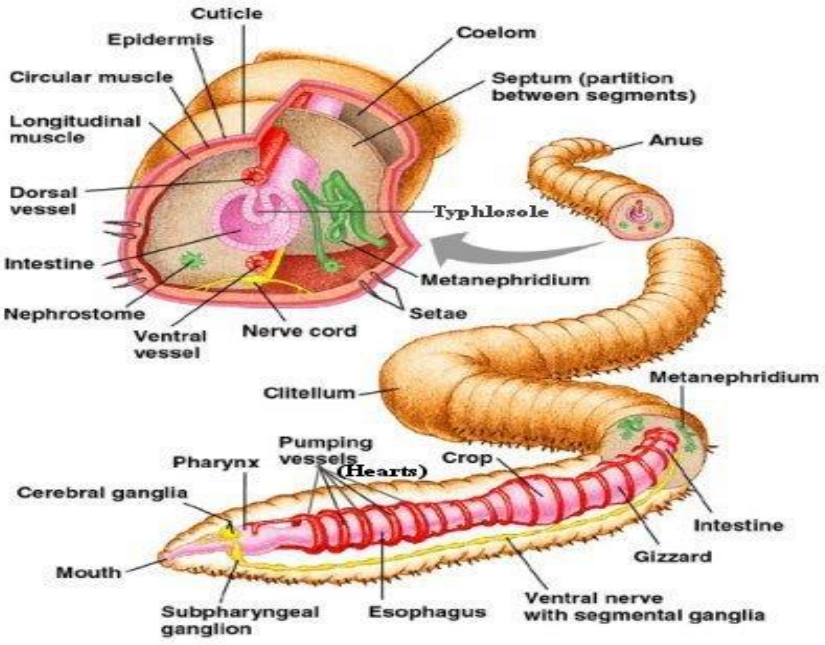
2.3 การย่อยอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์

ในสัตว์ชั้นสูงกว่าพลานาเรีย เริ่มมีทางเดินอาหารที่เปิด 2 ทาง คือ มีปาก เป็นอวัยวะนำอาหารเข้าและทวารหนักเป็นทางให้กากอาหาร หรืออาหารที่ไม่ได้ย่อยออก สัตว์พวกแรกที่มีช่องเปิดของทางเดินอาหาร 2 ทาง คือ หนอนตัวกลมในไฟลัมเนมาโทดา (Nematoda) จึงเป็นสัตว์พวกแรกที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์ (complete digestive tract)

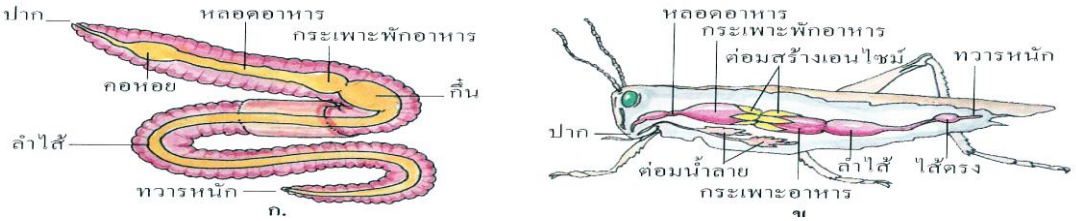




รูปที่ 13 ทางเดินอาหารที่มีทางเปิด 2 ช่องทาง ได้แก่ ในสัตว์ทั่ว ๆ ไป



รูปที่ 14 ทางเดินอาหารของไส้เดือนดิน



รูปที่ 14 ทางเดินอาหารของไส้เดือนดิน ตั๊กแตน

จะเห็นว่าในสัตว์ที่มีทางเดินอาหารเปิด 2 ช่องทางนั้น ทางเดินอาหารแต่ละส่วนทำหน้าที่แตกต่างกันไป เช่น มีปาก และคอหอย ที่มีกล้ามเนื้อแข็งแรง สำหรับดันอาหารให้ผ่านหลอดอาหารซึ่งเป็นทางผ่านของอาหารเข้าสู่กระเพาะอาหาร ซึ่งทำหน้าที่เป็นที่พักอาหาร กึ๋นมีกล้ามเนื้อแข็งแรงทำหน้าที่บดอาหาร เพราะไส้เดือนดินไม่มีฟันในปาก ลำไส้เป็นบริเวณที่ปล่อยเอนไซม์มาย่อยและดูดซึมอาหาร การอาหารหรืออาหารที่ย่อยไม่ได้จะถูกขับออกทางทวารหนักจะเห็นว่ามีท่อหรือทางเดินอาหารที่มีลักษณะ รูปร่าง และหน้าที่แตกต่างกันแต่ละตอนจึงสามารถย่อยอาหารได้ดีและมากขึ้น

จากรูปโครงสร้างแสดงทางเดินอาหารของไสเดือนดินและแมลง จะเห็นว่ามีระบบทางเดินอาหารแตกต่างจากไฮดราและพลานาเรีย คือมีปากเป็นทางเข้าของอาหารและทวารหนักเป็นทางออกของกากอาหารคนละทาง และทางเดินอาหารยังแยกเป็นส่วนต่าง ๆ มีลักษณะ แต่ละส่วนทำหน้าที่แตกต่างกัน

แอนเนลิด

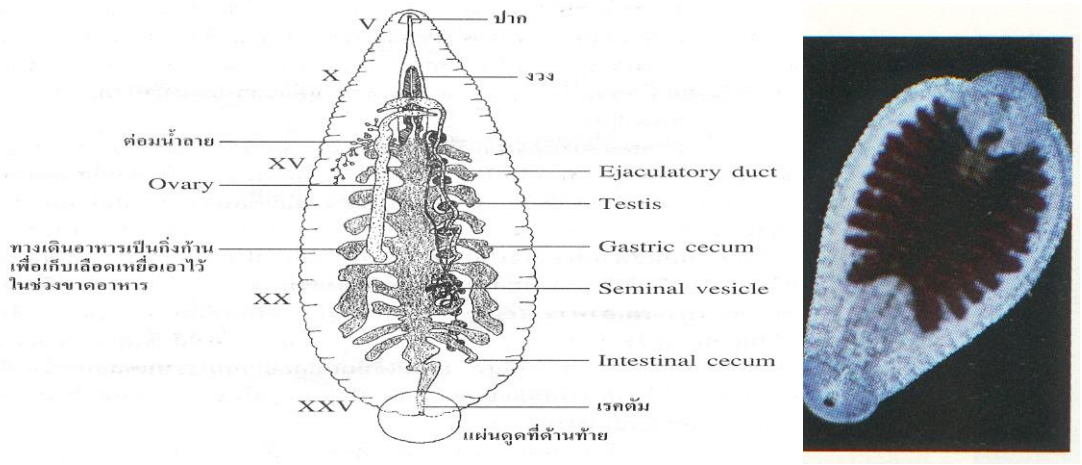
ตัวอย่างของสัตว์พวกนี้คือไส้เดือนดิน (รวมทั้งปลิงน้ำจืดหรือทากดูดเลือดเป็นสัตว์พวกแอนเนลิดด้วย แต่ทางเดินอาหารแตกต่างกันไปจากไส้เดือนดินเพราะปลิงดำรงชีพแบบปรสิต) ทางเดินอาหารของไส้เดือนดินแยกเป็นส่วนต่าง ๆ แต่ละส่วนทำหน้าที่แตกต่างกัน เริ่มจากปากเป็นทางเข้าของอาหาร เนื่องจากไส้เดือนดินเป็นสัตว์กินซากขนาดเล็ก (detritivore) ปากยังไม่มีฟัน อาหารจะถูกกลืนเข้าปากด้วยการทำงานของกล้าเนื้อที่แข็งแรงบริเวณคอหอย อาหารจึงผ่านไปยังกระเพาะพักอาหาร (crop) ก่อนที่จะถูกส่งไปบดที่กึ๋น (gizzard) ซึ่งมีกล้ามเนื้อแข็งแรง เมื่ออาหารถูกบดแล้วจึงส่งผ่านต่อไปยังลำไส้ ซึ่งเป็นบริเวณทางเดินอาหารที่มีความยาวมากที่สุด มีเอนไซม์ถูกปล่อยออกมาจากเซลล์บุผนังลำไส้สารอาหารที่ได้จาการย่อยแล้วถูกส่งเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด ส่วนกากอาหารจะถูกขับออกทางทวารหนัก

ลำดับทางเดินอาหารของไส้เดือนดิน คือ

ปาก ⟶ คอหอย ⟶ หลอดอาหาร ⟶ กระเพาะพักอาหาร (crop) ⟶ กึ๋น(gizzard) ⟶ ลำไส้ ⟶ ทวารหนัก

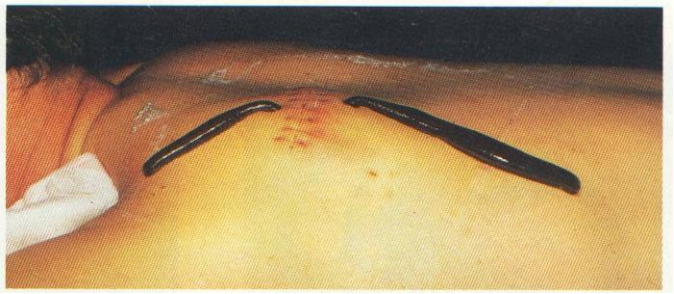
ส่วนทางเดินอาหารของปลิงน้ำจืดมีลักษณะดังรูปที่ 15

ปลิงน้ำจืดมีสารไฮรูดิน (hirudin) ที่ปล่อยออกมาจากต่อมน้ำลายทำให้เลือดของเหยื่อไม่แข็งตัว ดังนั้นจะพบว่าคนที่ถูกปลิงน้ำจืดกัดเลือดจะไหลออกไม่หยุดและปลิงจะดูดเลือดเก็บไว้ได้ในปริมาณมาก โดยเก็บไว้ในกิ่งก้านที่แตกเป็นแขนงของทางเดินอาหาร ดังนั้นเมื่อปลิงดูดเลือดจนเต็มที่ขนาดตัวจะใหญ่กว่าเดิมมากมาย



รูปที่ 15 แสดงอวัยวะภายในของปลิงชนิดหนึ่ง ทางเดินอาหารมีกิ่งก้านแตกแขนงเพื่อเก็บสะสมเลือดเหยื่อเอาไว้ในช่วงที่ขาดแคลนอาหาร

มีการนำปลิงไปรักษาผู้ที่มีเลือดคั่งหรือเลือดเสียโดยให้ปลิงดูดเลือด ดังรูปที่ 16

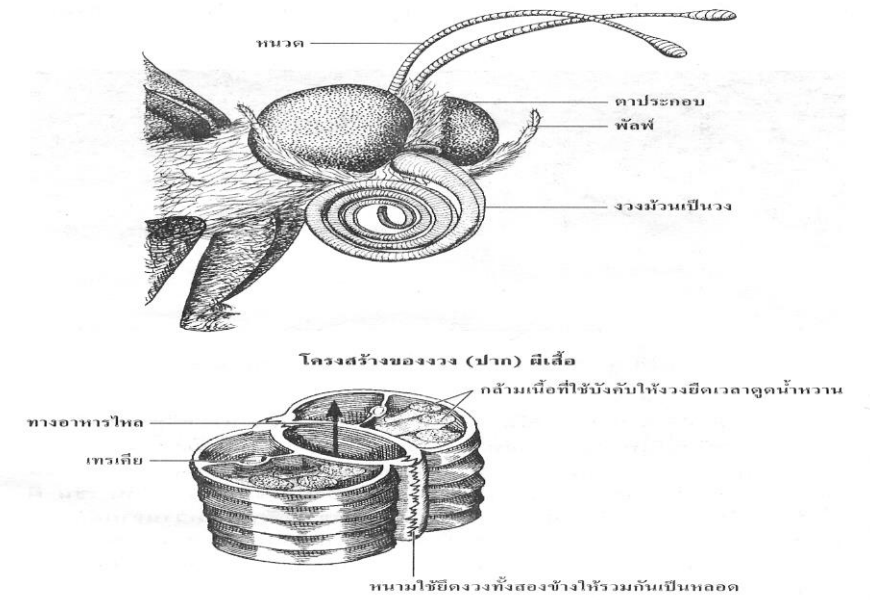


รูปที่ 16 การรักษาโรคโดยใช้ปลิงดูดเลือดคนไข้

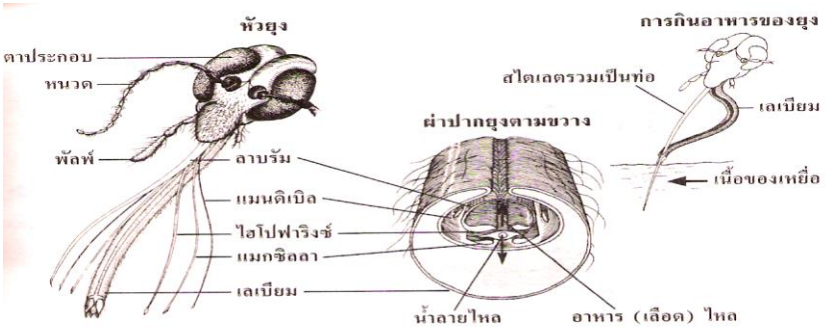
อาร์โทรพอด

ทางเดินอาหารของสัตว์ในกลุ่มสัตว์ขาข้อหรือพวกอาร์โทรพอด ทางเดินอาหารคล้ายกับพวกแอนเนลิด แต่อวัยวะต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปบ้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกินอาหาร หรือเพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของอาหาร เช่น ในแมลงมีปากชนิดต่าง ๆ ซึ่งเหมาะสมกับอาหารที่แมลงชนิดนั้น ๆ กิน เช่น ผีเสื้อมีปากเป็นงวงยาว ที่สามารถม้วนเก็บได้ หลังจากใช้ดูดน้ำหวานจากต่อมน้ำหวานของดอกไม้แล้ว หรือปากยุงที่ทำหน้าที่แทงดูด ปากจิ้งหรีดทำหน้าที่กัด เป็นต้น

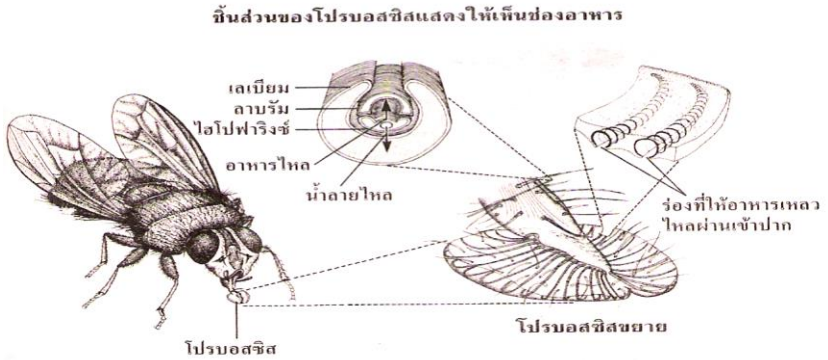
นอกจากนี้ยังมีต่อมน้ำลายและต่อมสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารอีกด้วย



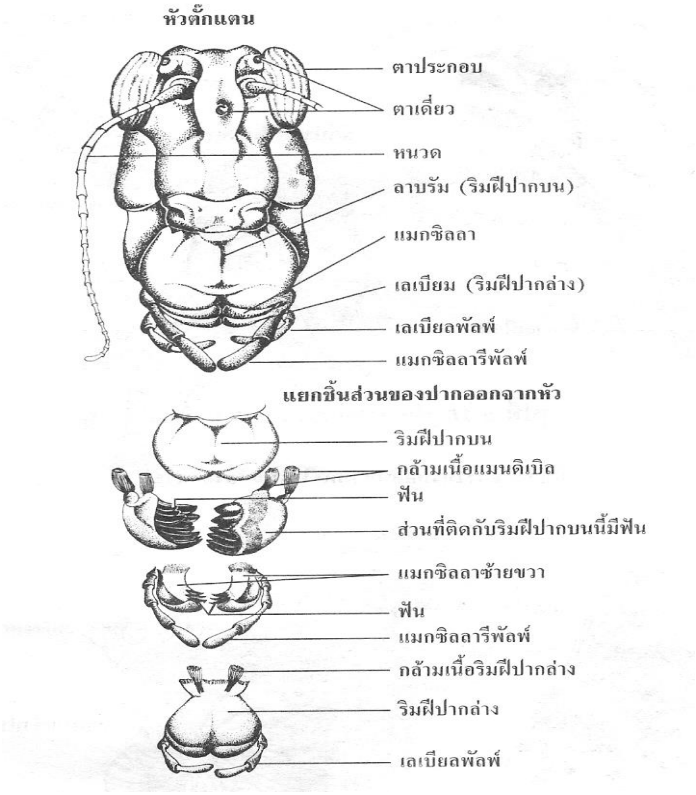
รูปที่ 17 ปากของผีเสื้อลักษณะเป็นงวงใช้ดูดน้ำหวาน



รูปที่ 5.18 ปากยุงใช้แทงดูดเลือดเหยื่อ



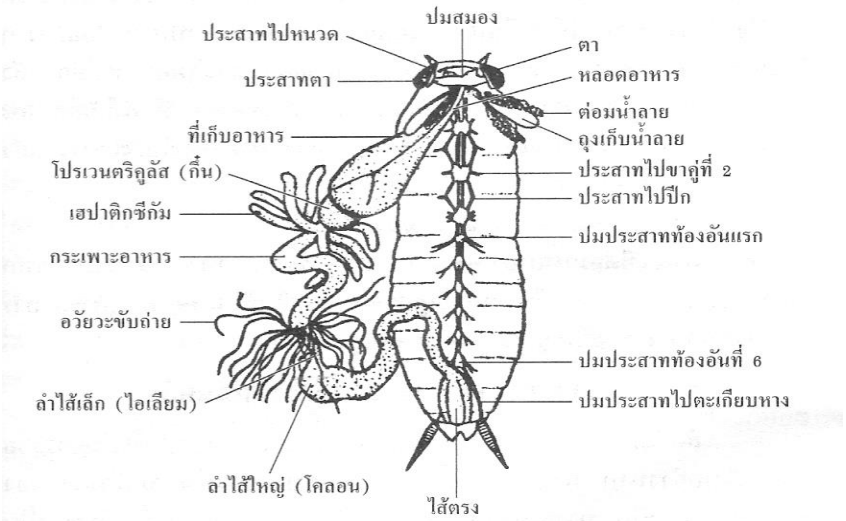
รูปที่ 19 ปากของแมลงวัน ทำหน้าที่เลียดูด โดยปล่อยน้ำลายออกไปละลายอาหารแล้วดูดเข้าปาก



รูปที่ 20 แสดงส่วนต่าง ๆ ของหัวและปากตั๊กแตนซึ่งมีปากแบบกัด

จากภาพต่าง ๆ แสดงปากของแมลงนั้นจะเห็นว่าแมลงมีปากหลายชนิด ส่วนใหญ่มักใช้น้ำลายช่วยในการดูดอาหาร เช่น ยุงใช้น้ำลายพ่นใส่เลือดเพื่อไม่ให้เลือดแข็งตัว ยุงจึงดูดเข้าไปใช้ได้ ส่วนแมลงวันจะปล่อยน้ำลายออกมาละลายอาหารแล้วจึงดูดอาหารเข้าปาก ผีเสื้อดูดน้ำหวานโดยใช้งวงซึ่งม้วนเป็นวงดูดเข้าไปจึงเห็นได้ว่าการทำให้อาหารเปลี่ยนสภาพมีขนาดเล็กลงนั้นเริ่มต้นที่ปาก ซึ่งมีทั้งการกัด บด เคี้ยว ให้อาหารมีขนาดเล็กลง สภาพการย่อยอาหารเช่นนี้จึงเรียกว่า การย่อยทางกล (mechanical digestion) แต่สำหรับทางเดินอาหารแล้วจะมีลักษณะคล้าย ๆ กัน โดยจะใช้ทางเดินอาหารของแมลงสาบเป็นตัวอย่าง

นอกจากนี้ในทางเดินอาหารยังมีการย่อยทางเคมี (chemical digestion) ที่อาศัยน้ำย่อยอาหารชนิดต่าง ๆ ซึ่งในคนก็มีการย่อยอาหารทั้งสองประเภทด้วย



รูปที่ 21 ทางเดินอาหารแมลงสาบ

หากนำแมลงสาบมาผ่าดูทางเดินอาหาร จะพบว่าประกอบด้วย ปาก และช่องปาก ถัดไปเป็นคอหอย (pharynx) อยู่ตรงบริเวณใกล้ช่องปาก หลอดอาหาร เป็นทางเดินอาหารที่จะค่อย ๆ พองออกจนเป็นถุงใหญ่เรียกว่า ถุงพักอาหาร (crop) สองข้างของหลอดอาหารมีต่อมน้ำลาย (salivary gland) สีขาว รูปร่างคล้ายกิ่งไม้ และอยู่ติด ๆ กันเป็นถุงเก็บน้ำลาย (salivary reservoir) ท่อน้ำลายทั้งสองข้างจะไปเปิดที่ไฮโปฟาริงซ์ (hypopharynx) หรืออาจเทียบได้กับลิ้น ปลายของถุงพักอาหารนี้มีกระเปาะแข็ง ๆ เรียกว่าโปรเวนตริคูลัส หรือกึ๋น (proventriculus หรือ gizzard) ภายในมีหนามแหลม ๆ ยื่นออกไปรวมกันตรงกลางมีไว้เพื่อกรองใช้กรองอาหาร ส่วนที่ต่อกับกึ๋นมีถุงเล็ก ๆ รูปร่างคล้ายนิ้วมือ 8 ถุง เรียกว่า เฮปาติกซีกา หรือไดเจสตีฟซีกา (hepatic caeca หรือ digestive caeca) เชื่อว่าทำหน้าที่สร้างน้ำย่อย ช่วงนี้จะต่อกับทางเดินอาหารส่วนกลาง (mid gut) เทียบได้กับลำไส้ในสัตว์ชั้นสูง ตอนกลางของลำตัวจะมีอวัยวะกำจัดของเสีย เรียกว่า หลอดมัลพิเกียน (malpighian tubules) เป็นเส้นฝอยบาง ๆ สีเหลืองอยู่เป็นกระจุก ลำไส้ช่วงนี้มีหน้าที่สร้างน้ำย่อยและดูดอาหารที่ย่อยแล้วจึงคล้ายกับลำไส้เล็กของสัตว์ชั้นสูง ถัดไปเป็นไอเลียม (ileum) คือลำไส้เล็กและ โคลอน (colon) เป็นส่วนหนึ่งของลำไส้ใหญ่ ส่งกากอาหารต่อไปยังไส้ตรง แล้วจึงเปิดออกที่ทวารหนัก

ลำดับทางเดินอาหารของแมลง มีดังนี้

ปาก(มีต่อมน้ำลาย) ⟶ คอหอย ⟶ หลอดอาหาร ⟶ กระเพาะพักอาหาร (crop) ⟶ กึ๋นหรือโพรเวนตริคูลัส ⟶ เฮปาติกซีกัน ⟶ กระเพาะอาหาร ⟶ ลำไส้เล็ก ⟶ ลำไส้ใหญ่ ⟶ ไส้ตรง ⟶ ทวารหนัก

2.4 ทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

สัตว์มีกระดูกสันหลังมีวิวัฒนาการของอวัยวะต่าง ๆ ที่ใช้ในการย่อยอาหารเป็นอย่างมาก ทั้งในปาก ซึ่งมีความแตกต่างของฟันตามลักษณะของอาหารที่สัตว์นั้นกิน ทางเดินอาหารบางส่วนมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการย่อยอาหาร และบางส่วนเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่สร้างเอนไซม์ย่อยอาหารเฉพาะอย่าง

ปลา

เนื่องจากปลากินอาหารหลากหลายชนิด ตัวอย่างอาหารปลาสามารถแยกออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ แพลงก์ตอน พืช สัตว์ ปลาที่กินอาหารแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างของอวัยวะย่อยอาหารตั้งแต่ลักษณะของปาก ฟันและทางเดินอาหาร

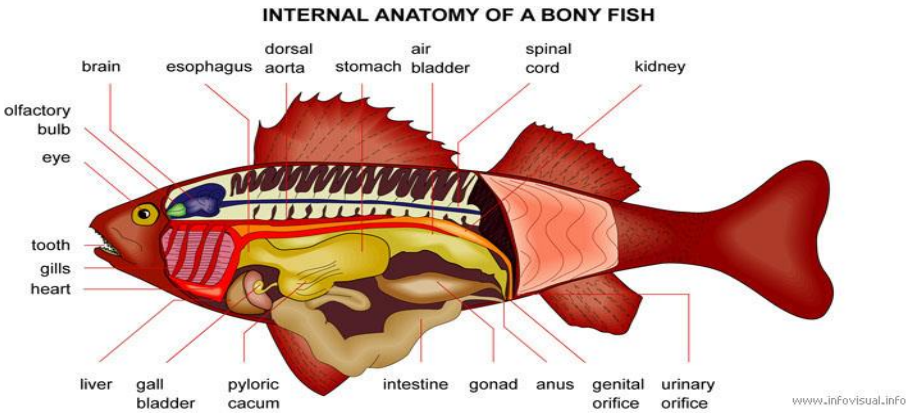
ปลาที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร ตัวอย่างเช่น ปลาทู (Rastrelliger spp.) ปลาอกแล (Sardinella spp.) ปลาแป้น (Leiognathus spp.) ปลาเหล่านี้มีฟันขนาดเล็กมาก หรือไม่มีฟันเลย นอกจากนั้นขากรรไกรก็ไม่แข็งแรง ปลาแป้นมีปากขนาดเล็ก แต่ยืดออกไปได้ ส่วนปลาปากแตร (Fistularidae) ปากคล้ายหลอดดูดสำหรับกินแพลงก์ตอน

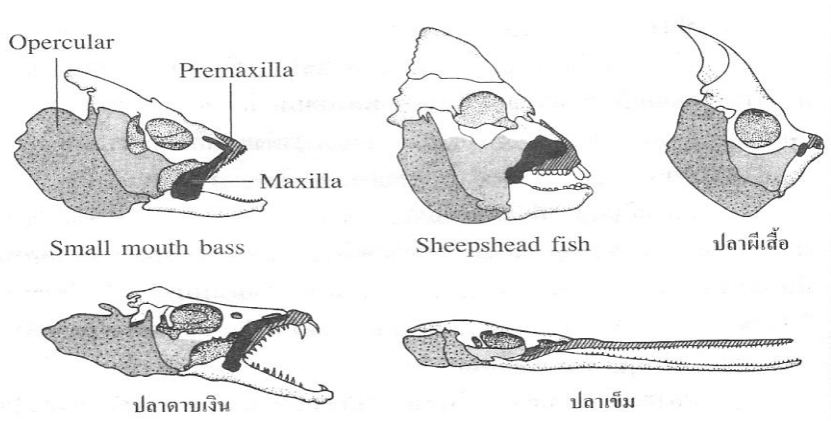
ปลาตะเพียน ปลาใน มีฟันบดบริเวณคอหอย (pharynx) สำหรับใช้บดพืชน้ำหรือสาหร่ายที่กินเข้าไปให้ละเอียด

ปลาบางพวกมีปากแข็งแรง เช่น พวกปลานกแก้ว (Parrot fish) ปลาสลิดหิน (Green puller) มีฟันขุดมีลักษณะคล้ายงอยปากนก เพื่อใช้ขุดกินสาหร่ายที่อยู่ในหินปะการัง

สำหรับปลาที่ล่าเหยื่อส่วนมากมีขากรรไกรทั้งล่างและบนแข็งแรงดี มีฟันแหลมคม มองเห็นได้ชัดเจน ปลาพวกนี้จับเหยื่อกินทีละตัว ตัวอย่างของปลาเหล่านี้ คือ ปลาอินทรีย์ (Scomberomorus spp.) ปลาปากคม (Saurida spp.) ปลาเค้า (Wallago spp.)

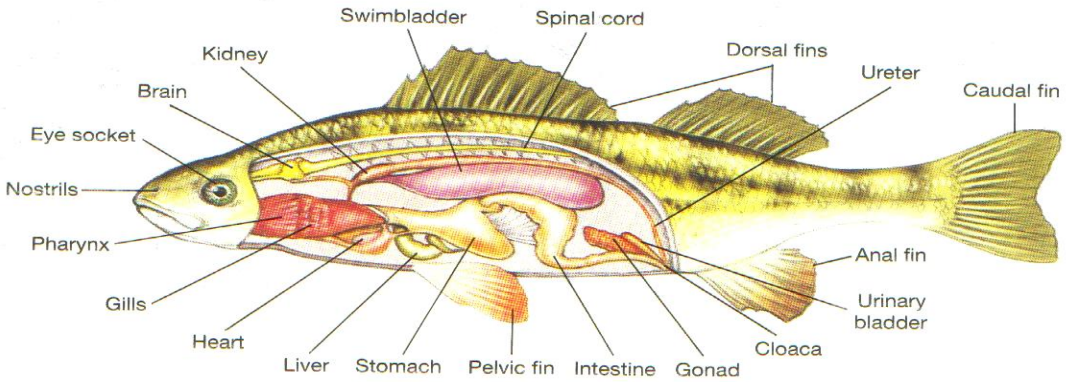
พวกปลากระเบน มีฟันเป็นแผงแข็งแรง จนสามารถใช้ขบเปลือกหอยให้แตกเพื่อกินเนื้อหอย

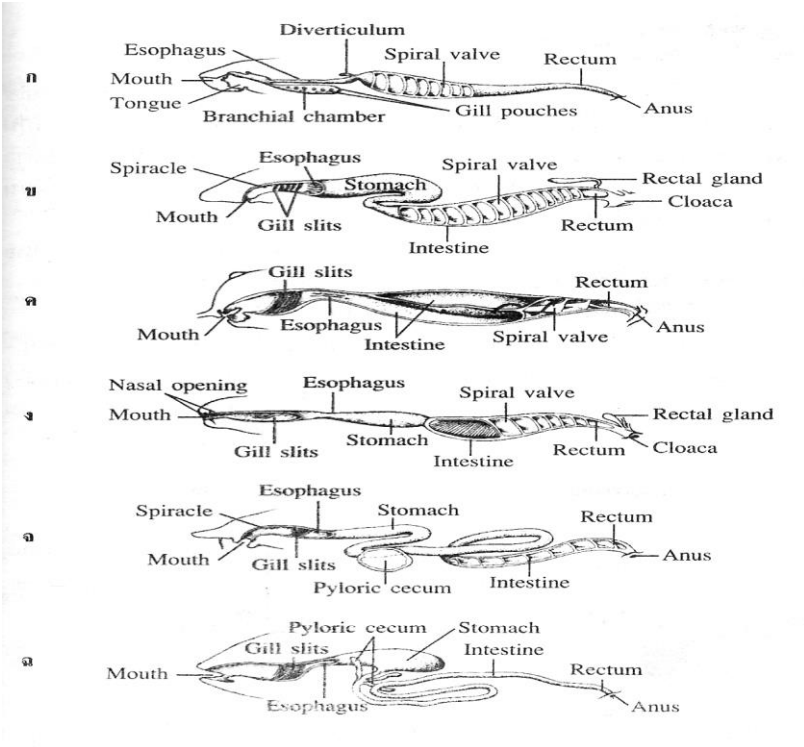




รูปที่ 22 ลักษณะทั่ว ๆ ไปของกะโหลกปลากระดูกแข็งชนิดต่าง ๆ แสดงให้เห็นความแตกต่างของฟันปลาที่ขึ้นกับชนิดของอาหาร

กระเพาะและลำไส้ของปลา ปลาล่าเหยื่อมีกระเพาะอาหารใหญ่ แต่มีลำไส้สั้น เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของลำตัว ปลากินพืชมีกระเพาะขนาดเล็กหรือมีเพียงลำไส้ที่โป่งขึ้นมา ส่วนลำไส้ยาวเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการย่อย ปลาบางพวกยังมีอวัยวะพิเศษเพิ่มขึ้นในช่วงปลายของกระเพาะ เช่น ปลากินเนื้อ มีไพลอริคซีกา (pyloric caeca) เป็นติ่งยื่นออกมาเพื่อดูดซึมอาหาร ฉลาม กระเบน มีลำไส้ลักษณะเป็นเกลียว เรียกว่า สไปราลวาลว์ (spiral valve) ช่วยในการดูดซึมอาหาร





รูปที่ 23 เปรียบเทียบทางเดินอาหารของปลาชนิดต่างๆ

ก. ปลาปากกลม (lamprey) **ข. ฉลาม (shark)**

ค. ปลากระต่าย (chimaera) **ง. ปลามีปอด (lung fish)**

จ. ปลาสเตอเจียน (sturgeon) **ฉ. ปลาเพิร์ช (perch)**

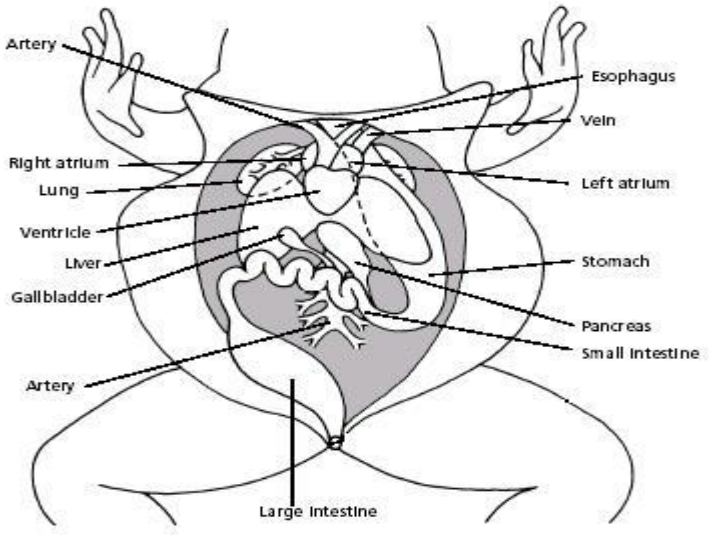
การศึกษาทางเดินอาหารของปลากินพืช และปลากินสัตว์

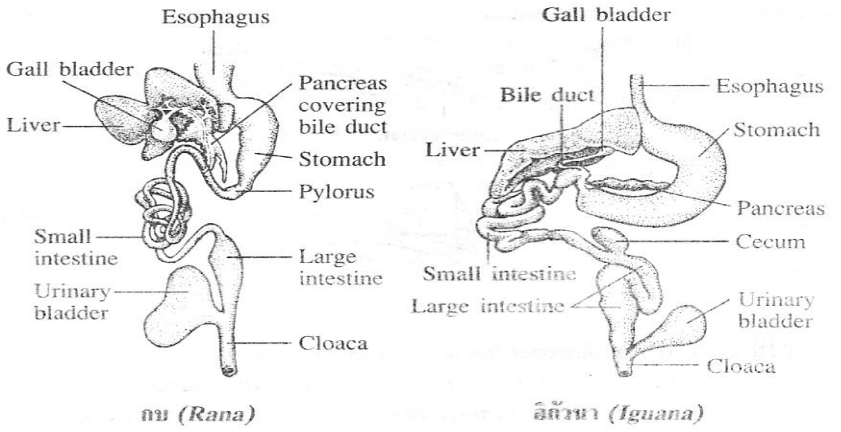
เปรียบเทียบทางเดินอาหารของปลากินพืชกับปลากินสัตว์ โดยใช้ปลานิล หรือปลาตะเพียนเป็นตัวแทนปลากินพืช และปลาดุกหรือปลาช่อนเป็นตัวแทนของปลากินสัตว์ เมื่อผ่าดูลักษณะทางเดินอาหาร ให้เปรียบเทียบความยาวของลำไส้ ความหนา ขนาดและความแข็งแรงของกระเพาะอาหาร แล้วเขียนแผนภาพทางเดินอาหารตามที่ได้เห็น

ปลากินพืชมีกระเพาะอาหารขนาดเล็ก แต่ทางเดินอาหารยาวกว่า โดยเฉพาะส่วนลำไส้เล็กยาวกว่าปลากินเนื้อที่กระเพาะใหญ่และแข็งแรง

สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และสัตว์เลื้อยคลาน

ทางเดินอาหารของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำและสัตว์เลื้อยคลาน มีลักษณะใกล้เคียงกัน แตกต่างกันบ้างที่พวกกบ เขียด คางคก มีหลอดอาหาร (esophagus) สั้นเนื่องจากไม่มีคอ กระเพาะยังไม่โค้งงอมากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับพวกจิ้งเหลน (lizard) ซึ่งเป็นสัตว์เลื้อยคลานโดยเปรียบเทียบจากรูปข้างล่างนี้



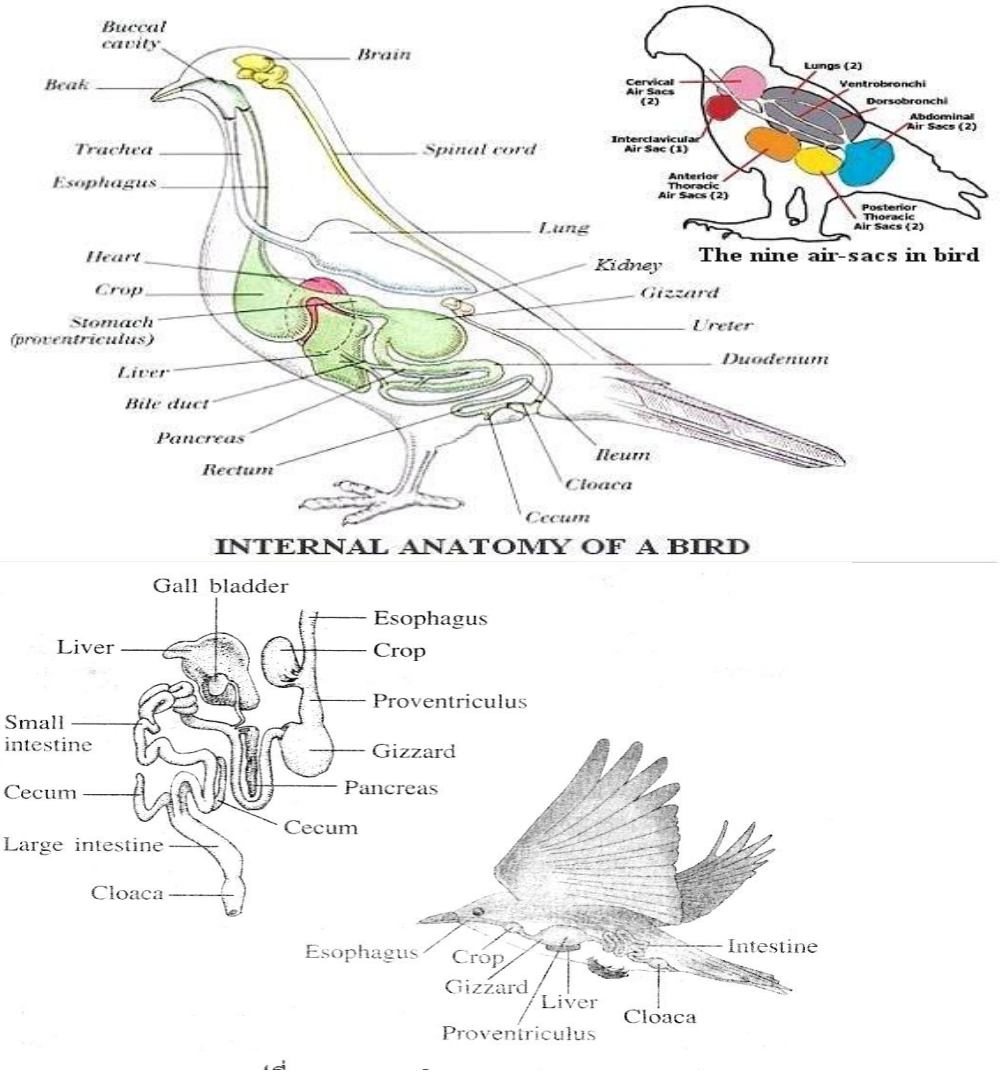


รูปที่ 24 เปรียบเทียบทางเดินอาหารของกบและสัตว์เลื้อยคลาน

กบ มีหลอดอาหาร (esophagus) สั้น ๆ เพราะกบไม่มีคอ ถัดไปมีกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กที่ขดไปขดมา แล้วมาเปิดสู่ลำไส้ใหญ่ใกล้ ๆ ปลายสุดของลำไส้ใหญ่มีส่วนพองเป็นกระเพาะปัสสาวะ บริเวณทางเปิดเรียกว่า โคลเอกา (cloaca) เป็นทางเปิดร่วมของกากอาหาร ของเสียที่เป็นของเหลวและเชื้อสืบพันธ์ นอกจากนั้นกบยังมีอวัยวะช่วยย่อยอาหาร ได้แก่ ตับถุงน้ำดี และตับอ่อนอีกด้วย

สัตว์เลื้อยคลาน มีทางเดินอาหารคล้ายกบ แต่หลอดอาหารยาวขึ้น

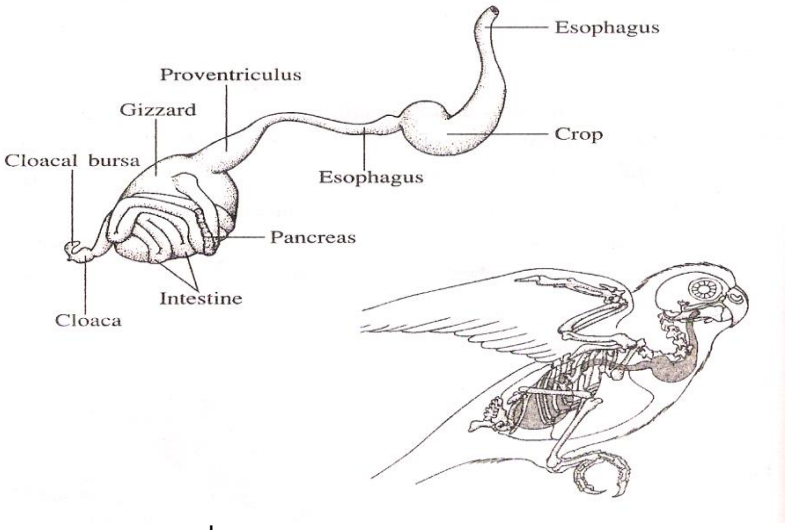
นก ทางเดินอาหารของพวกสัตว์ปีก มีลักษณะพิเศษคือต้องมีทางเดินอาหารที่ไม่เพิ่มน้ำหนักตัว เพื่อสะดวกในการบิน กระเพาะจึงมีขนาดเล็กจุได้น้อย นกจึงต้องกินอาหารเกือบตลอดเวลา เนื่องจากนกไม่มีฟัน ดังนั้นจึงมีกึ๋น (gizzard) สำหรับบดอาหาร



รูปที่ 25 ทางเดินอาหารของนก

เนื่องจากกระเพาะอาหารนกมีขนาดเล็กนกจึงมีถุงพักอาหาร (crop) เป็นที่เก็บสำรองอาหารอีกแห่งหนึ่งไว้ย่อยภายหลัง

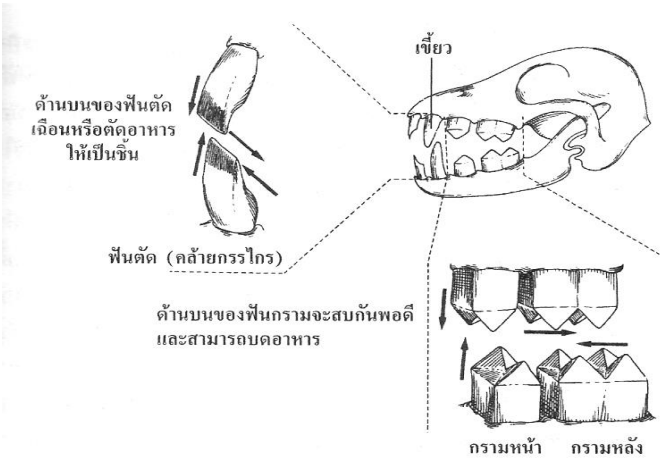
ทางเดินอาหารของสัตว์ปีกพวก นก เป็ด ไก่ ห่าน ประกอบด้วยหลอดอาหาร ถุงพักอาหาร กระเพาะอาหาร กึ๋น ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และโคลเอกา



รูปที่ 26 แสดงทางเดินอาหารของนกหงส์หยก

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

เนื่องจากการหาอาหารของสัตว์แบ่งสัตว์ออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ สัตว์กินเนื้อ สัตว์กินพืช และสัตว์กินทั้งเนื้อและพืช ฟันของสัตว์แต่ละกลุ่มมีลักษณะแตกต่างกันในส่วนที่สำคัญ ๆ คือ

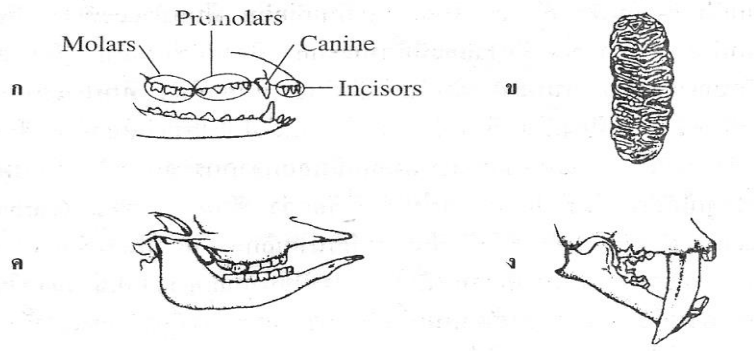


รูปที่ 27 แสดงฟันชนิดต่าง ๆ ในปากสัตว์ ทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน

ฟันของสัตว์กินเนื้อ ในแง่วิวัฒนาการ สัตว์กินเนื้อวิวัฒนาการจนกระทั่งเหมาะสมกับการจับและฆ่าสัตว์อื่นเป็นอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหยื่อมักเป็นสัตว์กินพืช ลักษณะเด่นของสัตว์กินเนื้อคือฟันหน้าและเขี้ยว เพื่อจะใช้ฉีกเนื้อ สำหรับเขี้ยวที่ยาวและมีลักษณะคล้ายมีดเสือซ่อนเล็บ (มีด 2 อัน ลักษณะยาวคม หันปลายสวนกันเก็บไว้ในช่องเดียวกัน) ที่เหมาะกับการจับเหยื่อพร้อมกับป้องกันเหยื่อหนี รวมทั้งฆ่าเหยื่อไปในคราวเดียวกัน ฟันกรามหน้าบางซี่มีลักษณะพิเศษสำหรับตัดฉีกเนื้อออกจากกระดูก พร้อมกับบดเคี้ยวกระดูกได้อีก ฟันที่เปลี่ยนแปลงไปเช่นนี้เรียกว่า ฟันคาร์นาเซียล (carnassial teeth) ดังรูปที่ 29 สำหรับฟันกรามมีขนาดเล็กลง สัตว์กินเนื้อใช้เวลาสั้น ๆ ในการเคี้ยว

อาหาร การเคี้ยวอาหารทำเพื่อให้อาหารมีขนาดเล็กลง พอเพียงสำหรับกลืนได้ การเคี้ยวอาหารของสัตว์กินเนื้อมีแต่การขยับขากรรไกรขึ้นลงเท่านั้น ไม่มีการบดฟันโดยเคลื่อนกรามไปซ้ายขวา

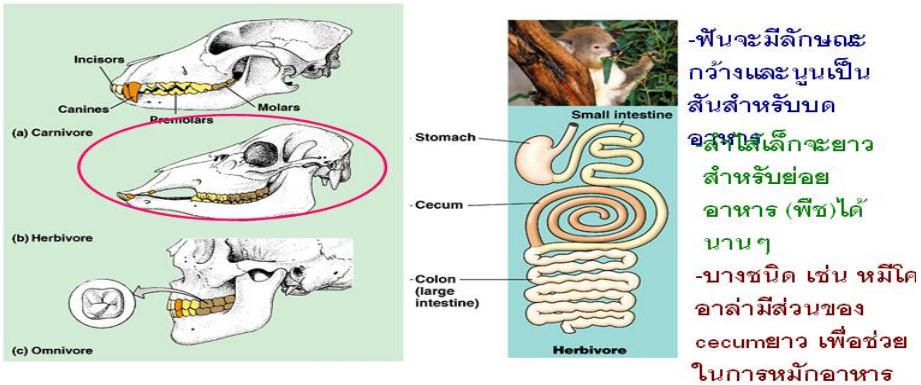
ฟันของสัตว์กินพืช ฟันของสัตว์กินพืชเหมาสมสำหรับการเคี้ยวอาหาร โดยเฉพาะผักหรือพืชตระกูลหญ้าในปริมาณมาก รวมทั้งฟันของสัตว์กินพืชจำพวก สัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งหมายถึง แพะ แกะ วัว ควาย แอนทิโลพและยีราฟ สัตว์กินพืชไม่มีฟันหน้าด้านบน มีแต่เพียงแผ่นแข็ง ๆ สำหรับให้ฟันล่างกัดเขี้ยวก็ไม่มี หากมีก็มีขนากเล็กหรือเปลี่ยนแปลงไปเป็นงา ฟันทีมีความสำคัญมากคือ ฟันกรามหน้าและฟันกราม สำหรับฟันกรามแข็งแรงมีสันเพื่อใช้ในการบดเคี้ยวโดยเฉพาะ ขากรรไกรสัตว์พวกนี้สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าข้างหลังหรือซ้ายขวาได้สะดวก ดังนั้นหากสังเกตสัตว์เหล่านี้เคี้ยวอาหาร จะเห็นการเคลื่อนที่ของกรามในการบดเคี้ยวได้อย่างชัดเจน พวกสัตว์เคี้ยวเอื้องเมื่อกินไว้ในกระเพาะอาหารส่วนแรกที่เรียกว่า รูเมน (rumen) ซึ่งเป็นส่วนต้นของกระเพาะอาหาร 4 ส่วน (ซึ่งเรามักเรียกสัตว์กลุ่มนี้ว่าสัตว์สี่กระเพาะ) จากนั้นอาหารจะถูกส่งไปยังกระเพาะอาหารส่วนที่สองที่เรียกว่า เรติคิวลัม (reticulum) ซึ่งอาหารจะคลุกเคล้ารวมกันเป็นก้อน เรียกว่า คัด (cud) ซึ่งสัตว์จะสำรอกไปมาทางหน้า – หลัง หรือทางซ้าย – ขวา เพื่อบดผนังเซลล์พืชซึ่งเป็นเซลลูโลสพร้มกับลดลักษณะอาหารให้เหลือเพียงเป็นเส้นใย



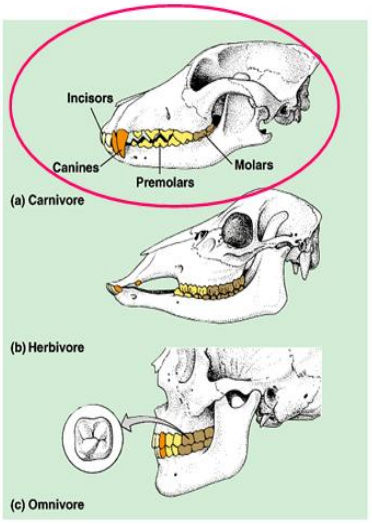
รูปที่ 28 ฟันสัตว์ชนิดต่างๆ

ก. ฟันและการเรียงตัว ข. ฟันช้าง ค. ฟันวัว ง. ฟันของเสือฟันดาบซึ่งสูญพันธุ์ไปแล้ว

ลักษณะทางเดินอาหารของพวกที่กินพืช(herbivore)เป็นอาหาร

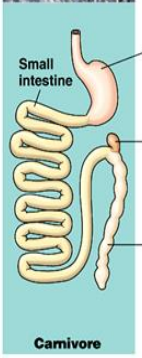


ลักษณะทางเดินอาหารของพวกที่กินเนื้อ(carnivore)เป็นอาหาร



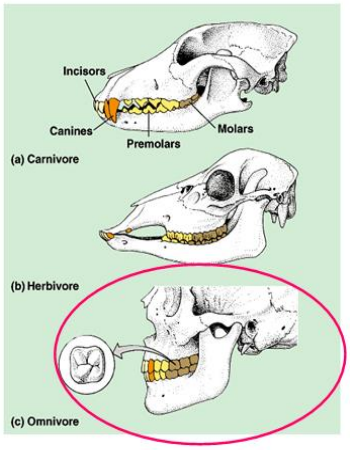
-มีฟันหน้า(incisor) และเขี้ยว (canine)ที่แหลม

-ฟันจะเหมาะสำหรับแทงฉีก และเคี้ยวอาหาร



-ลำไส้เล็กจะสั้น

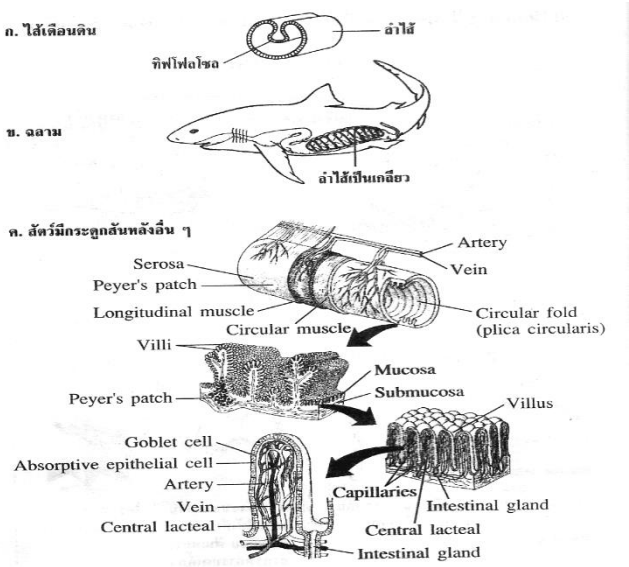
ลักษณะทางเดินอาหารของพวกที่กินพืชและเนื้อ(omnivore)เป็นอาหาร



-ฟันหน้าสำหรับกัด
-เขี้ยวไว้สำหรับฉีก
-ฟันกรามหน้า(premolar) สำหรับบด
-ฟันกรามหลัง(molar) สำหรับเคี้ยว

-ลำไส้เล็กจะยาวปากลาง

รูปที่ 29 เปรียบเทียบระหว่างฟันสัตว์กินพืช กินเนื้อ และ ฟันสัตว์กินพืชและเนื้อ



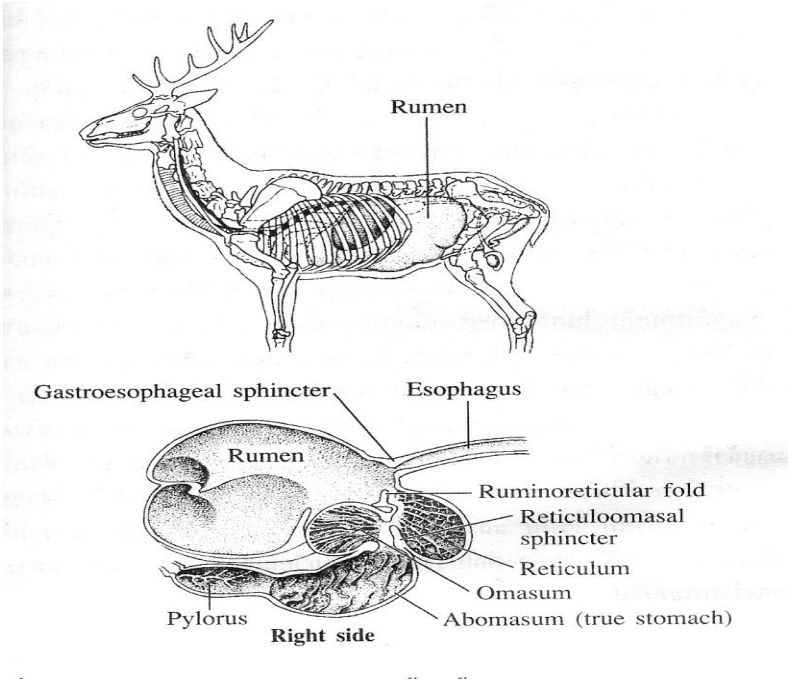
รูปที่ 30 แผนภาพแสดงการเพิ่มพื้นที่ผิวเพื่อการย่อยอาหารของสัตว์ชนิดต่าง ๆ

ก. ไส้เดือนดินมีทิฟโฟลโซล (typhlosole)

ข. ฉลามมีลำไส้เป็นเกลียว

ค. สัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ ที่ลำไส้จะมีรอยพับเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวครั้งหนึ่ง แล้วบนรอยพับยังมีลักษณะคล้ายนิ้วมือ (villi) ยื่นขึ้นมาเพื่อเพิ่มพื้นที่อีก ครั้งหนึ่ง บนวิลไลยังมีไมโควิลไลเล็ก ๆ เพิ่มพื้นที่มากขึ้นไปอีก

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีทางเดินอาหารที่ยาวมากขดไปมาเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการย่อยอาหาร อีกทั้งมีอวัยวะต่าง ๆ ช่วยในการย่อยอาหารและสร้างเอนไซม์สำหรับใช้ย่อยอาหารชนิดต่าง ๆ นอกจากนั้นลักษณะของทางเดินอาหารในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมยังแตกต่างไปตามชนิดและอาหารของสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์พวกวัวควาย แพะแกะ และพวกกวางชนิดต่าง ๆ ที่รวมเรียกว่า สัตว์เคี้ยวเอื้อง

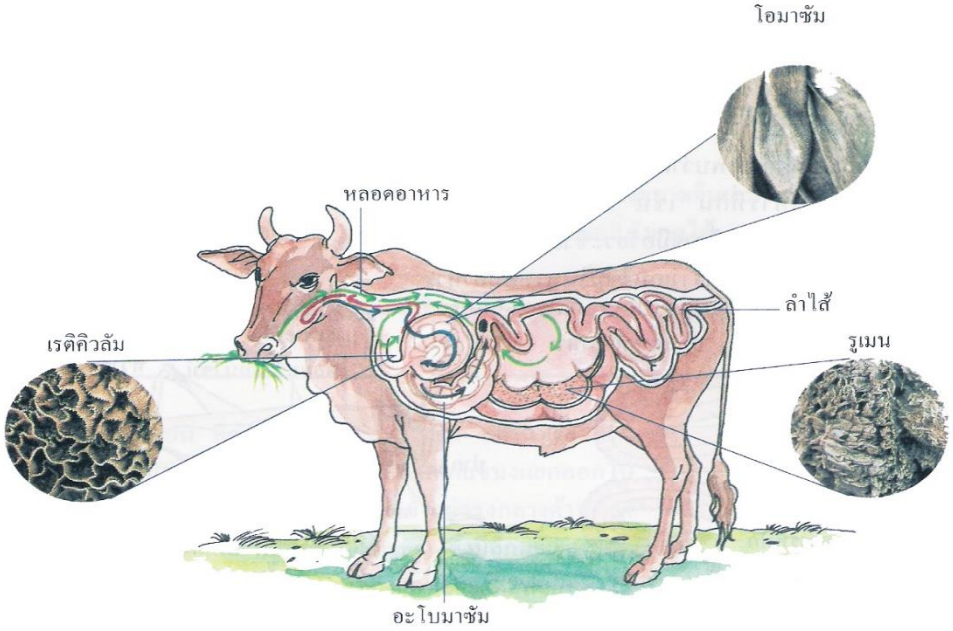


รูปที่ 31 แสดงทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (บน) และส่วนประกอบของกระเพาะทั้งสี่ (ล่าง)

สัตว์เคี้ยวเอื้องมีกระเพาะอาหาร 4 ส่วน คือ รูเมน (rumen) หรือกระเพาะผ้าขี้ริ้ว เรติคิวลัม (reticulum) หรือกระเพาะรังผึ้ง โอมาซัม (omasum) หรือกระเพาะสามสิบกลีบ และแอบโอมาซัม (abomasums) หรือกระเพาะจริง

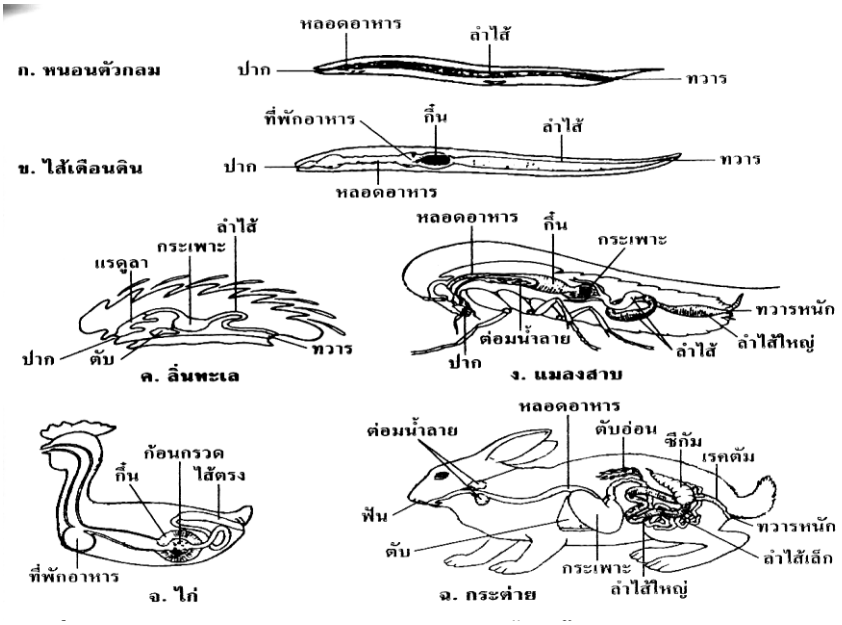
เมื่อสัตว์เคี้ยวเอื้องกินหญ้าเข้าไปแล้ว หญ้าจะเข้าไปอยู่ในรูเมน กระเพาะส่วนนี้มีขนาดใหญ่กว่ากระเพาะส่วนอื่น ๆ ทำหน้าที่กักเก็บอาหารที่สัตว์กินเข้าไป เมื่อวัวกินอาหารอิ่มแล้วจึงสำรอกอาหารที่เก็บไว้ในรูเมนออกมาเคี้ยวใหม่ การบดอาหารให้ละเอียดด้วยวิธีดังกล่าวนี้เรียกว่า การเคี้ยวเอื้อง จากนั้นจึงกลืนกลับเข้าไปใหม่ อาหารจะถูกเก็บและหมักไว้ในกระเพาะส่วนรูเมนเป็นเวลานาน เซลลูโลสจะถูกแบคทีเรียและโพรโทซัวในกระเพาะรูเมนย่อยให้เป็นกรดไขมันโมเลกุลเล็ก กรดไขมันนี้ถูกส่งเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับสัตว์ตัวนั้น นอกจากจุลินทรีย์ในกระเพาะจะย่อยเซลลูโลสเป็นกรดไขมันแล้ว จุลินทรีย์เหล่านั้นยังสังเคราะห์กรดไขมันจากคาร์โบไฮเดรตและสังเคราะห์กรดอะมิโนจากยูเรียและแอมโมเนียจากการหมัด (fermentation) รวมทั้งยังสังเคราะห์วิตามินบี 12 ด้วย ต่อจากนั้นอาหารและจุลินทรีย์ที่ปะปนอยู่ด้วยกันจะถูกส่งต่อไปยังกระเพาะส่วนเรติคิวลัม และส่งต่อไปยังโอมาซัม ทำให้อาหารถูกบดและผสมคลุกเคล้ารวมกัน ในกระเพาะส่วนนี้มีการดูดน้ำออกจากอาหาร และทำให้อาหารเป็นก้อน กระเพาะที่กล่าวถึงทั้งสามส่วนนั้นไม่มีเอนไซม์สำหรับย่อยอาหารให้เป็นโมเลกุลเล็ก จากนั้นจึงส่งอาหารไปยังแอบโอมาซัม ซึ่งเป็นกระเพาะจริง ที่มีการย่อยอาหารโดยอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา เมื่ออาหารผ่านกระเพาะจริงออก

มาแล้วจึงเข้าสู่ลำไส้เล็กส่วนต้นที่มีอวัยวะช่วยย่อยอาหาร ได้แก่ ตับ ทำหน้าที่สร้างน้ำดีเพื่อทำให้ไขมันที่อยู่ในลำไส้เล็กแตกตัว ตับอ่อนสร้างเอนไซม์ช่วยย่อยอาหารพวกโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในลำไส้เล็ก เมื่ออาหารถูกย่อยเป็นโมเลกุลเล็กแล้วจะถูกส่งต่อไปยังระบบหมุนเวียนเลือดเพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อไป



รูปที่ 32 แสดงทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

กระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีอยู่ 4 ส่วน กระเพาะ 3 ส่วนแรกพัฒนามาจากส่วนปลายของหลอดอาหารที่ขยายขนาดโตขึ้น เมื่อสัตว์เคี้ยวเอื้องกินอาหาร เมื่อเคี้ยวแล้วกลืนเข้าไป (1) อาหารจะเข้าสู่รูเมน (2) (rumen) ซึ่งมีลักษณะ เป็นผนังยื่นออกมาซึ่งนิยมเรียกกันว่า กระเพาะผ้าขี้ริ้ว แล้วผ่านอาหารไปยังกระเพาะส่วนที่ 2 คือ เรติคิวลัม (3)หรือกระเพาะรังผึ้งในกระเพาะทั้งสองส่วนนี้มีแบคทีเรียที่ย่อยเซลลูโลสได้ ถ้าอาหารอยู่ในกระเพาะทั้งสองนี้นานพอ แบคทีเรียจะย่อยเซลลูโลสได้อย่างสมบูรณ์ การย่อยของจุลินทรีย์จะทำให้เกิดการหมักของอาหาร สัตว์จะสำรอกอาหารออกมา (4) เคี้ยวเอื้องเป็นครั้งคราว เพื่อบดเส้นใยให้ละเอียด เนื่องจากอาหารอยู่ในกระเพาะหลายวัน จึงมีโอกาสคละเคล้ากันด้วยการทำงานของกล้ามเนื้อผนัง จุลินทรีย์สามารถสังเคราะห์กรดไขมันได้จากการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งสังเคราะห์กรดอะมิโนจากยูเรียและแอมโมเนียหรือจากโปรตีน อาหารที่ผ่านการเคี้ยวเอื้องแล้วจะถูกส่งไปยังกระเพาะโอมาซัม (Omasum) หรือกระเพาะสามสิบกลีบ (5) จากนั้นจึงส่งต่อไปยังกระเพาะจริงแอบโอมาซัม (abomasums) (6) ซึ่งมีน้ำย่อยออกมาย่อยอาหาร แล้วจึงส่งต่อไปยังลำไส้เล็กเพื่อย่อยต่อไปดังนั้นน้ำย่อยจึงย่อยทั้งจุลินทรีย์และอาหารที่กินเข้าไป ถ้าไม่มีจุลินทรีย์ในกระเพาะอาหาร สัตว์เคี้ยวเอื้องจะไม่ได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอ ถึงแม้จะกินอาหารในปริมาณมากก็ตาม



รูปที่ 33 การเปรียบเทียบทางเดินอาหารของสัตว์ตั้งแต่ชั้นต่ำจนถึงสัตว์มีกระดูกสันหลัง

ก. หนอนตัวกลมทางเดินอาหารยังเป็นท่อตรงเปิดหัวท้าย

ข. ไส้เดือนดินทางเดินอาหารเริ่มพัฒนาบางส่วนเปลี่ยนเป็นที่บดอาหาร

ค. ลิ่นทะเล มีแรดูลา (radula) เป็นที่ถูอาหารลักษณะคล้ายแผ่นกระดาษทรายใช้แทนฟัน

ง. แมลงสาบ เริ่มมีส่วนของทางเดินอาหารเปลี่ยนไป มีต่อมน้ำลายช่วยสร้างน้ำย่อย

จ. ไก่เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง ทางเดินอาหารมีกึ๋น (gizzard) ซึ่งภายในมีก้อนกรวดช่วยย่อยอาหาร

ฉ. กระต่ายหรือสัตว์มีกระดูกสันหลังมีทางเดินอาหารเจริญมาก มีอวัยวะต่าง ๆ เกี่ยวกับทางเดินอาหารมากขึ้น มีการเพิ่มพื้นที่ของทางเดินอาหาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 13 เรื่อง ทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลัง เวลา 2.00 ชั่วโมง

สาระที่ 1 ชีววิทยา

มาตรฐาน 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังปลายทาง

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และเปรียบเทียบแบบแผนของทางเดินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์บางชนิด

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 3)

- ทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลัง
- การย่อยอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง พร้อมทั้งบอกชนิดของอาหารที่สัตว์เหล่านั้นกินด้วย เช่น เสือกินเนื้อสัตว์ ไก่กินข้าวเปลือก ม้ากินหญ้า ปลาบางชนิดกินสัตว์ บางชนิดกินพืช เป็นต้น

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสัตว์ต่างๆ ที่นักเรียนยกตัวอย่างว่าเมื่ออาหารที่กินแตกต่างกันน่าจะมีทางเดินอาหารเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และเพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าสิ่งที่นักเรียนคิดนั้นถูกต้องหรือไม่ ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะเพื่อศึกษาทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิด

2. ครูแจ้งจุดประสงค์ของกิจกรรมเสนอแนะ เรื่อง ทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลัง เพื่อให้นักเรียนสามารถ

- สำรวจตรวจสอบทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิด
- เปรียบเทียบทางเดินอาหารของสัตว์ประเภทเดียวกันที่กินอาหารต่างกัน

3. ครูให้นักเรียนนำสัตว์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่เป็นสัตว์ต่างประเภทกัน หรือสัตว์ประเภทเดียวกันที่กินอาหารต่างกัน แต่ต้องเป็นสัตว์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อคน เช่น ปลากินพืช กับปลากินสัตว์ มาศึกษาเปรียบเทียบทางเดินอาหารของปลาทั้ง 2 ชนิดว่ามีลักษณะ กระเพาะ ลำไส้มีความหนา ความยาว เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

4. ในการศึกษาทางเดินอาหารของปลาตัวแบน เช่น ปลาตะเพียน ปลานิล ควรใช้กรรไกรสอดเข้าใต้กล้ามเนื้อเพื่อตัดบริเวณท้องดังรูปในใบความรู้ ไม่ควรใช้มีดผ่าท้องเพราะจะทำให้อวัยวะภายในเสียหายได้ง่าย แต่ถ้าเป็นปลามีเกล็ดควรขอดเกล็ดบริเวณท้องออกเสียก่อน

5. ครูให้นักเรียนช่วยกันวัดความยาวทั้งหมดของทางเดินอาหาร โดยใช้ปากคีบค่อยๆ ดึงทางเดินอาหารให้คลี่ออก แต่ไม่ควรให้ส่วนต้นและส่วนท้ายของทางเดินอาหารขาดออกจากลำตัว แล้วจึงใช้กรรไกรผ่าโครงสร้างทางเดินอาหารเพื่อศึกษาลักษณะภายในของกระเพาะและลำไส้ แต่ถ้าเป็นปลาที่มีตัวกลม เช่น ปลาดุก ปลาช่อน ต้องใช้กรรไกรตัดช่องท้องส่วนล่างให้มีขนาดเหมาะสม แล้วปฏิบัติเช่นเดียวกัน โดยจากการศึกษาพบว่า

- ปลาดุก ซึ่งเป็นปลากินสัตว์จะมีทางเดินอาหารหนาและสั้น ปลาดุกที่มีลำตัวยาว 35 เซนติเมตร ทางเดินอาหารจะยาวประมาณ 17 เซนติเมตร

- ปลานิล ที่เป็นปลากินพืช ลำตัวยาว 31.5 เซนติเมตรจะมีทางเดินอาหารยาวถึง 34.7 เซนติเมตร

(ในกรณีที่ศึกษาสัตว์ต่างชนิดกัน เช่น ไก่กับปลา ควรให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจโครงสร้างทางเดินอาหารมาก่อนที่จะทำกิจกรรม)

6. เมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย คำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

- ทางเดินอาหารของสัตว์ที่นักเรียนทำการศึกษา มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรและมีความสัมพันธ์กับอาหารที่กินอย่างไร

(ทางเดินอาหารของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังจะคล้ายคลึงกัน คือ เริ่มจากปาก คอหอย หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทวารหนัก แต่ในสัตว์บางชนิด เช่น เป็ด ไก่ จะมีกระเพาะพักอาหารสำหรับเก็บอาหารแล้วส่งต่อไปยังกึ๋น ซึ่งทำหน้าที่ช่วยบดอาหารให้มีขนาดเล็กลงแล้วส่งต่อไปยังกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทวารหนัก)

- สัตว์ประเภทเดียวกันแต่กินอาหารต่างชนิดกันจะมีทางเดินอาหารต่างกันหรือไม่ อย่างไร *(สัตว์ประเภทเดียวกันแต่กินอาหารต่างกันจะมีความยาวของทางเดินอาหารต่างกัน เช่น สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหารจะมีทางเดินอาหารยาวกว่าสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร)*

7. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่มีพฤติกรรมการกินแบบเคี้ยวเอื้องที่นักเรียนรู้จักและให้นักเรียนศึกษา ความรู้เกี่ยวกับทางเดินอาหารของสัตว์ที่เคี้ยวเอื้อง เช่น วัว ควาย เป็นต้น จากใบความรู้ที่ 3

8. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า กระเพาะวัวมี 4 ส่วน แต่ละส่วนมีโครงสร้างแตกต่างกันและเพื่อ ให้นักเรียนเห็นโครงสร้างชัดเจน โดยครูอาจเตรียมกระเพาะวัว ส่วนที่เป็นผ้าขี้ริ้ว รังผึ้ง สามสิบกลีบ กระเพาะจริง ซึ่งสามารถหาซื้อได้จากตลาดหรือ อาจใช้ภาพถ่ายของจริงหรือจากที่ดองไว้มาให้นักเรียนได้สังเกต และวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของลักษณะและหน้าที่ของกระเพาะแต่ละส่วน

9. ครูให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับทางเดินอาหารของวัว ดังนี้

- กระเพาะอาหารของวัว แบ่งเป็น 4 ส่วนได้แก่อะไรบ้าง มีผลดีอย่างไร*(รูเมน เรติคิวลัม โอมาซัม และอะโบมาซัม อาหารส่วนใหญ่ที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินเข้าไปเป็นพวกพืชซึ่งมีเซลลูโลส และต้องกินในปริมาณมากเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ทำให้ไม่สามารถย่อยหมดในคราวเดียว จึงต้องใช้เวลาหลายวันในการย่อย การที่สัตว์เคี้ยวเอื้องมีกระเพาะ 4 ส่วน จึงมีผลดีกับสัตว์ เพราะกระเพาะบางส่วนช่วยเก็บสำรองอาหารไว้เพื่อสำรอกออกมาเคี้ยวใหม่และกลืนกลับเข้าไป)*

- สัตว์เคี้ยวเอื้องได้โปรตีนมาจากส่วนใด *(สัตว์เคี้ยวเอื้องได้โปรตีนมาจากพืชที่กินเข้าไป และจากการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์ โดยสังเคราะห์โปรตีนจากแอมโมเนียและยูเรีย นอกจากนี้ยังได้จากการย่อยเซลล์จุลินทรีย์ในกระเพาะอาหาร)*

- เพราะเหตุใดสัตว์กินพืชจึงต้องกินอาหารปริมาณมากกว่าสัตว์ที่กินเนื้อ *(อาหารที่สัตว์กินพืชกินเข้าไปจะมีกากอาหารมากและย่อยมาก จึงต้องใช้เวลาย่อยหลายวันและในพืชมีสารอาหารอยู่น้อยสัตว์จึงต้องกินมากและต่อเนื่องกันไป ส่วนอาหารของสัตว์กินเนื้อจะมีกากอาหารน้อยกว่าเมื่อเทียบปริมาณอาหารเท่ากัน จึงไม่จำเป็นต้องกินอาหารมากก็ได้รับสารอาหารที่เพียงพอ)*

- ถ้าในกระเพาะอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องปราศจากจุลินทรีย์จะมีผลต่อการย่อยอย่างไรและความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์กับสัตว์เคี้ยวเอื้องเป็นความสัมพันธ์แบบใด *(สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังทุกชนิดไม่มีเอนไซม์ย่อยเซลลูโลส แต่สัตว์เคี้ยวเอื้องคือสัตว์พวกที่กินหญ้าจะมีจุลินทรีย์ได้แก่ ยีสต์ แบคทีเรียบางชนิดและโพรโทซัวที่อยู่ในกระเพาะช่วยย่อยเซลลูโลส และสังเคราะห์กรดไขมันอย่างง่าย เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานต่อไป นอกจากนี้จุลินทรีย์เหล่านี้ยังช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโนและวิตามินบี 12 อีกด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงเป็นแบบภาวะพึ่งพา (mutualism))*

10. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์เคี้ยวเอื้อง ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้

2. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง การย่อยอาหารของคน ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 4 ของ สสวท.
2. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์
3. ใบงาน เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์
4. ปลาดุก ปลานิล และอุปกรณ์ในการผ่าปลาทั้งสอง เช่น กรรไกร ถุงมือ เป็นต้น

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด 2. วัดจากการทำใบงาน	1.การสรุปความคิดรวบยอด 2.ใบงาน	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป 2.ทำใบงานถูกต้อง70 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ใบงาน

เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์

คำถาม

1.การย่อยอาหารของฟองน้ำเหมือนหรือแตกต่างกับอะมีบา และพารามีเซียมอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

2.วิธีการนำอาหารเข้าสู่ร่างกายของฟองน้ำและไฮดราแตกต่างกันอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

3.ทางเดินอาหารของพลานาเรียที่นักเรียนสังเกตได้มีลักษณะแตกต่างจากไฮดราหรือไม่อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

4.กระเพาะอาหารของวัวแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่อะไรบ้าง และมีผลดีอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.สัตว์เคี้ยวเอื้องได้โปรตีนจากแหล่งใด

.....

.....

6.เพราะเหตุใดสัตว์กินพืชจึงต้องกินอาหารปริมาณมากกว่าสัตว์กินเนื้อ

.....

.....

.....

เฉลยใบงาน เรื่อง การย่อยอาหารของสัตว์

เฉลย ข้อ 1

ฟองน้ำมีเซลล์ปลอกคอนำอาหารเข้าสู่เซลล์โดยใช้แฟลเจลลาพัดโบกอาหารให้เข้ามาในบริเวณปลอกคอ จากนั้นจะจับอาหารโดยวิธีฟาโกไซโทซีส

ฟองน้ำย่อยอาหารภายในเซลล์ โดยใช้เอนไซม์ไลโซโซมจากไลโซโซมปล่อยเข้าไปย่อยในฟูดแวคิวโอล เช่นเดียวกับอะมีบา และพารามีเซียม

เฉลย ข้อ 2

วิธีการนำอาหารเข้าสู่ร่างกายของฟองน้ำและไฮดราแตกต่างกันคือ อาหารของฟองน้ำมีขนดเล็กเพราะต้องผ่านเข้าไปกับน้ำทางช่องน้ำเข้า อาหารอาจเป็นทั้งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหรือเป็นอินทรีย์สารขนาดเล็กก็ได้ แต่อาหารของไฮดราเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ที่ไฮดราใช้เข็มพิษที่อยู่บนแทนทาเคิลยิงแล้วจับเข้าปาก

เฉลย ข้อ 3

ทางเดินอาหารของพลานาเลเรียแตกต่างจากทางเดินอาหารของไฮดราคือ ไฮดรามีทางเดินอาหารเป็นช่องกลางตัว แต่พลานาเรียมีทางเดินอาหารแตกแขนงออกไป 2 ข้าง ลำตัว แต่ที่เหมือนกันคือทางเดินอาหารมีทางเปิดทางเดียว

เฉลย ข้อ 4

สัตว์เคี้ยวเอื้องมีกระเพาะ 4 ส่วน มีผลดี หลายประการ ได้แก่

1. สามารถเก็บสำรองอาหารได้ในปริมาณมากเพื่อสำรองออกมาเคี้ยวใหม่
2. ในกระเพาะมีจุลินทรีย์ช่วยย่อยเซลลูโลสให้เป็นกรดไขมันโมเลกุลเล็ก เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน
3. จุลินทรีย์ในกระเพาะช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโนและวิตามินบี 12

เฉลย ข้อ 5

ได้โปรตีนจากการที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ขึ้นโดยสังเคราะห์จากแอมโมเนียและยูเรีย ได้เป็นกรดอะมิโน รวมทั้งโปรตีนจากเซลล์ของจุลินทรีย์เอง

เฉลย ข้อ 6

เพราะอาหารที่สัตว์กินพืชกินมีกากอาหารมาก และมีสารอาหารน้อย ทำให้ต้องกินอาหารมากและอาหารเหล่านั้นย่อยยากต้องใช้เวลาหลายวัน เพื่อให้จุลินทรีย์เกิดการหมักหรือย่อย แล้วจึงมีการย่อยโดยกระตุ้นของเอนไซม์ทั้งในกระเพาะและลำไส้เล็กของสัตว์นั้นอีก สัตว์เคี้ยวเอื้องจึงต้องกินอาหารอย่างต่อเนื่อง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 13 เรื่อง การย่อยอาหารของคน เวลา 2.00 ชั่วโมง

สาระที่ 1 ชีววิทยา

มาตรฐาน 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปถึงส่วนประกอบและหน้าที่ของทางเดินอาหารแต่ละส่วนในร่างกายคน รวมถึงกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 4)

- การย่อยอาหารของคน
- ปากและการย่อยอาหาร
- บริเวณคอหอยและการกลืน
- กระเพาะอาหาร และการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร
- ลำไส้เล็ก และการย่อยในลำไส้เล็ก
- ตับอ่อน (Pancreas)
- ตับ (Liver)
- การดูดซึมสารอาหารของลำไส้เล็ก
- ลำไส้ใหญ่

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในช่วงชั้นที่ 3 เกี่ยวกับทางเดินอาหารในประเด็นต่อไปนี้

- ส่วนต่างๆของทางเดินอาหาร
- หน้าที่ของทางเดินอาหารส่วนต่างๆ
- อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับทางเดินอาหาร

โดยครูอาจใช้ภาพที่ 35 ในใบความรู้ เพื่อช่วยในการทบทวน โดยให้ระบุส่วนต่างๆในภาพและหน้าที่ของอวัยวะส่วนนั้น

2. ครูให้นักเรียนเลือกอาหารที่นักเรียนรับประทานในชีวิตประจำวัน มา 1ชนิด อาหารนั้นๆ ควรมีสารอาหารหลายอย่างครบถ้วน ตัวอย่างเช่น ข้าวผัด กะเพราไก่ไข่ดาว แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ดังนี้

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ข้าวผัดกะเพราไก่ไข่ดาว เมื่อเข้าสู่ทางเดินอาหารแต่ละส่วนแล้วมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง และสารอาหารที่ได้จากการย่อยข้าวผัดกะเพราไก่ไข่ดาวเข้าสู่ทางเดินอาหารส่วนใด หรือให้นักเรียนลองจินตนาการว่าถ้านักเรียนเป็นข้าวผัดกะเพราไก่ไข่ดาวเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะผ่านอวัยวะใดบ้าง ก่อนจะเหลือเป็นกากอาหารออกมาทางทวารหนัก

3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นตามความรู้ และประสบการณ์เดิมของตน

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูเน้นและให้ความรู้เพิ่มเติม เกี่ยวกับ ปัญหาสถิติผู้ป่วยด้วยโรคระบบย่อยอาหารรวมทั้งโรคในช่วงปากซึ่งมีทั้งสิ้น 12,566,716 คน นับเป็นปัญหาด้านสาธารณสุข นอกจากนี้ การจัดการให้มีการแข่งขันการบริโภคอาหารบางชนิด ให้ได้จำนวนมากๆ เกินความเป็นจริงที่ควรบริโภคเป็นสิ่งที่ควรพิจารณา เพราะอาจจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพในระบบทางเดินอาหารได้ การศึกษาเรื่องระบบทางเดินอาหารและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์เพื่อสุขภาพของร่างกายจึงเป็นสิ่งสำคัญ

2. ครูให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน จากภาพที่ 5-9 ทางเดินอาหารจากปากถึงทวารหนักประกอบด้วยอะไรบ้าง *(ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ทวารหนัก)*

3. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.3 อวัยวะในช่องปาก ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

- สำรวจอวัยวะภายในช่องปากที่เกี่ยวกับการย่อยอาหาร
- บอกวิธีการรักษาสุขภาพของเหงือกและฟันที่ถูกต้อง

การให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.3 เพื่อศึกษาอวัยวะภายในช่องปากเกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร ได้แก่ ฟัน เพดานปาก ลิ้นไก่ ลิ้น สิ่งที่ควรเน้น คือ ความสำคัญของฟัน ความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับฟันและเหงือก สาเหตุและวิธีการรักษาสุขภาพของเหงือกและฟันที่ถูกต้อง โดยใช้แผนภาพแสดงลักษณะของฟัน ประเภทของฟัน ตามรายละเอียดในใบความรู้

4. ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

- อวัยวะภายในช่องปากมีอะไรบ้าง *(ฟัน เพดานปาก ลิ้นไก่ ลิ้น)*
- นับจำนวนฟันที่มีอยู่เปรียบเทียบกับจำนวนฟันของเพื่อนในห้องมีจำนวนเท่ากันหรือไม่ *(คำตอบ ขึ้นอยู่กับผลสำรวจของนักเรียน)*
- นักเรียนสามารถจำแนกฟันตามรูปร่างลักษณะได้กี่ประเภท อะไรบ้าง และฟันแต่ละประเภทมีหน้าที่ต่างกันอย่างไร *(ฟันมี 4 ประเภท ได้แก่ ฟันตัดทำหน้าที่กัดหรือ ตัด ฟันเขี้ยวทำหน้าที่ฉีก ฟันกรามหน้าและหลังทำหน้าที่บดอาหาร)*

5. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่องน้ำลายและศึกษาการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส แล้วอภิปราย โดยใช้คำถาม ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงของอาหารที่เกิดขึ้นในช่องปากโดยการทำงานของฟันและเอนไซม์อะไมเลส แตกต่างกันอย่างไร *(ฟันจะบดเคี้ยวอาหารให้มีขนาดเล็กลงทำให้พื้นผิวของอาหารที่จะสัมผัสกับเอนไซม์มีมากขึ้น ส่วนเอนไซม์อะเมส จะมีหน้าที่สลายพันธะที่ยึดระหว่างโมเลกุลย่อยๆ ของสารอาหารประเภทแป้งทำให้ขนาดโมเลกุลเล็กลง โดยมีน้ำเข้าร่วมทำปฏิกิริยาด้วย)*

- การย่อยแป้งจำเป็นต้องมีน้ำเข้าร่วมปฏิกิริยาหรือไม่ เพราะเหตุใด *(การย่อยอาหารทุกชนิด*

จำเป็นต้องมีน้ำเข้าร่วมปฏิกิริยาด้วย โดยอะตอมของออกซิเจนและไฮโดรเจนในโมเลกุลของน้ำจะไปรวมกับพันธะที่แตกแกของสารอาหารโมเลกุลใหญ่ เรียกปฏิกิริยาที่ใช้น้ำในการสลายโมเลกุลย่อยๆ นี้ว่า ไฮโดรไลซิส (hydrolysis))

6. ครูอาจทบทวนความรู้จากหนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 1 บทที่ 3 เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เรื่องการเกิดไดแซ็กคาไรด์ซึ่งในปฏิกิริยานี้จะได้น้ำออกมา ในทางกลับกันปฏิกิริยาในการย่อยโมเลกุลของน้ำตาลไดแซ็กคาไรด์เป็นมอโนแซ็กคาไรด์จะต้องใช้น้ำ ในปฏิกิริยาการรวมมอโนแซ็กคาไรด์หรือไดแซ็กคาไรด์เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ ก็ต้องดึงน้ำออกจากปฏิกิริยาเช่นกัน และเมื่อมีการย่อยพอลิแซ็กคาไรด์เป็นโอลิโกแซ็กคาไรด์ หรือมอโนแซ็กคาไรด์ ก็จะใช้น้ำเช่นเดียวกัน และในปฏิกิริยาการรวมกันของกรดอะมิโนเป็นพอลิเพปไทด์ (โปรตีน) ก็จะต้องดึงน้ำออกจากปฏิกิริยา และเมื่อจะย่อยพอลิเพปไทด์เป็นเพปไทด์สายสั้นๆ หรือกรดอะมิโนก็จะต้องใช้น้ำเข้าร่วมปฏิกิริยา ในทำนองเดียวกันปฏิกิริยาการรวมกันของกลีเซอรอลกับกรดไขมัน เป็นโมเลกุลของไขมันก็จะต้องมีการดึงน้ำออก และเมื่อจะย่อยโมเลกุลของไขมันเป็นกลีเซอรอลกับกรดไขมันก็จะต้องใช้น้ำเข้าร่วมปฏิกิริยาด้วย

7. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการกลืน และควรเน้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของอวัยวะที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลิ้น ลิ้นไก่ คอหอย หลอดอาหาร กล่องเสียง และฝาปิดกล่องเสียง โดยศึกษาจากภาพที่ 5 -12 หรือจากภาพโปร่งใส และให้นักเรียนใช้มือแตะที่กล่องเสียงเพื่อสังเกตการเคลื่อนขึ้นลงของกล่องเสียงขณะกลืนน้ำลาย ขณะเดียวกันให้นักเรียนสังเกตการหายใจขณะกลืนน้ำลาย แล้วอภิปรายร่วมกัน เพื่อตอบคำถามดังนี้

- การพูดคุยหรือการหัวเราะในขณะที่เคี้ยวอาหารและกลืนอาหารจะมีผลอย่างไร เพราะเหตุใด

(อาหารอาจพลัดตกลงไปในกล่องเสียงและหลอดลม หรือขึ้นไปที่จมูกได้ เพราะขณะที่หัวเราะพูดคุยนั้นฝาปิดกล่องเสียงจะปิดกล่องเสียงไม่สนิท และเป็นจังหวะที่ลิ้นไก่และเพดานอ่อนปิดช่องทางติดต่อกับช่องจมูกไม่สนิทเช่นเดียวกัน)

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเหตุใดเวลารับประทานข้าวแล้วเกิดสำลักจึงมีข้าวออกทางจมูกได้

(เพราะลิ้นไก่และเพดานอ่อนไม่ปิดกั้นทางติดต่อระหว่างคอหอยกับโพรงจมูก ทำให้อาหารจากช่องปากขึ้นไปในจมูก)

- นักเรียนเคยสังเกตไหมว่า ในขณะที่กลืนอาหารจะมีการหายใจเกิดขึ้นพร้อมกันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด *(ขณะกลืนไม่มีการหายใจ เพราะลิ้นไก่และเพดานอ่อนจะปิดทางเดินอากาศจากช่องจมูกที่จะลงหลอดลมและฝาปิดกล่องเสียงจะปิดกล่องเสียงทำให้อากาศไม่สามารถออกมาจากกล่องเสียงได้)*

8. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการลำเลียงอาหารผ่านหลอดอาหาร โดยการบีบตัวและคลายตัวของผนังหลอดอาหารเป็นช่วงๆ ต่อเนื่องกันไป ซึ่งเรียกว่า เพอริสตัลซิส ดังภาพที่ 5 – 13 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของการเกิดเพอริสตัลซิลว่า ทำให้อาหารที่กินเข้าไปเคลื่อนที่ไปถึงกระเพาะอาหารได้ ไม่ว่าจะกินในท่าอย่างไร และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบ ดังนี้

- นักบินอวกาศที่อยู่ในสภาพไร้น้ำหนักศีรษะหันลงสู่พื้นสามารถใช้หลอดดูดน้ำเข้าตามทางเดินอาหาร โดยไม่ไหลย้อนกลับได้อย่างไร *(น้ำหรืออาหารที่เข้าสู่หลอดอาหารจะเคลื่อนไปตามหลอดอาหารโดยไม่ไหลย้อนกลับเนื่องจากการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่อยู่รอบๆ หลอดอาหาร ซึ่งจะเกิดติดต่อกันไปจนสุดระยะของหลอดอาหาร)*

- การรับประทานอาหารที่แห้งแข็งและชิ้นใหญ่เกินไป หรืออาหารที่เคี้ยวไม่ละเอียดขณะกลืนจะรู้สึกแน่นที่บริเวณหน้าอกเป็นเพราะเหตุใด *(เพราะอาหารจะเคลื่อนตัวไปตามหลอดอาหารได้ลำบาก หลอดอาหารบีบตัวยากและเกิดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อหลอดอาหารทำให้รู้สึกจุกแน่นบริเวณหน้าอก)*

9. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การย่อยอาหารของคน ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้
2. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง การย่อยอาหารของคน
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง หน้าที่ของทางเดินอาหารของคน ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 4 ของ สสวท.
2. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

ครูอาจให้นักเรียนมีส่วนรวมในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้นักเรียนระดมความคิดว่านักเรียนควรเรียนอะไรบ้างเกี่ยวกับการย่อยอาหารของตนเอง

.....

.....

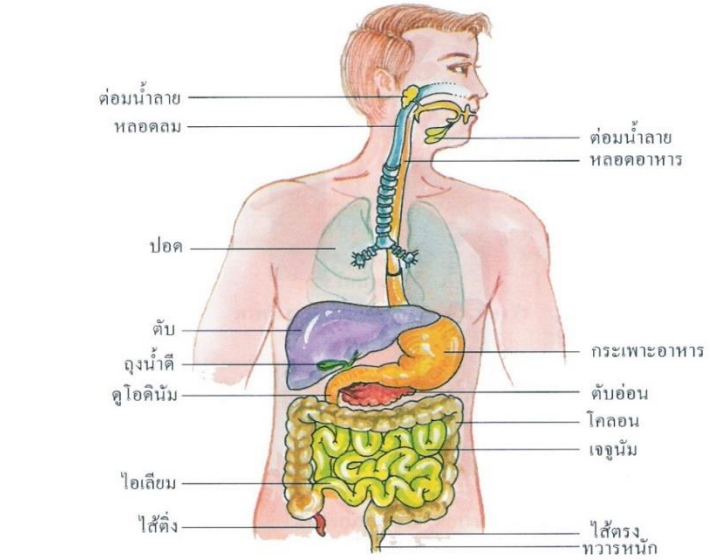
ใบความรู้ที่ 4

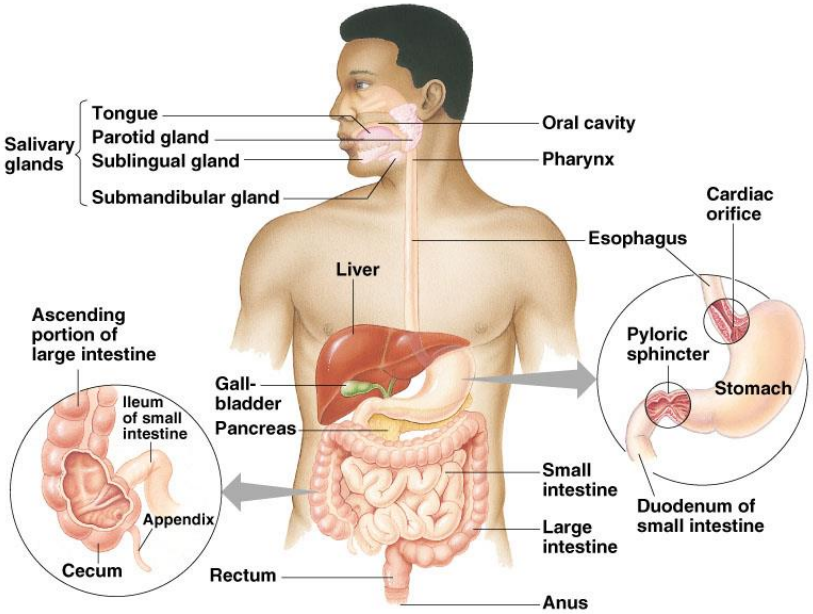
เรื่อง การย่อยอาหารของคน

3. การย่อยอาหารของคน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

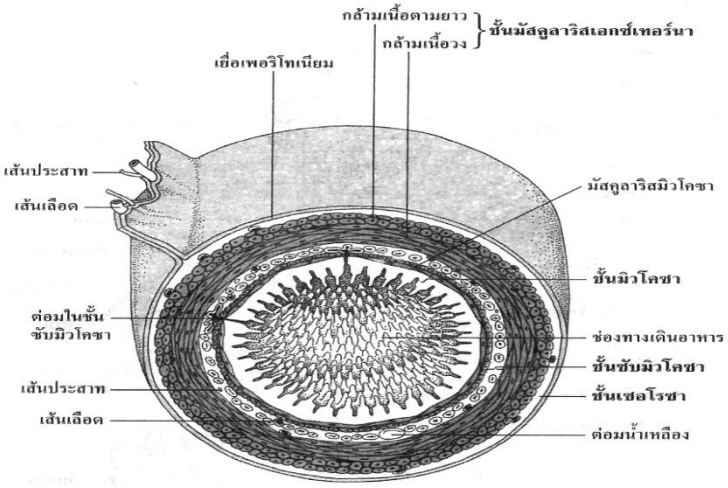
1. การย่อยเชิงกล (mechanical digestion) ได้แก่การบดเคี้ยวอาหารในปาก และมีการบีบตัวของทางเดินอาหารเป็นลูกคลื่น (peristalsis) เพื่อให้อาหารเคลื่อนที่ผ่านไป

2. การย่อยทางเคมี (chemical digestion) โดยอาศัยน้ำย่อยอาหาร ซึ่งเกิดตลอดทางเดินอาหารตั้งแต่บริเวณปาก กระเพาะ และลำไส้เล็ก นอกจานั้นยังมีอวัยวะอื่น ๆ ช่วยย่อยอาหารอีกด้วย เช่น ต่อมน้ำลาย ตับ ตับอ่อน ถึงน้ำดี เป็นต้น





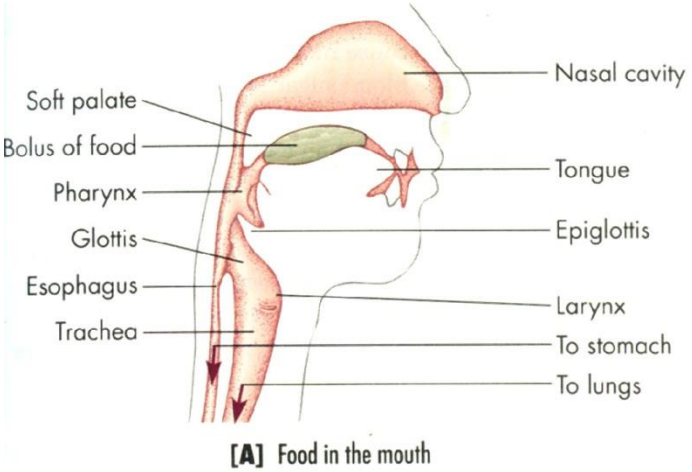
รูปที่ 35 แผนภาพทางเดินอาหารของคน



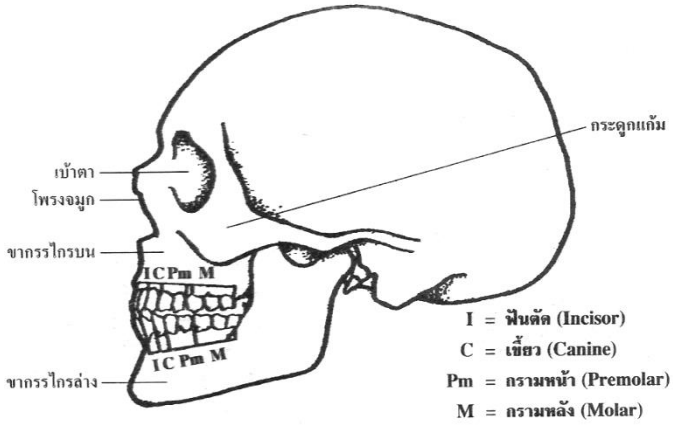
รูปที่ 36 ภาคตัวขวางแสดงชั้นต่าง ๆ ของทางเดินอาหารของคน เป็นลักษณะที่พบได้ในทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั่ว ๆ ไป ถึงแม้จะมีเนื้อเยื่อในอัตราส่วนแตกต่างกัน และรูปร่างต่างกันไป แต่จะประกอบ ด้วยชั้นต่าง ๆ เหมือนกันคือ เยื่อเพอริโทเนียม อยู่ด้านนอกสุด ซึ่งมีทั้งด้านนอกซึ่งประกอบด้วยกล้ามเนื้อตามยาว และกล้ามเนื้อวง ชั้นซับมิวโคซา สารอาหารและปล่อยสารออกไปย่อยภายในช่องทางเดินอาหาร วิลไลซึ่งพบในลำไส้เล็กก็อยู่ในชั้นมิวโคซาเช่นเดียวกัน

3.1 ปาก และการย่อยอาหาร

ภายในปากคนมีฟันทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหารให้มีขนาดเล็กลง อาหารที่เป็นของเหลว เช่น น้ำนมหรือน้ำซุบต่าง ๆ ผ่านปากไปได้ โดยไม่ต้องเคี้ยว ฟันคนมีอยู่ 2 ชุด คือ ฟันน้ำนมมี 20 ซี่ ฟันแท้มี 32 ซี่ แต่ส่วนใหญ่แล้วฟันขึ้นไม่ครบ 32 ซี่เหลือเพียง 28 ซี่เท่านั้น เพราะฟันกรามมักขึ้นไม่ครบ



แผนภาพในช่องปาก



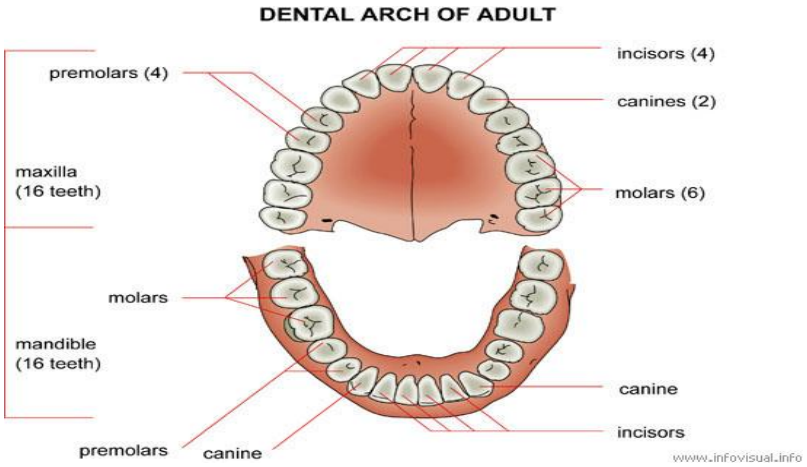
รูปที่ 37 แผนภาพแสดงตำแหน่งและชนิดของฟันในกะโหลก

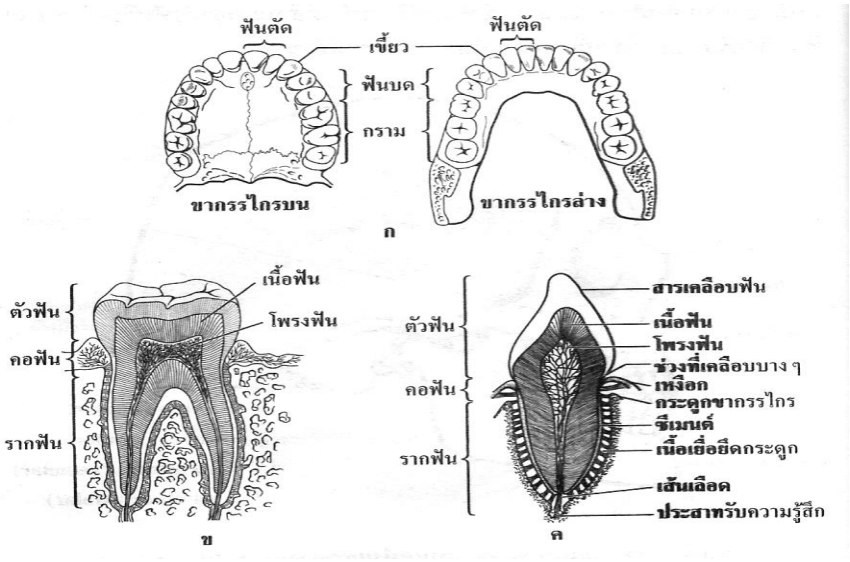
ฟันน้ำนม

ฟันน้ำนมจะเริ่มขึ้นจากฟันตัดซึ่งอยู่ส่วนหน้าด้านล่างก่อน เมื่ออายุครบประมาณ 6 เดือน และจะขึ้นครบ 20 ซี่ เมื่ออายุได้ประมาณ 2 ขวบ เมื่อถึงอายุประมาณ 6 ขวบ ฟันน้ำนมจะเริ่มหัก ในเด็กปกติฟันน้ำนมจะหักหมดเมื่ออายุประมาณ 11 – 12 ขวบ พร้อมกับมีฟันแท้ขึ้นมาแทน แต่ในเด็กที่ชอบอมลูกอมหรือขนมหวาน ฟันน้ำนมจะหักก่อนหมดอายุดังกล่าว

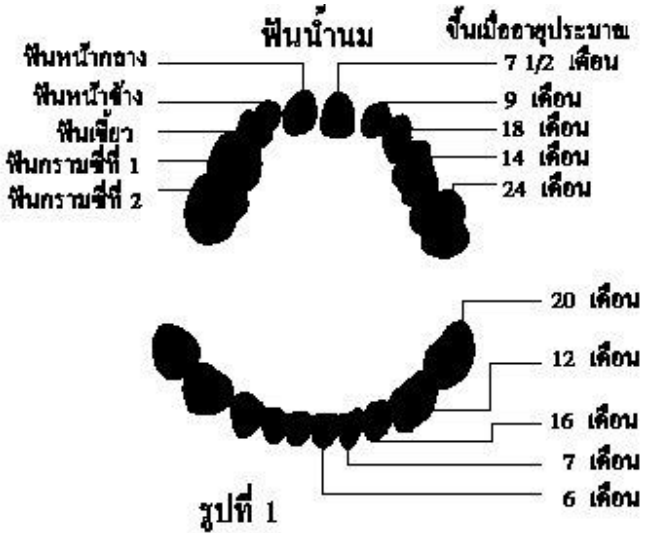
ฟันแท้

ฟันแท้ซี่แรกจะเริ่มโผล่ขึ้นมาพ้นจากเหงือกแทนที่ฟันน้ำนมซี่แรกที่หักหลุดไป และจะขึ้นครบถ้วนหรือเกือบครบถ้วนเมื่อมีอายุ 21 ปี

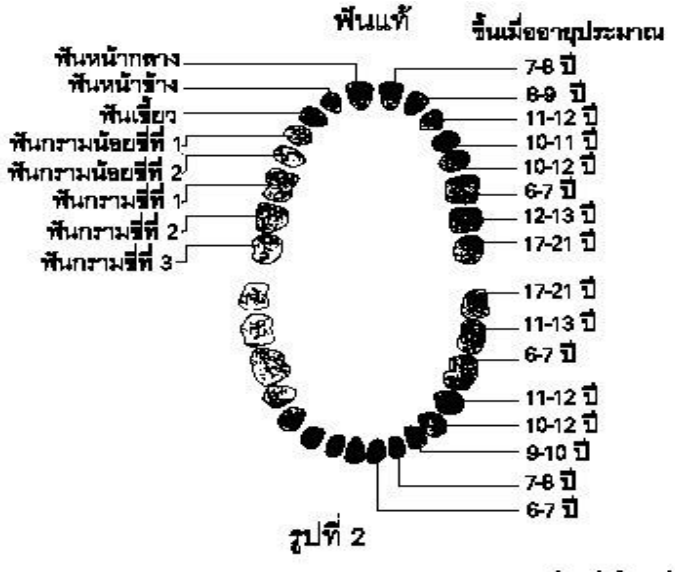




รูปที่ 38 แผนภาพแสดง ก. ฟันบนและฟันล่าง ข. ฟันกรามบน ค. ฟันเขี้ยว



รูปที่ 1



รูปที่ 2

ฟันแท้ประกอบด้วยฟันชนิดต่าง ๆ โดยเรียงจากแนวกึ่งกลางเข้ามาทางด้านข้างของฟันแต่ละข้าง ดังนี้

ฟันตัดหรือฟันหน้า (Incisor หรือ I) ด้านที่สบกันของฟันจะบาง ทำหน้าที่ตัดอาหารคล้ายกรรไกรเมื่อฟันล่างกับฟันบนมาสบกัน มีอยู่ข้างละ 2 ซี่ ทั้งส่วนบนและส่วนล่าง ในสัตว์กินพืชฟันบนจะหายไป กลายเป็นแผ่นแข็งสำหรับสัตว์แทะฟันตัดจะเจริญดีที่สุด

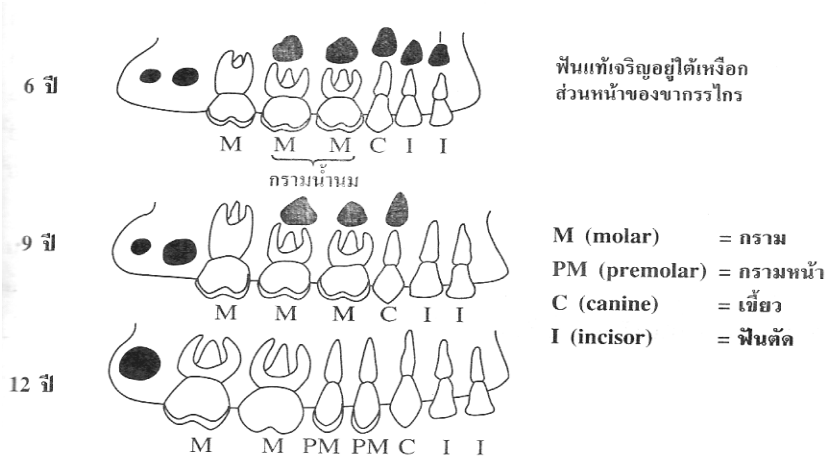
เขี้ยวหรือฟันฉีก (Canine หรือ C) มีข้างละ 1 ซี่ ทั้งฟันบนและฟันล่างมีลักษณะค่อนข้างแหลมคม ในสัตว์กินเนื้อฟันเขี้ยวจะเจริญดีที่สุด มีไว้ล่าเหยื่อ โดยเฉพาะในสัตว์กินพืชเขี้ยวจะไม่มีหน้าที่สำคัญ

กรามหน้า (premolar หรือ P) มีข้างละ 2 ซี่ทั้งฟันบนและฟันล่างในสัตว์กินเนื้อ เช่น สุนัข กรามหน้าจะเจริญดีเทียบเท่ากับเขี้ยว เพื่อทำหน้าที่บดเคี้ยวกระดูกได้อีกด้วย

กรามหลัง (molar หรือ M) มีข้างละ 3 ซี่ ทั้งฟันบนและฟันล่างด้านที่สบกันของฟันมีสารเคลือบฟันแข็งแรงมาก โดยเฉพาะในสัตว์กินพืช บางคนกรามหลังอาจขึ้นไม่ครบ หรือไม่โผล่ขึ้นมาเหนือเหงือก จึงมีฟันทั้งปากเพียง 28 ซี่

สูตรฟันของคนอาจเขียนได้หลายแบบ เช่น

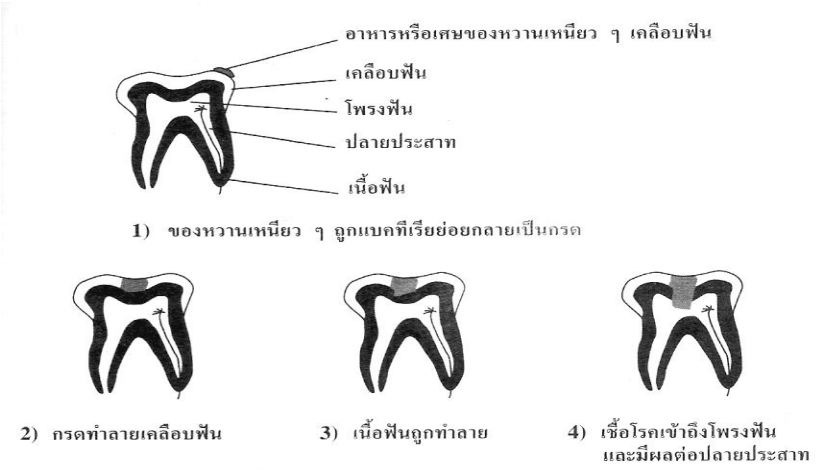
$I\frac{2}{2}C\frac{1}{1}P\frac{2}{2}M\frac{3}{3}$ หมายถึง ฟันครึ่งซ้ายหรือครึ่งขวา ทั้งบนและล่าง คือ มีฟันตัด (I) บน 2 ซี่ ล่าง 2 ซี่ เขี้ยว (C) บน 1 ซี่ ล่าง 1 ซี่ กรามหน้า (P) บน 2 ซี่ ล่าง 2 ซี่ กรามหลัง (M) บน 3 ซี่ ล่าง 3 ซี่ ทั้งหมดครึ่งเดียวจึงมี 16 ซี่ ทั้งปากจึงมี 32 ซี่



รูปที่ 39 แผนภาพการเจริญของฟันแท้ขึ้นมาแทนฟันน้ำนมในเด็กอายุต่าง ๆ
(ฟันที่เห็นนี้เป็นเพียงครึ่งเดียวของขากรรไกร)

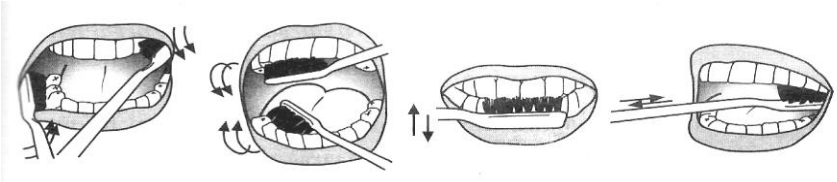
ซึ่งเขียนสูตรฟันทั้งปากมีครบ 32 ซี่ เช่นเดียวกัน ส่วนต่าง ๆ ของฟันดูจากรูปที่ 38 จะเห็นส่วนที่โผล่ขึ้นมาเหนือเหงือก เรียกว่า **ตัวฟัน (crown)** ช่วงนี้มี**สารเคลือบฟัน (enamel)** แข็งแรง เคลือบอยู่หนามาก สารเคลือบนี้ช่วยให้ฟันไม่ผุง่าย และเป็นเครื่องป้องกันตัว ฟันที่ใช้ในการบดเคี้ยว ถัดลงไปบริเวณที่มีเคลือบบาง ๆ และต่อกับเหงือก ช่วงนี้ เรียกว่า **คอฟัน (neck)** ถัดลงไป คือ ส่วนที่ฝังอยู่ในเหงือก ส่วนนี้เรียกว่า **รากฟัน (root)** รากฟันฝังอยู่ในช่องกระดูกขากรรไกร และยึดติดกับกระดูกด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีความแข็งแรง และรากฟันยังมี**สารซีเมนตัม (cementum)** เคลือบบาง ๆ และทำการยึดรากฟันให้แข็งแรงด้วย หากสารเคลือบฟันถูกทำลายจะทำให้เกิดการผุกร่อนของตัวฟัน อาจลุกลามผ่านเนื้อฟันลงไปถึงโพรงฟันที่มีหลอดเลือดเส้นประสาทอยู่ด้วย จึงทำให้รู้สึกเสียวเมื่อเคี้ยวอาหาร การเกิดฟันผุนั้นเกิดจากการที่มีของหวานหรืออาหารพวกแป้งหรือลูกอมเหนียว ๆ ติดฟัน ดังรูปที่ 40 ต่อมาจุลิน ทรีย์ในปากจะย่อยอาหารพวกแป้งและน้ำตาลเหล่านั้นทำให้เกิดกรดทำลายสารเคลือบฟันลึกลงไปจนถึงโพรงฟัน นอกนั้นจุลินทรีย์ ยังใช้น้ำตาลส่วนหนึ่งสร้างชั้นเมือกเหนียวติดตัวฟัน และจะมีการเกาะทับถมเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์เป็นแผ่นคราบที่เรียกว่า พลาค (plaque)

การที่ฟันผุมีผลกระทบต่อร่างกายหลายประการ เช่น มีอาการปวดฟัน ร่างกายได้รับเชื้อเพิ่มขึ้นจากจุลินทรีย์ที่แบ่งตัวอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ย่อยบริเวณที่ฟันผุ นอกจากนั้นยังอาจมีกลิ่นเหม็นเพิ่มมากขึ้น



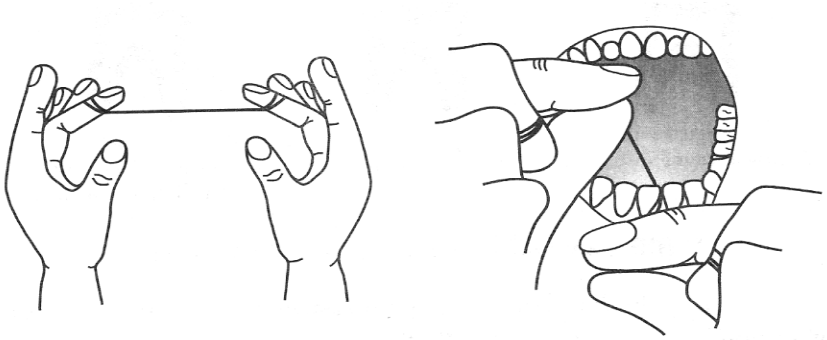
รูปที่ 40 แผนภาพแสดงกระบวนการทำให้เกิดฟันผุ

การแปรงฟัน จึงมีความสำคัญในการรักษาความสะอาดฟันอย่างยิ่งเป็นการขจัด พลาคและการป้องกันฟันผุอีกด้วย นอกจากการแปรงฟันแล้วยังต้องแปรงฟันให้ถูกวิธีด้วย มิฉะนั้นฟันจะสึก ดูรูปที่ 41 การแปรงฟันให้ถูกวิธี



รูปที่ 41 การแปรงฟันชนิดถูกวิธี
ลูกศร(⟶) แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแปรง

ในการแปรงฟันควรใช้ยาสีฟันด้วย เพราะในยาสีฟันมีสภาพเป็นอัลคาไลน์ ทำให้กรดที่เกิดจากการย่อยของแบคทีเรียเป็นกลาง ในยาสีฟันมีผงขัดขจัดคราบหินปูนที่เกาะอยู่ตามฟัน นอกจากนั้นในยาสีฟันยังมียาฆ่าเชื้อช่วยทำลายแบคทีเรีย ยาสีฟันบางชนิดผสมฟลูออไรด์ทำให้ฟันแข็งแรง หากมีเศษอาหารติดอยู่ตามซอกฟัน อย่าใช้ไม้จิ้มฟันหรือวัตถุอย่างอื่นจิ้มฟัน เพราะทำให้ฟันห่างฟันเก ควรใช้ไหมทำความสะอาดฟัน (dental floss) แทน และควรไปพบทันตแพทย์อย่างน้อยปีละครั้ง ไม่ใช่ไปพบทันตแพทย์เมื่อรู้สึกปวดฟัน เพราะนั่นแสดงว่าเชื้อโรคเข้าไปถึงเส้นประสาทแล้ว



รูปที่ 42 การใช้ไหม (dental floss) ทำความสะอาดระหว่างซอกฟัน โดยดึงไหมออกมายาวราว 20 เซนติเมตร มัดปลายทั้งสองไว้ที่นิ้วกลาง โดยนิ้วทั้งสองอยู่ห่างกันราว 4 – 5 เซนติเมตร ดึงเชือกระหว่างนิ้วให้ผ่านซอกฟัน

การย่อยอาหารในปาก

อาหารที่เข้ามาอยู่ในปากมีการเปลี่ยนสภาพโดยฟันบดเคี้ยว ทำให้มีขนาดเล็กลง กระบวนการเช่นนี้ ถือว่าเป็น**การย่อยอาหารเชิงกล (mechanical digestion)** ซึ่งรวมทั้งการย่อยโดยการบีบตัวของทางเดินอาหารด้วย การย่อยชนิดนี้เป็นการเปลี่ยนขนาดของชิ้นอาหาร แต่โมเลกุลของสารอาหารยังเหมือนเดิม

การเคี้ยวอาหาร (Mastication หรือ chewing)

เกิดจากการเคลื่อนไหวของฟัน ลิ้น แก้ม ริมฝีปาก ขากรรไกรล่าง เพื่อช่วยทำให้อาหารแตกสลายมีขนาดเล็กลง และเกิดการคลุกเคล้ากับน้ำลาย และปั้นให้เป็นก้อนเล็ก ๆ เปียกชื้น และอ่อนนุ่น ที่เรียกว่า ก้อนโบลัส (bolus) เพื่อให้สะดวกในการกลืน

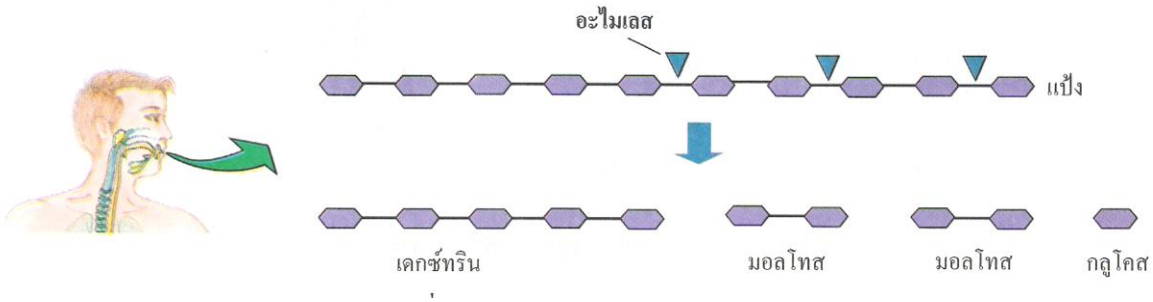
การย่อยอาหารอีกขั้นหนึ่ง จะเป็นการเปลี่ยนขนาดโมเลกุลอาหารให้เล็กลงโดยน้ำ พร้อมกับมีเอนไซม์หรือน้ำย่อยเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ช่วงนี้เรียกว่า **การย่อยอาหารทางเคมี (chemical digestion)**

ในน้ำลายมีสารบางอย่างเป็นตัวเปลี่ยนแปลงแป้งให้เป็นน้ำตาล นั่นคือ เอนไซม์ (enzyme) ชนิดหนึ่ง เอนไซม์เป็นสารประกอบโปรตีนทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาให้เกิดได้ดีและเร็วขึ้น หากไม่มีเอนไซม์ที่ใช้เฉพาะสำหรับปฏิกิริยาเคมีแต่ละตอนแล้ว ปฏิกิริยาอาจไม่เกิด สำหรับเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยอาหารที่นิยมเรียกว่าน้ำย่อยนั้น ทำหน้าที่เฉพาะเกี่ยวกับปฏิกิริยาการย่อยอาหาร น้ำย่อยจึงเป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่ง แต่เอนไซม์มิได้หมายถึงเฉพาะน้ำย่อยเท่านั้น ในการย่อยอาหารตัวทำปฏิกิริยาจริง ๆ คือ น้ำ เรียกว่าเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (hydrolysis) โดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ในเรื่องเกี่ยวกับการย่อยอาหารนี้ น้ำย่อยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามชนิดอาหารที่ถูกย่อย คือ **โปรติเอส (protease)** ย่อยอาหารพวกโปรตีน **ลิเพส (lipase)** ย่อยอาหารพวกไขมัน คาร์โบไฮเดรส (carbohydrase) ย่อยอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต

จากชื่อน้ำย่อยนักเรียนจะเห็นว่ามักลงท้ายด้วย –เอส (ase) จะเป็นชื่อน้ำย่อยอาหารบนิดที่มีชื่ออยู่ข้างหน้า เช่น โปรตีเอส คือ น้ำย่อยย่อยโปรตีน ลิเพส คือน้ำย่อยย่อยลิพิดหรือไขมัน เป็นต้น แต่ก็มีน้ำย่อยอีกหลายชนิดที่มีชื่อต่างไป

ตัวอย่างปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส เช่น การย่อยแป้งเป็นกลูโคสเกิดปฏิกิริยา 2 ขั้น ดังรูปที่ 5.43



รูปที่ 43 แผนภาพแสดงการย่อยแป้ง

- การย่อยอาหารเชิงกลเกิดขึ้นทั้งในปาก และส่วนต่าง ๆ ของทางเดินอาหาร แตกต่างกันที่ในปากเป็นการเคี้ยวให้อาหารมีขนาดเล็กลง แต่ในทางเดินอาหารเป็นการบีบตัว เป็นการเปลี่ยนขนาดของอาหาร ส่วนการย่อยทางเคมีเกิดทั้งในปากและในทางเดินอาหารส่วนที่มีการหลั่งเอนไซม์
- ถ้าเคี้ยวอาหารไม่ละเอียด พื้นที่ของอาหารที่จะสัมผัสกับน้ำและเอนไซม์มีน้อยกว่าปกติ ทำให้การย่อยเกิดช้ากว่าที่ควร รวมทั้งการเคี้ยวอาหารไม่ละเอียด อาจทำให้การกลืนลงคอลำบาก อันอาจทำให้หลอดอาหารเกิดความผิดปกติได้

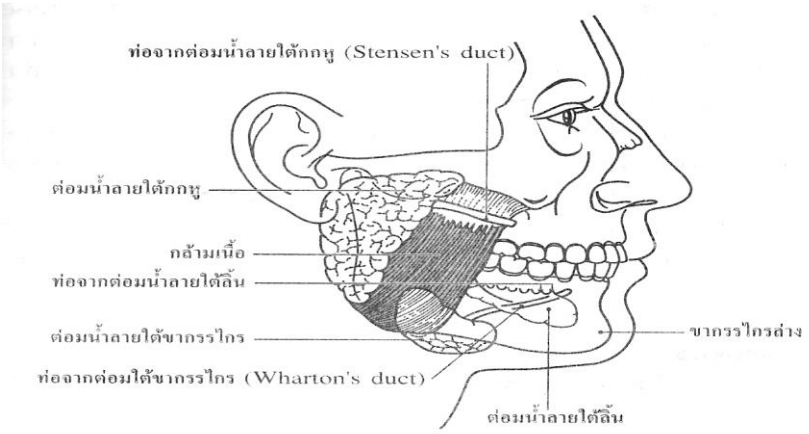
ต่อมน้ำลาย

ในปากส่วนที่ปล่อยน้ำย่อยออกมา คือ ต่อมน้ำลาย (salivary gland) ซึ่งอยู่ในตำแหน่งต่างๆ ของช่องปาก 3 แห่ง แห่งละคู่ ดังรูปที่ 44 ต่อมทั้งสามคู่นี้คือ

1. ต่อมน้ำลายใต้กกหู (parotid glands) อยู่ด้านหน้าของกกหู มีขนาดใหญ่ที่สุด ปล่อยน้ำลายออกมาตามท่อ Stensen s duct น้ำลายมีองค์ประกอบเป็นน้ำ เกลือ และเอนไซม์อะไมเลสย่อยแป้ง แต่ไม่สร้างมิวซิน (mucin) ซึ่งเป็นเมือก น้ำลายจึงมีลักษณะใส และเป็นน้ำมาก ต่อมน้ำลายใต้หูนี้ถ้าเกิดการติดเชื้อไวรัสจะทำให้เกิดอาการคางทูม (mumps) ต่อมนี้สร้างน้ำลายประมาณ 25 %

2. ต่อมน้ำลายใต้ลิ้น (sublingual glands) อยู่บริเวณใต้ลิ้น เป็นต่อมน้ำลายที่เล็กที่สุด น้ำลายมีลักษณะเหนียวมากกว่าใส มีเมือกมาก แต่มีเอนไซม์อะไมเลสน้อย ต่อมนี้สร้างน้ำลายประมาณ 5 %

3. ต่อมน้ำลายใต้ขากรรไกร (submandibular glands) เดิมเรียกว่า submaxillary glands อยู่ใต้ขากรรไกรล่าง ส่งน้ำลายออกมาตามท่อ Wharton s duct สร้างน้ำลายชนิดใสมากกว่าชนิดเหนียว ต่อมนี้สร้างน้ำลายประมาณ 70 %



รูปที่ 44 แสดงต่อมน้ำลายทั้ง 3 คู่

น้ำลายจะหลั่งออกมาตลอดเวลา ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำลายคือ น้ำ ซึ่งมีอยู่ถึง 99.5 % ปกติน้ำลายจะหลั่งออกมาถึงวันละ 1 ถึง 1.5 ลิตร อยู่ในสภาวะเป็นกรด คือมี pH อยู่ระหว่าง 6.3 – 6.8 ของเหลวในน้ำลายเรียกว่า ไทยาลิน (ptyalin) ซึ่งมีเอนไซม์อะไมเลส (amylase) ทำหน้าที่ย่อยแป้งอยู่ด้วยนอกจากนั้นยังมีของเหลวประเภทไกลโคโปรตีน ซึ่งเรียกว่า เมือก หรือ มิวซิน (mucins) ทำหน้าที่ ช่วยหล่อลื่นอาหาร ทำให้กลืนลงสู่หลอดอาหารได้สะดวกและทำให้ภายในปากชุ่มชื้นอยู่เสมอ นอกจากนี้น้ำลายยังทำให้ปากและฟันสะอาดปราศจากเศษอาหารอันเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรีย ในน้ำลายยังมีสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น ยูเรียและน้ำตาลหลั่งออกมาด้วย สำหรับสารอนินทรีย์อาจพบปรอทและตะกั่ว รวมทั้งแคลเซียมปะปนอยู่ในน้ำลายในปริมาณสูง แคลเซียมจะช่วยทำให้ฟันแข็งแรง และป้องกันไม่ให้อีนาเมลละลายออกมา แต่ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้เพิ่มปริมาณ พลาคมากขึ้น ลิ้นทำหน้าที่ตวัดอาหารให้คลุกเคล้ากันและลิ้นมีตุ่มเล็ก ๆ สำหรับใช้รับรส ซึ่งได้รับเพียง รสขม เปรี้ยว เค็ม และหวานเท่านั้นและจมูกจะรับกลิ่นอาหาร ทำให้อาหารมีความอร่อยขึ้นพร้อมกับกระตุ้นต่อมต่าง ๆ ปล่อยน้ำย่อยให้ออกมามากขึ้น ดังนั้นเมื่อเกิดอาการเป็นหวัดขึ้นจะรู้สึกว่ากินอาหารไม่อร่อย เพราะไม่ได้กลิ่นอาหารนั่นเอง

การหลั่งน้ำลายเพิ่มมากขึ้น นอกจากจะเกิดจากกลิ่นอาหาร รสอาหารแล้ว การมองเห็นอาหารที่น่ากินรวมทั้งเสียงประกอบอาหารก็เป็นตัวกระตุ้นการหลั่งน้ำลายด้วย การหลั่งน้ำลายเกิดจากการควบคุมของระบบประสาท

สรุปหน้าที่ของน้ำลาย

1. ช่วยทำให้กลืนอาหารได้ง่ายขึ้น โดยการทำให้ก้อนอาหารเปียกชื้นและช่วยหล่อลื่นอาหาร จึงสะดวกในการกลืน

2. ในน้ำลายมีเอนไซม์อะไมเลส ย่อยแป้งที่สุกแล้วให้เป็นมอลโทส และเดกซ์ทริน (dextrin)

3. ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายอาหาร อาหารที่ถูกละลายแล้วต่อมรับรส (taste bud) จึงจะรับรสชาติอาหารได้

4. ช่วยทำความสะอาดภายในช่องปากและฟัน โดยน้ำลายที่หลั่งออกมาจะชะล้างเศษอาหารออกไป ซึ่งเศษอาหารเหล่านี้จะเป็นที่อยู่อาศัยสำหรับแบคทีเรีย

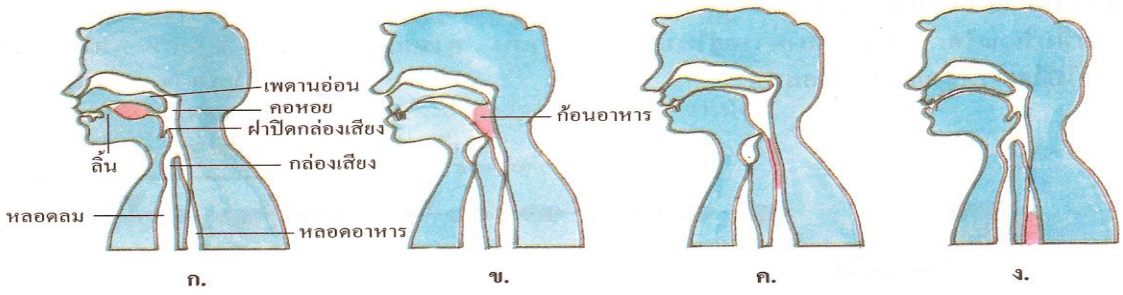
5. ถ้าร่างกายขาดน้ำ การหลั่งน้ำลายจะน้อยลง ทำให้เยื่อเมือกที่ปากแห้งจึงเป็นตัวกระตุ้นการกระหายน้ำ ซึ่งเท่ากับเป็นกลไกในการปกป้องร่างกายที่เตือนว่า ของเหลวภายในร่างกายลดลงแล้ว

6. ช่วยในการพูด (speech) โดยช่วยเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของริมฝีปากและลิ้น

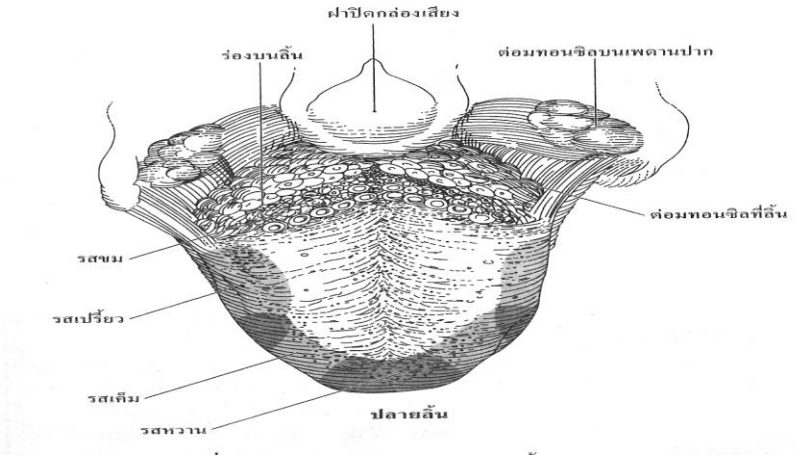
7. ขับถ่ายสารบางอย่างออกมา (excretory function) ในน้ำลายมีสารอินทรีย์หลายชนิด เช่น ยูเรีย และน้ำตาล ถูกขับออกมา รวมทั้งสารอนินทรีย์ เช่น ปรอท ตะกั่ว

3.2 บริเวณคอหอย และการกลืน

เมื่อเคี้ยวอาหารในปากละเอียดแล้ว อาหารจะรวมกันเป็นก้อนพร้อมที่จะกลืน บริเวณคอหอยมีหลอดลมและหลอดอาหารพบกัน ด้านบนของหลอดลมมีกระดูกอ่อนเอปิกลอททิส (epiglottis) หรือฝาปิดกล่องเสียงเป็นแผ่นปิดกั้นมิให้อาหารเข้าไปสู่หลอดลมตอนกลืนอาหารดังรูปที่ 5.45 ซึ่งต้องอาศัยส่วนอื่น ๆ ของช่องปากช่วย กล่าวคือ ภายในโพรงปากมีเพดาอ่อน (soft palate) ห้อยโค้งลงมา ใกล้ ๆ จะติดกับโคนลิ้น เมื่ออาหารผ่านมาถึงลำคอ เพดานอ่อนถูกดันให้เคลื่อนที่ไปเกือบจะปิดทางต่อระหว่างช่องอากาศกับโพรงจมูก ลิ้นจะบังคับอาหารให้เข้าสู่หลอดอาหารพร้อมกับลิ้นจะดึงตัวเองถอยเข้าไปด้านในของปาก ฝาปิดกล่องเสียงจะกระดกลงมา ในขณะที่ส่วนบนของหลอดลมดันตัวขึ้นฝาปิดกล่องเสียงจึงปิดหลอดลมได้สนิท ทำให้อาหารไหลเข้าสู่หลอดอาหารได้โดยไม่เข้าไปในหลอดลม

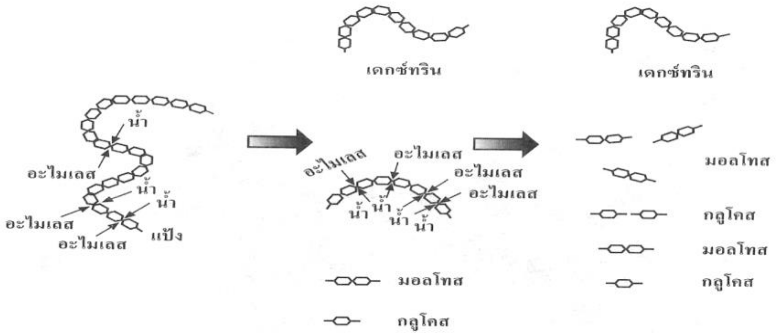


รูปที่ 45 กระบวนการกลืนอาหาร



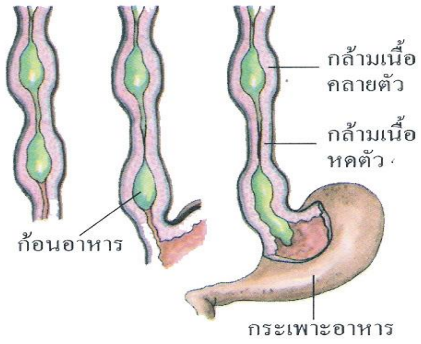
รูปที่ 46 แสดงส่วนต่าง ๆ ของลิ้นและการรับรส

ในขณะที่เคี้ยวอาหารอยู่นั้น แป้งจะถูกย่อยให้โมเลกุลเล็กลง โดยมักอยู่ในรูปของเดกซ์ทริน (dextrin) ซึ่งมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าน้ำตาล แต่มีบางส่วนอาจถูกย่อยเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ และส่วนน้อยเป็นโมเลกุลเดี่ยว แล้วแต่ว่าน้ำจะสลายพันธะของแป้งบริเวณใด เช่น สลายบริเวณปลาย ๆ โมเลกุลแป้งอาจได้น้ำตาลโมเลกุลคู่หรือน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว แต่ถ้าสลายกลางโมเลกุลแป้งอาจจะได้เดกซ์ทริน เป็นต้น



รูปที่ 47 แสดงการสลายโมเลกุลแป้ง

ในหลอดอาหารไม่มีต่อมปล่อยน้ำย่อย แต่การย่อยอาหารในปากยังมีการต่อเนื่องมาถึงส่วนนี้ได้ อาจจะถูกบีบโดยอัตโนมัติจากกล้ามเนื้อหลอดอาหารซึ่งมีการหดตัวและคลายตัวช้า ๆ เป็นช่วง ๆ อย่างต่อเนื่อง เรียกว่า **เพอริสตัลซิส** (peristasis) ดังรูปที่ 48 ทำให้ไล่อาหารเข้าสู่กระเพาะ การบีบไล่อาหารด้วยวิธีนี้จะเกิดขึ้นได้ไม่ว่าร่างกายจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ตาม เช่น อยู่ในสภาพไร้น้ำหนักหรือหัวกลับโดยใช้แขนยันพื้นแทนเท้า ขาชูขึ้นไปแทนแขนและหัวดิ่งลงพื้น อาหารก็ยังถูกขับไปสู่กระเพาะอาหารตลอดเวลา



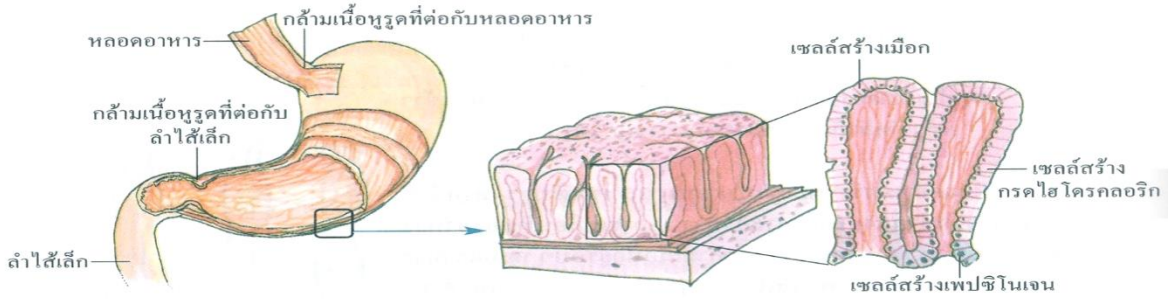
รูปที่ 48 แผนภาพแสดงเพอริสตัลวิสของหลอดอาหาร

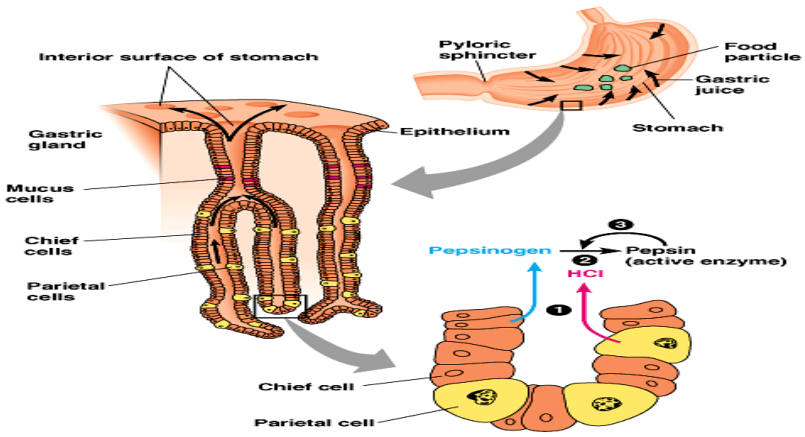
อาหารจะเคลื่อนที่ผ่านหลอดอาหารจนถึงกระเพาะอาหารใช้ระยะเวลาสั้น ๆ เพียง 5-10 วินาที หากอาหารอยู่ในสภาพของเหลวจะทำให้อาหารเคลื่อนที่ในหลอดอาหารได้เร็วขึ้น

3.3 กระเพาะอาหาร และการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร

ตำแหน่งของกระเพาะอาหารอยู่ใต้กระบังลม ทางด้านซ้ายของช่องท้อง เมื่อกินอาหารเข้าไปกระเพาะอาหารสามารถขยายตัวเพื่อเพิ่มความจุได้ กระเพาะอาหารเป็นส่วนของทางเดินอาหารที่ขยายตัวได้มากที่สุด ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร ผสมคลุกเคล้าอาหาร และย่อยอาหาร กระเพาะอาหารมักมีรูปคล้ายตัว J ความยาวมากที่สุด 25 เซนติเมตร (10 นิ้ว) กว้าง 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) ในผู้ใหญ่ปกติ กระเพาะอาหารมีความจุประมาณ 1.5 ลิตร กระเพาะมีส่วนโค้งใหญ่ (greater curvature) ยื่นออกไปทางด้านซ้ายของลำตัว และส่วนโค้งน้อย (lesser curvature) หันไปทางขวาของลำตัว ตำแหน่งของกระเพาะอยู่ใต้กะบังลม และมีกระดูกซี่โครงป้องกันอันตราย ช่วงที่กระเพาะอาหารติดต่อกับหลอดอาหารมีหูรูด เรียกว่า **คาร์ดิแอค สฟิงค์เตอร์ (cardiac sphincter)** ซึ่งจะเปิดเพื่อให้อาหารเข้าสู่กระเพาะอาหารแล้วจะปิดเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารถูกบีบย้อนกลับขึ้นไปในหลอดอาหาร และส่วนท้ายของกระเพาะมีหูรูด เรียกว่า **ไพลอริค สฟิงค์เตอร์ (pyloric sphincter)** จะเปิดเพื่อปล่อยอาหารออกจากกระเพาะอาหารเข้าสู่ลำไส้เล็กพร้อมกับป้องกันไม่ให้อาหารเคลื่อนที่จากลำไส้เข้าสู่กระเพาะอาหารอีก

ความสำคัญของกล้ามเนื้อหูรูดที่กระเพาะอาหารอยู่ที่การกักเก็บอาหารให้อยู่ในกระเพาะนานพอที่อาหารและน้ำย่อยคลุกเคล้าและย่อยได้





รูปที่ 49 แผนภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ของกระเพาะอาหาร

กระเพาะอาหารแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ ส่วนต้น เรียกว่า **ส่วนคาร์ดิแอค (cardiac region)** เป็นส่วนใกล้หัวใจและอยู่ติดกับหลอดอาหาร กระเพาะอาหารส่วนที่สอง เรียกว่า **ฟันดัส (fundus)** มีขนาดเล็ก อยู่เหนือระดับคาร์ดิแอคสฟิงค์เตอร์ ส่วนที่ 3 คือ **บอดี (body)** เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของกระเพาะและส่วนสุดท้ายเรียกว่า **ไพลอรัส (pylorus)** หรือ **แอนทรัม (antrum)** ส่วนนี้อยู่ติดกับลำไส้เล็กส่วนต้น

ผนังกระเพาะอาหารประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบ 3 ชั้น คือ ชั้นนอกสุดเป็นกล้ามเนื้อเรียบตามยาว (longitudinal layer) ซึ่งต่อเนื่องมาจากกล้ามเนื้อของหลอดอาหาร ชั้นกลางเป็นกล้ามเนื้อวง (circular layer) และชั้นในสุดเป็นกล้ามเนื้อทแยง (oblique layer)

เมื่อกระเพาะอาหารยังว่างอยู่ ที่ชั้นเยื่อเมือก (mucosa) จะพับย่นซ้อนกัน เรียกว่า รูกี (rugae) เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการขยายขนาดกระเพาะ เมื่ออาหารเข้าไปและมีต่อมสร้างน้ำย่อยอาหาร (gastric gland) อยู่มากมาย จากต่อมเหล่านี้จะมีรูเปิดของท่อเรียกว่า แกสตริกพิท (gastric pit) มาเปิดที่ผิวชั้นเยื่อเมือก

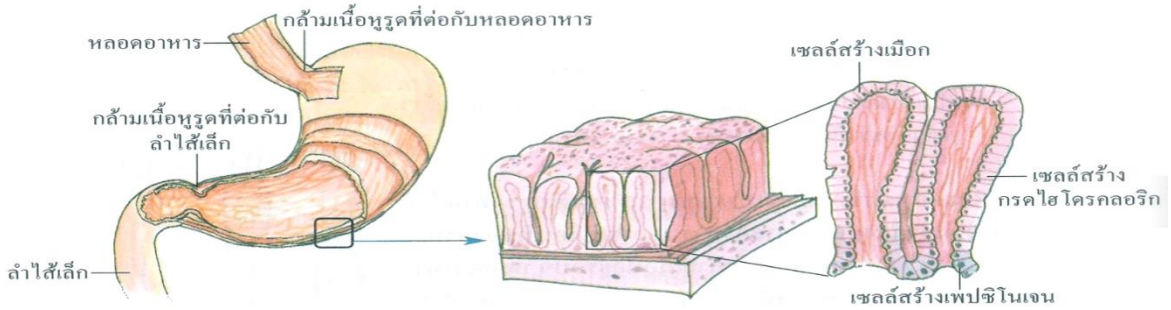
เซลล์ที่สร้างน้ำย่อยอาหารมีหลายชนิด ได้แก่

1. ชีฟเซลล์ (chief cell) หรือ ไซโมเจนิกเซลล์ (Zymogenic cell) สร้างเอนไซม์ในรูปโพรเอนไซม์ชื่อ เพปซิโนเจน และโพรเรนนิน

2. พาริเอตัลเซลล์ (parietal cell) หรือ ออกซินติกเซลล์ (oxyntic cell) สร้างกรดเกลือ (HCL) ที่ช่วยในการเปลี่ยนโพรเอนไซม์ไปเป็นเอนไซม์ และสร้างอินทรินซิกแฟกเตอร์ (intrinsic factor) ที่จำเป็นในการดูดซึมวิตามินบี 12

3. มิวคัสเซลล์ (mucus cell) ทั้ง surface muscus cell และ neck mucus cell ทำหน้าที่สร้างเมือก (mucus) มีฤทธิ์เป็นเบสไปป้องกันชั้นเยื่อเมือกของกระเพาะ ไม่ให้เป็นอันตรายจากกรดและน้ำย่อยเพปซิน

* เมื่อผ่ากระเพาะอาหารออกดูจะพบว่าผนังกระเพาะอาหารด้านในไม่เรียบ มีรอยย่นหรือรอยพับ เป็นลูกคลื่น ที่เรียกว่า รูกี (rugae) ดังรูปที่ 50



รูปที่ 50 แผนภาพแสดงเนื้อเยื่อในกระเพาะอาหารซึ่งประกอบด้วยชั้นมิวโคซามีกลุ่มเซลล์ที่สร้างเมือก สร้าง HCL และโพรเอนไซม์เพปซิโนเจน ถัดลงไปจึงเป็นเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ โดยที่พาริเอตัลเซลล์ (parietal cell) หลั่งกรดเกลือชีฟเซลล์ (chief cell) หลั่งโพรเอนไซม์เพปซิโนเจน และโพรเรนนิน มิวคัสเซลล์ (mucus cell) หลั่งเมือกเพื่อป้องกันมิให้ถูกเอมไซม์ย่อย

ลักษณะที่เป็นรอยย่นเช่นนี้มีผลต่อการเพิ่มพื้นที่ผิวของกระเพาะอาหารและสามารถขยายขนาดความจุของกระเพาะอาหารด้วย โดยที่จะคลุกเคล้าอาหารให้เข้ากับน้ำย่อยได้ดีขึ้น เมื่อกระเพาะบีบตัวและคลายตัว

- กล้ามเนื้อหูรูดของกระเพาะอาหารมีความสำคัญที่ทำให้อาหารยังคงอยู่ในกระเพาะเพื่อให้เอนไซม์มาคลุกเคล้ากับอาหาร และมีเวลานานพอที่เอนไซม์จะย่อยอาหารในกระเพาะได้

การย่อยอาหารในกระเพาะนั้นเริ่มจากขณะเคี้ยวอาหารนั้น กระเพาะอาหารเริ่มหลั่ง น้ำย่อยออกมาบ้าง แต่ในปริมาณน้อย ต่อเมื่ออาหารถูกขับเข้าสู่กระเพาะแล้ว จะกระตุ้นให้เซลล์ในกระเพาะอาหารหลั่งน้ำย่อยมากขึ้น พาริเอตัลเซลล์ของกระเพาะอาหารจะปล่อยกรดเกลือ (HCL) ออกมาเพื่อกระตุ้นการเปลี่ยนโพรเอนไซม์ชื่อเพปซิโนเจน (pepsinogen) และโพรเรนนิน (peorennin) ไปเป็นเอนไซม์ เพปซิน และเรนนิน ตามลำดับ เพปซินทำงานได้เมื่ออยู่ในสภาวะกรด เพปซินย่อยโปรตีนให้เป็นเพปไทด์ ซึ่งเป็นโปรตีนขนาดเล็ก

การกระตุ้นการหลั่งน้ำย่อยจากกระเพาะอาหาร ถูกควบคุมโดยระบบประสาทและฮอร์โมนแกสตริน (gastrin)

- การที่กระเพาะอาหารสร้างเอนไซม์ในรูปเพปซิโนเจนและโพรเรนนินซึ่งยังไม่พร้อมที่จะทำปฏิกิริยา มีประโยชน์ที่จะไม่ทำให้เกิดการย่อยภายในกระเพาะตราบที่ยังไม่มีการหลังกรด กระเพาะจึงไม่ได้รับอันตรายจากการถูกย่อย

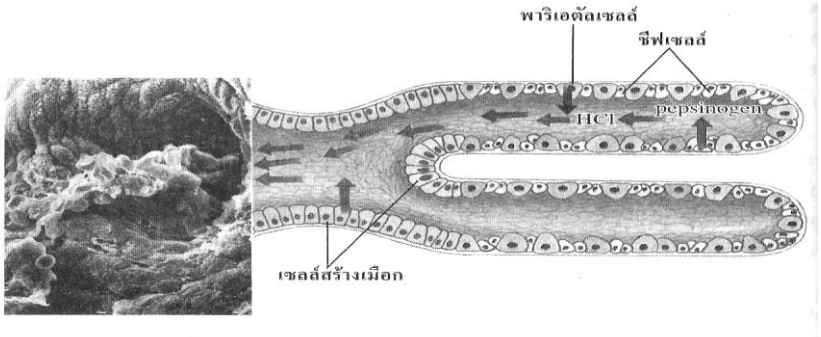
โปรตีนมีหลายประการ เช่น โปรตีนจากพืชได้จากพืชตระกูลถั่ว โปรตีนจากสัตว์มีหลาย

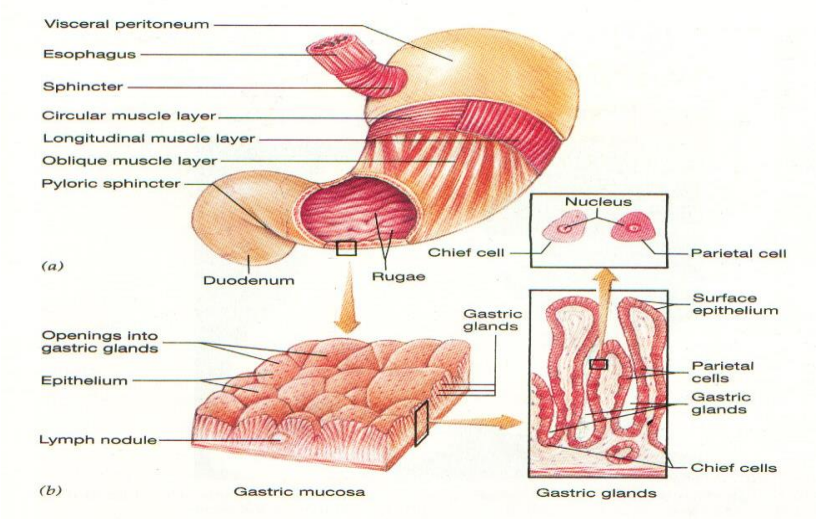
ชนิด อาหารพวกปลาเป็นโปรตีนที่ย่อยง่าย และมีไขมันน้อย หากเป็นปลาทะเลจะได้ธาตุไอโอดีนเพิ่มขึ้นอีกด้วย โปรตีนจากเนื้อวัว เนื้อควายย่อยยากกว่าเนื้อปลา แต่สามารถใช้น้ำสับปะรด หรือยางมะละกอช่วยทำให้เนื้อเปื่อยขึ้นได้

เหตุที่ยางมะละกอทำให้เนื้อนุ่ม เปื่อยได้ เพราะยางมะละกอมีเอนไซม์ **ปาเปน (papain)** เช่นเดียวกับน้ำสับปะรดมีเอนไซม์ **โบรมีเลน (bromelain)** ปัจจุบันมีการผสมผงเนื้อนุ่ม ในชื่อการค้าหลากหลายชนิด แต่มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือ ทำให้เนื้อสัตว์ย่อย เคี้ยวง่าย น่ารับประทาน โดยการผสมเอนไซม์ดังกล่าวลงไปด้วย

อาหารจะอยู่ในกระเพาะนาน 30 นาทีจนถึงประมาณ 3 ชั่วโมง ซึ่งขึ้นกับชนิดของอาหาร ในกระเพาะอาหารมีการดูดซึมสารอาหารบางชนิดได้บ้าง เช่น น้ำ เกลือแร่และน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว และดูดซึมแอลกอฮอล์ได้ดี คือ ดูดซึมปริมาณแอลกอฮอล์ได้ระหว่าง 30 – 40 % ของปริมาณแอลกอฮอล์ที่ดื่ม

ส่วนเรนนินนั้นย่อยโปรตีนเคซีน (casein) ที่อยู่ในน้ำนมให้เป็นพาราเคซีน (paracasein) ทำให้รวมตัวกับแคลเซียมในน้ำนมกลายเป็นลิ่ม จึงถูกเพปซินย่อยต่อไปได้ ในกระเพาะมีเอนไซม์ลิเพสซึ่งย่อยไขมันหลั่งออกมาด้วยแต่ลิเพสไม่ทำงานในสภาพที่เป็นกรด ดังนั้น ลิเพสจะทำงานเมื่อเอนไซม์นี้เข้าไปในลำไส้เล็ก ในกระเพาะมีการย่อยเฉพาะโปรตีน เมื่อย่อยแล้วอาหารในกระเพาะ ถูกกล้ามเนื้อกระเพาะบีบเคล้าให้เข้ากันในสภาพใกล้จะเป็นของเหลว จากนั้นอาหารจะถูกบีบไล่ไปสู่ลำไส้เล็ก โดยผ่านกล้ามเนื้อหูรูด ไพลอริก (pyloric sphincter) ออกไป เนื่องจากตัวกระเพาะก็ประกอบไปด้วยโปรตีน ดังนั้นจึงอาจถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์จากกระเพาะเอง แต่ในสภาวะปกติกระเพาะจะสร้างน้ำเมือกจากมิวคัสเซลล์ออกมาเคลือบผิวกระเพาะ แต่ถ้าปล่อยให้เกิดการหลั่งเอนไซม์ออกมาโดยไม่มีอาหารในกระเพาะอยู่เป็นประจำแล้ว เมือกที่เคลือบอยู่ก็ไม่อาจป้องกันการถูกย่อยได้ การหลั่งเอนไซม์ในกระเพาะนั้น นอกจากหลั่งเวลาหิวแล้ว ยังอาจหลั่งได้ในเวลาเกิดอารมณ์ผิดปกติ เช่น มีความโกรธ ความเครียด จึงทำให้ผนังกระเพาะถูกทำลายจนเป็นแผลได้

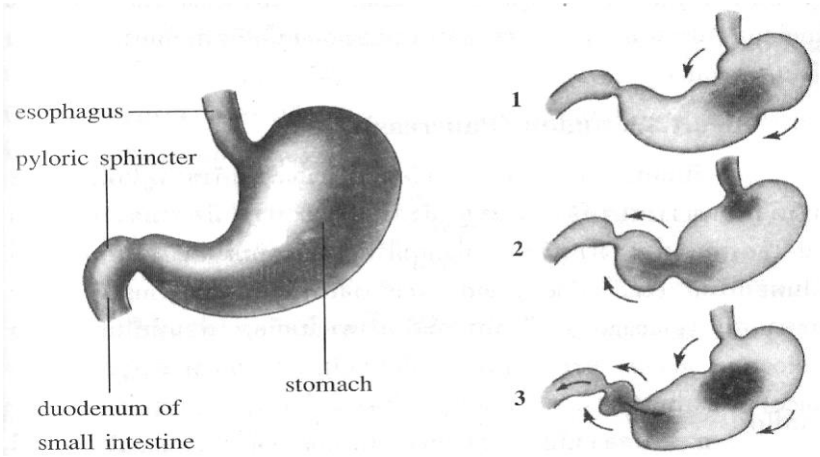




รูปที่ 51 ต่อมต่าง ๆ ที่อยู่บริเวณผิวของกระเพาะอาหารหลั่งเมือก รวมทั้งแกสตริกแกลนด์หลั่งสาร 2 ชนิด คือ กรดไฮโดรคลอริก และเพปซิโนเจนซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นเพปซิน

โดยปกติในกระเพาะอาหารจะไม่มีกรดมากผิดปกติ แต่เมื่อมีการรับประทานอาหารไม่ตรงตามเวลา อาหารที่รับประทานมีรสเผ็ดจัด ดื่มกาแฟ หรือเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน หรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ รวมทั้งอารมณ์ที่ผิดปกติ เช่น เกิดความกังวล เกิดความเครียด หรือขาดการพักผ่อนจะมีการหลั่งกรดเกลือออกมาสู่กระเพาะมากกว่าปกติทำให้เป็นแผลในกระเพาะอาหารเกิดผลเสียต่อสุขภาพ

- การรับประทานอาหารไม่เป็นเวลามีส่วนเกี่ยวข้องกับการเป็นแผลในกระเพาะอาหาร เนื่องจากในช่วงที่ปล่อยให้กระเพาะอาหารว่าง จนเกิดความหิวนั้น กระเพาะอาหารจะหลั่งน้ำย่อยออกมา แต่ในกระเพาะไม่มีอาหาร น้ำย่อยเหล่านั้นจึงย่อยเซลล์บุกระเพาะ เมื่อปล่อยให้เกิดเหตุการณ์เช่นนี้ซ้ำซากทำให้เกิดแผลในกระเพาะขึ้นได้



รูปที่ 52 การบีบตัวของกระเพาะเพื่อไล่อาหารไปสู่ลำไส้เล็ก

3.4 ลำไส้เล็ก และการย่อยในลำไส้เล็ก

หลังจากอาหารอยู่ในกระเพาะ 1 – 3 ชั่วโมงแล้ว อาหารที่ถูกย่อยจนเหลวและเรียกว่า ไคม์ (chime) จะถูกส่งเข้าไปในลำไส้เล็ก ซึ่งมีรูปร่างคล้ายท่อขดไปมาอยู่ในช่องท้อง หากดึงออกมาวัดจะพบว่ายาวประมาณ 7 เมตร ลำไส้เล็กเป็นบริเวณที่มีการย่อยอาหารทุกชนิดจนสมบูรณ์ และเป็นบริเวณที่มีการดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วเข้าสู่กระแสเลือด แลท่อน้ำเหลือ ยกเว้นแอลกอฮอล์ ที่ถูกดูดซึมที่กระเพาะ ลำไส้เล็กประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนต้นที่ติดกับกระเพาะอาหารนั้นมีความยาวราว ๆ 30 เซนติเมตร เรียกส่วนนี้ว่า **ดูโอดีนัม (duodenum)** มีลักษณะโค้งคล้ายตัว C ซึ่งได้รับของเหลวจาก 3 แหล่ง คือ **น้ำย่อยจากตับอ่อน (pancreatic juice) น้ำดี (bile)** ซึ่งสร้างจากตับแล้วส่งไปเก็บไว้ในถุงน้ำดี (gall bladder) และส่งเข้าสู่ลำไส้เล็กส่วนนี้ และน้ำย่อยจากตัวลำไส้เล็กเอง (intestinal secretion) อีก 2 ส่วน คือ **เจจูนัม (jejunum)** และ**ไอเลียม (ileum)** เจจูนัมอยู่ระหว่าง ดูโอดีนัมและไอเลียม ยาวประมาณ 2.5 เมตร และไอเลียมยาวประมาณ 3.5 เมตร ส่วนท้ายของ ไอเลียมไปติดต่อกับลำไส้ใหญ่ส่วน ซีกัม (cecum)

3.5 ตับอ่อน (Pancreas)

ตับอ่อนเป็นอวัยวะที่ยึดติดกับเยื่อตรงบริเวณส่วนโค้งของดูโอดินัม และวางตัวทอดขวางช่องท้อง และอยู่หลังกระเพาะอาหาร มีความยาวประมาณ 12 – 15 เซนติเมตร ทำหน้าที่เป็นทั้งต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อ ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) จะสร้างฮอร์โมนอินซูลิน (insulin) และกลูคากอน (glucagons) เพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือด ส่วนที่เป็นต่อมมีท่อ (exocrine gland) จะสร้างของเหลวที่เกี่ยวกับการย่อยอาหาร (pancreatic juice) วันละประมาณ 1,200 – 1,500 มิลลิลิตร ซึ่งมี 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

ก. ลิเพสจากตับอ่อน (Pancreatic lipase หรือ steapsin) ทำหน้าที่ย่อยไขมันไตรกลีเซอไรด์ให้เป็นกลีเซอรอล และกรดไขมันอิสระ ที่ถูกดูดซึมเข้าร่างกายได้ ไขมันก่อนที่จะถูกย่อยด้วย ลิเพสจะต้องถูกกระตุ้นด้วยเกลือของน้ำดี (bile salt) ให้แตกเป็นเม็ดเล็ก ๆ เรียกว่า emulsified fat ซึ่งจะไม่กลับมารวมกันอีก จึงมีพื้นที่ผิวมากขึ้นและรวมกับน้ำมากขึ้น ทำให้เอนไซม์ลิเพสเข้ามาย่อยได้

ข. อะไมเลสจากตับอ่อน (Pancreatic amylase) ทำงานได้ดีที่ pH 7.1 ทำหน้าที่ย่อยคาร์โบไฮเดรต พวกแป้งและไกลโคเจนให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว และโมเลกุลคู่โดยเฉพาะเป็นมอลโทส

ค. เอนไซม์ย่อยโปรตีนจากตับอ่อน (Pancreatic proteolytic enzyme) ซึ่งมีหลายชนิด เช่น ทริปซิโนเจน (trypsinogen) , ไคโมทริปซิโนเจน (chymotrysinogen) โพรคาร์บอกซีเพปทิเดส (procarboxypeptidase) เอนไซม์เหล่านี้ อยู่ในรูปของโพรเอนไซม์ (proenzyme) ยังทำงานไม่ได้ เพื่อป้องกันไม่ให้ย่อยเซลล์ตับอ่อนเอง เมื่อหลั่งโพรเอนไซม์เหล่านี้เข้าสู่ดูโอดีนัมแล้ว จะเปลี่ยนเป็นเอนไซม์ที่ว่องไวทำงานได้จะต้องมีเอนไซม์**เอนเทอโรไคเนส (enterokinase)** ที่ลำไส้เล็กสร้างขึ้นเอง มาเปลี่ยนทริปซิโนเจนให้เป็น**ทริปซิน (trypsin)** และทริ

ปซินปริมาณเล็กน้อยนี้จึงกลับมาเปลี่ยนทริปซิโนเจนให้เป็นทริปซินมากขึ้น และทริปซินนี้จึงไปเปลี่ยนไคโมทริปซิโนเจนให้เป็น**ไคโมทริปซิน (chymotrypsin)** และเปลี่ยนโพรคาร์บอกซีเพปทิเดสให้เป็น**คาร์บอกซีเพปทิเดส (carboxypeptidase)**

Trypsin ⟶ trysin

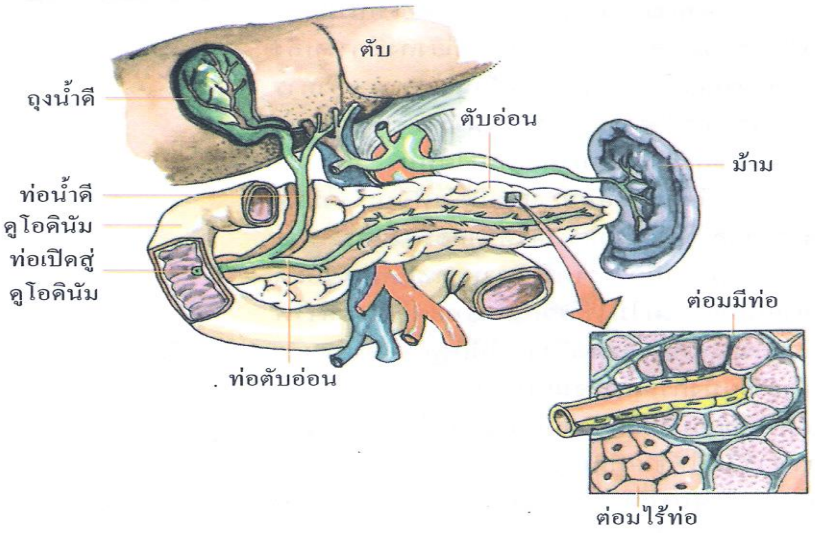
Chymotrypsinogen ⟶ chymotrypsin

Procarboxypeptidase ⟶ carboxypeptidase

ทั้งทริปซินและไคโมทริปซิน เป็น**เอนโดเพปทิเดส (endopeptidase)** คือ ย่อยโปรตีน หรือพอลิเพปไทด์ ให้เป็นเพปไทด์ขนาดเล็ก โดยย่อยพันธะเพปไทด์จากด้านในของสายเพปไทยด์
ส่วนคาร์บอกซีเพปทิเดส เป็น**เอกโซเพปทิเดส (exopeptidase)** คือ ย่อยโปรตีนหรือพอลิเพปไทด์จากปลายสายเพปไทด์ที่มีหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) ให้กรดอะมิโนหลุดออกมาเป็นอิสระ
นอกจากนี้ตับอ่อนยังมีเอนไซม์ชนิดอื่นอีก คือ

- **อิลาสเทส (Elastase)** ย่อยเนื้อเยื่ออิลาสติก และโปรตีนให้เป็นพอลิเพปไทด์ และไดเพปไทด์ โดยสร้างขึ้นในรูปของโพรเอนไซม์ **โพรอิลาสเทส (proelastase)** และจะถูกกระตุ้นด้วยทริปซินให้เป้นอิลาสเทส ซึ่งย่อยพันธะเพปไทด์จากด้านในของสายเพปไทด์ (เป็น endopeptidase)
- **นิวคลีเอส (Nuclease)** มีทั้งดีออกซีไรโบนิวคลีเอส(deoxyriboNuclease) ที่ย่อย DNA และไรโบนิวคลีเอส (riboNuclease) ที่ย่อย RNA ผลการย่อยจะได้นิวคลีโอไทด์
- **เลซิทิเนส (Lecitinase)** ย่อยเลซิทิน (lecithin) ให้เป็นไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) และฟอสโฟริลโคลีน(phosphorylcholine)

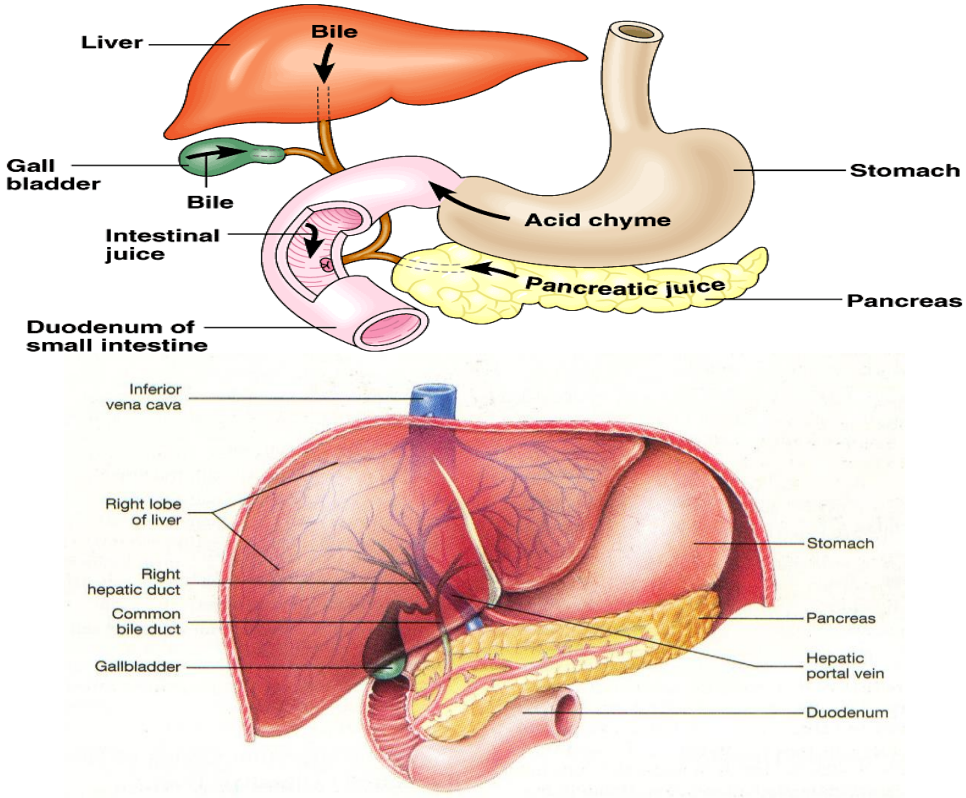
สารที่หลั่งจากตับอ่อน (Pancreatic juice) ไม่ได้มีเฉพาะเอนไซม์ย่อยอาหารเท่านั้น แต่ส่วนใหญ่จะเป็นแร่ธาตุ ที่มีประจุทั้งประจุบวกและประจุลบ สารประจุบวก ได้แก่ Na^{+} , K^{+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} สารประจุลบ ได้แก่ Cl^{-} , HCO^{-}_{3} , SO_4^{2-} , HPO^{2-}_{4} เป็นต้น
นอกจากนี้ตับอ่อนยังหลั่ง **โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$)** ที่มีฤทธิ์เป็นเบส ทำให้ลำไส้มีสภาวะเป็นเบสด้วย เหมาะแก่การทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหาร



รูปที่ 53 แผนภาพแสดงตำแหน่งกระเพาะอาหาร ตับ
ลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัม ตับอ่อน ถุงน้ำดี

3.6 ตับ (Liver)

ตับมีหน้าที่สร้างน้ำดี (bile) และนำไปเก็บที่ถุงน้ำดี (gall bladder) เมื่อเวลาย่อยอาหาร น้ำดีจึงถูกส่งเข้าสู่ดูโอดีนัม น้ำดีมีฤทธิ์เป็นเบสอ่อน ๆ ประกอบด้วยเกลือน้ำดี (bile salt) ซึ่งช่วยให้ไขมันแตกตัวเป็นหยดไขมันเล็ก ๆ และละลายน้ำได้ในรูปอิมัลชัน (emulsion) ทำให้มีพื้นที่ผิวมากขึ้น เพื่อให้เอนไซม์ลิเพสย่อยได้ง่าย น้ำดีมีสีเขียวแกมเหลือง เพราะมี**รงควัตถุ** (bile pigment) ที่เหลือจากการทำลางเม็ดเลือดแดงที่หมดอายุแล้ว และแยกเหล็กออกไปสร้างฮีโมโกลบินได้ใหม่ รงควัตถุในน้ำดีจะถูกขับออกมากับอุจาระ ทำให้อุจจาระมีสีเหลือง นอกจากตับจะมีหน้าที่ทำลายเม็ดเลือดแดงที่อายุครบกำหนดแล้ว ยังมีหน้าที่สะสมไกลโคเจนที่เปลี่ยนมาจากกลูโคส และเปลี่ยนแอมโมเนียซึ่งเป็นสารพิษที่เกิดจากการใช้กรดอะมิดนของเซลล์ให้เป็นยูเรีย และยังมีทำหน้าที่ทำลายสารพิษ และควบคุมเมแทบอละซึมของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันด้วย



รูปที่ 54 แผนภาพแสดงตำแหน่งกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก และอวัยวะที่อยู่ใกล้เคียง

3.7 ลำไส้เล็ก (Small intestine)

จะสร้างน้ำย่อยหลายชนิด ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นน้ำและแร่ธาตุถึง 98 % ได้แก่ Na^{+} , K^{+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^{-} , HCO^{-}_{3} , SO_4^{2-} , HPO^{2-}_{4} และสารอินทรีย์เพียง 2 % ซึ่งเป็นสารเมือก (mucus) และเอนไซม์

เอนไซม์ที่สำคัญในการย่อยอาหาร ได้แก่

ก. เอนเทอโรไคเนส (enterokinase) หรือ **เอนเทอโรเพปทิเดส (enteropeptidases)** ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้น (activator) การเปลี่ยนทริปซิโนเจนให้เป็นทริปซิน

ข. ไดแซคคาไรเดส (disaccharidases) เอนไซม์ย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) ได้แก่

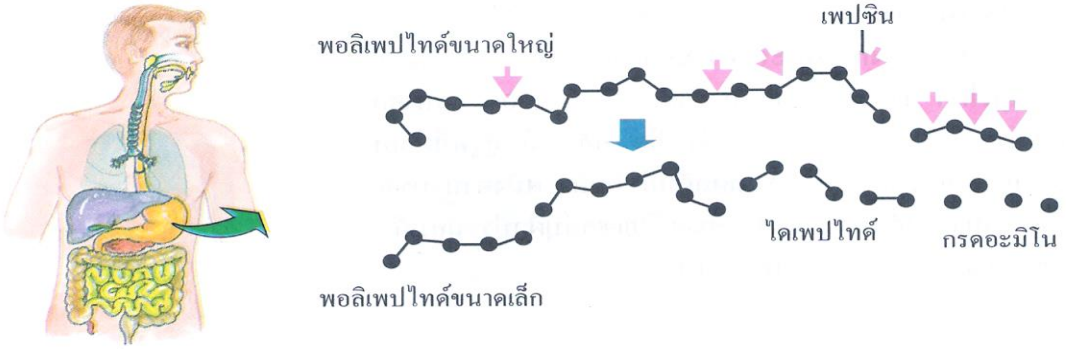
ซูเครส (sucrase) ย่อยซูโครส ให้เป็นกลูโคสและฟรักโทส

มอลเทส (maltase) ย่อยมอลโทส ให้เป็นกลูโคส 2 โมเลกุล

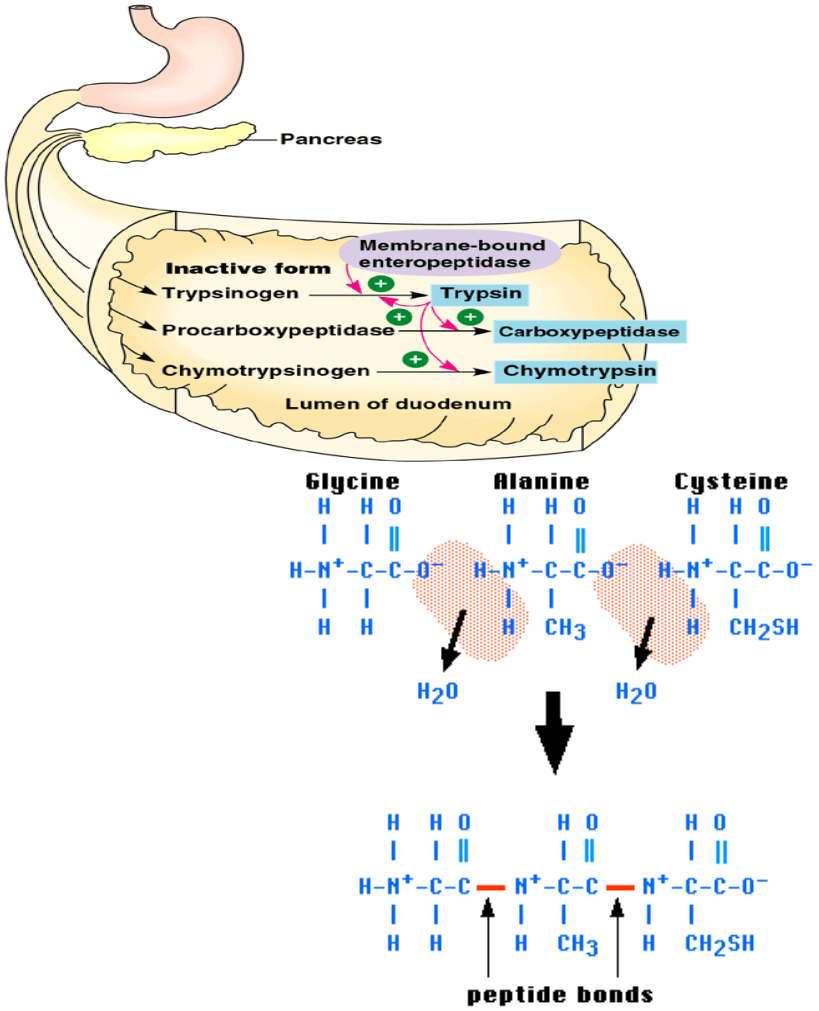
แลกเทส (lactase) ย่อยแลกโทส ให้เป็นกลูโคสและกาแลกโทส

ค. อะมิโนเพปทิเดส (aminopeptidases) ย่อยสลายพอลิเพปไทด์ ทางด้านที่มีหมู่อะมิโน (- NH_2) ให้ได้กรดอะมิโนออกมา ทำให้สายพอลิเพปไทด์ค่อย ๆ สั้นลง

ง. ไดเพปทิเดส (dipeptidases) ย่อยไดเพปไทด์ (dipeptide) ให้เป็นกรดอะมิโน 2 โมเลกุล



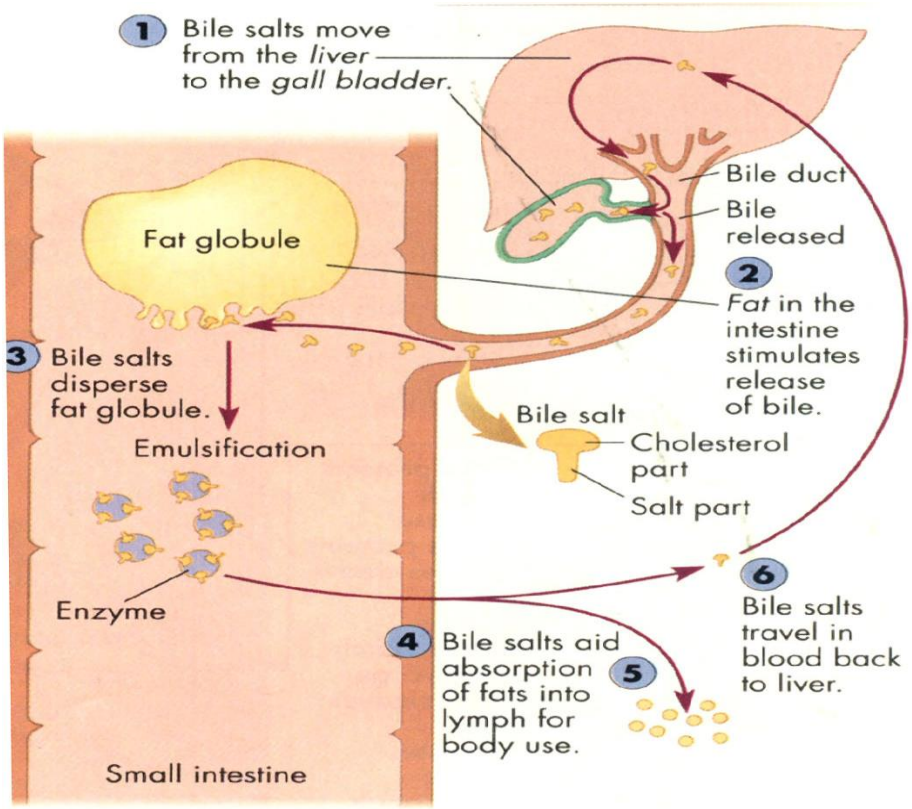
รูปที่ 55 การย่อยโปรตีนในกระเพาะอาหารและในลำไส้เล็กในกระเพาะเพปซินย่อยโปรตีนบริเวณที่เป็นพันธะของไทโรซีน (Tyr) และเฟนีลอะละนีน (Phe)ในสายโปรตีนโดยการใช้น้ำ ที่เรียกว่าไฮโดรลิซิสเมื่ออาหารเคลื่อนที่ไปยังลำไส้เล็กซึ่งมีเอนไซม์ทริปซินและไคโมทริปซินทำลายพันธะอื่น ๆ ส่วนปลายพันธะที่มีหมู่อะมิโน และหมู่คาร์บอกซีลของสายเพปไทด์นั้นถูกย่อยโดยเอนไซม์อะมิโนเพปทิเดส และคาร์บอกซีเพปทิเดสตามลำดับ สำหรับไดเพปไทด์ที่เหลือจะถูกย่อยโดยเอนไซม์ไดเพปทิเดสเป็นกรดอะมิโนโมเลกุลเดี่ยว



การย่อยโปรตีนในลำไส้เล็ก

กระบวนการย่อยทางเคมีที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่า การสลายพันธะเคมีด้วยเอนไซม์นั้นทุก ๆ พันธะจะต้องใช้น้ำ 1 โมเลกุลเข้าร่วมปฏิกิริยาอยู่ด้วย

เมื่ออาหารถูกย่อยในดูโอดีนัมแล้วจะถูกบีบไล่ไปสู่ลำไส้เล็กส่วนถัดไป คือ เจจูนัม (jejunum) และไอเลียม (ileum) การเพิ่มพื้นที่ผิวของลำไส้เล็กทำได้โดยการ ทำให้ผนังด้านในยื่นออกมาคล้ายนิ้วมือ เรียกว่า วิลลัส (villus) ในพื้นที่เพียง 1 ตารางมิลลิเมตร มีวิลลัสระหว่าง 20 – 40 อัน ในวิลลัสแต่ละอันจะมีหลอดเลือดฝอย และเส้นน้ำเหลือง (lacteal) สำหรับรับอาหารโมเลกุลเล็กที่ถูกย่อยแล้ว ดังรูปที่ 56



การย่อยไขมันในลำไส้เล็ก

3.8 การดูดซึมสารอาหารของลำไส้เล็ก

การดูดซึมสารอาหารที่ถูกย่อยเป็นโมเลกุลเล็กแล้ว เพื่อนำไปยังเซลล์ต่าง ๆ ที่อยู่ทั่วร่างกาย บริเวณ

ทางเดินอาหารส่วนแรกที่มีการดูดซึมสารอาหารคือกระเพาะอาหารซึ่งมีการดูดซึมสารที่ละลายในไขมันได้ดี เช่น แอลกอฮอล์ และยาบางชนิด ส่วน **สารอาหารโมเลกุลเล็ก** ได้แก่ กรดอะมิโน กรดไขมัน กลีเซ

อรอล และน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว รวมทั้งน้ำ วิตามิน และแร่ธาตุดูดซึมที่ลำไส้เล็กได้ดีที่สุด ผนังด้านในของลำไส้เล็กมีลักษณะเป็นคลื่น มีตุ่มเล็ก ๆ ยื่นออกมาคล้ายนิ้วมือ ที่เรียกว่า **วิลไล (villi)** หรือ **วิลลัส (villus)** (รูปที่ 56) ในพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร มีวิลไลประมาณ 20 – 40 อัน ดังนั้นจึงมีประมาณ 5 ล้านวิลไลตลอดลำไส้เล็ก เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวให้อาหารมาสัมผัสและถูกดูดซึม นอกจากนั้นยังมีการเพิ่มพื้นที่ผิวโดยบริเวณด้านนอกของเซลล์เยื่อบุผิวของวิลไลมี ไมโครวิลไล (microvilli) ยื่นออกไปประมาณกันว่ามีพื้นที่เพิ่มขึ้น ประมาณ 600 ตารางเมตร

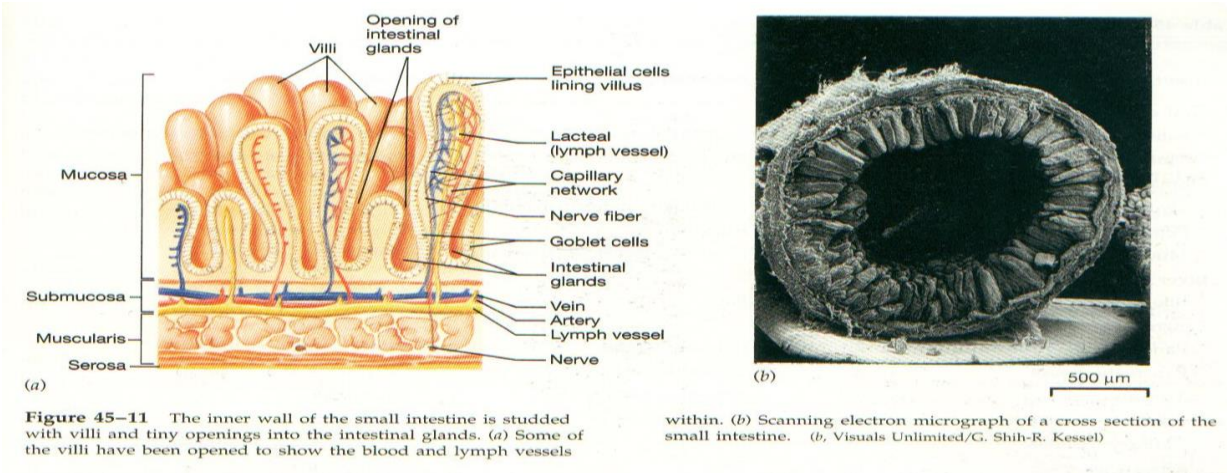
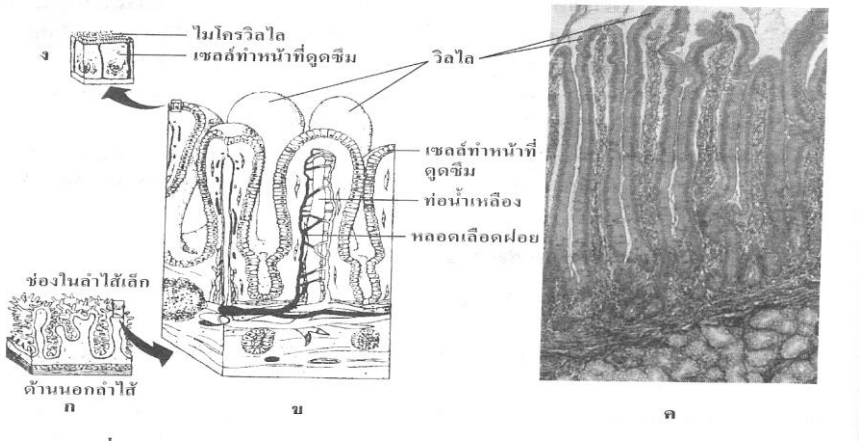


Figure 45–11 The inner wall of the small intestine is studded with villi and tiny openings into the intestinal glands. (*a*) Some of the villi have been opened to show the blood and lymph vessels within. (*b*) Scanning electron micrograph of a cross section of the small intestine. (*b*, Visuals Unlimited/G. Shih-R. Kessel)

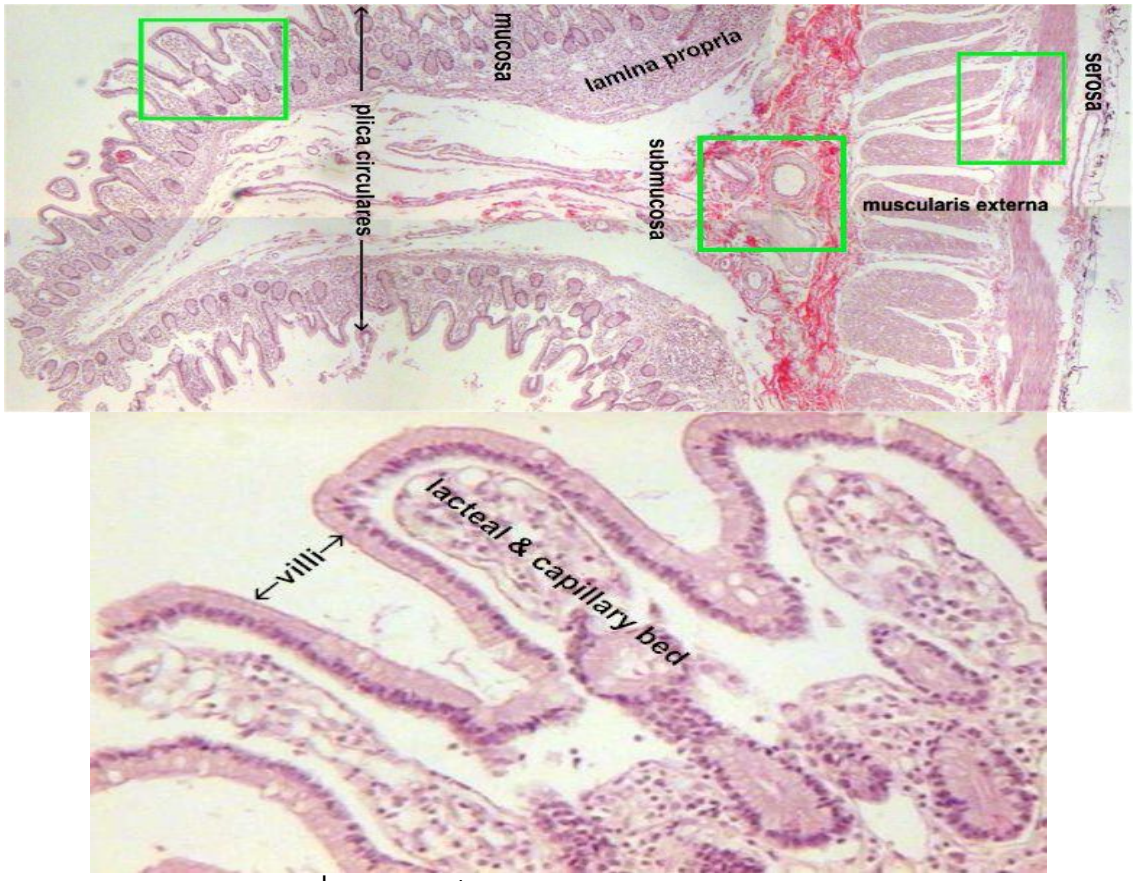


รูปที่ 56 แผนภาพแสดงผนังด้านในลำไส้เล็ก

ก. ตัดตามขวาง แสดงให้เห็นตำแหน่งวิลไล

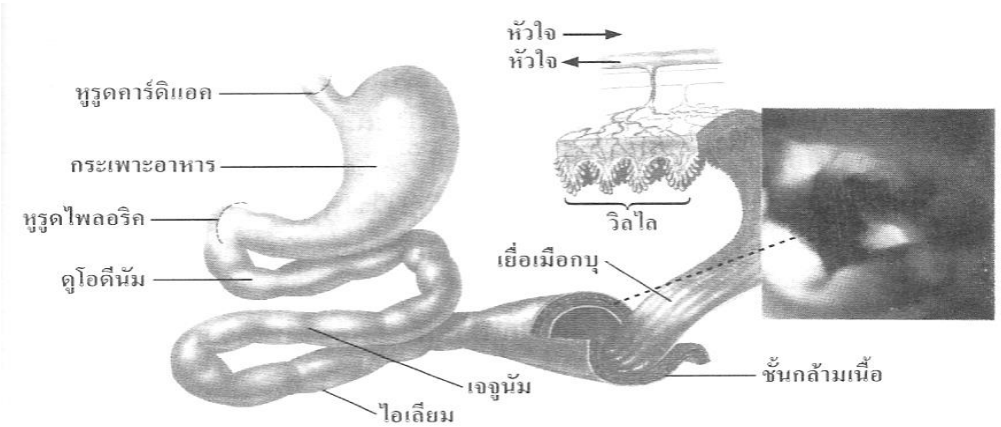
ข. ขยายใหญ่ (ค) ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

ค. แผนภาพแสดงไมโครวิลไล



รูปที่ 57 ลำไส้เล็กตัดตามขวาง แสดงวิลไลมากมาย

ลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัมเป็นบริเวณที่ดูดซึมสารอาหารเกือบทุกชนิดรวมทั้งวิตามินหลายชนิด ส่วนเจจูนัมดูดซึมสารอาหารพวกไขมัน และส่วนไอเลียมดูดซึมเกลือน้ำดีและวิตามินบี 12

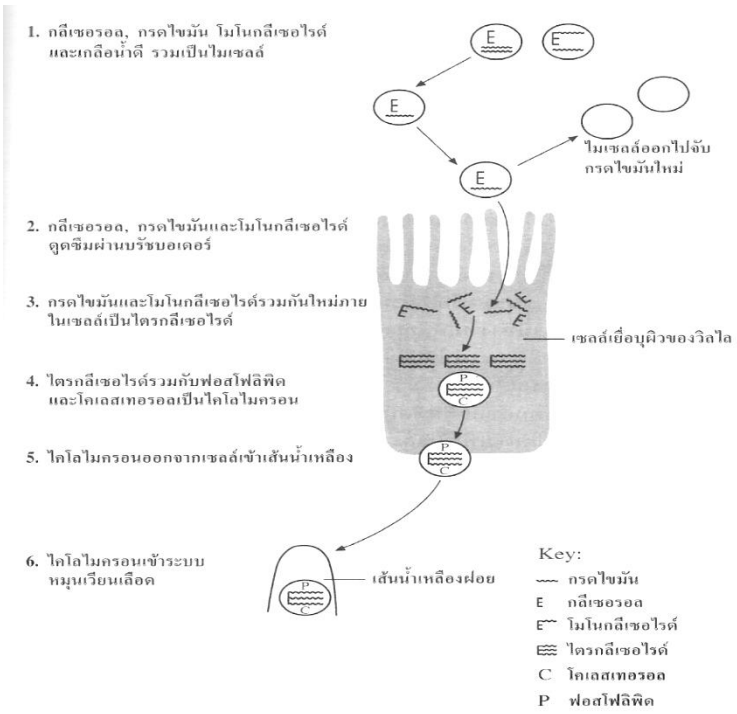


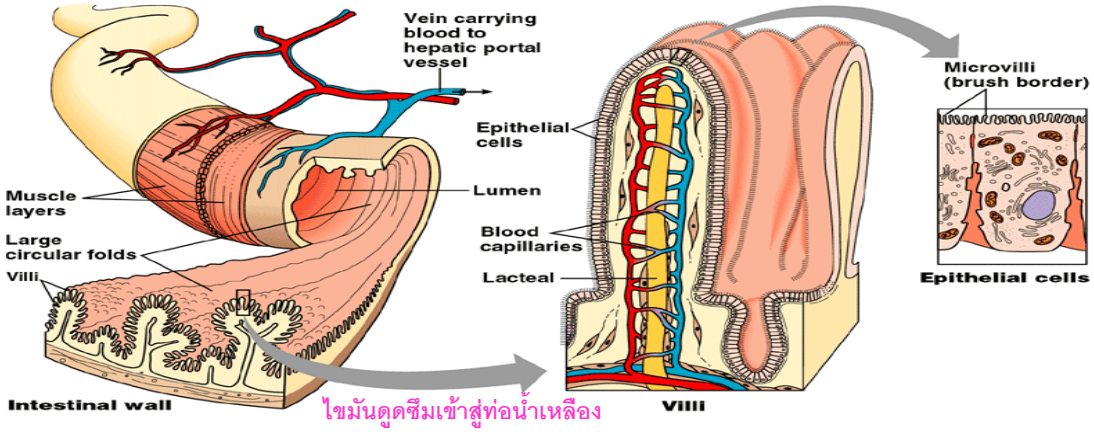
รูปที่ 58 แสดงส่วนต่าง ๆ ของลำไส้เล็ก คือ ดูโอดีนัม เจจูนัม และไอเลียม ภายในลำไส้มีการเพิ่มพื้นที่โดยการพับไปมา และการสร้างวิลไล

ภายในวิลลัสแต่ละอัน (วิลลัสเป็นเอกพจน์ วิลไลเป็นพหูพจน์) มีหลอดเลือดฝอย (capillary) และเส้นน้ำเหลืองฝอย (lacteal) หลอดเลือดฝอยในวิลลัสนี้ สานเป็นร่างแห ทำหน้าที่รับสารอาหารโมเลกุลเล็ก เช่น กรดอะมิโน น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กรดไขมันโมเลกุลเล็ก น้ำและวิตามิน ในระยะแรกสารอาหารเหล่านี้มีความเข้มข้นสูง จึง**แพร่**ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ไปได้ แต่เมื่อย่อยอาหารเกือบหมดแล้ว ความเข้มข้นของสารอาหารในลำไส้เล็กจะน้อยกว่าในหลอดเลือดฝอย การนำอาหารเข้าสู่หลอดเลือดจึงเป็นกระบวนการแอกทีฟทรานสปอร์ต นอกจากนี้สารอาหารยังเข้าสู่หลอดเลือดฝอยและเส้นน้ำเหลืองฝอยโดยวิธี**แพร่แบบ ฟาซิลิเทต หรือ พิโนไซโทซิส**

สำหรับไขมันที่ถูกย่อยในดูโอดีนัมโดยเอนไซม์ลิเพสจากตับอ่อนแล้วจะถูกย่อยเป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล ไขมันบางชนิดอาจไม่ยอยจนสมบูรณ์ แต่จะได้แค่โมโนกลีเซอไรด์ ทั้งกรดไขมีนอิสระ โมโนกลีเซอไรด์ และเกลือน้ำดีจะรวมกันเป็น **ไมเซลล์ (micelle)** เพื่อดูดซึมเข้าเซลล์เยื่อบุผิวของวิลไลได้ดีขึ้น โมโนกลีเซอไรด์ และกระไขมันจะละลายในไขมันที่เยื่อหุ้มเซลล์ และแพร่เข้าสู่เซลล์ เมื่อ ไม่เซลล์เข้าสู่เซลล์แล้ว โมโนกลีเซอไรด์จะรวมกับฟอสโฟลิพิด โคเลสเทอรอล และมีโปรตีนล้อมรอบไว้กลายเป็นก้อน**ไคโลไมครอน (chylomicron)** แล้วจึงออกจากเซลล์โดยวิธีเอกโซไซโทซีส แล้วเข้าสู่เส้นน้ำเหลือง(lacteal) จากนั้นเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดผ่านตับและเข้าสู่หัวใจต่อไป (ดังรูปที่ 59)

ส่วนกลีเซอรอลจะดูดซึมเข้าสู่หลอดเลือดฝอย เช่นเดียวกับกรดอะมิโนกรดไขมันขนาดเล็กและโมโนแซ็กคาไรด์





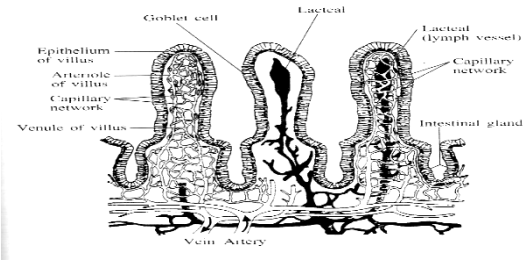
รูปที่ 59 กระบวนการดูดซึมไขมันที่เยื่อบุผิวลำไส้

จากหลอดเลือดฝอย เลือดนำอาหารโมเลกุลเล็ก ๆ เหล่านั้นออกจากวิลไล เข้าสู่หลอดเลือดเฮพาติกพอร์ตัลเวน (hepatic portal vein) ซึ่งนำไปสู่ตับอัตราการไหลของหลอดเลือดนี้ประมาณนาทีละ 1 ลิตร อาหารที่ออกมาจากตับจะมีปริมาณต่างกับที่มีอยู่ในเฮพาติกพอร์ตับเวน เพราะมีการเปลี่ยนแปลงและสะสมอาหารบางอย่าง รวมทั้งสารพิษที่ติดมากับอาหารเอาไว้ที่ตับ

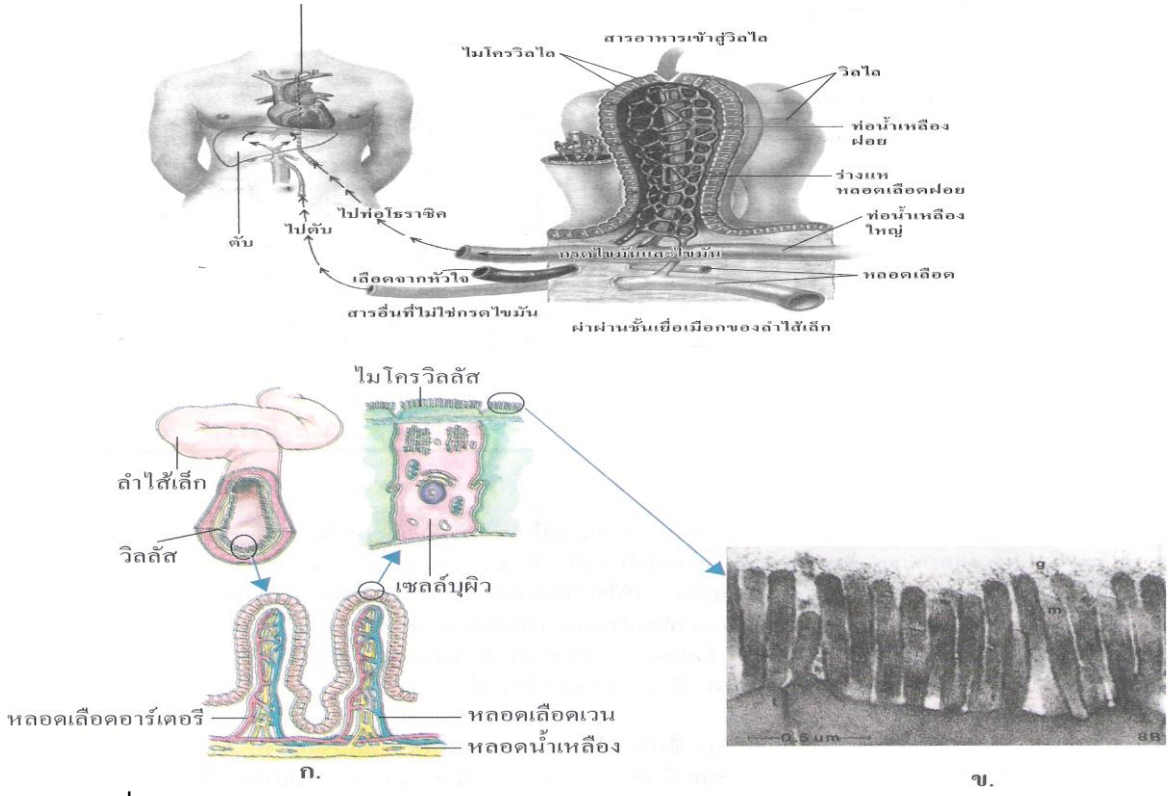
ไขมันที่ถูกดูดซึมเข้าทางเส้นน้ำเหลือง หรือเข้าทางหลอดเลือดฝอยจะรวมกันเข้าสู่กระแสเลือดเพื่อนไปใช้ประโยชน์ เช่น เป็นแหล่งพลังงาน เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ และโครงสร้างอื่น ๆ ของเซลล์ ไขมันบางส่วนเปลี่ยนเป็นกลูโคส หรือไกลโคเจน และกรดอะมิโนบางชนิด ไขมันบางส่วนที่เหลืออยู่จะเก็บสะสมไว้ใน**เซลล์เก็บไขมัน (adipose cell หรือ fat cell)** ที่อยู่ตามหน้าท้อง สะโพก ต้นขา หรือใต้ผิวหนัง และยังสะสมไว้ตามอวัยวะ เช่น หัวใจ ไต ทำให้อวัยวะเหล่านี้ทำงานได้น้อยลง การที่ร่างกายสะสมไขมันไว้มากทำให้ระดับไขมันในเลือดสูงขึ้น และทำให้เกิดโรคอ้วน (obesity)

ส่วนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว หรือโมโนแซ็กคาไรด์ เมื่อดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดแล้ว จะถูกลำเลียงไปที่ตับ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีมากเกินพอ จะเก็บสะสมไว้เป็นไกลโคเจนที่ตับและกล้ามเนื้อ เมื่อร่างกายต้องการกลูโคส ไกลโคเจนในตับจะเปลี่ยนกลับมาเป็นกลูโคส และลำเลียงไปยังกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อที่ต้องการกลูโคส เพื่อสลายกลูโคสให้เป็นพลังงานนำไปใช้ในกิจกรรมของเซลล์

กรดอะมิโนที่ดูดซึมจากลำไส้เล็ก หรือที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นจากอาหารอื่น จะนำไปสร้างเป็นโปรตีนที่ร่างกายต้องการ เช่น เป็นส่วนประกอบเซลล์ เนื้อเยื่อของร่างกาย จึงทำให้ร่างกายเจริญเติบโต ไปสร้างเซลล์ใหม่แทนเซลล์ที่ชำรุดตายไป ไปสร้างฮอร์โมนและเอนไซม์ที่ควบคุมการทำงานของร่างกาย เป็นต้น ตามปกติ ร่างกายจะใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานอันดับแรกแต่ถ้าร่างกายขาดแคลนคาร์โบไฮเดรต จึงจะนำไขมันและโปรตีนมาใช้เป็นแหล่งพลังงานในอันดับถัดไป โปรตีนที่มีมากเกินความต้องการของร่างกาย ตับจะเปลี่ยนโปรตีนนี้ให้เป็นไขมัน สะสมไว้ในเนื้อเยื่อบางชนิด โดยดึงหมู่อะมิโน ($-NH_2$) ออกจากโปรตีนเสียก่อน ตับจะเปลี่ยนหมู่อะมิโนให้เป็นยูเรีย เพื่อขับออกมาทางปัสสาวะ



รูปที่ 60 แผนภาพวิลไลของลำไส้เล็ก



รูปที่ 61 แสดงส่วนประกอบภายในของวิลไลและการดูดซึมสารอาหารเข้าสู่ร่างแหของหลอดเลือดฝอยและท่อน้ำเหลือง สำหรับไขมันจะถูกลำเลียงไปตามท่อน้ำเหลืองเข้าสู่ท่อน้ำเหลืองโธราซิคก่อนเข้าหัวใจห้องบนขวาปนกับเลือด ส่วนกรดอะมิโน โมโนแซ็กคาไรด์เข้าหลอดเลือดส่งไปยังตับ เพื่อทำลายพิษก่อนส่งเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา

3.9 ลำไส้ใหญ่

ลำไส้ใหญ่เองไม่มีต่อมสร้างน้ำย่อย แต่มีต่อมสร้างน้ำเมือกที่ผนังด้านในของลำไส้ใหญ่ เซลล์บุผิวของผนังลำไส้ใหญ่สามารถดูดน้ำ เกลือแร่ วิตามิน และกลูโคสจากอาหาร นอกจากนั้นในลำไส้ใหญ่ซึ่งยาวประมาณ 1.5 เมตร นี้ยังเต็มไปด้วยแบคทีเรีย แบคทีเรียบางพวกสามารถย่อยกากอาหารให้เป็นประโยชน์ต่อร่างกายได้โดยวิตามินบี 12 และวิตามินเค

ช่วงที่ลำไส้ใหญ่ต่อกับลำไส้เล็กนั้น เรียกว่า **ซีกัม (caecum)** บริเวณใกล้ ๆ กันมีส่วนของลำไส้ใหญ่ยื่นออกมาเป็นหลอดเล็ก ๆ เรียกว่า **ไส้ติ่ง (vermiform appendix)** ในคนไส้ติ่งไม่มี

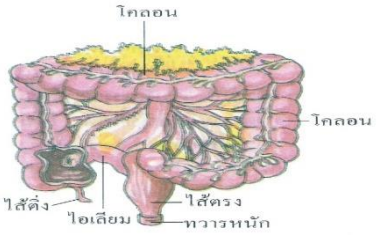
หน้าที่เกี่ยวกับย่อยอาหาร หากเป็นพวกสัตว์กินพืช จึงทำหน้าที่ช่วยในการย่อยอาหารพวกเซลลูโลสได้ ในคนไส้ติ่งอาจมีเศษอาหาร เช่น เมล็ดมะเขือ เมล็ดฝรั่งหล่นเข้าไปทำให้เกิดการอักเสบ ซึ่งมีอาการปวดบริเวณท้องน้อยทางด้านขวา ต้องรีบไปพบแพทย์ทันทีที่เกิดอาการ มิฉะนั้นมีอันตรายถึงตายได้

ลำไส้ใหญ่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนต้นที่เรียกว่า **ซีกัม** ส่วนถัดไปที่โค้งเป็นรูป ก เรียกว่า **โคลอน (colon)** และส่วนสุดท้ายก่อนเปิดออกสู่ทวารหนัก (anus) เรียกว่า **ไส้ตรง (rectum)** เป็นบริเวณที่กากอาหารมาอยู่ก่อนจะถ่ายออกไป ที่ทวารหนักมีกล้ามเนื้อหูรูดแข็งแรงมาก ทั้งหูรูดชั้นนอก (external anal sphincter) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อลายที่ควบคุมได้ และหูรูดชั้นใน (internal anal sphincter) ที่เป็นกล้ามเนื้อเรียบอยู่นอกอำนาจจิตใจ เมื่อกากอาหารลงมาถึงทวารหนัก หูรูดนี้จะคลายตัวออก

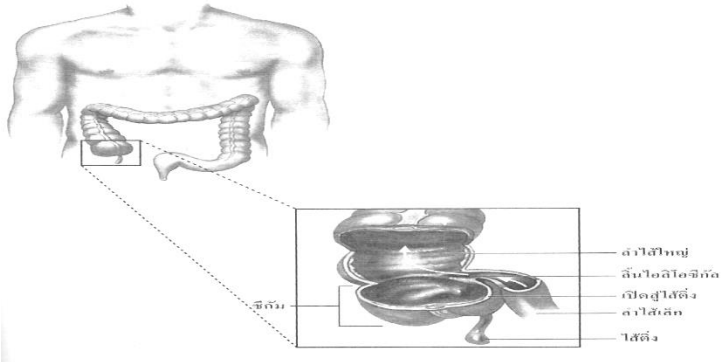
ส่วนของโคลอน ไม่มีวิลไล และไม่มีต่อมสร้างน้ำย่อย โคลอนมีต่อมหลั่งน้ำเมือก (mucus) ออกมาเท่านั้นเพื่อมาเคลือบกากอาหาร ทำให้ขับถ่ายสะดวก ทำหน้าที่สำคัญของโคลอนคือดูดน้ำ โซเดียม และเกลือแร่ต่าง ๆ

หน้าที่ของลำไส้ใหญ่คือ ดูดซึมน้ำ เกลือแร่ วิตามิน กลูโคส กลับคืนร่างกาย และทำให้กากอาหารข้นขึ้น และสร้างเมือกมาเคลือบอุจจาระ จึงถ่ายได้สะดวก

ตามปกติอาหารที่กินเข้าไปจะไปถึงซีกัม ใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง และไปถึงโคลอนต้องใช้เวลาประมาณ 8 – 9 ชั่วโมง และใช้เวลา 12 ชั่วโมง กากอาหารจึงจะมาถึงไส้ตรง เมื่อกากอาหารมาถึงไส้ตรงจะทำให้ไส้ตรงยืดตัวออกมีความดันเพิ่มขึ้น ทำให้อยากถ่ายอุจจาระ



รูปที่ 62 แผนภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ของลำไส้ใหญ่



รูปที่ 63 ลำไส้ใหญ่รับของเสียที่ไม่ถูกดูดซึมกับน้ำจากลำไส้เล็กผ่านมาทางลิ้นไอลิโอซีกัลแล้วดูดน้ำไปใช้ได้ ลำไส้ใหญ่ส่วนต้น (ซีกัม) มีไส้ติ่งซึ่งเป็นท่อตันเล็ก ๆ ติดอยู่

จากเรื่องการย่อยอาหารนี้จะเห็นว่าในสัตว์หรือสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ การย่อยอาหารและการดูดซึมอาหารไม่ซับซ้อนเท่าสัตว์ชั้นสูง ซึ่งมีโครงสร้างซับซ้อนรวมทั้งมีการย่อยเชิงกลและการย่อยทางเคมี

ตารางสรุปการย่อยคาร์โบไฮเดรต

บริเวณ	**แหล่งสร้างเอนไซม์**	**กระบวนการย่อย**
ปาก	ต่อมน้ำลาย	**อะไมเลส** พอลิแซ็กคาไรด์ (เช่น แป้ง) ⟶ มอลโทส + เดกซ์ทริน **ในปาก**
กระเพาะ-อาหาร		การย่อยที่ปากต่อเนื่องมาจากจนพบกับกรดจากกระเพาะ ในกระเพาะไม่มีการย่อยคาร์โบไฮเดรต
ลำไส้เล็ก	ตับอ่อน	**อะไมเลส** พอลิแซ็กคาไรด์ที่ยังไม่ได้ย่อย ⟶ มอลโทสและเดกซ์ทริน **จากตับอ่อน**
บรัช บอร์เดอร์	ลำไส้เล็ก	ย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว **มอลเทส** มอลโทส ⟶ กลูโคส + กลูโคส (น้ำตาลมอลต์) **ซูเครส** ซูโคส ⟶ กลูโคส + ฟรักโทส (น้ำตาลทราย) **แลกเทส** แลกโทส ⟶ กลูโคส + กาแลกโทส (น้ำตาลในน้ำนม)

ตารางสรุปการย่อยโปรตีน

บริเวณ	แหล่งสร้างเอนไซม์	กระบวนการย่อย
กระเพาะ-อาหาร	กระเพาะ-อาหาร (gastric gland)	**เพปซิน** โปรตีน ⟶ พอลิเพปไทด์
ลำไส้เล็ก (ช่องทางเดินอาหาร)	ตับอ่อน	พอลิเพปไทด์ ไดเพปไทด์ A-A + A-A-A-A-A **ทริปซิน** ไตรเพปไทด์ A-A-A A-A-A-A-A **ไมโครทริปซิน** ไดเพปไทด์ **ไดเพปทิเดส** กรดอะมิโน A-A A A A
บรัชบอร์เดอร์	ลำไส้เล็ก	ไตรเพปไทด์ A-A-A **เพปทิเดส** กรดอะมิโน ไดเพปไทด์ A- A A A A A A

A = กรดอะมิโน

ตารางสรุปการย่อยอาหารทางเคมีของส่วนต่าง ๆ ในทางเดินอาหาร

เอนไซม์	ต่อมหรืออวัยวะ	pH ที่เหมาะสม	สารที่ถูกย่อย	ผลที่ได้จากการย่อย
อะไมเลส	ต่อมน้ำลาย	6.4-6.8	แป้ง	มอลโทส
เพปซิน (หลั่งในรูปเพปซิโนเจน)	กระเพาะอาหาร	2	โปรตีน	พอลิเพปไทด์ และเพปไทด์
อะไมเลส	ตับอ่อน	7-8	แป้ง	มอลโทส
ลิเพส	ตับอ่อน, กระเพาะอาหาร	7-8	ไขมัน	กลีเซอรอล และกรดไขมัน
ทริปซิน(หลั่งในรูปทริปซิโนเจน)	ตับอ่อน	7-8	โปรตีน	เพปไทด์ และกรดอะมิโน
ไคโมทริปซิน (หลั่งในรูปไคโมทริปซิโนเจน)	ตับอ่อน	7-8	พอลิเพปไทด์	
คาร์บอกซิเพปทิเดส (หลั่งในรูปโพรคาร์บอกซิเพปทิเดส)	ตับอ่อน	7-8	เพปไทด์	เพปไทด์ และกรดอะมิโน
เพปทิเดส	ลำไส้เล็ก	7.5-8.5	เพปไทด์	กรดอะมิโน
มอลเทส	ลำไส้เล็ก	7.5-8.5	มอลโทส	กลูโคส
ซูเครส	ลำไส้เล็ก	7.5-8.5	ซูโครส	กลูโคส และฟรักโทส
แลกเทส	ลำไส้เล็ก	7.5-8.5	แลกโทส	กลูโคส และกาแลกโทส
ลิเพส	ลำไส้เล็ก	7.5-8.5	ไขมัน	กลีเซอรอล และกรดไขมัน

อาหารที่กินเข้าไปมีทั้งการนำไปใช้และการสะสมอาหารไว้ แต่บางคนอาจมีการสะสมมากกว่าการใช้ไปทำให้เป็นโรคอ้วน บางคนแม้จะได้รับอาหารประเภทไขมัน และคาร์โบไฮเดรตมากกว่าปกติ แต่ก็ไม่ทำให้น้ำหนักเพิ่ม เพราะมีการเผาผลาญอาหารไปมากเพื่อให้ได้พลังงานตามที่ร่างกายต้องการ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 13 เรื่อง หน้าที่ของทางเดินอาหารของคน เวลา 2.00 ชั่วโมง

สาระที่ 1 ชีววิทยา

มาตรฐาน 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปถึงส่วนประกอบและหน้าที่ของทางเดินอาหารแต่ละส่วนในร่างกายคน รวมถึงกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร

2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและระบุสาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคนและสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 4)

- การย่อยอาหารของคน
- ปากและการย่อยอาหาร
- บริเวณคอหอยและการกลืน
- กระเพาะอาหาร และการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร
- ลำไส้เล็ก และการย่อยในลำไส้เล็ก
- ตับอ่อน (Pancreas)
- ตับ (Liver)
- การดูดซึมสารอาหารของลำไส้เล็ก
- ลำไส้ใหญ่

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับกระเพาะอาหาร ซึ่งอาจจะใช้ตัวอย่างของจริง เช่น กระเพาะอาหารหมู รูปภาพ หุ่นจำลองหรือซักถามจากประสบการณ์ของนักเรียน แล้วตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การย่อยในกระเพาะอาหาร ว่าโครงสร้างของกระเพาะอาหารมีความเหมาะสมกับการย่อยอาหารอย่างไร

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่ง ขนาด และโครงสร้างของกระเพาะอาหารว่ามีความเหมาะสมกับหน้าที่ในการย่อยอาหารอย่างไร และให้นักเรียนเชื่อมโยงเรื่อง สมบัติและการทำงานของเอนไซม์ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว กับสมบัติและการทำงานของเอนไซม์ในกระเพาะอาหาร รวมถึงเอนไซม์อะไมเลส ที่ปนมากับอาหารที่มาจากปากด้วย และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติม ดังนี้

- เพราะเหตุใด ในกระเพาะอาหารจึงมีการย่อยเฉพาะสารอาหารประเภทโปรตีน ทั้งที่มีเอนไซม์อะไมเลสที่ปนมากับอาหารที่มาจากปาก *(เอนไซม์เพปซิน มีความจำเพาะเจาะจงกับ สารอาหารประเภทโปรตีน และจะทำงานได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เป็นกรด (pH ประมาณ 2) ส่วนเอนไซม์อะไมเลสมีความจำเพาะเจาะจงกับสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและทำงานได้ดีในสภาพที่เป็นกลาง)*

- ผนังด้านในของกระเพาะอาหารมีลักษณะอย่างไร ลักษณะเช่นนี้มีผลต่อการย่อยอาหารอย่างไรบ้าง *(ผนังด้านในของกระเพาะอาหารมีลักษณะเป็นคลื่น ลักษณะเช่นนี้ช่วยให้พื้นที่ผิวของกระเพาะอาหารสัมผัสกับอาหารได้มากขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยทำให้เกิดการคลุกเคล้าระหว่างอาหารกับเอนไซม์ได้ดีขึ้น เมื่อกระเพาะอาหารบีบตัว)*

- นักเรียนคิดว่ากล้ามเนื้อหูรูดที่กระเพาะอาหารมีความสำคัญอย่างไร *(ทำให้อาหารคงอยู่ในกระเพาะอาหาร และมีเวลาให้เอนไซม์ ในกระเพาะอาหารทำการย่อยอาหาร)*

- นักเรียนคิดว่าการรับประทานอาหารไม่เป็นเวลา มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดแผลในกระเพาะอาหารหรือไม่ อย่างไร *(มีส่วนเกี่ยวข้อง เพราะเมื่อถึงเวลาอาหาร เอนไซม์ก็จะถูกส่งมาที่กระเพาะอาหารและเปลี่ยนเป็นเอนไซม์ที่พร้อมที่จะทำงานได้ ถ้าปล่อยให้กระเพาะอาหารว่างเอนไซม์ก็จะย่อยเซลล์บุผนังกระเพาะอาหาร เมื่อเกิดซ้ำบ่อยๆ ก็จะทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารได้ นอกจากนี้อาจเกิดกรดไฮโดรคลอริกในกระเพาะอาหารก็ได้)*

- การที่กระเพาะอาหารสร้างเอนไซม์ในรูปเพปซิโนเจน ซึ่งไม่พร้อมที่จะทำปฏิกิริยา นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์อย่างไร *(ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถย่อยผนังกล้ามเนื้อกระเพาะอาหารในขณะท้องว่าง)*

2. เมื่อเรียนจบเนื้อหาเรื่อง กระเพาะอาหารเสร็จแล้ว นักเรียนควรสรุปการย่อยอาหารในกระเพาะอาหารได้ว่า “การหดตัวของกล้ามเนื้อกระเพาะอาหารโดยวิธีเพอริสตัลซิส จะทำให้อาหารบางส่วนถูกบีบให้มีขนาดเล็กลง มีการเคลื่อนที่และคลุกเคล้ากับกรดไฮโดรคลอริกและเอนไซม์ อาหารพวกโปรตีนเท่านั้นที่จะถูกย่อยโดยเอนไซม์เพปซินที่ผลิตจากกระเพาะอาหาร ทำให้ได้พอลิเพปไทด์ที่มีสายสั้นลงในช่วงนี้อาหารอยู่ใน ลักษณะข้นเหลว (chyme)”

3. ครูนำเข้าสู่เรื่อง การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก โดยการทบทวนการย่อยสารอาหารในปากและในกระเพาะอาหาร โดยใช้คำถามว่า สารอาหารใดที่ถูกย่อยแล้ว และสารอาหารใดที่ยังไม่ถูกปล่อย *(คาร์โบไฮเดรตบางส่วนและโปรตีนบางส่วนจะถูกย่อยแล้ว ส่วนที่ยังไม่ถูกย่อยคือ ไขมัน)*

4. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการย่อยอาหารในลำไส้เล็ก และชี้ให้เห็นว่าอาหารทั้งหมดจะถูกย่อยในลำไส้เล็กจนกระทั่งเป็นโมเลกุลที่เล็กที่สุด โดยเอนไซม์ที่ผลิตจากตับอ่อน และลำไส้เล็กเอง นอกจากนี้ยังมีสารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร ได้แก่ น้ำดีจากตับ โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตจากตับอ่อน เป็นต้น

5. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.4 เพื่อศึกษาสมบัติของน้ำดีที่ช่วยทำให้ไขมันแตกตัวเป็นหยดไขมันเล็กๆ และแทรกรวมกับน้ำอยู่ในรูปอิมัลชัน โดยใช้สารละลายสีซูดานผสมกับน้ำมันพืชและน้ำเพื่อให้เห็นได้ชัดเจน ส่วนน้ำดีนั้นครูอาจจะหาซื้อได้จากร้านขายเนื้อสัตว์

6. ครูให้นักเรียนอภิปรายหลังการทดลอง เพื่อสรุปบทบาทของน้ำดีกับการย่อยสารอาหารประเภทไขมัน และให้นักเรียนวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นกับร่างกาย ถ้าตับมีอาการผิดปกติไม่สามารถสร้างน้ำดีได้ อาหารที่เหมาะสมกับคนที่เป็นโรคเกี่ยวกับตับควรเป็นอาหารประเภทใด จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 5.4 ดังนี้

- น้ำดีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันพืชอย่างไร *(น้ำดีทำให้โมเลกุลของน้ำมันพืชขนาดใหญ่แตกออกเป็นหยดไขมันขนาดเล็ก และอยู่ในรูปของอิมัลชัน)*

- การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างหลอดทดลองทั้งสองเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร *(แตกต่างกัน หลอดทดลองที่ 2 ที่ไม่เติมน้ำดี หยดไขมันที่รวมตัวกับสีซูดานมีอนุภาคใหญ่กว่าหยดไขมันในหลอดทดลองที่ 1 ที่เติมน้ำดี)*

7. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับ การย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ลิพิด โปรตีน การดูดซึมสารอาหาร และโครงสร้างของวิลลัส โดยใช้ใบความรู้ หรืออาจใช้สื่อต่างๆ ประกอบการอธิบาย เช่น แผ่นภาพ วีดิทัศน์ เกี่ยวกับระบบการย่อยอาหารของคน

8. ครูย้ำว่า ประเด็นสำคัญของหัวข้อนี้ คือ ต้องการให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของผนังลำไส้เล็กกับหน้าที่ การที่ลำไส้เล็กมีไมโครวิลลัสมากเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมสาร อาหารและการหลั่งเอนไซม์ ส่วนลำไส้ใหญ่นั้นไม่มีต่อมสร้างเอนไซม์ แต่มีจุลินทรีย์ช่วยย่อยอาหารและสังเคราะห์วิตามินบางชนิด ผนังลำไส้ใหญ่จะดูดซึมสารอาหารได้แก่ น้ำ แร่ธาตุ วิตามินและกลูโคส นอกจากนี้ลำไส้ใหญ่ส่วนท้ายยังทำหน้าที่เก็บกากอาหาร (อุจจาระ) เพื่อเตรียมขับออก

9. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามประเด็นปัญหา ดังนี้

- ในกรณีคนไข้ที่ถูกตัดกระเพาะอาหารเนื่องจากเป็นมะเร็งที่กระเพาะอาหาร นักเรียนคิดว่าคนไข้รายนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด *(คนไข้รายนี้น่าจะดำรงชีวิตอยู่ได้ เพราะอาหารส่วนใหญ่จะย่อยที่ลำไส้เล็ก และสารอาหารเกือบทั้งหมดจะถูกดูดซึมที่ผนังลำไส้เล็ก ดังนั้นคนที่มีลำไส้เล็กทำงานอย่างปกติถึงแม้จะไม่มีกระเพาะอาหารก็สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่ต้องรับประทานอาหารที่ย่อยง่ายๆ และรับประทานคราวละน้อยๆ)*

- คนที่ถูกผ่าตัดเอาลำไส้เล็กออกไปบางส่วนจะมีผลอย่างไร *(ทำให้พื้นที่ในการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารลดลง)*

- Escherichia coli มีความสัมพันธ์กับคนอย่างไร *(แบบให้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน)*

- ถ้ากากอาหารอยู่ในลำไส้ใหญ่นานๆ จะเกิดผลอย่างไร *(กากอาหารจะแข็ง เนื่องจากมีการดูดน้ำและแร่ธาตุเข้าสู่หลอดเลือดฝอยบริเวณลำไส้ใหญ่ ทำให้ถ่ายไม่สะดวก)*

- การรับประทานอาหารพวกเส้นใย ซึ่งร่างกายไม่สามารถย่อยได้ มีประโยชน์ต่อร่างกายหรือไม่ อย่างไร *(อาหารพวกเส้นใยส่วนใหญ่เป็นพวกเซลลูโลส ซึ่งคนไม่มีเอนไซม์ย่อยจึงทำให้มีกากอาหารเพิ่มขึ้นจึงขับถ่ายได้ง่ายขึ้น)*

- อาหารเคลื่อนที่มาตามหลอดอาหารจนถึงทวารหนักได้อย่างไร *(อาหารเคลื่อนที่มาตามทางเดินอาหารส่วนต่างๆ ได้ โดยอาศัยเพอริสตัลซิสของกล้ามเนื้อรอบๆ ทางเดินอาหาร จนผ่านมาถึงทวารหนัก)*

- นักเรียนมีวิธีการอย่างไร ในการป้องกันไม่ให้เกิดอาการท้องผูก และโรคริดสีดวงทวาร *(ขับถ่ายกากอาหารเป็นเวลาและไม่กลั้นอุจจาระไว้นานๆ กินอาหารที่มีเซลลูโลสมากๆ ซึ่งได้แก่ ผักและผลไม้)*

- ถ้าลำไส้ใหญ่ถูกรบกวนด้วยสารบางอย่าง หรือจุลินทรีย์บางชนิด เช่น เชื้อบิด เชื้ออหิวาตกโรค จะทำให้ผนังลำไส้ใหญ่ดูดน้ำและแร่ธาตุกลับได้น้อยกว่าปกติ นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลอย่างไรต่อร่างกาย *(ร่างกายจะสูญเสียน้ำและแร่ธาตุปริมาณมาก ทำให้สมดุลของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายเสียไปอาจทำให้ช็อคได้)*

10. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหรือค้นคว้าทำรายงาน หรือจัดป้ายนิเทศ เกี่ยวกับโรคอันเนื่องมาจากความผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร อาการที่สังเกตพบและวิธีป้องกันรักษา เช่น โรคแผลในกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ โรคเกี่ยวกับตับและถุงน้ำดี และโรคอื่นๆ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้สังเกตอาการผิดปกติของร่างกายและตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องดูแลสุขภาพของทางเดินอาหารของตนเอง

11. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การย่อยอาหารของคน ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้

2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง การย่อยอาหารของคน

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง การสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 4 ของ สสวท.

2. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

3. แบบทดสอบ เรื่อง การย่อยอาหารของคน

4. ใบงาน เรื่อง การย่อยอาหารของคน

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด 2. วัดจากแบบทดสอบ	1.การสรุปความคิดรวบยอด 2.แบบทดสอบหลังเรียนชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 53 ข้อ	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป 2.ทำแบบทดสอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับ 60 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมระบายสีและบ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารส่วนต่างๆ ของคน โดยใช้แผนภาพแสดงทางเดินอาหาร ดังภาพในหน้า 34 จำนวน 4 แผ่นภาพ

แผ่นที่ 1 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต พร้อมทั้งระบายสีอวัยวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และตั้งชื่อแผนภาพนี้ว่า อวัยวะที่ช่วยย่อยคาร์โบไฮเดรต

แผนที่ 2 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารประเภทโปรตีน พร้อมทั้งระบายสีอวัยวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และตั้งชื่อแผนภาพนี้ว่า อวัยวะที่ช่วยย่อยโปรตีน

แผ่นที่ 3 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารประเภทไขมัน พร้อมทั้งระบายสีอวัยวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และตั้งชื่อแผนภาพนี้ว่า อวัยวะที่ช่วยย่อยไขมัน

แผ่นที่ 4 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่มีการดูดซึมสารอาหารพร้อมทั้งระบายสีและตั้งชื่อแผนภาพว่า อวัยวะที่มีการดูดซึมสารอาหาร

ใบงาน เรื่อง การย่อยอาหารของคน

คำถาม

1.การพูดคุยหรือการหัวเราะในขณะที่เคี้ยวอาหารและกลืนอาหารจะมีผลอย่างไร เพราะเหตุใด

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

2.นักบินอวกาศที่อยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก ศีรษะหันลงสู่พื้นสามารถให้หลอดดูดน้ำเข้าตามทางเดินอาหารโดยไม่ไหลย้อนกลับได้อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.การรับประทานอาหารที่แห้ง แข็ง และชิ้นใหญ่เกินไป หรืออาหารที่เคี้ยวไม่ละเอียด ขณะกลืนจะรู้สึกแน่นที่บริเวณหน้าอก เป็นเพราะเหตุใด

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบงาน

เรื่อง การย่อยอาหารของคน

เฉลย ข้อ 1

ถ้าในขณะที่กำลังกลืนอาหารนั้นหัวเราะหรือคุยกัน จะทำให้ฝาปิดกล่องเสียงเปิด ทำให้อาหารไหลเข้าไปในหลอดลม จะมีแรงดันในหลอดลมดันอาหารให้ย้อนออกมาทำให้สำลัก หากก้อนอาหารที่ถูกดันขึ้นมาไปค้างพอดีปิดหลอดลม อาจเป็นอันตรายถึงชีวิต จึงไม่ควรพูดหรือหัวเราะในขณะรับประทานอาหาร

เฉลย ข้อ 2

นักบินอวกาศที่อยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก ศีรษะหันลงสู่พื้นสามารถให้หลอดดูดน้ำเข้าตามทางเดินอาหาร โดยไม่ไหลย้อนกลับ เพราะมีกระบวนการบีบอาหารชนิดเพอริสตัสซิส

เฉลย ข้อ 3

การรับประทานอาหารที่แห้ง แข็ง และชิ้นใหญ่เกินไป หรืออาหารที่เคี้ยวไม่ละเอียด ขณะกลืนจะรู้สึกแน่นที่บริเวณหน้าอก เป็นเพราะการบีบตัวของหลอดอาหารแบบเพอริสตัสซิส เกิดได้ช้า และต้องบีบตัวรุนแรงกว่าปกติ

แบบทดสอบ

เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์

จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สิ่งมีชีวิตชนิดใดใช้เยื่อหุ้มเซลล์เป็นโครงสร้างทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊ส ซึ่งคล้ายกับการแลกเปลี่ยนแก๊สจองเซลล์เม็ดเลือดแดงของคน

ก. พลานาเรีย ข. อะมีบา ค. ไส้เดือนดิน ง. แมลง

2. ปัจจัยสำคัญในการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ คือ

ก. พื้นที่ผิวสำหรับแลกเปลี่ยนแก๊สต้องบาง

ข. พื้นที่ผิวสำหรับแลกเปลี่ยนแก๊สต้องมีลักษณะเปียกชื้น

ค. พื้นที่ผิวสำหรับแลกเปลี่ยนแก๊สต้องมีหลอดเลือด

ง. ทั้งข้อ ก และข้อ ข

3. อวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์น้ำ ส่วนใหญ่คือ

ก. Trachea ข. Gills ค. Malpighian tubules ง. Book lungs

4. สิ่งที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์น้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับอวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์บก คือ

ก. การไหลเวียนของแก๊ส ค. ความเปียกชื้น

ข. อวัยวะอยู่ในที่ปลอดภัยกว่า ง. ปริมาณออกซิเจนสูง

5. สภาพที่ไม่เหมาะสมในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์น้ำเมื่อเทียบกับสัตว์บก คือ

ก. การไหลเวียนของน้ำผ่านไปช้ามาก

ข. พื้นที่ผิวของอวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊สในน้ำมักถูกทำลายได้ง่าย

ค. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีน้อยมาก

ง. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมักมีน้อยกว่าบนบก

6. ตั๊กแตนมีวิธีทำให้แก๊สหมุนเวียนเข้าสู่พื้นที่ผิวที่แลกเปลี่ยนแก๊สได้โดย

ก. เคลื่อนไหวกะบังลม ค. การเคลื่อนที่ของซิเลียเล็ก ๆ จำนวนมหาศาล

ข. เคลื่อนไหวซี่โครง ง. จังหวะของการเคลื่อนไหวลำตัว

7. พื้นที่ผิวของถุงลมในปอดคน มีขนาดประมาณเท่าใด

ก. จานข้าว ข. โต๊ะกินข้าว ค. เต้นท์นอน 4 คน ง. สนามเทนนิส

8. ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม การหายใจขึ้นอยู่กับการควบคุมของสมองส่วนที่เรียกว่า

ก. Cerebellum ข. Hypothalamus ค. Thalamus ง. Medulla oblongata

9. สัตว์ชนิดใดไม่ใช้ปอดสำหรับหายใจ

ก. งูดิน ข. ปลามีปอด (lung fish) ค. ปลาดาว ง. นกนางแอ่น

10. นกมีถุงลมแทรกเข้าไปในช่องว่างของลำตัวนก เพื่อทำหน้าที่ใด

ก. สำรองอากาศเอาไว้ให้นกใช้ขณะบิน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนแก๊ส

ข. ทำให้กระดูกพรุน ตัวจะได้เบาสะดวกในการบิน

ค. เป็นถุงเก็บพักอาหารเอาไว้ ก่อนนำไปย่อย ง. แลกเปลี่ยนแก๊สได้

11. ในการทดลองนำสัตว์เล็กไปใส่ไว้ในอุปกรณ์ที่ปิดสนิท ซึ่งเชื่อได้ว่าเมื่อสัตว์นั้นหายใจออกมาแล้วจะสูดอากาศนั้นเข้าไปอีกในช่วงหายใจครั้งต่อไป พบว่าการหายใจของสัตว์นั้นเพิ่มขึ้น ซึ่งอธิบายได้ว่า

ก. แก๊สออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจลดปริมาณลง ค. แก๊สไนโตรเจนเพิ่มปริมาณมากขึ้น

ข. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ง. ทั้งข้อ ก , ข้อ ข และค

12. ใช้อุปกรณ์เดียวกับข้อ 11 และใช้สัตว์ทดลองชนิดเดียวกัน แต่เพิ่มอุปกรณ์เก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกมากับลมหายใจออกเอาไว้หมดทุกครั้ง ปรากฏผลการทดลองพบว่าสัตว์จะหายใจอย่างสม่ำเสมอชั่วระยะหนึ่ง ต่อจากนั้นอัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้น แสดงว่า

ก. แก๊สออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจลดปริมาณลง ค. แก๊สไนโตรเจนมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น

ข. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเพิ่มขึ้นง. ทั้งข้อ ก , ข้อ ข และข้อ ค

13. ในการทดลองใส่ปลาทองลงไปในบีกเกอร์ที่มีน้ำ และหยดบรอมไทมอลบลู 2 – 3 หยด เมื่อทิ้งเอาว้าประมาณ 1 ชั่วโมง ปรากฏว่าน้ำเปลี่ยนเป็นสีเหลือง สาเหตุที่เปลี่ยนเนื่องมาจาก

ก. ปริมาณ O_2 ในน้ำลดลง ค. ปริมาณ CO_2 ในน้ำลดลง

ข. ปริมาณ O_2 ในน้ำเพิ่มขึ้น ง. ปริมาณ CO_2 ในน้ำเพิ่มขึ้น

14. พลานาเรียมีการแลกเปลี่ยนแก๊สในลักษณะเดียวกับสัตว์ชนิดใด

ก. อะมีบา ข. ไส้เดือนดิน ค. หอย ง. หอยทาก

15. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว พวกโพรทิสตาหรือโพรโทซัว มีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยวิธีใด

ก. แพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ค. แพร่ผ่านผิวลำตัว

ข. แพร่ผ่านผนังเซลล์ ง. ไม่ใช้ออกซิเจน

16. การแลกเปลี่ยนแก๊สของพลานาเรียต่างกับไส้เดือนดินอย่างไร

ก. ใช้ผิวลำตัวที่เปียกชื้นเหมือนกัน แต่พื้นที่ผิวของพลานาเรียน้อยกว่าไส้เดือนดิน

ข. ไส้เดือนดินมีหลอดเลือดรับแก๊ส O_2 แพร่เข้าไปส่วนพลานาเรียแก๊ส O_2 ผ่านไปทีละเซลล์

ค. ไส้เดือนดินอยู่บนบก พลานาเรียอยู่ในน้ำ การแลกเปลี่ยนแก๊สใช้วิธีต่างกันเลย

ง. พลานาเรียแลกเปลี่ยนแก๊สได้ดีกว่าไส้เดือนดิน เพราะอยู่ในน้ำ O_2 ละลายน้ำได้ดี

17. เหตุใดระบบเลือดของแมลงไม่มีความจำเป็นในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

ก. ระบบเลือดของแมลงไม่มีฮีโมโกลบิน

ข. ระบบเลือดของแมลงเป็นระบบเปิด ไม่มีหลอดเลือดฝอยไปสัมผัสเซลล์ของร่างกายอยู่แล้ว

ค. แมลงมีระบบท่อลมแตกแขนงเป็นท่อเล็ก ๆ ไปสัมผัสเซลล์

ง. อาศัยช่องหายใจหรือรูสไปเรเคิลที่เปิดปิดได้ ส่งอากาศเข้าสู่เซลล์

18. ในอนาคตแมลงควรมีวิวัฒนาการให้ร่างกายมีขนาดใหญ่โตมาก ๆ ได้หรือไม่

ก. น่าจะได้ เพราะแมลงมีการปรับตัวได้ดีทั้งรูปร่างและสรีรวิทยา

ข. น่าจะได้ เพราะแมลงมีจำนวนและชนิดมากมายกว่าสัตว์ใด ๆ

ค. น่าจะไม่ได้ เพราะร่างกายขนาดใหญ่โตมากจะต้องกินอาหารมาก ซึ่งในขณะนั้น อาหารน่าจะขาดแคลน

ง. น่าจะไม่ได้ เพราะแมลงจะหายใจไม่ทัน

19. สัตว์ที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่าน Blood gill

ก. ปลา ข. ซาลามานเดอร์ ค. หอย ง. ถูกทุกข้อ

20. ข้อได้เปรียบของปลาในการแลกเปลี่ยนแก๊สมากที่สุด คือ

ก. ปลาเป็นสัตว์ว่องไว ว่ายน้ำเร็ว จึงได้รับ O_2 จากน้ำมาก

ข. มีเหงือกมารวมอยู่ที่เดียวกันและอยู่ในร่างกาย โดยมี Operculum ปิดเป็นการป้องกันอันตรายแก่เหงือก

ค. เหงือกปลาประกอบด้วยซี่เหงือกจำนวนมาก จึงมีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมากมาย

ง. มีหลอดเลือดฝอยแทรกอยู่ในซี่เหงือก เพื่อรับออกซิเจนจากน้ำ

21. กลไกที่หลอดเลือดฝอยในซี่เหงือกจะรับออกซิเจนได้ โดยอาศัยวิธีใด

ก. ขณะที่ปลาว่ายน้ำอย่างรวดเร็ว จะอ้าปากกินน้ำ

ข. แผ่นแก้ม Operculum เคลื่อนไหวตลอดเวลา เป็นจังหวะพอดีกับการอ้าปาก หุบปากของปลา

ค. ให้น้ำไหลออกจากช่องปาก ผ่าน Operculum ออกไป เป็นการทำให้น้ำไหลชะเหงือกไปอย่างสม่ำเสมอ

ง. มีระบบให้หลอดเลือดฝอยในซี่เหงือกสัมผัสกับน้ำมากที่สุด

22. Respiratory tree เป็นอวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์ชนิดใด

ก. ปลิงน้ำจืด ข. ปลิงทะเล ค. แม่เพรียง ง. ดาวทะเล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 14 เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์

เวลา 2.00 ชั่วโมง

สาระที่ 1 ชีววิทยา

มาตรฐาน 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปความสำคัญของการรักษาดุลยภาพภายในร่างกายสัตว์และมนุษย์

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 5)

- ระบบหายใจกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย

- โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของโพรทิสต์และสัตว์บางชนิด

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพการเลี้ยงเอ็มบริโอของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งในห้องปฏิบัติการให้อยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในหลอดทดลอง และร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างประเด็นอภิปราย ดังนี้

- ถ้าต้องการให้เอ็มบริโอสามารถมีชีวิตอยู่รอดในหลอดทดลองได้ จะต้องจัดสภาพแวดล้อมให้อยู่ในสภาพอย่างไร *(มีอาหาร อากาศ อุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่เหมาะสม และเพียงพอต่อการดำรงชีวิต)*

- ถ้าสภาพแวดล้อมภายนอกเซลล์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม นักเรียนคิดว่าเอ็มบริโอจะเจริญอยู่ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด *(อาจจะอยู่ไม่ได้ หรือถ้าเปลี่ยนแปลงไปมากเอ็มบริโออาจตายได้)*

- ในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน สภาวะแวดล้อมมีทั้งสภาวะแวดล้อมภายนอกร่างกายและสภาวะแวดล้อมภายในร่างกาย นักเรียนคิดว่าสภาวะแวดล้อมมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตมากกว่ากัน เพราะเหตุใด *(สภาวะแวดล้อมภายในร่างกาย เพราะเซลล์สัมผัสกับสภาวะแวดล้อมภายในร่างกายมากกว่าสภาวะแวดล้อมภายนอกร่างกาย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าสภาวะแวดล้อมภายในร่างกาย คือ สภาวะแวดล้อมของเซลล์นั่นเอง)*

- ในชีวิตประจำวันสภาพแวดล้อมภายในร่างกายของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงบ้างหรือไม่ จงยกตัวอย่าง *(ในแต่ละวันสภาพแวดล้อมภายในร่างกายและภายนอกร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น อุณหภูมิของอากาศ ปริมาณน้ำ แร่ธาตุ และสารอาหารอื่นๆ ที่ร่างกายได้รับจากอาหาร ทำให้สภาพแวดล้อมภายในร่างกาย เช่น ความเข้มข้นของสารต่างๆ ความเป็นกรด - เบส และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป)*

- ร่างกายของนักเรียนมีกลไกอย่างไรในการรักษาดุลยภาพของสภาวะแวดล้อมภายในร่างกายไว้ให้คงที่ *(คำตอบขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งครูยังไม่บอกว่าของใครผิดหรือถูก เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนให้นักเรียนลองตรวจสอบคำตอบของนักเรียนอีกครั้ง)*

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับระบบต่างๆ ของร่างกายที่ทำงานเพื่อรักษาดุลยภาพของร่างกายแต่ละระบบจะมีกลไกรักษาดุลยภาพของร่างกายแตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนต่อไป

2. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการทำกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์และร่างกายซึ่งจำเป็นต้องใช้พลังงาน และพลังงานส่วนใหญ่ได้จากการสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน และผลที่เกิดขึ้นจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งร่างกายจำเป็นต้องกำจัดออก ครูให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า “สิ่งมีชีวิตมีการรับออกซิเจนและปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกายด้วยวิธีใด และสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสภาพแวดล้อมต่างกัน โครงสร้างร่างกายต่างกันจะมีวิธีการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนหรือต่างกันอย่างไร”

3. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่นักเรียนรู้จัก เช่น พารามีเซียม อะมีบา ยีสต์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความต้องการแก๊สออกซิเจนของสิ่งมีชีวิต เพื่อนำไปใช้ในการสลายสารอาหารให้ได้พลังงาน ขณะเดียวกันก็ต้องกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และของเสียอื่นๆ ออกจากเซลล์ นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจะใช้โครงสร้างใดของเซลล์เพื่อทำหน้าที่ดังกล่าว และใช้วิธีการลำเลียงสารแบบใด โดยให้นักเรียนเชื่อมโยงกับเรื่องการลำเลียงสารเข้าออกจากเซลล์ที่เคยเรียนมาแล้ว

4. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหา เกี่ยวกับโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรียน ไส้เดือนดิน แมลง แมงมุม ปลา และนก ในใบความรู้โดยครูอาจจะใช้แผ่นภาพโปร่งใสหรือโปสเตอร์อธิบายประกอบในเรื่องที่นักเรียนสงสัย เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และให้นักเรียนแบ่งกลุ่มอภิปราย เปรียบเทียบ และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์ต่างๆ โดยใช้ตัวอย่างคำถามในหนังสือเรียนและคำถามเพิ่มเติม ดังนี้

- การแลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย และไส้เดือนดินเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร *(ฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย จะใช้เซลล์ที่ผิวหนังที่สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมแลกเปลี่ยนแก๊สกับสิ่งแวดล้อม และมีการแพร่ของแก๊สระหว่างเซลล์กับเซลล์ ส่วนไส้เดือนดินมีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยผ่านทางผิวหนังคล้ายกับพลานาเรีย แต่ไส้เดือนดินมีร่างกายขนาดใหญ่การแลกเปลี่ยนแก๊สใช้วิธีการแพร่อย่างเดียวยังไม่เพียงพอและรวดเร็วจึงต้องมีระบบหมุนเวียนเลือดช่วยในการลำเลียงแก๊สไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทำให้การแลกเปลี่ยนแก๊สมีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งเหมาะสมกับโครงสร้างของร่างกาย)*

- โครงสร้างของร่างกายที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สจะต้องมีลักษณะสำคัญอย่างไร *(มีพื้นที่ผิวมากและบางพอที่จะแลกเปลี่ยนแก๊สได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการลำเลียงแก๊สไปยังบริเวณอื่นๆ ได้อย่างรวดเร็ว มีการป้องกันอันตรายให้กับโครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊สและโครงสร้างในการแลกเปลี่ยนแก๊สต้องชุ่มชื้นอยู่เสมอ)*

- เพราะเหตุใด แมลงจึงไม่จำเป็นต้องมีระบบหมุนเวียนเลือดเป็นตัวนำแก๊สออกซิเจนไปใช้เซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกาย *(แมลงมีระบบท่อลมซึ่งแตกแขนงไปทั่วร่างกาย ระบบท่อลมนี้สามารถนำแก๊สไปใช้เซลล์ต่างๆ ของร่างกายได้โดยตรง)*

- อวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์น้ำมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตอย่างไร *(ในน้ำมีแก๊สออกซิเจนที่ละลายอยู่ในปริมาณน้อยมาก และมีการแพร่ช้ามากเมื่อเทียบกับในอากาศ สัตว์ที่อยู่ในน้ำ เช่น ปลาและกุ้ง จึงพัฒนาโครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊สคือเหงือกให้มีลักษณะเป็นซี่ๆ เรียงกันเป็นแผง เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับบอกซิเจนในน้ำ)*

- นักเรียนคิดว่าถุงลมของนกทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สได้หรือไม่ เพราะเหตุใด *(ถุงลมของนกไม่ได้ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊ส เนื่องจากผนังของถุงลมไม่บาง ถึงแม้ว่าจะมีหลอดเลือดฝอยมาล้อมรอบก็ตาม แต่มีหน้าที่สำรองอากาศเพื่อส่งให้ปอดแลกเปลี่ยนแก๊สให้นกใช้ในขณะบิน)*

5. ครูให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยสำรวจตรวจสอบโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จากกิจกรรมที่ 6.1โครงสร้างภายนอกของปอดหมูหรือปอดวัว

6. ครูแจ้งจุดประสงค์ในการทำกิจกรรม ดังนี้

6.1 สังเกตลักษณะภายนอก และภายในรวมทั้งความยืดหยุ่นของปอด

6.2 สังเกตลักษณะโครงสร้างของหลอดลม ท่อลม เนื้อเยื่อปอด และหลอดเลือด

7. ในการทำกิจกรรมที่ 6.1 ครูควรดำเนินการดังนี้

7.1 ครูควรเตรียมการล่วงหน้าโดยหาซื้อปอดหมู หรือปอดวัว ที่มีขายในท้องตลาด ซึ่งต้องสั่งผู้ขายล่วงหน้า เพราะปอดวัวนั้นแม้ค้ามักจะหั่นขายเป็นชิ้นเล็กๆ จึงไม่เหมาะที่จะนำมาศึกษา ควรให้ปอด หลอดลม และกล่องเสียง รวมทั้งหลอดเลือดอาร์เตอรีและหลอดเลือดเวนที่เชื่อมกับปอดมีความสมบูรณ์ไม่ฉีกขาด

7.2 ก่อนให้นักเรียนลงมือศึกษา ควรให้นักเรียนสวมถุงมือ และนำปอดมาล้างให้สะอาด

7.3 ควรนำส่วนของกล่องเสียงที่มีฝาปิดกล่องเสียงและหลอดอาหารมาอธิบายเรื่องการกลืนอาหาร เพราะหลังหลอดลมจะมีอาหารติดอยู่ด้วย เพื่อเป็นการทบทวนเรื่องการกลืนในบทเรียนเรื่องการย่อยอาหาร

7.4 การเป่าลมเข้าปอดเพื่อศึกษาการขยายตัวของปอดนั้น ควรใช้วิธีกรีดเนื้อปอดบางบริเวณให้เห็นหลอดลมฝอย แล้วใช้สายยางสอดเข้าหลอดลมฝอยนั้นแล้วสูบลมเข้า แล้วหยุดเอาสายยางออก

7.5 ไม่ควรเป่าลมจากปากโดยตรงกับปอดทั้งหมด แต่ถ้าต้องการจะศึกษาการขยายตัวของปอดทั้งหมดควรใช้เครื่องสูบลมแทนการเป่าจากปาก

7.6 ก่อนลงมือทำกิจกรรมควรให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมให้ละเอียด ซึ่งครูอาจเป็นผู้อธิบายพร้อมกับสาธิตให้นักเรียนดูก่อน จนนักเรียนเข้าใจแล้วจึงให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

8. ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม พร้อมกับศึกษาของจริงประกอบไปพร้อมๆ กัน จะทำให้นักเรียนเข้าใจดียิ่งขึ้นหลังจากทำกิจกรรมแล้ว

9. ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามในกิจกรรมที่ 6.1

- ปอดมีสีอะไร เพราะเหตุใดจึงมีสีเช่นนั้น *(ปอดมีสีแดงเรื่อ เพราะตามถุงลมจะมีหลอดเลือดฝอยไปหล่อเลี้ยง)*

- ลักษณะรูปร่างและขนาดของปอดซ้าย และปอดขวาที่นักเรียนสังเกตได้แตกต่างกันอย่างไร *(ปอดซ้ายมี 2 พู ปอดขวามี 3 พู ปอดซ้ายเล็กกว่าและยาวกว่าปอดขวาเล็กน้อย เนื่องจากด้ายซ้ายมีหัวใจอยู่ด้วย)*

- เมื่อใช้นิ้วมือบีบหลอดลมแล้วปล่อย หลอดลมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร *(หลอดลมจะกลับคงรูปเดิม)*

- ลักษณะของหลอดลม การจัดเรียงตัวของกระดูกอ่อน และลักษณะของกระดูกอ่อนและถุงลมมีความเหมาะสมต่อการทำหน้าที่อย่างไร *(หลอดลมมีกระดูกอ่อนเป็นวงเรียงตัวต่อๆ กัน และปลายกระดูกอ่อนแต่ละชิ้นจะไม่ชนกันมีกล้ามเนื้อระหว่างปลาย จึงมีลักษณะเหมือนกระดูกซี่โครงงู หรือรูปเกือกม้ามีความยืดหยุ่นทำให้หลอดลมไม่ตีบแบน สามารถขยายตัวได้เล็กน้อย จึงมีประโยชน์ทำให้อากาศเข้าและออกจากปอดได้สะดวก และการที่ถุงลมมีปริมาณมากช่วยให้มีพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนแก๊สได้มาก)*

10. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์ ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. การอธิบาย (Explain)

4. การขยายความรู้ (Evaborate)

5. การประเมิน (Evaluate)

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้

2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์

3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ระบบหายใจกับการรักษาสมดุลของร่างกาย

4. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 4 ของ สสวท.

2. ใบความรู้ เรื่องโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์

3. ใบงาน เรื่อง ระบบหายใจกับการรักษาสมดุลของร่างกาย

4. แบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สฯ 22 ข้อ

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1.การสรุปความคิดรวบยอด 2.แบบทดสอบหลังเรียน	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป 2.ทำแบบทดสอบ

	2. วัดจากแบบทดสอบ	ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 22 ข้อ	ถูกมากกว่าหรือเท่ากับ 60 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

ครูอาจให้นักเรียนเปรียบเทียบการทำงานของฝาปิดกล่องเสียงในการที่มีการหายใจเข้าออกเชื่อมโยงกับการกลืนอาหาร ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ดังนี้

	ขณะสูดลมหายใจเข้าออก	ขณะกลืนอาหาร
ตำแหน่งของฝาปิดกล่องเสียง	ยกตัวสูงขึ้น	เลื่อนลงต่ำ
ทางเดินหายใจ	เปิด	ปิด
ทางเดินอาหาร	ปิด	เปิด

ใบงาน

เรื่อง ระบบหายใจกับการรักษาสมดุลของร่างกาย

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1.การแลกเปลี่ยนแก๊สของฟองน้ำ ไฮโดรา พลานาเรีย และไส้เดือนดิน เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

คำตอบ . .....

.....

2.อวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์น้ำมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตอย่างไร

คำตอบ . .....

.....

3.นักเรียนคิดว่าถุงลมของนกทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบ . .....

.....

4.เซลล์ของเนื้อเยื่อปอดต้องการออกซิเจนหรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบ . .....

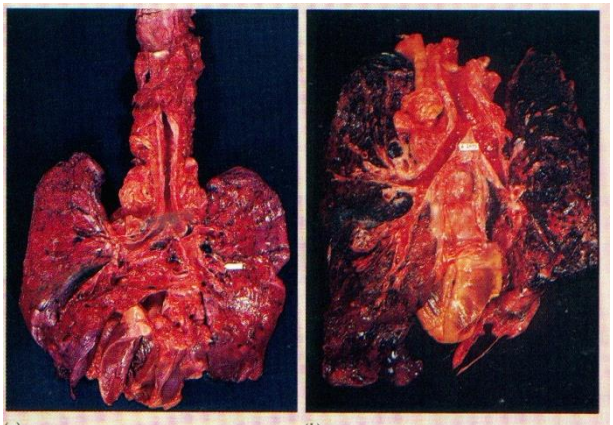
.....

5. ฮีโมโกลบินรวมตัวกับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีกว่าออกซิเจนและไม่ยอมปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมาง่ายๆ นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลอย่างไรถ้าร่างกายได้รับคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นปริมาณมาก

คำตอบ . .....

.....

คำชี้แจง นักเรียนศึกษากิจกรรมที่ 6.1 แล้วตอบคำถาม ข้อ 1-4 หรือดูภาพแล้วตอบคำถามต่อไปนี้



(*a*) (*b*)

A diseased lung compared with a healthy lung. (*a*) Normal human lungs and major bronchi. (*b*) Human lungs and heart showing effects of cigarette smoking. (Martin M. Rotker/Taurus Photos)

1.ปอดมีสีอะไร เพราะเหตุใดจึงมีสีเช่นนั้น

คำตอบ . .....

.....

2.ลักษณะรูปร่างและขนาดของปอดซ้าย และปอดขวาที่นักเรียนสังเกตได้มีความแตกต่างกันอย่างไร

คำตอบ . .....

.....

3.จากกิจกรรมที่ 6.1 เมื่อใช้นิ้วบีบหลอดลมแล้วปล่อย หลอดลมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

คำตอบ . .....

.....

4.ลักษณะของหลอดลม การจัดเรียงตัวของกระดูกอ่อน ลักษณะของกระดูกอ่อนและถุงลมมีความเหมาะสมต่อการทำหน้าที่อย่างไร

คำตอบ . .....

.....

ใบความรู้ที่ 5

เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของโพรทิสต์และสัตว์บางชนิด

การดำรงชีวิตมนุษย์และสัตว์ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทั้งภายนอกและภายในของสิ่งมีชีวิตเอง มนุษย์และสัตว์ชั้นสูงมีการปรับตัวเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมภายนอกให้ได้ โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพภายในของสัตว์นั้น ๆ เอง เช่น กบใช้ผิวหนังและปอดหายใจในช่วงกบโตเต็มวัย แต่ในช่วงที่กบยังเป็นตัวอ่อนหรือที่เรียกว่า ลูกอ๊อด (tadpole larva) กบหายใจทางเหงือก หรือแม้แต่การปรับตัวของกบเป็นตัวอย่างการรักษาดุลยภาพในร่างกาย สัตว์ชั้นสูงรวมทั้งมนุษย์มีกระบวนการรักษาดุลยภาพของร่างกายเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมมากกว่าสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ดังนั้นในสัตว์ชั้นสูงรวมทั้งมนุษย์จึงมีระบบต่าง ๆ เพื่อทำหน้าที่นี้ ในขณะที่สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวภายในเซลล์ทำหน้าที่ได้ทุกระบบ

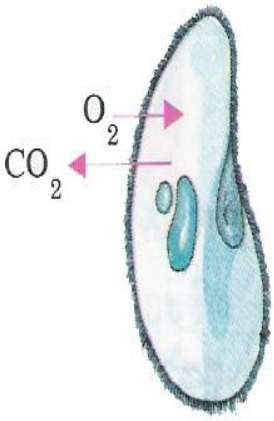
การรักษาดุลยภาพของร่างกายที่สำคัญคือเรื่องของน้ำและเกลือแร่ในร่างกาย ตั้งแต่การลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายรวมทั้งการกำจัดทิ้ง ซึ่งจะได้อธิบายต่อไป

1. ระบบหายใจกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย

สิ่งมีชีวิตต้องใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต พลังงานส่วนใหญ่ได้มาจากการสลายโมเลกุลของสารอาหาร ด้วยการทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน กระบวนการสลายอาหารเพื่อให้ได้พลังงานเช่นนี้เรียกว่า การหายใจ (Respiration) มีสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มีอวัยวะที่ใช้ในการหายใจหรือแลกเปลี่ยนแก๊สแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ว่ามีความซับซ้อนอย่างไร

1.1 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของโพรทิสต์และสัตว์บางชนิด

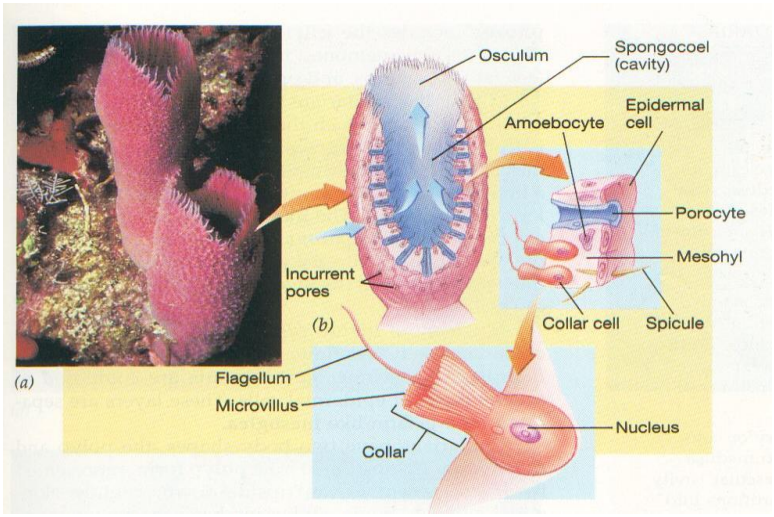
สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ในสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและมีเซลล์เพียงเซลล์เดียว ในพวกโพรทิสต์ เช่น โพรโทซัว ตัวอย่างคือ อะมีบา **การแลกเปลี่ยนแก๊สใช้วิธีการแพร่เข้า – ออกผ่านเยื่อหุ้มเซลล์** เมื่ออะมีบาต้องการออกซิเจนนั้น ปริมาณออกซิเจนในเซลล์มีความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นของออกซิเจนที่อยู่นอกเซลล์ ออกซิเจนจึงแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้ามา ในขณะนั้นความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์ภายในเซลล์มีมากกว่าภายนอกจึงมีการแพร่ออก แต่การแพร่เข้าออกนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้เลยหากเยื่อหุ้มเซลล์ปราศจากความชื้นหรือมีความบางไม่พอ



รูปที่ 1 แสดงการแลกเปลี่ยนแก๊สของพารามีเซียม

สัตว์หลายเซลล์

เมื่อสิ่งมีชีวิตมีจำนวนเซลล์มากขึ้นพร้อมกับมีขนาดใหญ่ขึ้น การแลกเปลี่ยนแก๊สต้องมีโครงสร้างซับซ้อนมากขึ้น **ในฟองน้ำ** การแลกเปลี่ยนแก๊สเกิดกับเซลล์แต่ละเซลล์ที่น้ำผ่านเข้าไปถึงทางช่องน้ำเข้า

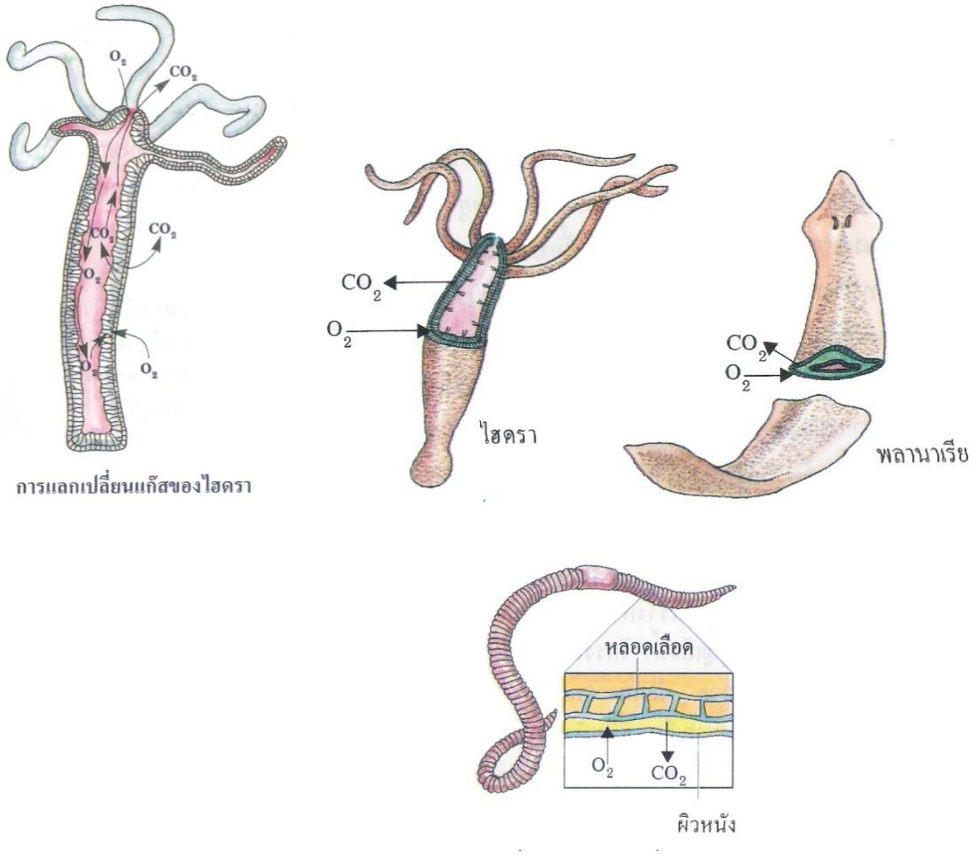


รูปที่ 2 แสดงทางน้ำเข้าและทางน้ำออกของฟองน้ำ

ก. ลักษณะภายนอกของฟองน้ำ

ข. แสดงทางน้ำไหลภายใน

ในส่วนของ **ซีเลนเตอเรต** เช่น ไฮดรายังคงใช้ช่องแกสโตรวาสคูลาร์เป็นทางผ่านของน้ำ เป็นตัวนำออกซิเจนและรับคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ออกมา ดังรูปที่ 3

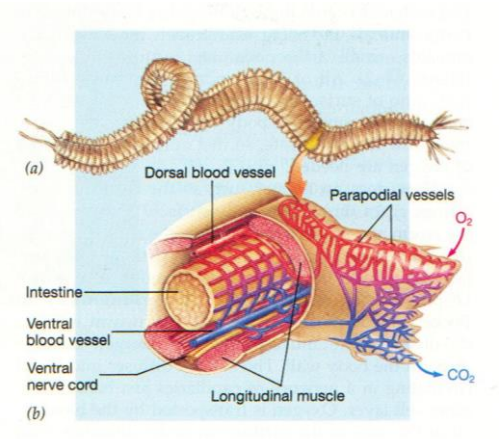


รูปที่ 3 แสดงการแลกเปลี่ยนแก๊สของไฮดรา , พลานาเรียและไส้เดือนดิน

การใช้ผิวหนังหรือผิวลำตัว

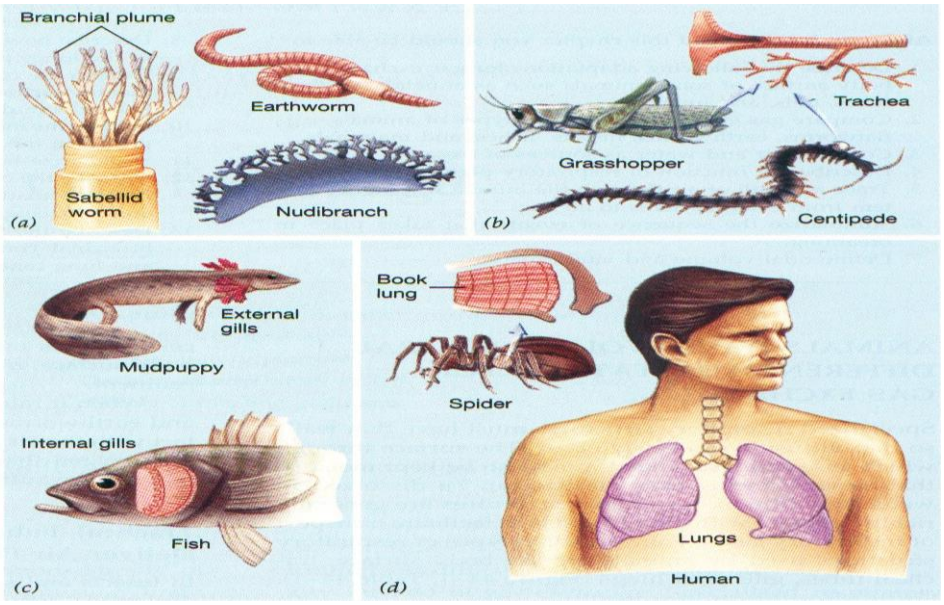
หนอนตัวแบน ใช้พลานาเรียเป็นตัวอย่าง พลานาเรียยังใช้การแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านผิวหนังเช่นเดียวกับอะมีบา ผนังลำตัวของพลานาเรียบางและเปียกชื้นอยู่เสมอ โครงสร้างของร่างกายพลานาเรียมีลำตัวแบน จึงมีพื้นที่ผิวมากทำให้มีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊สได้ดี

หากเปรียบเทียบกับ ไส้เดือนดิน ซึ่งมีการแลกเปลี่ยนแก๊สกับสิ่งแวดล้อมทางผิวหนัง ซึ่งเปียกชื้นเช่นเดียวกับพลานาเรียแล้ว จะเห็นได้ว่าพื้นที่ผิวของไส้เดือนดินน้อยกว่าพลานาเรีย หากเปรียบเทียบในปริมาตรเท่า ๆ กัน เพราะพลานาเรียตัวแบนกว่า นอกจากนั้นแล้วในสภาพความเป็นจริงไส้เดือนดินมีขนาดใหญ่กว่าพลานาเรีย



รูปที่ 4 แสดงการแลกเปลี่ยนแก๊สของแม่เพรียง

จากรูปที่ 3 จะเห็นว่าการแพร่ของแก๊สในพลานาเรียนั้น แก๊สจะผ่านไปทีละเซลล์ ส่วนในไส้เดือนดินมีระบบหมุนเวียนเลือด ช่วยในการแพร่ของแก๊สเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ไส้เดือนดินที่มีขนาดใหญ่กว่าแต่พื้นที่ผิวกลับน้อยกว่าพลานาเรีย แก๊สที่แพร่ผ่านผิวหนังไส้เดือนดินเข้าไปจะเข้าสู่หลอดเลือดหมุนเวียนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อไป ในขณะเดียวกันคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายที่ปล่อยออกมาจากเลือดจะแพร่ออกทางผิวหนังของไส้เดือนดิน จะเห็นว่า การหมุนเวียนของเลือดช่วยเร่งอัตราการเปลี่ยนแก๊สกับสิ่งแวดล้อมได้ โดยการนำออกซิเจนไปสู่เซลล์ที่อยู่ภายในได้รวดเร็ว ทำให้บริเวณผิวหนังมีความหนาแน่นของออกซิเจนน้อยอยู่เสมอ จึงรับการแพร่ของออกซิเจนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ตลอดเวลา การแลกเปลี่ยนแก๊สของเซลล์ในร่างกายไส้เดือนดินนั้น เซลล์มิได้แลกเปลี่ยนกับสภาพแวดล้อมโดยตรง แต่เป็นการแลกเปลี่ยนกับเลือด จึงเป็นการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ซับซ้อนขึ้น เพราะครั้งแรกเลือดแลกเปลี่ยนแก๊สกับบรรยากาศ และอีกครั้งหนึ่งเลือดแลกเปลี่ยนแก๊สกับเซลล์



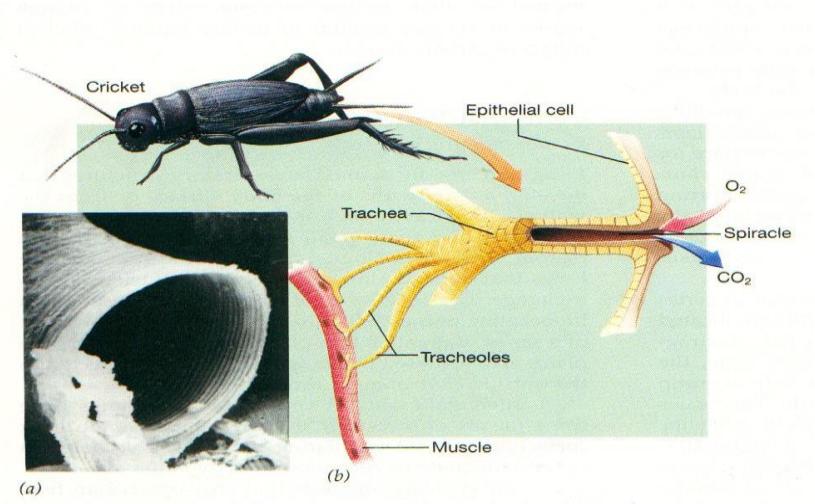
รูปที่ 5 โครงสร้างในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์แต่ละชนิด

ถึงแม้ว่าไส้เดือนดินจะอยู่บนบกมิได้อยู่ในน้ำเช่นเดียวกับพลานาเรียก็ตาม ผิวหนังไส้เดือนดินก็ยังชุ่มชื้นอยู่เสมอด้วยเมือกที่ไส้เดือนดินขับออกมาทำให้แลกเปลี่ยนแก๊สกับสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น

ท่อลม (Trachea)

ในสัตว์ชั้นสูงขึ้นมา ได้แก่ พวกอาร์โทรพอดใช้แมลงเป็นตัวอย่าง อาจหา จิ้งหรีด ตั๊กแตน หรือแมลงสาบมาศึกษา บริเวณท้องจะพบว่ามีรูเล็ก ๆ เรียกว่า **ช่องหายใจ หรือ สไปเรเคิล (Spiracle)** อยู่ที่ผนังลำตัว ตามปกติมี 10 คู่ คือ ปล้องอก 2 คู่ และปล้องท้อง 8 คู่ ถัดจากรูเปิดสไปเรเคิลเข้าไปในลำตัวจะเป็น**ท่อลม (trachea)** เป็นหลอดใส ๆ เล็ก ๆ ยืดหดได้คล้ายสปริงเมื่ออากาศเข้าไปตามท่อลมแล้วจะผ่านไปตามท่อลมที่แตกแขนงเป็น**ท่อลมฝอย (tracheole)** จนถึงท่อที่เล็กที่สุดมีผนังบางมากที่สัมผัสกับเซลล์ร่างกาย ปลายท่อที่เล็กที่สุดมีของเหลวอาบอยู่ ออกซิเจนจากท่อลมจะละลายในของเหลวและแพร่เข้าสู่เนื้อเยื่อใกล้เคียง

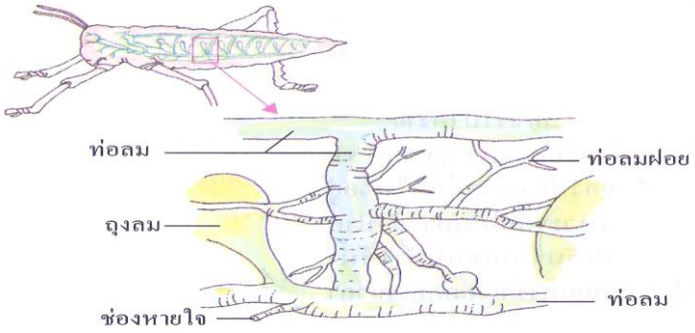
เนื่องจากระบบลำเลียงในแมลงเป็นระบบเลือดเปิด และมีสารที่รับออกซิเจนเป็นฮีโมไซยานิน ระบบเลือดหรือเลือดหรือหลอดเลือดของแมลงเกือบไม่จำเป็นที่จะต้องรับออกซิเจนไปส่งที่เซลล์เพราะระบบท่อลมของแมลงนำอากาศส่งไปถึงเนื้อเยื่อได้รวมทั้งการเคลื่อนไหวของลำตัวแมลง ทำให้ท่อลมยืดหด ช่วยให้อากาศไหลเวียนเข้าออกจากระบบท่อลมได้ดี



รูปที่ 6 แสดงระบบท่อลมในแมลง

ผนังของท่อลมมีความแข็งแรง ประกอบด้วยคิวติเคิล (Cuticle) จึงทำให้คงรูปอยู่ได้

แมลงบางชนิดมีถุงลม (Air sac) ขนาดใหญ่ช่วยเก็บอากาศไว้หายใจเพื่อช่วยอัดอากาศให้ผ่านเข้าออกได้เร็วขึ้น แมลงบางชนิด เช่น ตั๊กแตนใช้การยืดหดของกล้ามเนื้อหน้าท้องและอก เพื่อช่วยดันอากาศให้เข้าออกจากตัวทางช่องหายใจ ดังนั้นถ้าแมลงตัวโตมาก ๆ จะไม่มีความดันบรรยากาศเพียงพอที่จะส่งแก๊สเข้าไปสู่ปลายสุดของท่อลม (คือ Tracheole) ได้ เป็นสาเหตุทำให้แมลงมีขนาดจำกัด

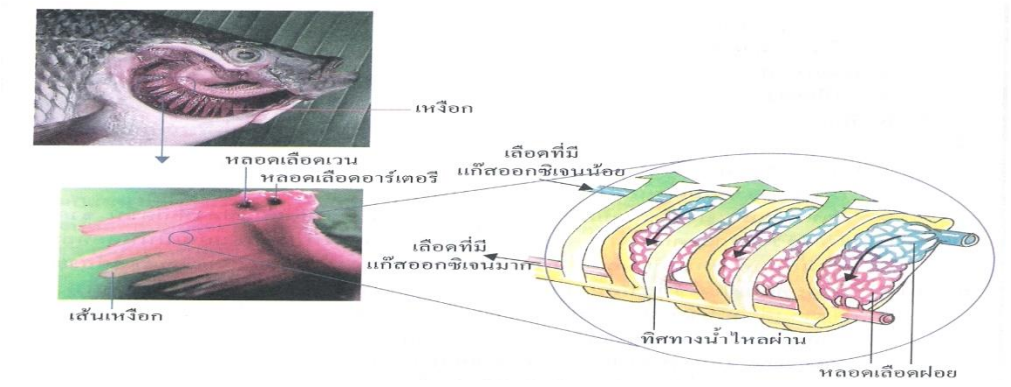


รูปที่ 7 แสดงท่อลมของแมลง

เหงือก (Gill)

ในสัตว์น้ำหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นกุ้ง หอย ปู ปลา ล้วนมีเหงือกเป็นอวัยวะ ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สกับน้ำ โดยมีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมากมาย และในเหงือกของสัตว์ชั้นสูงจะมีหลอดเลือดฝอยมาเลี้ยงเหงือก อาจมีผิวบาง ๆ หรือมีเซลล์เพียงแถวเดียวกั้นระหว่างเลือดกับน้ำหรือมีผนังหลอดเลือดบาง ๆ เพื่อสะดวกในการรับออกซิเจนจากน้ำ และคายคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากเลือด

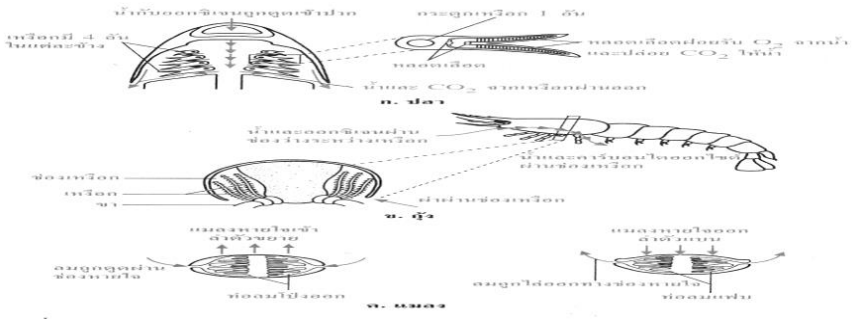
ในที่นี้ยกตัวอย่างเหงือกปลามาศึกษา เหงือกปลามิได้เป็นอวัยวะที่เปิดให้เห็นโดยตรง แต่มีแผ่นแก้ม (Operculum) ปิด โดยเฉพาะบริเวณของของแผ่นแก้มด้านที่ติดกับลำตัวนั้นเปิดปิดได้ เมื่อปลาอ้าปากให้น้ำผ่านปากเข้าไป (รูปที่ 6.9 ง.) ปลายนี้จะปิด เมื่อมันต้องการให้น้ำไหลผ่านเหงือกไปปลายแผ่นแก้มด้านนี้จะเปิด



รูปที่ 9 แสดงเหงือกปลา ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างซี่เหงือกและ หลอดเลือดฝอย

ซี่เหงือกขยายใหญ่จะเห็นหลอดเลือดฝอยแทรกอยู่ในแขนงของซี่เหงือกดังรูปที่ 9 ค. การที่เหงือกปลาแตกแขนงเป็นเส้นเล็ก ๆ เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวที่จะได้สัมผัสกับออกซิเจนในน้ำ โดยมีเยื่อบาง ๆ ของเหงือกอยู่ใกล้ชิดกับหลอดเลือดมากทำให้ออกซิเจนแพร่จากน้ำเข้าหลอดเลือดได้ง่ายขึ้น

ปลาใช้เฉพาะส่วนเหงือกเท่านั้นที่แลกเปลี่ยนแก๊ส มิใช่ใช้พื้นที่ผิวตลอดลำตัวเหมือนไส้เดือนดิน ปลาจะอ้าปากฮุบน้ำและหุบปากไล่น้ำผ่านไปทางช่องเหงือกดังรูปที่ 9 ง. ดังนั้นจะเห็นแผ่นแก้มหรือกระดูกปิดเหงือกปลาเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาเป็นจังหวะพอเหมาะพอดีกับการอ้าปากและหุบปากของปลา ไม่ว่าปลาจะลอยตัวอยู่นิ่งหรือปลากำลังว่ายน้ำเคลื่อนไหวอยู่ไปมา ดังนั้น ถึงแม้ในน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่เพียง 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรก็ตาม ปลาก็ยังสามารถรับออกซิเจนจากน้ำด้วยกระบวนการดังกล่าวนี้ อย่างเพียงพอกับความต้องการตลอดเวลา

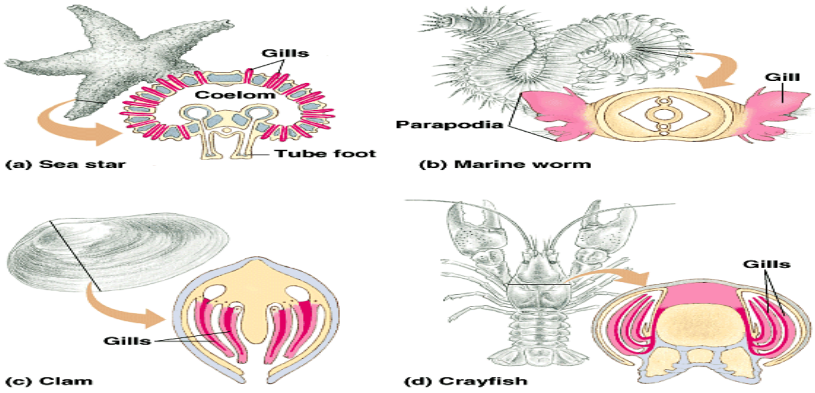


รูปที่ 10 เปรียบเทียบการหายใจในปลาและอาร์โทพอด ก. ปลา , ข. กุ้ง และ ค.แมลง ในปลาและกุ้งซึ่งเป็นสัตว์น้ำเหมือนกันต่างให้น้ำผ่านเหงือก ส่วนแมลงเป็นสัตว์บกใช้ระบบท่อลม

การแบ่งชนิดของเหงือกตามตำแหน่งของเหงือก แบ่งได้เป็น

ก. เหงือกที่อยู่ภายในร่างกาย (Internal gill) พบในปลา กุ้ง ปู หอย และหมึก

ข. เหงือกที่ยื่นออกจากร่างกาย (External gill) ซึ่งอาจอยู่ด้านหน้าหรือด้านข้างของลำตัว มีลักษณะเป็นขนหรือเป็นฟิลาเมนต์ พบในลูกอ๊อด ซาลามานเดอร์ ตัวอ่อนของปลาบางชนิด ปลาดาว



รูปที่ 11 เหงือกชนิดต่าง ๆ ของสัตว์ไร้กระดูกสันหลัง

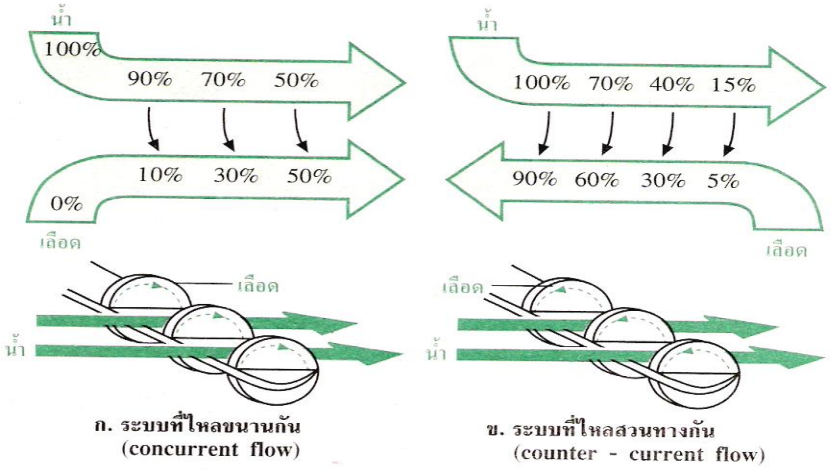
ก. เหงือกของดาวทะเลยื่นออกจากช่องว่างลำตัว

ข. พวกโพลีชีต (Polychaetes phylum Annelida) แต่ละปล้องจะมีเหงือก 1 คู่ หรือเรียกว่า พาราโปเดีย (Parapodia)

ค. เหงือกของหอย มีลักษณะเป็นเส้นยาว

ง. เหงือกของกุ้ง

การเรียงตัวของหลอดเลือดฝอยในเหงือกปลากระดูกแข็งมีส่วนช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยการไหลของเลือดจะสวนทางกับการไหลของน้ำผ่านเหงือก วิธีนี้จะช่วยให้ออกซิเจนแพร่เข้าสู่หลอดเลือดได้มากที่สุด วิธีนี้เรียกว่า การแลกเปลี่ยนแก๊สแบบทวนกระแส (Counter – cerrent exchang) เป็นการแลกเปลี่ยนแก๊สโดย 2 ระบบที่ไหลสวนทางกัน เลือดที่ไหลส่วนทางกับกระแสน้ำจะได้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากน้ำ โดยวิธีนี้เหงือกจึงสามารถรับออกซิเจนมากกว่า 80 % ของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ



รูปที่ 12 การแลกเปลี่ยนแก๊สโดยวิธี Counter – cerrent exchang ซึ่งเป็นระบบเลือดที่ไหลสวนทางกับกระแสน้ำ ทำให้เลือดได้รับ O_2 ตลอดเวลาที่สัมผัสกับน้ำ จึงได้รับ O_2 มากกว่า 80 % ของ O_2 ที่ละลายน้ำ (ข) เปรียบเทียบกับระบบที่เลือดและกระแสน้ำไหลขนานกัน (ก) เลือดในเหงือกจะรับ O_2 ได้เพียง 50 % ของ O_2 ที่ละลายน้ำ เพราะเมื่อ O_2 แพร่จากน้ำเข้าเลือด ความเข้มข้นของ O_2 จะลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งความเข้มข้นของ O_2 ในเลือดและน้ำเท่ากันก็จะหยุดแพร่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 14 เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน เวลา 2.00 ชั่วโมง

สาระที่ 1 ชีววิทยา

มาตรฐาน 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุปและนำเสนอผลงานเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 8)

- โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูทบทวนความรู้เดิมว่ามีอวัยวะใดที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของคนบ้างมีความคล้ายคลึงกับของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ 6.1 ไปแล้วหรือไม่อย่างไร

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน จากใบความรู้และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปทางเดินหายใจของคน ซึ่งเริ่มจากช่องจมูกจนถึงถุงลม โดยใช้ตัวอย่างคำถามนำในการอภิปราย ดังนี้

- เมื่อนักเรียนสูดอากาศเข้าทางช่องจมูกแล้ว อากาศจะมีการเดินทางผ่านอวัยวะใดบ้าง *(ช่องจมูก → โพรงจมูก → คอหอย → กล่องเสียง → หลอดลม → หลอดลมฝอย → ถุงลม)*

- ปอดของคนมีพื้นที่ผิวที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส เพียงพอกับความต้องการของร่างกายหรือไม่ *(ปอดของคนมีพื้นที่ผิวเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย เพราะปอดของคนแต่ละข้างมีถุงลม 300 ล้านถุง แต่ละถุงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ถุงลมของปอดทั้งสองข้างมีพื้นที่ประมาณ 40 เท่า ของพื้นที่ผิวของร่างกาย)*

- ปอดมีวิธีการรักษาความชื้นของโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สได้อย่างไร *(ปอดมีตำแหน่งอยู่ภายในช่องอกและมีเยื่อหุ้มปอดที่ช่วยรักษาความชื้นให้ปอดอยู่เสมอ)*

2. ครูตั้งคำถามนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 6.2 ดังนี้ “นักเรียนคิดว่ามีอวัยวะใดเกี่ยวข้องกับการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันอากาศในปอดบ้าง” นักเรียนอาจจะใช้ประสบการณ์เดิมตอบ ครูยังไม่เฉลย แต่ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.2 การจำลองการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม

3. ครูแจ้งจุดประสงค์การทำกิจกรรมที่ 6.2 เพื่อให้นักเรียนสามารถสำรวจตรวจสอบ อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม

4. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.2 เพื่อศึกษาการจำลองการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลมและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังการทดลอง โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมและคำถามเพิ่มเติม ดังนี้

- ผลการทดลองเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด *(ขณะที่ปิดรูเล็กที่กระบอกสูบ เมื่อเลื่อนลูกสูบไปทางด้านหน้าปริมาตรอากาศในกระบอกสูบจะลดลง ความดันอากาศในลูกโป่งจะเพิ่มขึ้นดันให้อากาศภายในลูกโป่งออกจากลูกโป่งทำให้ลูกโป่งหดตัว ดังภาพ ก. แต่เมื่อดึงลูกสูบกลับที่เดิมอากาศภายในกระบอกสูบจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นความดันอากาศภายในกระบอกสูบลดลงอากาศภายนอกมีความดันสูงกว่าจะไหลเข้าไปในลูกโป่ง ทำให้ลูกโป่งขยายขนาดเพิ่มขึ้น ดังภาพ ข.)*

- ลูกโป่งเปรียบได้กับโครงสร้างใดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส *(เทียบได้กับปอด)*

- ลูกสูบเปรียบเทียบได้กับโครงสร้างใด *(เปรียบเทียบได้กับกะบังลม)*

- ผลการทดลองครั้งแรกกับครั้งที่สองแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด *(ผลการทดลองครั้งที่ 2 อากาศในกระบอกสูบไม่มีการเปลี่ยนแปลงความดัน เนื่องจากอากาศออกมาทางรูเล็กทำให้ขนาดของลูกโป่งไม่เปลี่ยนแปลง)*

- นักเรียนจะนำผลการทดลองนี้ไปอธิบายการสูดลมหายใจเข้าออกร่างกายได้ว่าอย่างไร *(ถ้ากล้ามเนื้อกะบังลมคลายตัว โค้งขึ้น ทำให้ปริมาตรช่องอกลดลง ความดันในช่องอกเพิ่มขึ้นเกิดการหายใจออก แต่ถ้ากล้ามเนื้อกะบังลมหดตัวกะบังลมจะแบนราบทำให้ปริมาตรช่องออกมากขึ้น ความดันในช่องออกจะลดลงเกิดการหายใจเข้า)*

5. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในขณะดึงลูกสูบของกระบอกสูบกับการเลื่อนขึ้นลงของกระดูกซี่โครง ว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรและความดันอากาศภายในช่องออกและปอดหรือไม่ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามดังนี้

- นักเรียนลองจับกระดูกซี่โครงและกระดูกหน้าอก แล้วสูดลมหายใจเข้าปอดแรงๆ จะพบการเปลี่ยนแปลงอย่างไร *(กระดูกซี่โครงและกระดูกหน้าอกยกตัวสูงขึ้น)*

- การที่กระดูกซี่โครงยกตัวสูงขึ้น จะมีผลต่อปริมาตรและความดันของอากาศภายในช่องอกอย่างไร *(ปริมาตรภายในช่องออกมากขึ้น ความดันอากาศภายในช่องออกลดลง อากาศภายนอกจะถูกดูดเข้ามาในปอด)*

- ในทางตรงข้ามขณะหายใจออกกระดูกซี่โครงและกระดุกหน้าอกลดต่ำลงจะมีผลอย่างไร

(ปริมาตรช่องอกจะลดลง ความดันอากาศภายในช่องออกเพิ่มขึ้น อากาศจะถูกขับออกจากปอด)

6. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อที่ยึดซี่โครงทั้งแถบนอกและแถบในที่สัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม ซึ่งทำให้เกิดการสูดลมหายใจเข้าออก โดยครูอาจจะใช้สื่อภาพแผ่นโปร่งใสหรือหุ่นจำลอง หรือให้นักเรียนทดลองนำมือแตะที่หน้าท้องขณะที่หายใจเข้าออก อธิบายเสริมความรู้ให้นักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปดังนี้

- การทำงานของกล้ามเนื้อยึดซี่โครงและกล้ามเนื้อกะบังลม ขณะหายใจเข้าและหายใจออก สามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

	กล้ามเนื้อยึดซี่โครงแถบนอก	กล้ามเนื้อยึดซี่โครงแถบใน	กระดูกซี่โครง	กล้ามเนื้อกะบังลม	ปริมาตรช่องอก	ความดันอากาศภายในช่องอก
ขณะสูดลมหายใจเข้า	หดตัว	คลายตัว	ยกตัวสูงขึ้น	หดตัว	เพิ่มขึ้น	ลดลง
ขณะสูดลมหายใจออก	คลายตัว	หดตัว	ลดต่ำลง	คลายตัว	ลดลง	เพิ่มขึ้น

- ถ้ากล้ามเนื้อกะบังลมหยุดทำงาน นักเรียนจะสามารถสูดลมหายใจได้หรือไม่ เพราะเหตุใด *(ไม่ได้เนื่องจากความดันของอากาศในปอดจะคงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก อากาศจะไม่เคลื่อนที่เข้าและออกจากปอด)*

10. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้

2. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊ส ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 4 ของ สสวท.
2. ใบความรู้ 8 เรื่องโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน
3. ใบงานกิจกรรมที่ 6.2 เรื่อง การจำลองการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

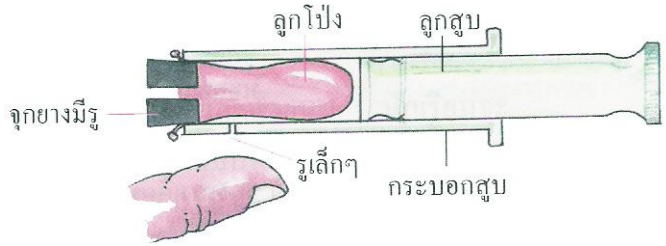
.....

.....

ใบงานกิจกรรมที่ 6.2

เรื่อง การจำลองการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม

คำชี้แจง นักเรียนศึกษากิจกรรมที่ 6.2 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



1. ลูกโปร่งเปรียบเทียบได้กับโครงสร้างใดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

2.ลูกสูบเปรียบเทียบได้กับโครงสร้างใด

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

3.ผลการทดลองครั้งแรกกับครั้งที่สองแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

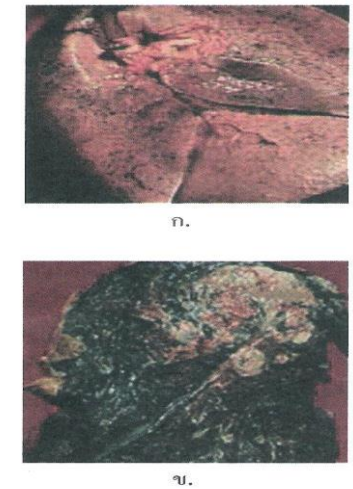
ใบความรู้ที่ 5

เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

1.2 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน

สัตว์มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่บนบกใช้ปอดเป็นอวัยวะสำหรับแลกเปลี่ยนแก๊ส เราสามารถศึกษาโครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊สได้จากปอดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

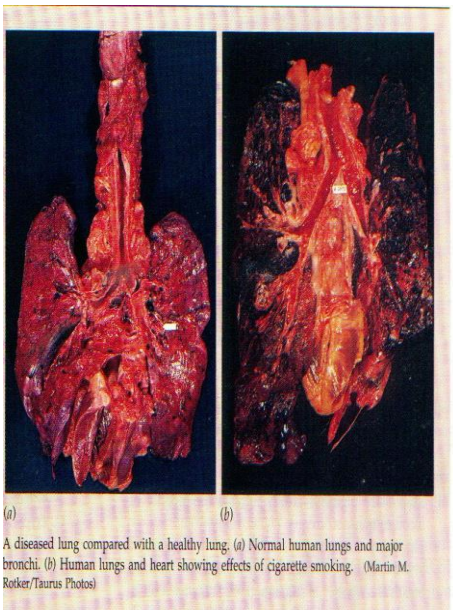
การศึกษาเรื่องของปอดคนโดยของจริงทำได้ยาก จึงมักใช้ปอดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมชนิดอื่น ๆ แทน อาจเป็นหมูหรือวัว ควายหรือกระต่าย ถ้าได้ปอดที่สมบูรณ์(โดยเฉพาะขอซื้อมาจากโรงฆ่าสัตว์) จะไม่ฉีกขาด ใช้ท่อพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร แยงลงไปในหลอดลม (Trachea) แล้วออกแรงเป่าที่ปลายท่อด้านนอกอย่างเต็มแรง จะเห็นการขยายตัวของปอด เมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้บีบบริเวณผิวปอด จะพบว่ามีลักษณะหยุ่น ๆ คล้ายถุง เมื่อใช้มีดกรีดจนถึงระดับขั้วปอด (Bronchus) กรีดต่อจนถึงหลอดลมฝอย (Bronchiole) จะเห็นการแตกแขนงและขนาดของทางเดินลมหายใจ



ก.

ข.

ภาพที่ 6-14 ปอดของคน



(a) (b)

A diseased lung compared with a healthy lung. (a) Normal human lungs and major bronchi. (b) Human lungs and heart showing effects of cigarette smoking. (Martin M. Rotker/Taurus Photos)

รูปที่ 6.20 ภาพผ่าปอดของคน

ลักษณะของปอดซ้ายมีสองพู ส่วนปอดขวามีสามพูเมื่อใช้นิ้วมือบีบหลอดลมแล้วปล่อย หลอดลมจะกลับคงรูปเหมือนเดิม

ลักษณะของท่อลมหรือหลอดลม ประกอบด้วย กระดูกอ่อนมาเรียงตัวต่อกัน ปลายกระดูกอ่อนแต่ละชิ้นจะไม่ชนกัน จึงมีรูปคล้ายตัวซี (C) หรือ คล้ายเกือกม้า และมีกล้ามเนื้อเชื่อมระหว่างปลาย ทำให้หลอดลมมีความยืดหยุ่นและไม่ตีบแฟบเมื่อถูกแรงกดจากเนื้อเยื่อ สามารถขยายตัวได้เล็กน้อย จึงมีประโยชน์ในการนำอากาศเข้าและออกจากปอด

ทางเดินลมหายใจเข้าสู่ปอด (Respiratory tract)

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ปอดจะอยู่ภายในช่องอก โดยมีกะบังลม (Diaphragm) กั้นระหว่างช่องอกกับช่องท้อง และที่อกมีซี่โครงกั้นอยู่ ปอดอยู่ 2 ข้างของหัวใจ เวลาหายใจเข้าอากาศผ่านรูจมูก ซึ่งมีขนช่วยกรองฝุ่นละออง ถัดไปเป็นโพรงจมูก (Nasal cavity) ซึ่งมีเยื่อเมือกเป็นชั้นหนาบุอยู่เพื่อปรับอุณหภูมิของอากาศที่หายใจเข้าให้อุ่นขึ้นและชื้นขึ้น อากาศผ่านเข้าสู่หลอดลม(Trachea) ซึ่งมีวงกระดูกอ่อน (Tracheal ring) รูปตัว C ขวางอยู่เป็นระยะ ๆ โดยมีปลายด้านเปิดของกระดูกอ่อนยึดติดกับหลอดอาหาร การที่มีกระดูกอ่อนขวางหลอดลมเป็นระยะ ๆ นี้ เพื่อป้องกันหลอดลมตีบหรือแฟบ เมื่อหายใจแรง ๆ และกระดูกอ่อนนี้จะอยู่ตลอดทางเดินลมหายใจ ตั้งแต่หลอดลมขั้วปอด (Bronchus) และหลอดลมฝอย (Bronchiole) ยกเว้นหลอดลมฝอยตอนปลาย ๆ

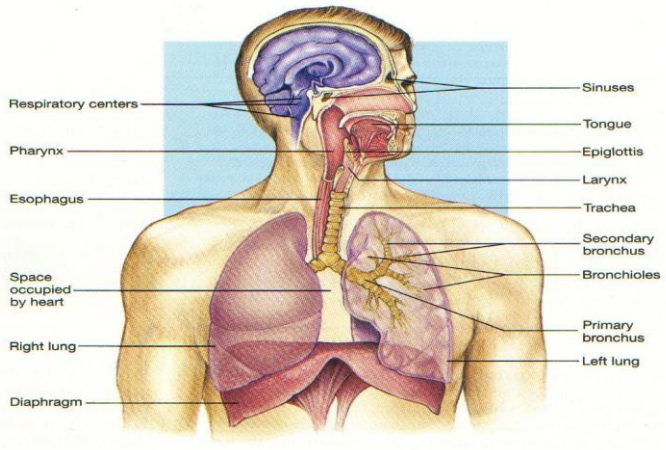
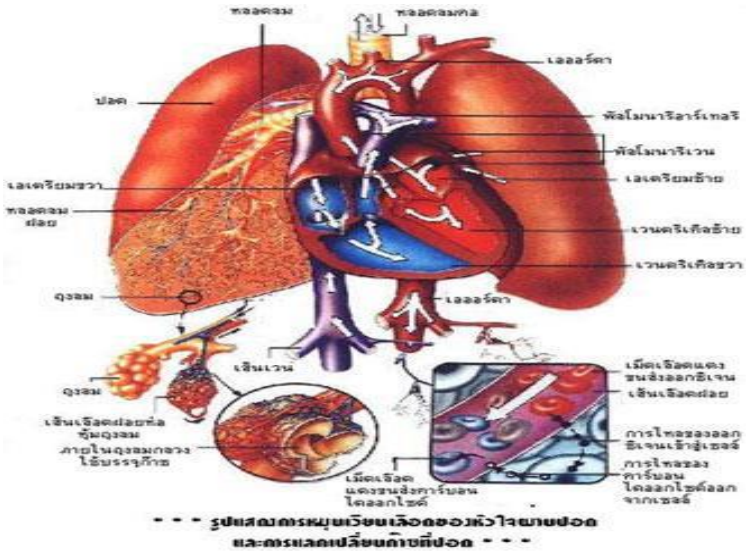


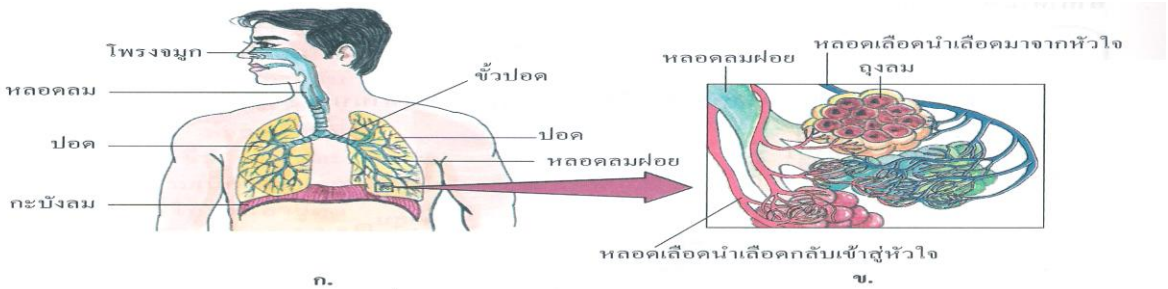
Figure 44–7 The human respiratory system. The paired lungs are located in the thoracic cavity. The muscular diaphragm forms the floor of the thoracic cavity, separating it from the abdominal cavity beneath. An internal view of one lung illustrates its extensive system of air passageways. The microscopic air sacs are shown in later figures.

รูปที่ 21 แสดงตำแหน่งของปอดและอวัยวะที่เกี่ยวข้อง

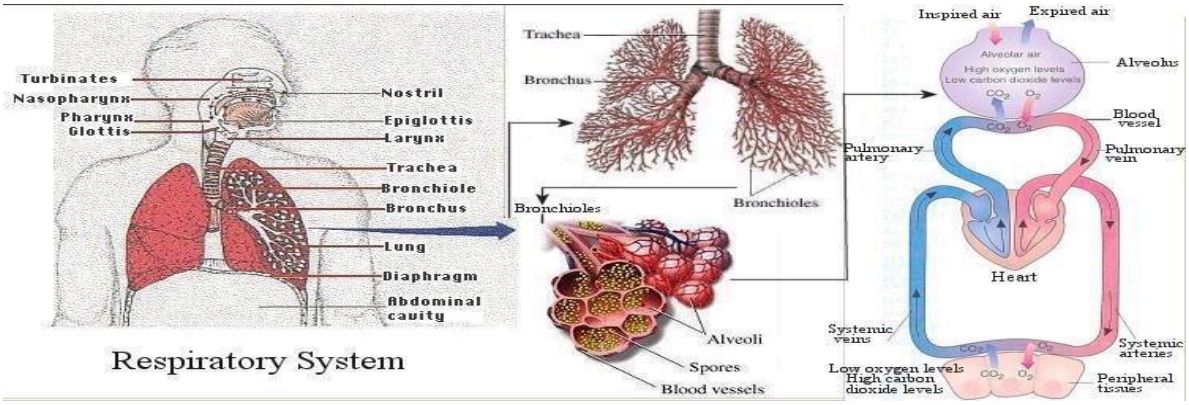


รูปที่ 22 ระบบหายใจของคน ปอดของคนอยู่ในช่องอก โดยมีกระบังลมเป็นกล้ามเนื้อแบ่งช่องและช่องท้องออกจากกันในรูปแสดงทางเดินของอากาศจนแตกแขนงเป็นหลอดลมฝอย

จากหลอดลม (Trachea) มีแขนงของขั้วปอด (Bronchus) แยกออกไปสู่ปอดทั้งซ้ายและขวา ขั้วปอดแตกแขนงย่อยลงไปอีกเป็นหลอดลมฝอย(Bronchiole) แขนงของหลอดลมฝอยมีเป็นจำนวนมากมาย ยิ่งแขนงย่อยลงมากขึ้นเท่าใดผนังยิ่งบางลง หลอดลมฝอยที่แตกแขนงจนเป็นหลอดลมฝอยส่วนปลาย (Terminal Bronchiole) และแตกแขนงเป็นหลอดลมฝอยส่วนที่แลกเปลี่ยนแก๊สได้ (Respiratory Bronchiole) จนกระทั่งถึงส่วนปลายสุดเป็นถุงเล็ก ๆ เรียกว่า ถุงลมหรืออัลวีโอลัส (Alveolus) ที่อัลวีโอลัสนี้มีหลอดเลือดฝอยห่อหุ้มอยู่โดยรอบช่วงของถุงลมและหลอดเลือดฝอยมีการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยออกซิเจนจากถุงลมแพร่เข้าหลอดเลือดฝอย ในขณะเดียวกันคาร์บอนไดออกไซด์จากหลอดเลือดฝอยแพร่เข้าสู่ถุงลม ปอดแต่ละข้างจะมีอัลวีโอลัสประมาณ 300 ล้านถุง โดยอัลวีโอลัสแต่ละถุงมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 0.25 มิลลิเมตร ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ผิวทั้งหมดที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของอัลวีโอลัส รวมปอดทั้งสองข้างประมาณถึง 90 ตารางเมตร หรือประมาณ 40 เท่าของพื้นที่ผิวภายนอกร่างกาย การที่ปอดมีความยืดหยุ่นสูงและขยายตัวได้มาก มีประโยชน์ในการทำให้ร่างกายได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ รวมทั้งการที่ผิวของอัลวีโอลัสมาก ทำให้มีพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนแก๊สกับหลอดเลือดฝอยได้มาก และการมีหลอดเลือดฝอยในปอดมาก ทำให้เลือดได้รับออกซิเจนมากขึ้นและรวดเร็วขึ้น



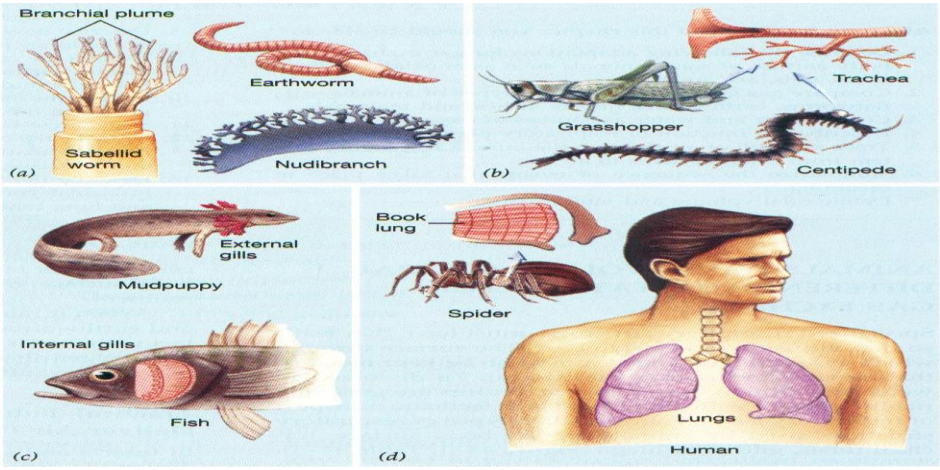
ภาพที่ 6-8 ก. ส่วนต่างๆ ของทางเดินหายใจ
ข. ถุงลม



รูปที่ 23 ระบบหายใจของคน

และภาพแสดงรายละเอียดของปอดที่แตกแขนงจนถึงถุงลมเล็ก ๆ

--

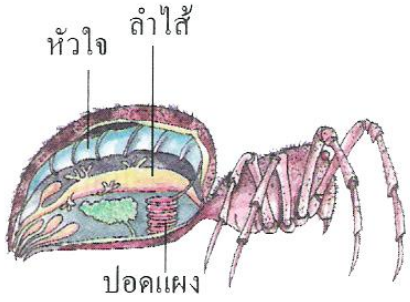


รูปที่ 13 แสดงภาพเปรียบเทียบอวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊สในสัตว์ต่างชนิด

ปอด (Lung)

ปอด (Lung) เป็นอวัยวะที่เว้าเข้ามาในร่างกาย แตกแขนงและถ่ายเทอากาศ ในสัตว์พวกสัตว์ไรกระดูกสันหลังจะพบในแมงมุม แมงป่อง หอยทาก ครัสเตเชียน (Crustacean) อาร์โทรพอด ส่วนในพวกสัตว์มีกระดูกสันหลังพบในปลาปอด (Lung fish) สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำที่โตแล้ว (ยกเว้นซาลามานเดอร์) และในสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ

บุคลัง (Book lung)

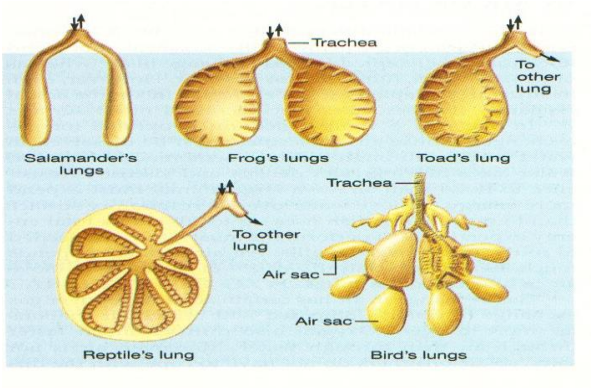


รูปที่ 16 แสดง บุคลัง (Book lung) ของแมงมุม

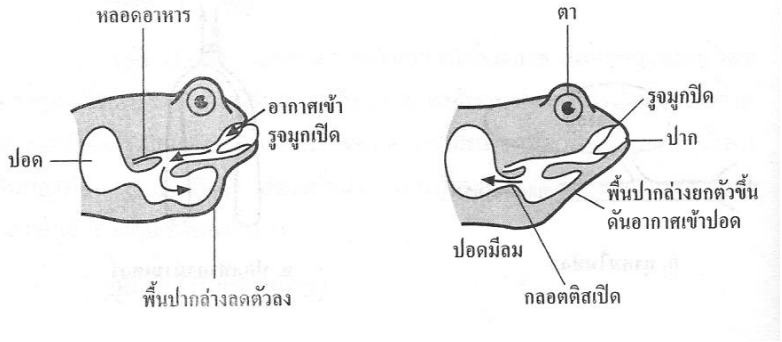
พบในแมงมุม มีลักษณะเป็นห้องเล็ก ๆ มีทางติดต่อกับอากาศภายนอกภายในห้องเล็ก ๆ มีแผ่นเยื่อบาง ๆ เรียงซ้อนเป็นปึก ออกซิเจนจากอากาศจะเข้าสู่ของเหลวที่หมุนเวียนอยู่ในบุคลัง ของเหลวนำออกซิเจนไปให้เนื้อเยื่อร่างกายและดึงคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

ในสัตว์ชั้นสูงตั้งแต่กบขึ้นไป (รวมทั้ง Lungfish และหอยฝาเดียว Pulmonat) ปอดเป็นอวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยที่เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายไม่ได้สัมผัสอากาศภายนอกโดยตรง ร่างกายจึงมีวิธีช่วยให้แก๊สที่อยู่ภายนอกติดต่อกับเซลล์ร่างกาย โดยเกิดกระบวนการรับและส่งออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์

ปอดมีวิวัฒนาการเริ่มจากถึงธรรมดา มีหลอดเลือดฝอยมาหล่อเลี้ยงและมีความชื้น จนกระทั่งวิวัฒนาการในการเพิ่มพื้นที่ผิวของปอดให้มากที่สุด โดยการแบ่งพื้นที่ผิวด้านในให้มีรอยพับมากขึ้น พร้อมทั้งมีหลอดเลือดฝอยมาเลี้ยงมากขึ้น

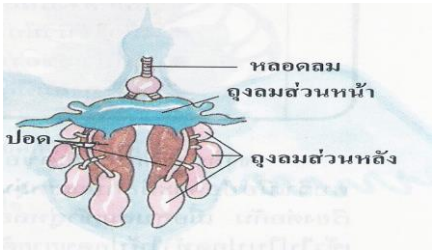


รูปที่ 17 แสดงวิวัฒนาการของปอด ซาลาเมนเดอร์ กบ คางคก สัตว์เลื้อยคลาน และปอดของนกตามลำดับ



รูปที่ 18 แสดงการสูดลมหายใจเข้าในกบ กบหายใจเอาอากาศเข้าทางรูจมูก อากาศผ่านโพรงจมูกเข้าช่องปาก ช่วงนี้พื้นที่ปากด้านล่างลดตัวลง อากาศจะไปอยู่ในช่องปาก เมื่อกบยกพื้นปากล่างขึ้นอากาศจะถูกดันเข้าปอด

การหายใจของนกต่างไปจากสัตว์อื่น ๆ ที่นกต่างไปจากสัตว์อื่น ๆ ที่นกจะต้องบิน จึงต้องใช้พลังงานมาก เพื่อลอยตัวอยู่ในอากาศ ดังนั้นนกจึงมีวิวัฒนาการจนทำให้กระดูกเบา โดยมีโพรงอยู่ในกระดูก และตามโพรงเหล่านั้นมีถุงลม(Air sacs) แทรกเข้าไปโครงสร้างเช่นนี้จึงช่วยในการบินและแลกเปลี่ยนแก๊สด้วย ถุงลมเหล่านี้ทำหน้าที่เก็บสำรองอากาศไว้ให้นกใช้แลกเปลี่ยนแก๊สโดยถุงลมจำนวน 8 – 9 ถุงนี้มีทางติดต่อกับปอด เมื่อนกหายใจผ่านหลอดลมคอเข้าไปอากาศจะแยกออกไปตามหลอดลมเข้าสู่ปอดบางส่วนผ่านเลยเข้าไปยังถุงลม นกแลกเปลี่ยนแก๊สกับอากาศในปอดก่อน เมื่อหายใจออกอากาศในปอดจะออกไปและอากาศจากถุงลมที่ต่อจากปอดจะเข้าไปแทนที่ นกจึงสามารถแลกเปลี่ยนแก๊สได้อีกครั้ง ดังนั้นนกสูดลมหายใจเข้าออกแต่ละครั้ง ปอดสามารถแลกเปลี่ยนแก๊สได้ 2 ครั้ง ซึ่งมากกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมเท่าตัว



รูปที่ 19 แสดงภาพแสดงระบบหายใจของนก

ภายในปอดของนกมี**หลอดลม (Bronchus)** และมีแขนงหลอดลม **(ParaBronchus)** แยกออกไป ที่แขนงหลอดลมมี**ท่ออากาศ (Air capillary)** แตกแขนงออกโดยรอบและมีหลอดเลือดฝอยมาพันอยู่ การแลกเปลี่ยนแก๊สในปอดนกเกิดขึ้นที่ท่ออากาศนี้

ปอดเป็นอวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สกับบรรยากาศ อยู่ภายในลำตัว อากาศจากภายนอกผ่านทางรูจมูกเข้าหลอดลม ซึ่งมีขนาดเล็กลงทุกที ๆ พร้อมกับมีการแตกแขนงเป็นหลอดลมฝอย ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมส่วนสุดท้ายของปอด คือถุงลมหรือ **อัลวีโอลัส (Alveolus)** ซึ่งเป็นถุงลมขนาดเล็กจำนวนมาก ลักษณะของถุงลมมีเยื่อบาง ๆ เป็นผนังและมีหลอดเลือดฝอยหุ้มถึงเหล่านี้อยู่ทั่ว ๆ ไป เพราะยิ่งมีพื้นที่ผิวสำหรับแลกเปลี่ยนแก๊สกับระบบหมุนเวียนเลือดมากเท่าใด การแลกเปลี่ยนแก๊สยิ่งมาก การแลกเปลี่ยนแก๊สใช้หลักการแพร่ และมีหลักเช่นเดียวกับอวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์อื่น ๆ คือ ต้องมีผนังบางและมีความชื้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 14 เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊ส เวลา 2.00 ชั่วโมง

สาระที่ 1 ชีววิทยา

มาตรฐาน 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุปและนำเสนอผลงานเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 9)

- การสูดลมหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส
- การวัดอัตราการหายใจ
- การลำเลียงออกซิเจน
- การลำเลียงคาร์บอนไดออกไซด์

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูให้นักเรียนทุกคนทดลองวัดอัตราการสูดลมหายใจเข้าออกของตนเองในเวลา 1 นาที ขณะนั่งพักและนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราการสูดลมหายใจของผู้ใหญ่ปกติขณะพัก จากนั้นตั้งคำถามว่าในการหายใจเข้าออกแต่ละครั้งมีปริมาตรเท่าไร และให้นักเรียนศึกษาปริมาตรอากาศในลมหายใจออก โดยทำกิจกรรมที่ 6.3

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การทำกิจกรรมที่ 6.3 เพื่อให้นักเรียนสามารถสำรวจตรวจสอบ อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับ ปริมาตรอากาศในลมหายใจออก ดังนี้

- ทำการทดลองหาปริมาตรของลมหายใจออก

- ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาตรของอากาศที่หายใจออก

2. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาวิธีการทดลอง และรับอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนการทดลอง โดยใช้ตัวอย่างคำถามนำดังนี้

- การวัดปริมาตรของอากาศในลมหายใจออก ทำได้อย่างไร *(เป่าลมหายใจออกไปแทนที่น้ำ)*

- นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรจึงทำให้ค่าที่ได้ถูกต้องมากที่สุด

(1. การทำสเกลที่ขวดบรรจุน้ำต้องถูกต้องและชัดเจน

2. การสูดลมหายใจเข้าต้องสูดให้เต็มที่แล้วเป่าลมหายใจออกให้มากที่สุด

3. ทดลองทำซ้ำ 2 - 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย)

3. เมื่อนักเรียนทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลบนกระดานเพื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นและอาจจะเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างเพศหญิงและชาย แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังการทดลองโดยใช้ตัวอย่างคำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

- ปริมาตรของอากาศที่หายใจออกเต็มที่แต่ละครั้งเท่ากันหรือไม่ อย่างไร *(คำตอบนี้ขึ้นอยู่กับผลการทดลองของนักเรียน)*

- นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไรว่า อายุ เพศ ขนาดของร่างกาย และกิจกรรมที่ร่างกายกระทำมีผลต่อปริมาตรของอากาศที่หายใจออก *(ทำการทดลองเหมือนกิจกรรมที่ 6.3 แต่กำหนดตัวแปรต้นแตกต่างกันในแต่ละครั้ง เช่น ต้องการทราบว่าปริมาตรของอากาศที่หายใจออกของคนที่อายุต่างกันเท่ากันหรือไม่ ตัวแปรต้นคือ คนที่อายุต่างกันกลุ่มละ 4 - 5 คน เพื่อหาค่าเฉลี่ย ตัวแปรตาม คือ ปริมาตรของอากาศในลมหายใจออก ตัวแปรควบคุม คือ สภาพของร่างกาย เช่น ขณะพัก สุขภาพของร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์และเพศเดียวกัน น้ำหนัก ส่วนสูงใกล้เคียงกัน)*

4. ครูส่งเสริมให้นักเรียนที่สนใจเป็นพิเศษทำการศึกษาเพิ่มเติม และเก็บเป็นผลงานในแฟ้มสะสมงาน และอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนออกแบบการทดลอง เช่น ให้นักเรียนออกแบบการทดลองการวัดลมหายใจเข้า

5. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพแสดงปริมาตรอากาศในปอดขณะหายใจเข้า - ออก ปกติและขณะหายใจเข้า-ออก เต็มที่ ในภาพที่ 6 -10 และร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามดังนี้

- จากกราฟการหายใจเข้าออกปกติ 1 ครั้ง อากาศจะมีปริมาตรเท่าใด *(500 ลูกบาศก์เซนติเมตร)*

- นักเรียนสามารหายใจเอาอากาศออกจากปอดจนหมดได้หรือไม่ เพราะเหตุใด *(ไม่ได้ เพราะการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อแถบนอกที่ยึดซี่โครงทำงานได้จำกัด)*

- ปริมาตรของอากาศจากการบังคับให้มีการหายใจเข้าเต็มที่กับการบังคับการหายใจออกเต็มที่ต่างกันอย่างไร *(ขณะที่มีการหายใจเข้าเต็มที่ จะมีปริมาตรอากาศสูงสุดที่ 6,000 ลูกบาศก์*

เซนติเมตร ขณะที่หายใจออกเต็มที่แล้ว ยังคงมีอากาศตกค้างในปอดประมาณ 1,100 ลูกบาศก์เซนติเมตร)

- เมื่อหายใจออกปกติจะมีปริมาตรของอากาศที่ตกค้างในปอดเป็นเท่าไร *(2,4000 ลูกบาศก์เซนติเมตร)*

6. ครูให้ความรู้นักเรียนเพิ่มเติมและให้คำนวณปริมาตรของอากาศ ที่นักเรียนหายใจเข้าภายใน 1 วัน และให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าถ้าอากาศเหล่านั้นเป็นอากาศที่ไม่บริสุทธิ์มีสารพิษ ฝุ่นละออง หรือเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ด้วย นักเรียนจะมีโอกาสได้รับสิ่งเหล่านั้นเข้าไปในร่างกายมากน้อยเพียงใด

7. ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับอากาศที่นักเรียนหายใจเข้าไปถึงถุงลมมีแก๊สออกซิเจนจำนวนมาก “แก๊สออกซิเจนเหล่านี้จะเข้าสู่เลือดได้อย่างไร เมื่อเลือดลำเลียงแก๊สออกซิเจนไปให้เซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกาย แก๊สออกซิเจนจะเข้าสู่เซลล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์จะเข้าสู่เลือดได้อย่างไร และร่างกายจะมีวิธีการอย่างไรในการกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกาย” คำตอบของนักเรียนอาจมีหลากหลาย แต่ครูยังไม่เฉลย แต่เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้วให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจเดิมของนักเรียนอีกครั้ง

8. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ การแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ว่ามีกระบวนการอย่างไร เกิดขึ้นที่บริเวณใดของร่างกาย รวมถึงสารที่มีบทบาทในการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยศึกษาแผนภาพแสดงการแลกเปลี่ยนแก๊สและการลำเลียงแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแผนภาพแสดงความหนาแน่นของแก๊สในบรรยากาศและในส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยใช้ใบความรู้ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถาม ดังนี้

- การแลกเปลี่ยนแก๊สเกิดขึ้นที่ส่วนใดบ้าง *(เกิดขึ้น 2 แห่ง แห่งแรกเกิดที่ถุงลมกับหลอดเลือดฝอย อีกแห่งหนึ่งเกิดขึ้นที่หลอดเลือดฝอยกับเซลล์ทั่วไปของร่างกาย)*

- เซลล์ของเนื้อเยื่อปอดต้องการออกซิเจนหรือไม่ เพราะเหตุใด *(ต้องการ เพราะเนื้อเยื่อของปอดต้องใช้พลังงานในการทำกิจกรรมในเซลล์ เช่นเดียวกับเซลล์อื่นๆ ของร่างกาย)*

- เนื้อเยื่อของปอดได้รับออกซิเจนโดยวิธีใด *(แพร่จากหลอดเลือดฝอยที่มาหล่อเลี้ยงเนื้อเยื่อของปอด)*

- ฮีโมโกลบินรวมตัวกับคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ดีกว่าออกซิเจน และไม่ยอมปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมาง่ายๆ นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลอย่างไร ถ้าร่างกายได้รับคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นปริมาณมาก *(แก๊สนี้จะไปรวมตัวกับฮีโมโกลบินของเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าแก๊สออกวิเจนทำให้หลอดเลือดลำเลียงออกซิเจนได้น้อยลง หัวใจจึงต้องบีบตัวเร็วขึ้น เพื่อให้มีการลำเลียงออกซิเจนได้น้อยลง หัวใจจึงต้องบีบตัวเร็วขึ้น เพื่อให้มีการลำเลียงออกซิเจนไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายได้เพียงพอ)*

- แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ต่างๆ ที่เข้าสู่หลอดเลือดฝอยจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง *(แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยากับน้ำในเซลล์เม็ดเลือดแดงได้เป็นกรด*

คาร์บอนิก ซึ่งจะแตกตัวเป็นไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนและไฮโดรเจนไอออนและแพร่ออกสู่พลาสมา)

- สารใดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของพลาสมา *(แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์)*

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่า บริเวณใดในร่างกายมีโมเลกุลของออกซิเจนหนาแน่นมากที่สุดและน้อยที่สุด *(มากที่สุดคือที่ปอดหรือในถุงลม และน้อยที่สุดคือที่เนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย)*

- บริเวณใดมีโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์อยู่กันหนาแน่นมากที่สุดและน้อยที่สุด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น *(หนาแน่นมากที่สุดคือที่เนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย เพราะเซลล์ต่างๆ ของเนื้อเยื่อมีการสลายสารอาหารโดยใช้แก๊สออกซิเจน และปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนบริเวณน้อยที่สุดคือที่ปอดหรือในถุงลม เพราะเป็นอากาศที่หายใจเข้ามามีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 0.03)*

- แก๊สออกซิเจนที่ผ่านเข้าไปในปอดจะแพร่เข้าสู่เลือดได้ทั้งหมดหรือไม่ เพราะเหตุใด *(แก๊สออกซิเจนที่ผ่านเข้าไปในปอดจะแพร่เข้าสู่เลือดได้ไม่ทั้งหมด เพราะในลมหายใจออกยังมีปริมาณออกซิเจนจำนวนหนึ่งออกมา)*

- เพราะเหตุใดในเนื้อเยื่อจึงมีโมเลกุลของออกซิเจนหนาแน่นน้อย แต่มีโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์อยู่กันหนาแน่นมาก *(เพราะเนื้อเยื่อนำออกซิเจนเข้าร่วมปฏิกิริยาการสลายสารอาหารและได้ผลิตภัณฑ์คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์)*

9. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊ส ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้

2. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง การควบคุมการหายใจและความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับโรคของระบบทางเดินหายใจ ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 2 ของ สสวท.
2. ใบความรู้ 9 เรื่อง การสูดลมหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส
3. ใบงานกิจกรรมที่ 6.3 เรื่อง ปริมาตรอากาศในลมหายใจออก

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

ใบงาน กิจกรรมที่ 6.3

เรื่อง ปริมาตรอากาศในลมหายใจออก

คำชี้แจง นักเรียนศึกษากิจกรรมที่ 6.3 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปริมาตรของอากาศที่หายใจออกเต็มที่แต่ละครั้งเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

2.นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไรว่า อายุ เพศ ขนาดของร่างกาย และกิจกรรมที่ร่างกายกระทำมีผลต่อปริมาตรของอากาศที่หายใจออก

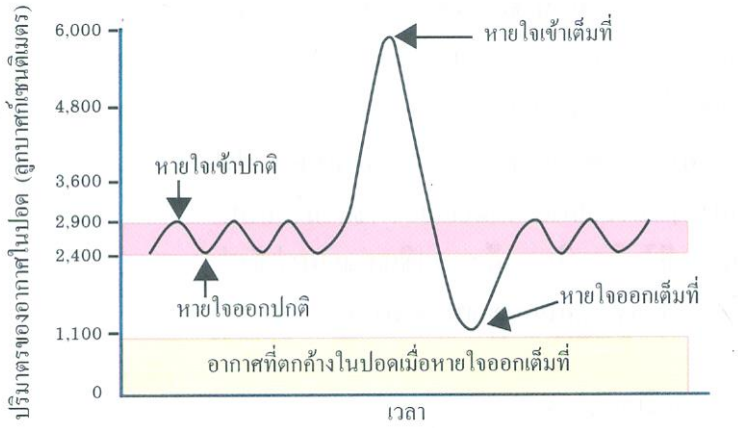
คำตอบ . .....

.....

.....

.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษากราฟแล้ว ตอบคำถามต่อไปนี้



1.จากกราฟการหายใจเข้าออกปกติ 1 ครั้ง จะมีปริมาตรของอากาศเท่าใด

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

2.นักเรียนสามารถหายใจเอาอากาศออกจากปอดจนหมดได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

3.ปริมาตรของอากาศจากการบังคับให้มีการหายใจเข้าเต็มที่กับการบังคับการหายใจออกเต็มที่ต่างกันหรือไม่ อย่างไร

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

4.เมื่อหายใจออกปกติจะมีปริมาตรของอากาศที่ตกค้างในปอดเป็นเท่าไร

คำตอบ . .....

.....

.....

ใบความรู้ที่ 6

เรื่อง การสูดลมหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส

1.3 การสูดลมหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส

สรีรวิทยาของการหายใจ

1. การสูดลมหายใจเข้าออก (Breathing) ประกอบด้วยกระบวนการนำอากาศภายนอกเข้าสู่ถุงลมในปอดคือ การหายใจเข้า (Inspiration) และกระบวนการขับอากาศในถุงลมที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมากออกจากถุงลม คือ การหายใจออก (Expiration)

2. การหายใจภายนอก (External respiration) เป็นกระบวนการการแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเกิดที่ 2 ตำแหน่ง คือ **ระหว่างถุงลมในปอดกับเม็ดเลือดแดงในหลอดเลือดฝอย (Capillary) ที่อยู่รอบ ๆ ถุงลม** และการขนส่งแก๊สโดยกระแสเลือดไปยังเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายและ**การแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างเลือดกับเซลล์ของเนื้อเยื่อ**

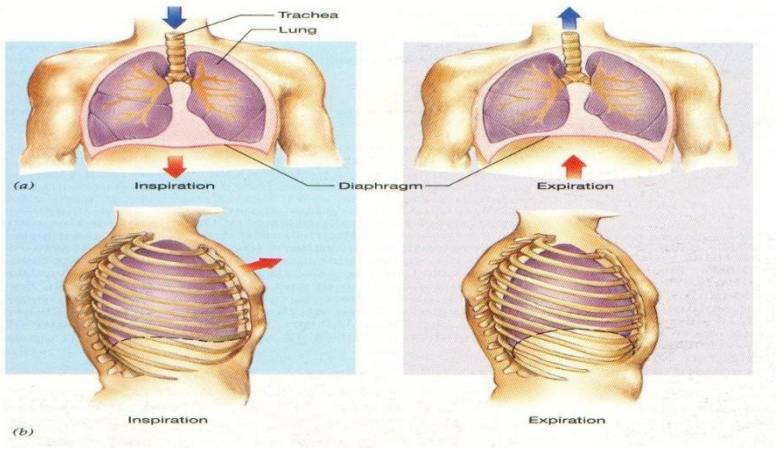
3. การหายใจภายใน (Internal respiration) หรือการหายใจระดับเซลล์ (Cellular respiration) แบ่งเป็น

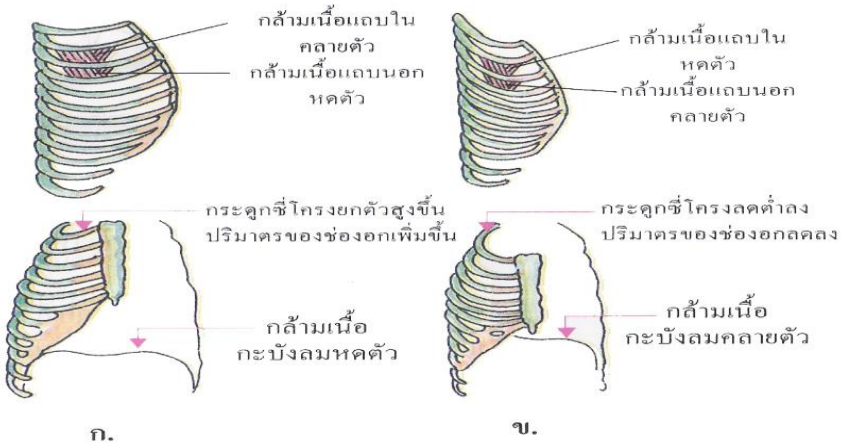
- การหายใจแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic respiration) เป็นการหายใจที่ต้องการออกซิเจน เป็นตัวรับอิเล็กตรอนและโปรตรอนตัวสุดท้าย

- การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anarobic respiration) เป็นการหายใจที่ใช้สารอนินทรีย์อื่น ๆ เช่น ซัลเฟต , ไนเตรต เป็นตัวรับอิเล็กตรอน

กระบวนการนำอากาศเข้าและออกจากปอด

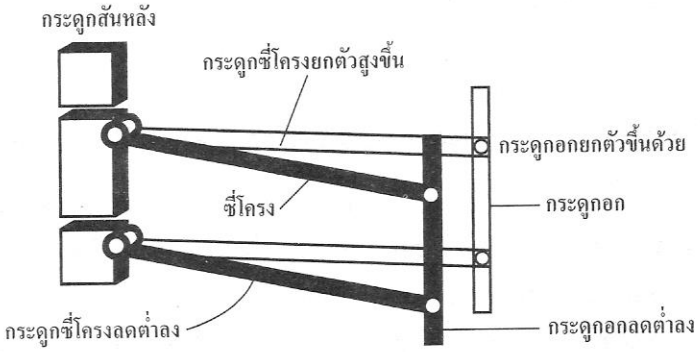
การหายใจในช่วงสูดลมหายใจเข้า เนื่องจากปอดขยายตัวพร้อมกับปริมาตรทรวงอกเพิ่มขึ้น และการหายใจในช่วงสูดลมหายใจออก เนื่องจากปอดลดขนาดลงและพร้อมทั้งปริมาตรทรวงอกลดลงเท่าเดิมนั้น เกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ของ**กล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครง (Intercostal muscle) กระดูกซี่โครง(Rib) และกะบังลม (Diaphragm)**



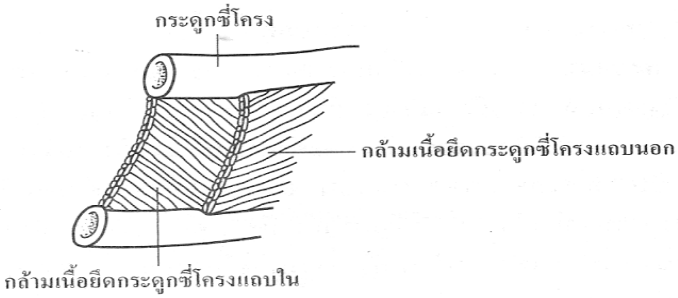


รูปที่ 26 กลไกการหายใจ แสดงการเคลื่อนที่ของกะบังลมและซี่โครงในขณะหายใจเข้า (ก) และหายใจออก (ข)

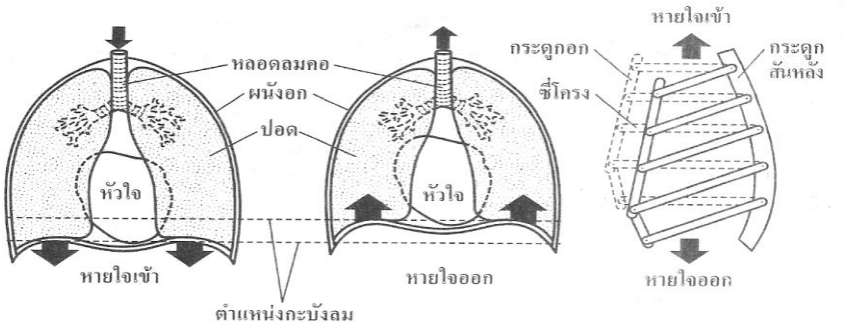
ระหว่างกระดูกซี่โครงมีกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงเอาไว้ ดังรูปที่ 6.27 – 6.28 กล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงเป็นกล้ามเนื้อสองแถบเรียงตัวสลับกัน กล้ามเนื้อแถบนี้ทำหน้าที่ตรงกันข้ามขณะที่กล้ามเนื้อแถบนอกหดตัวกล้ามเนื้อแถบในก็จะคลายตัว กระดูกซี่โครงจะยกตัวสูงขึ้น ทำให้กระดูกอกยกตัวสูงตามไปด้วย เมื่อกล้ามเนื้อแถบในหดตัวกล้ามเนื้อแถบนอกจะคลายตัว กระดูกซี่โครงจะลดต่ำลง ทำให้กระดูกอกลดต่ำลงด้วย



รูปที่ 27 แสดงการยกตัวของกระดูกซี่โครง ทำให้กระดูกอกยกตัวสูงขึ้นและการลดระดับกระดูกซี่โครงทำให้กระดูกอกลดระดับลง



รูปที่ 28 แสดงกล้ามเนื้อแถบนอกและแถบในที่ยึดกระดูกซี่โครง



รูปที่ 29 แสดงการทำงานของกะบังลมและซี่โครงตอนหายใจเข้าและหายใจออก

ในกรณีที่กระดูกซี่โครงและกระดูกอกยกตัวสูง ทำให้ปริมาตรปอดเพิ่มจึงเป็นการหายใจเข้า และเมื่อกระดูกซี่โครงและกระดูกอกลดลงที่ตำแหน่งเดิม ทำให้ปริมาตรของปอดลดลง จึงเป็นการหายใจออก

- เมื่อสูดลมหายใจเข้าปอดแรง ๆ กระดูกซี่โครงจะยกตัวสูงขึ้น พร้อมทั้ง กระดูกอกยกตัวสูงขึ้นและกางออกไปข้างหน้า
- การที่กระดูกซี่โครงยกตัวสูงขึ้น ทำให้ปริมาตรภายในช่องอกเพิ่มขึ้น ความดันอากาศในปอดลดลง อากาศจากภายนอกไหลเข้าปอด
- ในทางตรงกันข้าม กระดูกซี่โครงและกระดูกอกลดต่ำลงทำให้ปริมาตรภายในช่องอกลดลง อากาศถูกดันออกจากปอด

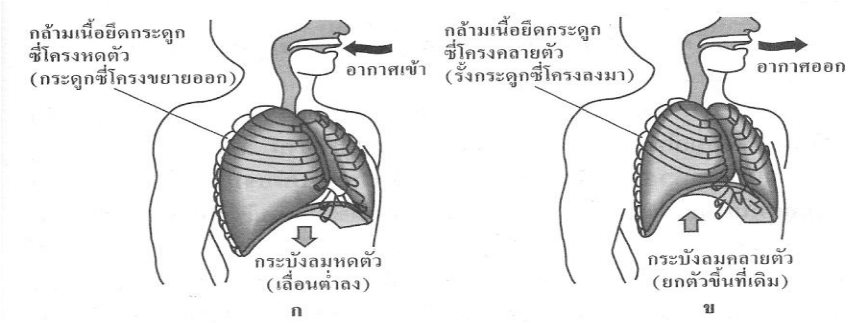
กระบังลม มีส่วนช่วยเปลี่ยนแปลงปริมาตรของช่องอกอีกทางหนึ่งด้วย กะบังลมเป็นแผ่นกล้ามเนื้อเรียบแข็งแรง กั้นระหว่างช่องอกกับช่องท้อง เมื่อกล้ามเนื้อกะบังลมหดตัวส่วนโค้งของกะบังลมจะต่ำลงด้านล่าง ซึ่งเป็นจังหวะเดียวกันกับกระดูกซี่โครงและกระดูกอกยกตัวขึ้น ปริมาตรของช่องอกเพิ่มขึ้นและเป็นจังหวะของการหายใจเข้า เมื่อกล้ามเนื้อกะบังลมคลายตัว กะบังลมจะอยู่ในสภาพโค้งขึ้นเหมือนเดิม พร้อมกับกระดูกซี่โครงและกระดูกอกลดตัวลง ปริมาตรของช่องอกลดลงเป็นจังหวะของการหายใจออก การหายใจเข้าและการหายใจออกซึ่งเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม อยู่ในการบังคับของระบบประสาทอัตโนมัติ แต่บางครั้งกล้ามเนื้อกระดูกซี่โครงกับกล้ามเนื้อกะบังลมทำงานไม่สัมพันธ์กัน โดยกะบังลมหดตัวในช่วงหายใจออก ทำให้เกิดการสะอึก

ดังนั้นการหายใจเข้าจึงเป็นการทำให้ปริมาตรทรวงอกเพิ่มขึ้นได้มี 2 วิธี คือ

1. การหดตัวของกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงแถบนอก (External intercostals muscle)

2. การหดตัวของกะบังลม (Diaphragm)

เมื่อกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงแถบนอกหดตัว ทำให้กระดูกซี่โครงและกระดูกอก (Sternum) ถูกดึงให้ยกขึ้นและกางออกไปข้างหน้าและด้านข้าง ทำให้ปริมาตรทรวงอกขยายใหญ่ขึ้น ขณะเดียวกันกะบังลมหดตัว ทำให้เลื่อนต่ำลงมาปริมาตรช่องอกจึงเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความดันของอากาศในปอดต่ำลง เกิดการหายใจเข้า



รูปที่ 30 กลไกการหายใจของคนอันเนื่องมาจากความแตกต่างของความดันอากาศในปอด และความดันอากาศภายนอก โดยการทำให้ปริมาตรช่องอกเปลี่ยนแปลง

ก. ปริมาตรช่องอกเพิ่มขึ้น โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อกระดูกซี่โครง (แถบนอก) ทำให้กระดูกซี่โครงและกระดูกอกยกตัวขึ้น และการหดตัวของกะบังลม ทำให้กะบังลมเลื่อนต่ำลง ทำให้ความดันอากาศในช่องอกลดลง อากาศภายนอกจึงเข้าสู่ปอดได้

ข. เมื่อกล้ามเนื้อกระดูกซีโครงและกะบังลมคลายตัว ปริมาตรทรวงอกลดลง อากาศในปอดถูกดันออกมา

การที่กะบังลมเลื่อนต่ำลงมา จะไปดันอวัยวะภายในพร้อมกับกล้ามเนื้อหน้าท้องคลายตัว จึงทำให้ท้องป่อง เรียกว่า **การหายใจส่วนท้อง (Abdominal breathing)** และการที่กระดูกซี่โครงเคลื่อนที่ไปข้างหน้าพร้อมกับกางออกในตอนหายใจเข้า เรียกว่า **การหายใจส่วนอก (Costal breathing)**

ส่วนการหายใจออกเนื่องจากทรวงอกลดขนาดลง โดยวิธีดังนี้

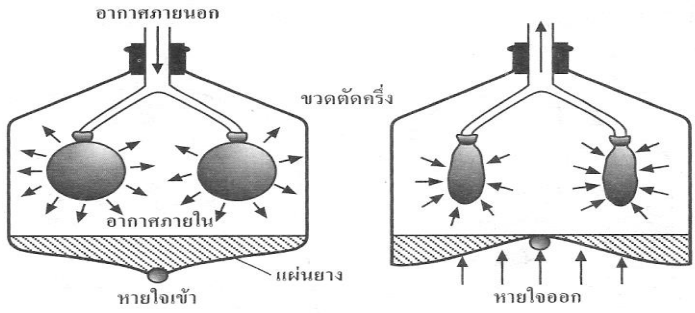
1. ทรวงอกลดขนาดลงเอง (Passive movement) เกิดจากการที่กะบังลมคลายตัว จึงยกสูงขึ้นที่เดิมและเกิดจากความยืดหยุ่น (Elasticity) ของถุงลมซึ่งจะหดตัวกลับที่ขนาดเดิม จึงทำให้ทรวงอกแฟบลง อากาศในปอดจะถูกดันออกมา

2. เกิดจากกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงแถบใน (Internal intercostals muscle) หดตัวพร้อมกับกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงแถบนอกคลายตัวรั้งให้กระดูกซี่โครงลดระดับลงที่เดิม

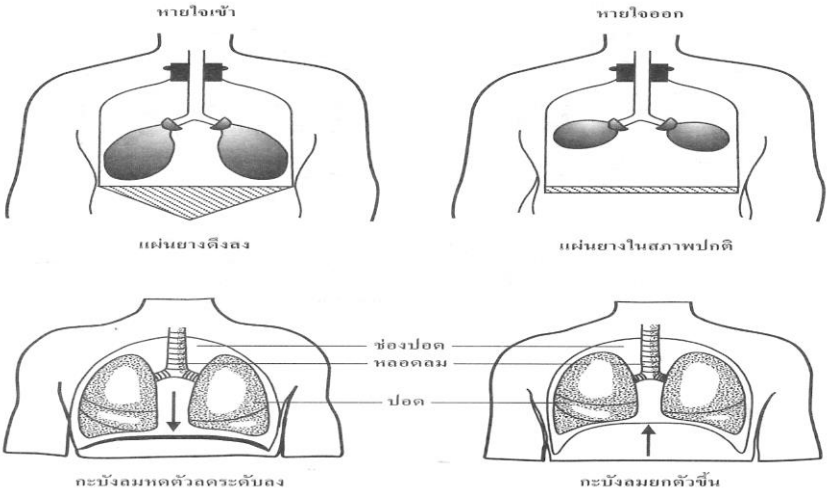
3.เกิดจากกล้ามเนื้อหน้าท้อง (Abdominal muscle) หดตัวบังคับให้กะบังลมเคลื่อนที่เข้าหาส่วนอก

บางกรณีอาจมีคนไข้เกิดอาการหายใจขัดข้อง เช่น จมน้ำ หรือได้รับแก๊สพิษ หรือถูกไฟฟ้าช๊อต กะบังลมและซี่โครงไม่ทำงาน แต่ยังไม่ตาย ดังนั้นจะต้องช่วยผู้ป่วยด้วยการเป่าลมเข้าปากคนไข้พร้อมกับบีบจมูกคนไข้ เพื่อให้ลมเข้าปอดคนไข้ในขณะเดียวกันให้ใช้มือหนึ่งกดกระดูกซี่โครงคนไข้เพื่อไล่ลมหายใจออกทำให้คนไข้หลาย ๆ ครั้ง คนไข้จะฟื้นขึ้นมาหายใจได้ กระบวนการช่วยคนไข้หายใจเช่นนี้

นักเรียนคงเคยได้ยินคำว่า ผายปอด ถ้าคนจมน้ำการผายปอดต้องคว่ำคนไข้ลง ห้อยหัวต่ำให้น้ำออกแล้วจึงจับคนไข้ให้นอนหงายและเป่าลมเข้าปากดังวิธีที่กล่าวมาแล้ว



รูปที่ 31 การทดลองเพื่อแสดงการทำงานของกะบังลม ทำให้ปอดขยายและแฟบ โดยใช้แผ่นยางปิดไว้ใต้ขวดที่ตัดออก ด้านบนมีหลอดแก้วรูปตัว Y และใช้ลูกโป่งติดเอาไว้ เมื่ออึงยางลงอากาศจากภายนอกจะถูกดูดเข้ามาทำให้ลูกโป่งพองออก เมื่อดันยางขึ้นไปถุงลมจะดันอากาศออก



รูปที่ 32 เปรียบเทียบการทดลองดังรูปที่ 31 กับการทำงานของกะบังลม

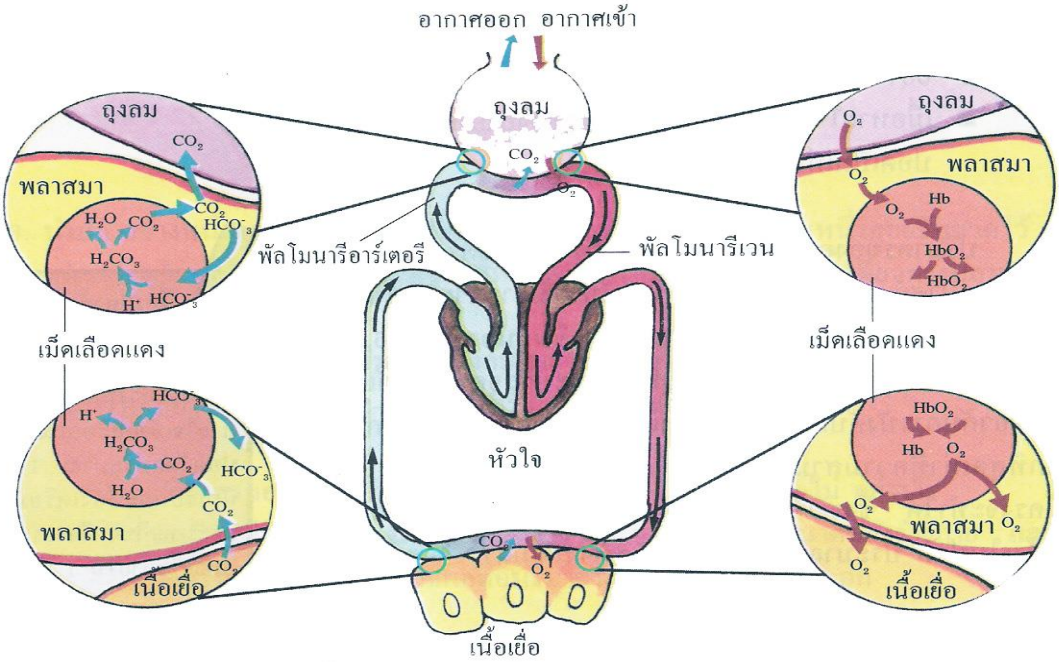
- ถ้ากล้ามเนื้อกะบังลมหยุดทำงาน เราจะไม่สามารถสูดลมหายใจได้เนื่องจากความดันภายในปอดไม่มีการเปลี่ยนแปลง อากาศในปอดไม่มีการเคลื่อนที่
- ในขณะที่หายใจเข้า กล้ามเนื้อยึดซี่โครงและกล้ามเนื้อกะบังลมจะทำงานดังนี้ กล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงแถบในคลายตัว ส่วนกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงแถบนอกหดตัวกระดูกอกยกตัวสูงขึ้นและกางออกไปข้างหน้าพร้อมกับกล้ามเนื้อกะบังลมหดตัว ปริมาตรของช่องอกเพิ่ม และความดันของอากาศในปอดลดลงในขณะที่ความดันของอากาศภายนอกสูงกว่าอากาศจึงไหลเข้าสู่ปอดจึงเป็นการหายใจเข้า สำหรับการหายใจออกจะเป็นกระบวนการตรงกันข้ามกับการหายใจเข้า

- ถ้าเปรียบเทียบความดันอากาศภายนอก และความดันของอากาศภายในช่องอกในขณะหายใจเข้าออกควรจะเป็นดังนี้ ขณะหายใจเข้าความดันอากาศที่อยู่ภายนอกสูงกว่าความดันอากาศภายในช่องอก ขณะหายใจออกความดันอากาศภายนอกต่ำกว่าความดันอากาศภายในช่องอก

การแลกเปลี่ยนแก๊สในร่างกาย

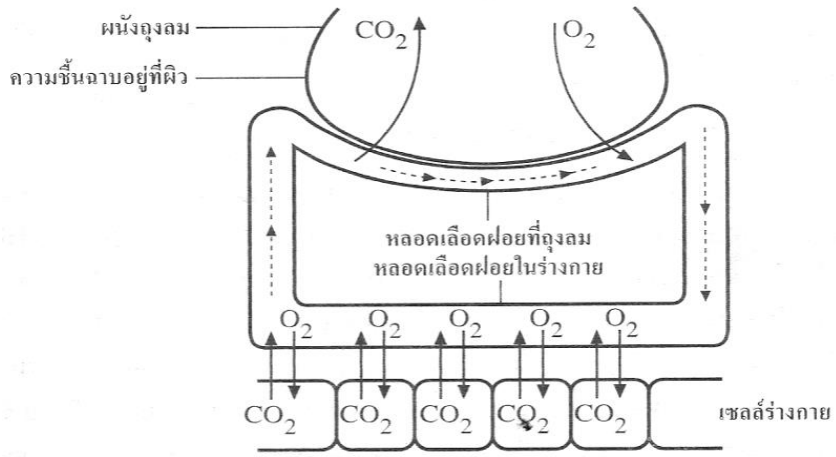
การแลกเปลี่ยนแก๊สในร่างกายเกิดขึ้น 2 แห่ง คือ ที่เนื้อเยื่อระหว่างเซลล์กับหลอดเลือดฝอย และที่

ปอด ระหว่างถุงลมกับหลอดเลือดฝอย โดยอาศัยหลักการแพร่ (Diffusion) โดยที่ถุงลมในปอดจะมีความดันของออกซิเจนมากที่สุดและมีความดันของคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด ส่วนที่เซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายจะมีความดันคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด และมีความดันออกซิเจนน้อยที่สุด



รูปที่ 33 การลำเลียงแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์

กลไกการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยอาศัยหลักการแพร่นั้น ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความดันย่อย (Partial pressure) ที่ระดับน้ำทะเล ความดันบรรยากาศมีค่า เท่ากับ 760 มิลลิเมตรของปรอท และที่บรรยากาศนี้มีออกซิเจนอยู่ 21 % (โดยปริมาตร) ดังนั้น ความดันย่อยของ O_2 = 0.21 x 760 หรือประมาณ 160 มิลลิเมตรปรอท ทำนองเดียวกัน คาร์บอนไดออกไซด์ก็มีความดันย่อยเพียง 0.23 มิลลิเมตรปรอท (หรือประมาณ 0.3 มิลลิเมตรปรอท) ความดันย่อยจึงเขียนสัญลักษณ์ว่า P_{O2} และ P_{CO2} นั่นคือ P_{O2} = 160 มิลลิเมตรปรอท และ P_{CO2} = 0.3 มิลลิเมตรปรอท



รูปที่ 34 แสดงการแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างถุงลมกับเลือด และเลือดกับเซลล์ของเนื้อเยื่อ

เมื่อเลือดเสียไหลมาถึงปอด โดยผ่านหลอดเลือดพัลโมนารีอาร์เตอรี (Pulmonary artery) เลือดนั้นมีความดัน O_2 ต่ำเพียง 40 มิลลิเมตรปรอท และมีความดัน CO_2 (45 มิลลิเมตรปรอท) สูงกว่าอากาศในถุงลม เมื่อเลือดไหลมาถึงหลอดเลือดฝอยที่สานเป็นตาข่ายคลุมถุงไว้ CO_2 จะแพร่จากเลือดเข้าสู่ถุงลมที่มีความดัน CO_2 เพียง 40 มิลลิเมตรปรอท และ O_2 ในถุงลมซึ่งมีความดันมาก กว่า 100 มิลลิเมตรปรอท จะแพร่เข้าเลือดในหลอดเลือดฝอย หลังจากนั้น เลือดจะไหลออกจากปอดทางหลอดเลือดพัลโมนารีเวน (Pulmonary vein) เพื่อกลับเข้าหัวใจห้องบนซ้ายลงสู่ห้องล่างซ้ายและออกจากหัวใจทางขั้วหัวใจหรือ เอออร์ตา(Aorta) เพื่อไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เมื่อเลือดดีถูกส่งไปถึงเนื้อเยื่อ จะคาย O_2 ให้แพร่ออกจาเลือดเข้ามาสู่เซลล์ที่มีความดัน O_2 ต่ำกว่า (ต่ำกว่า 40 มิลลิเมตรของปรอท) ทำให้ความดัน O_2 ในเลือดลดลงเหลือ 40 มิลลิเมตรปรอท ขณะเดียวกันความดัน CO_2 ในเซลล์มีมากกว่า 45 มิลลิเมตรปรอท CO_2 จะแพร่เข้าสู่เลือด จนกระทั่งความดันเพิ่มเป็น 45 มิลลิเมตรปรอท เมื่อเลือดคาย O_2 และรับ CO_2 มาแล้ว จึงรวมกับเลือดเสียจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายรวมกันเป็นหลอดเลือดดำซีสเตมิก (systemic vein) ไหลกลับไปปอดเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊สที่ถุงลมอีก ดังรูปที่ 33

การลำเลียงออกซิเจน (Oxygen transport)

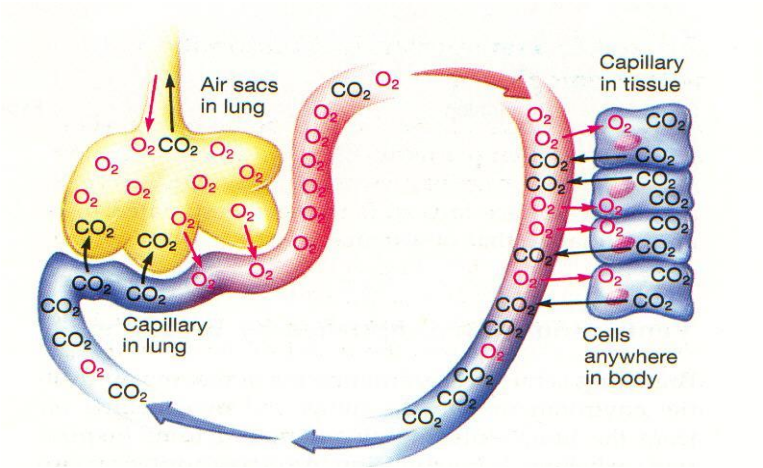
เมื่อ O_2 แพร่จากถุงลมเข้าหลอดเลือดนั้น เนื่องจาก O_2 ละลายได้น้อยมาในน้ำเลือดเพียง 3 % การขนส่ง O_2 ส่วนใหญ่จึงถูกพาไปโดยฮีโมโกลบิน (Hb) ในเม็ดเลือดแดง (97 %) กลายเป็นออกซีฮีโมโกลบิน (Oxyhemoglobin : HbO_2) โดยจับกับอะตอมของเหล็กที่อยู่ในฮีม (Heme) Hb 1 กรัม จับกับ O_2 ได้ 1.34 มิลลิลิตร Hb 1 โมเลกุล ประกอบด้วยฮีม 4 โมเลกุล แต่ละโมเลกุลของฮีมมีเหล็ก 1 อะตอม ซึ่งสามารถจับ O_2 ได้ 1 โมเลกุล ดังนั้น Hb 1 โมเลกุลจึงจับ O_2 ได้ 4 โมเลกุล เลือดที่มีออกซีฮีโมโกลบิน หรือเลือดดี (Oxygenated blood) จะไหลกลับหัวใจและสูบฉีดไปเลี้ยงร่างกาย เมื่อเลือดถูกส่งไปถึงเนื้อยเยื่อ ออกซีฮีโมโกลบิน จะคายออกซิเจนออก แล้วแพร่ออกจากหลอดเลือดฝอยเข้าเนื้อเยื่อที่มีออกซิเจนต่ำกว่า

การรับออกซิเจนของฮีโมโกลบินที่ปอด และการคายออกซิเจนของออกซีฮีโมโกลบินในเนื้อเยื่อ แสดงได้ดังสมการ

ที่ปอด

$$Hb + O_2 \rightleftharpoons Hb\,O_2$$

ฮีโมโกลบิน ที่เนื้อเยื่อ ออกซีฮีโมโกลบิน



รูปที่ 35 แสดงการลำเลียงออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือด

สำหรับฮีโมโกลบินนั้น สามารถรวมตัวกับคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ได้ดีกว่าออกซิเจนถึง 200 เท่า ทำให้เม็ดเลือดแดงซึ่งรวมกับคาร์บอนมอนอกไซด์นี้กลายเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhemoglobin) ไม่สามารถรับออกซิเจนได้อีกเลย หากสูดเอาคาร์บอนมอนอกไซด์จากควันบุหรี่ หรือท่อไอเสียรถยนต์เข้าไปครั้งละมาก ๆ จะไปลดการรับออกซิเจนของเม็ดเลือดแดง อันเป็นอันตรายจนอาจทำให้ถึงตายได้

ปฏิกิริยาการรวม Hb กับคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นดังนี้

$$Hb + CO \rightleftharpoons Hb\,CO$$

Carboxyhemoglobin

การลำเลียงคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide transport)

คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในเซลล์ของเนื้อเยื่อ จะแพร่จากเนื้อเยื่อเข้าหลอดเลือดฝอย การขนส่ง CO_2 เมื่ออยู่ในหลอดเลือด อาจเกิดได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ละลายในน้ำเลือด (7%)
2. จับกับฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดง (23 %)
3. ขนส่งในรูปของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (70 %) คาร์บอนไดออกไซด์เพียง 7 % เท่านั้น ที่ถูกขนส่งในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำเลือด ส่วนที่เหลือจะแพร่เข้าเม็ดเลือดแดง เมื่อเข้ามาอยู่ในเม็ดเลือดแดง คาร์บอนไดออกไซด์ลางส่วน (23 %) จะจับกับหมู่อะมิโนของฮีโมโกลบิน กลายเป็นคาร์บามิโนฮีโมโกลบิน (Carbamiinohemoglobib)

CO_2 + $HbNH_2$ ⇌ HbNHCOOH(carbaminohemoglobin)

คาร์บอนไดออกไซด์ส่วนใหญ่ (70 %) จะทำปฏิกิริยากับน้ำ ในเม็ดเลือดแดง กลายเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งแตกตัวต่อให้ได้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) และไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออ (HCO_3^-)

carbonic

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + (HCO_3^-)$ anhydrase

การรวม CO_2 และ H_2O เป็นกรดคาร์บอนิกในเม็ดเลือดแดง เกิดได้รวดเร็วมาก เพราะมีเอนไซม์ คาร์บอนิก แอนไฮเดรส (Carbonic anhydras) เร่งปฏิกิริยา และปฏิกิริยานี้ย้อนกลับคืนได้ และเนื่องจากกรดคาร์บอนิกจะแตกตัวต่อไปทันทีเป็น H^+ และ HCO_3^- ดังนั้นจึงอาจเขียนปฏิกิริยาได้ดังนี้

carbonic

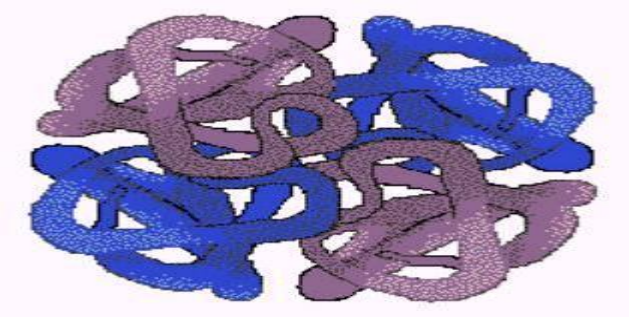
$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + (HCO_3^-)$

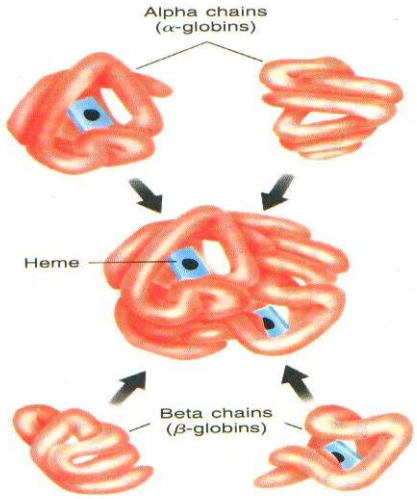
anhydrase

H^+ ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบิน และโปรตีนชนิดอื่น Hb จึงทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ด้วย และไม่มีผลต่อการเปลี่ยน pH ในเลือดมากนัก (pH อยู่ระหว่าง 7.34 ถึง 7.4) ส่วน HCO_3^- จะแพร่จากเม็ดเลือดแดงออกสู่พลาสมาและทำปฏิกิริยากับ Na^+ กลายเป็นโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) เมื่อ HCO_3^- แพร่ออกมาสู่พลาสมา จะมี Cl^- (คลอไรด์ ไอออน) แพร่จากพลาสมาเข้าสู่เม็ดเลือดแดงที่เรียกว่า คลอไรด์ ชีฟต์ (Chloride shift) เพื่อรักษาสมดุลของไอออนไว้

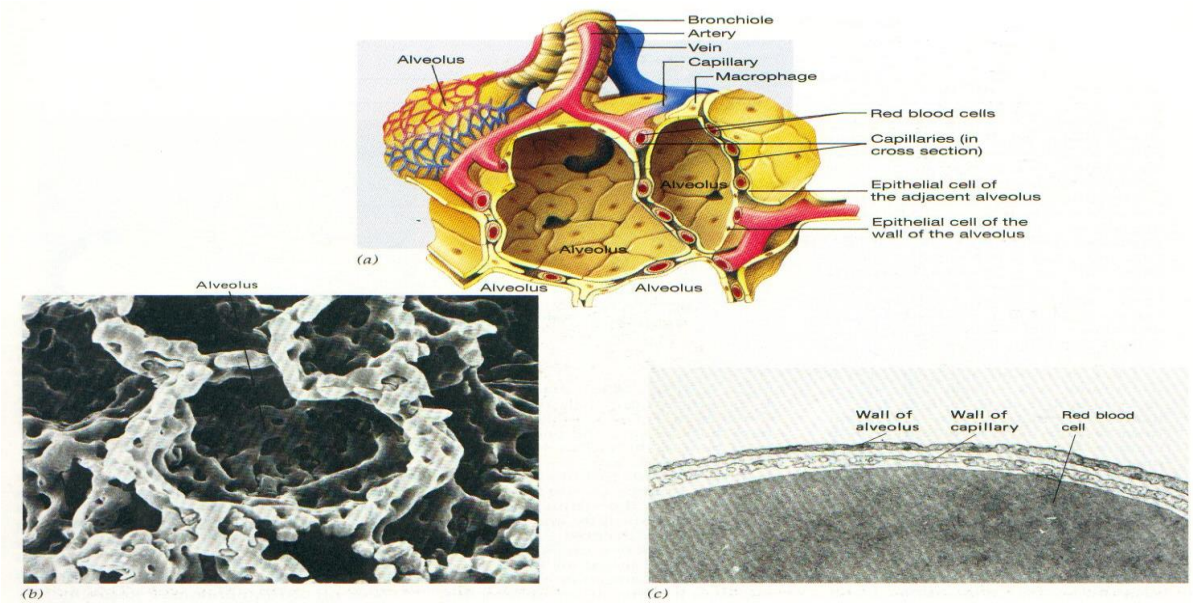
เมื่อเลือดที่มี และ ไหลเวียนไปถึงหลอดเลือดฝอยอัลวีโอลัสในปอด ปฏิกิริยาจะย้อนกลับโดยเปลี่ยนไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนและไฮโดรเจนไอออน กลายเป็นกรดคาร์บอนิกและสลายต่อกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ความดันของคาร์บอนไดออกไซด์ในหลอดเลือดฝอยในอัลวีโอลัสจึงสูงกว่าความดันของคาร์บอนไดออกไซด์ในอัลวีโอลัส คาร์บอนไดออกไซด์จึงแพร่เข้าสู่อัลวีโอลัส และขับออกทางลมหายใจออก ดังสมการ

$H^+ + (HCO_3^-) \longrightarrow CO_2 + H_2O$





รูปที่ 36 แสดงฮีโมโกลบินซึ่งเป็นโปรตีนขนาดใหญ่ สามารถจับออกซิเจนได้ 4 โมเลกุล โดยใช้หมู่ฮีม (Heme group) ที่อะตอมของเหล็ก เม็ดเลือดแดงแต่ละเซลล์จะมีฮีโมโกลบิน 300 ล้านโมเลกุล จึงทำให้เลือดมีสีแดง

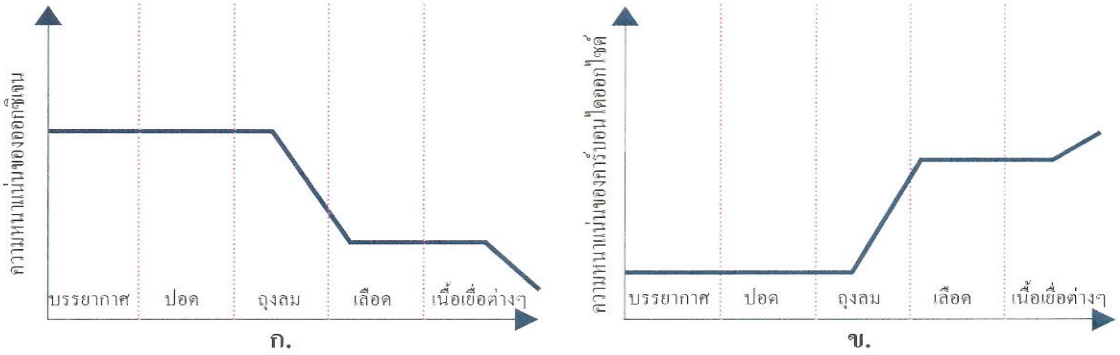


รูปที่ 37 การแลกเปลี่ยนแก๊สที่ผนังอัลวีโอลัส

a. โครงสร้างของอัลวีโอลัสมีผนังเป็นเยื่อบุผิวชนิดสความัส (Squamous Epithelium) ที่บางมาก และมีหลอดเลือดฝอยมาคลุมไว้

b. ภาพตัดตามขวางของหลอดเลือดฝอย (ขยาย 11,450 เท่า)

c. ขยายภาพ ข. (ประมาณ 48,000 เท่า) เห็นพื้นที่สีดำอยู่ในหลอดเลือดฝอย ก็คือเม็ดเลือดแดง ผนังของอัลวีโอลัสและผนังของหลอดเลือดฝอยอยู่ใกล้ชิด กันมาก ทำให้ออกซิเจนจากอัลวีโอลัสเคลื่อนเข้าสู่เม็ดเลือดแดงในหลอดเลือดฝอยได้



รูปที่ 40 แสดงความหนาแน่นของแก๊สในบริเวณต่าง ๆ (ลูกศรในภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแก๊ส) ก. ออกซิเจน ข.คาร์บอนไดออกไซด์

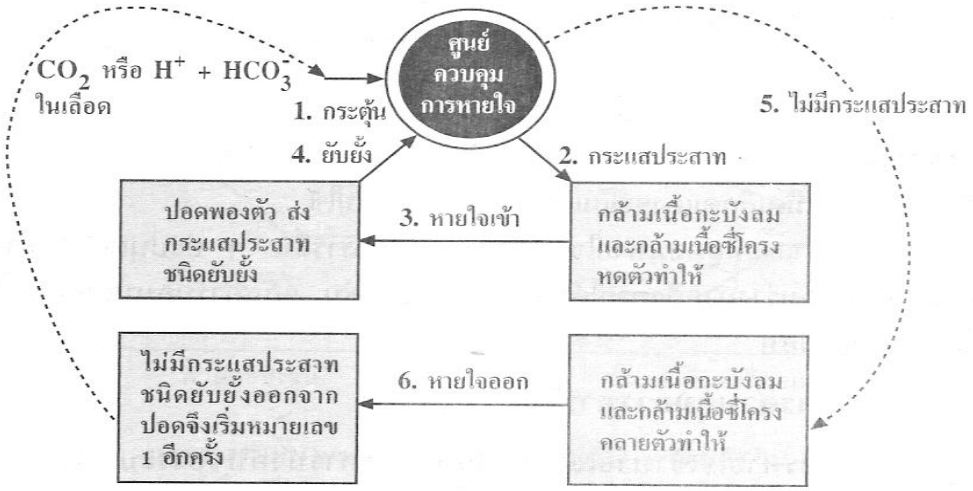
ในการสูดลมหายใจไม่สามารถจะเลือกเอาเฉพาะออกซิเจนเข้าไปกับลมหายใจ ต้องสูดแก๊สหลายชนิดที่ผสมกันอยู่ในอากาศเข้าไปพร้อม ๆ กัน แต่ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงจะจับเอาแก๊สออกซิเจนไปใช้

ในขณะที่สูดลมหายใจ หากในอากาศมีสารอื่น ๆ ปะปนเข้าไป อาจเป็นอันตรายกับร่างกายถึงตายได้ถ้าเป็นสารพิษ เช่น แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ไอตะกั่ว ไอปรอท

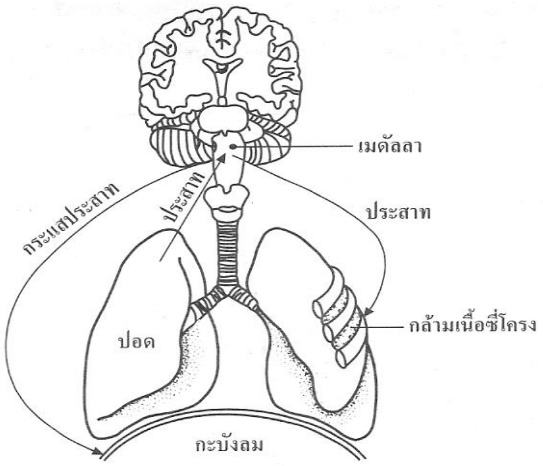
การควบคุมการหายใจ

การหายใจเข้าหายใจออก อยู่ภายใต้การบังคับของระบบประสาทอัตโนมัติ เราไม่สามารถบังคับให้กล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงหยุดทำงานได้ ถึงแม้จะอ้างว่าสามารถบังคับการหายใจเข้าออกให้สั้นยาวได้ตามต้องการ และบังคับให้กลั้นหายใจได้ในช่วงสั้น ๆ ก็ตาม แต่ถ้าทดลองให้นักเรียนวิ่งเร็ว ๆ สัก 100 เมตรแล้วหยุด พร้อมกับให้นักเรียนหายใจเข้าออกเป็นปกติ นักเรียนไม่สามารถทำได้ เพราะในขณะนั้นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ หรือปริมาณไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนกับไฮโดรเจนไอออนมากจะไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจ ซึ่งอยู่บริเวณสมองส่วนท้าย ซึ่งเรียกว่า เมดัลลา ออบลองกาตา (Medulla oblongata) และพอนส์ (Pons) ซึ่งเป็นตัวส่งกระแสประสาทไปบังคับกล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงให้หายใจถี่ขึ้น และรุนแรงขึ้นตามปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากขึ้น เมื่อร่างกายขับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดให้ลดลงจนถึงระดับปกติแล้ว ศูนย์ควบคุมการหายใจจะควบคุมอัตราการหายใจให้เป็นปกติ โดยปกติคนธรรมดาจะหายใจนาทีละ 14 – 18 ครั้ง ในผู้หญิงหายใจเร็วกว่าผู้ชายเล็กน้อย คือ นาทีละ 16 – 20

ครั้ง สำหรับอายุเป็นตัวทำให้อัตราการหายใจแตกต่างกันด้วย คือ ทารกแรกเกิดหายใจนาทีละ 40 – 60 ครั้ง อายุ 15 ปี นาทีละ 20 – 22 ครั้ง พออายุ 25 ปี หายใจนาทีละ 14 – 18 ครั้ง การเต้นของหัวใจก็มีความสัมพันธ์กับการหายใจด้วย



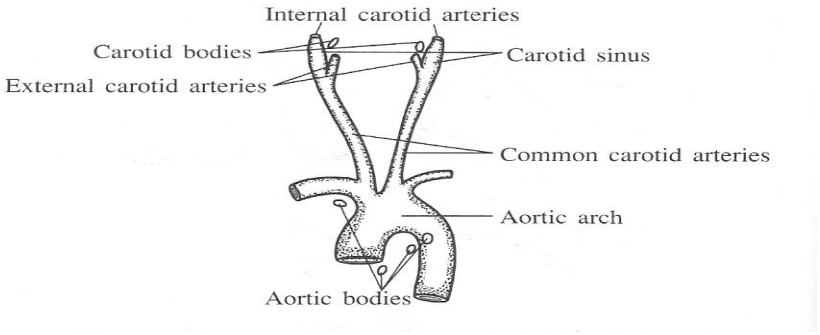
รูปที่ 41 สรุปการควบคุมการหายใจโดยใช้ศูนย์ควบคุมที่เมดัลลา ออบลองกาตา



รูปที่ 42 แสดงส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับศูนย์ควบคุมการหายใจ

นอกจากการควบคุมการหายใจโดยระบบประสาท ซึ่งเป็นการควบคุมการหายใจให้เกิดเป็นจังหวะสม่ำเสมอ โดยการทำงานของศูนย์หายใจในสมองส่วนเมดัลลาและพอนส์แล้ว ยังมีการควบคุมโดยสารเคมี (Chemical conyrol) ซึ่งจะควบคุมการหายใจให้มีอัตราและความเร็วที่เหมาะสมต่อความต้องการของร่างกายในขณะนั้น สารเคมีที่ควบคุมจังหวะการหายใจ คือ ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีตัวรับการเปลี่ยนแปลงของสารเคมี (Chemoreceptor) ในหลอดเลือดที่ไวต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์คือ คาร์โรติกบอดี (Carotibody) ซึ่งอยู่ที่โคนหลอดเลือดแดงที่จะไปเลี้ยงสมอง (หลอดเลือดแดงนี้ชื่อ Internal carotid artery) และ เอออร์ติกบอดี (Aortic body) ซึ่งตั้งอยู่บริเวณหลอดเลือดแดงใหญ่ ที่ออกจากหัวใจ (Aortic arch)

ถ้าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น หรือออกซิเจนลดลงในกระแสเลือด จะไปกระตุ้นตัวรับการเปลี่ยนแปลงสารเคมีนั้น ทำให้ส่งกระแสความรู้สึกไปตามแขนงเส้นประสาทสมองที่ IX (ชื่อ Glossopharyngeal nerve) ซึ่งนำความรู้สึกออกจากคาร์โรติดบอดี และแขนงเส้นประสาทสมอง ที่ X (ชื่อ Vagas nerve) นำความรู้สึกจากเอออร์ติกบอดี เข้าสู่ศูนย์กลางการหายใจที่เมดัลลา ทำให้เพิ่มอัตราและความลึกของการหายใจ



รูปที่ 43 ตำแหน่งของเคโมรีเซพเตอร์ – คาร์โรติดบอดี อยู่โคนหลอดเลือดแดง Internal carotid arteries ที่ไปเลี้ยงสมอง ส่วนเอออร์ติกบอดี อยู่บริเวณหลอดเลือที่ออกจากหัวใจ

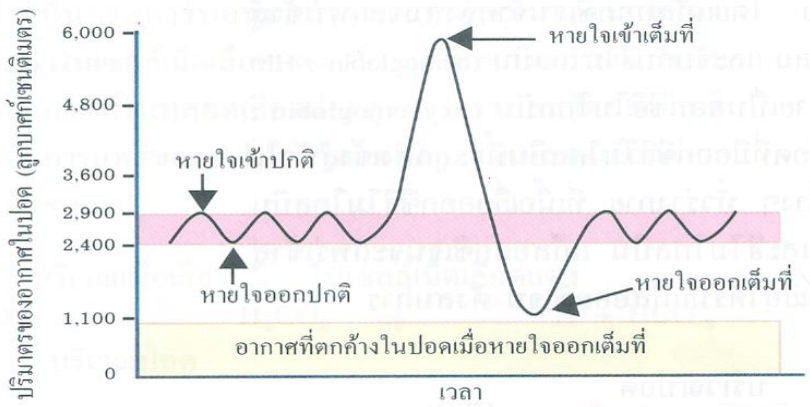
เคโมรีเซพเตอร์ทั้งสองที่อยู่โคนหลอดเลือด มีบทบาทในการควบคุมการหายใจโดยมีความไวต่อการขาดออกซิเจน และไวต่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนไอออนในหลอดเลือดแดง ถ้าความเข้มข้นของออกซิเจนลดลงถึงระดับ 50 – 60 มิลลิเมตรปรอท เคโมรีเซพเตอร์ จะกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจที่สมองและจะทำให้หลอดเลือดหดตัว โดยเฉพาะหลอดเลือดแดงฝอยทำให้ความดันเลือดเพิ่มขึ้น และขนส่ง O_2 ได้มากขึ้น

ในกรณีของคนที่อยู่บนภูเขาสูง ๆ ที่มีความดันออกซิเจนเบาบาง แม้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดไม่สูงก็ตาม รีเซพเตอร์ทั้งสองจะรับรู้ถึงการขาดออกซิเจน และส่งกระแสประสาทไปยังศูนย์ควบคุมการหายใจในสมองโดยผ่านเส้นประสาทสมองคู่ที่ X ทำให้เพิ่มอัตราการหายใจ

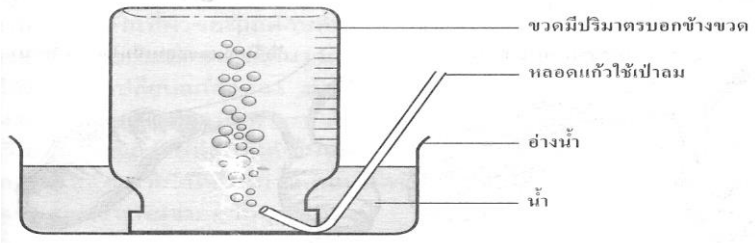
ปริมาตรอากาศจากการหายใจลักษณะต่าง ๆ

ในการหายใจเข้าออกแต่ละครั้งมีปริมาตรอากาศประมาณครึ่งลิตร หรือ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาตรอากาศนี้เรียกว่า ปริมาตรหายใจปกติ (Tidal valume ; TV) ซึ่งจะเข้าไปอยู่ในถุงลมเพียงประมาณ 350 ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนอีก150 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะค้างอยู่ตามทางเดินหายใจเรียกว่า anatomical dead space เมื่อหายใจเข้าเป็นปกติแล้ว เรายังสามารถสูดลมหายใจเข้าให้ลึกที่สุดเรียกว่า ปริมาตรหายใจเข้าสำรอง (Inspiratory reserve volume ; IRV) ต่อได้อีกราว 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้นหากรวมปริมาตรการสูดลมหายใจปกติบวกกับเพิ่มสูดลมหายใจเข้าลึกที่สุดจะได้อากาศทั้งหมดราว 500 + 3,000 = 3,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นความสามารถในการสูดลม

เข้าปอดทั้งหมด (Inspiratory capacity) เวลาหายใจออกปกติจะไล่ลมออกได้เท่า ๆ กับเมื่อสูดลมหายใจเข้า คือ ราว ๆ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร แต่เราก็ยังมีความสามารถไล่ลมหายใจออกให้มากที่สุด (เช่นเดียวกับสามารถสูดลมหายใจเข้ามากที่สุด) อีก 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาอากาศนี้เรียกว่า ปริมาตรหายใจออกสำรอง (Expiratory reserve volume ; ERV) ซึ่งรวมความสามารถในการไล่ลมหายใจออกจากปอดทั้งหมด (Expiratory capacity) ประมาณ 500 + 1,000 = 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร แต่ไม่ว่าจะไล่ลมหายใจเข้าออกให้มากที่สุดอย่างไร ในปอดก็ยังมีลมหายใจตกค้าง เรียกว่า ปริมาตรตกค้าง (Residual volume ; RV) อยู่อีกประมาณ 1,200 – 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้นหากจะรวมการสูดลมหายใจเข้าลึก ๆ และไล่ลมหายใจออกลึก ๆ (จนหมดความสามารถที่จะไล่) หรืออาจจะเรียกว่า ความสามารถสูงสุดในการสูดลมหายใจ (Vital capacity ; VC) มีค่าเท่ากับผลรวมของ TV ,IRV และ ERV = 500 + 3,000 + 1,000 = 4,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้นอาจรวมอากาศทั้งหมดในปอด (Total lung capacity) (รวมทั้งที่ไม่สามารถไล่อากาศออกมาได้) = VR + RV = 4,500 + 1,200 = 5,700 ลูกบาศก์เซนติเมตร



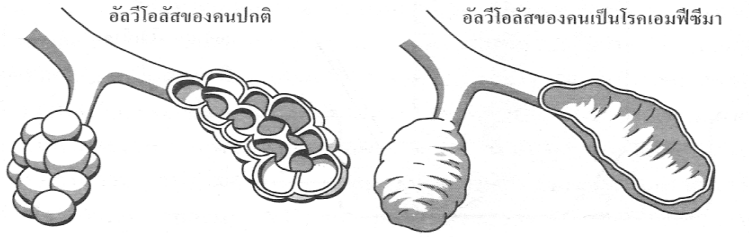
รูปแสดงปริมาตรอากาศในปอดขณะหายใจเข้า ออกปกติ และขณะหายใจออกเข้าออกเต็มที่



รูปที่ 46 การทดลองวัดปริมาตรลมหายใจเข้าออก

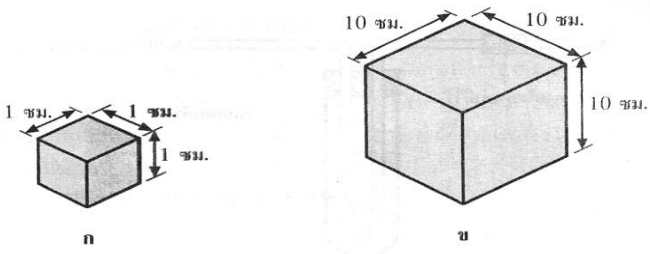
สำหรับการวัดปริมาตรลมหายใจเข้าออกนั้น สามารถทดลองได้เองง่าย ๆ โดยใช้ขวดน้ำหรือบีกเกอร์ที่มีขีดบอกปริมาตรใส่น้ำให้เต็ม แล้วคว่ำลงในอ่างน้ำ ดังรูปที่ 6.46 จากนั้นนำสายยางต่อและใช้ปากเป่าลมหายใจออก จดปริมาตรของน้ำที่หายไป ทำหลาย ๆ ครั้ง หาค่าเฉลี่ยของคนแต่ละคน และอาจทำกันหลาย ๆ คน เพื่อหาค่าเฉลี่ยทั้งกลุ่มหรือทั้งห้อง

หากนักเรียนทดลองเปรียบเทียบจะพบว่า ในนักกีฬาที่ฝึกซ้อมอยู่เสมอสามารถไล่ลมหายใจออกได้มากกว่าคนปกติ หากปอดผิดปกติ ความสามารถในการรับอากาศเข้าไปสู่ปอดจะได้น้อยกว่านี้ ทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ระหว่างถุงลมกับหลอดเลือดฝอยลดน้อยลง เช่น เป็นโรคปอดบวม (Pneumonia) ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรียหรือไวรัสผ่านเข้าไปทางหลอดลม ทำให้เกิดการอักเสบมีน้ำเหลืองของน้ำเมือกเต็มหลอดลมฝอย และอัลวีโอลัส ทำให้พื้นที่ผิวของถุงลมในการแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง อีกโรคหนึ่งคือ โรคอัลวีโอลัสพองหรือถุงลมโป่งพอง หรือเรียกว่า เอมฟีซีมา (Emphysema) มักเกิดกับคนที่สูบบุหรี่หรือสูดควันพิษจากท่อไอเสียรถยนต์เป็นเวลานานหรือเกิดการติดเชื้อ ผู้เป็นโรคถุงลมโป่งพองนั้นผนังของถุงลมเล็ก ๆ จะถูกทำลาย ทำให้ถุงลมทะลุถึงกันพื้นที่ผิวสำหรับการแลกเปลี่ยนแก๊สจะลดลง จึงทำให้การหายใจเข้าและออกลำบากเกิดอาการเหนื่อยหอบเนื่องจากต้องสูดลมหายใจเพิ่มขึ้น หัวใจทำงานหนักมากขึ้นจนอาจทำให้หัวใจวายได้



รูปที่ 47 แสดงอัลวีโอลัสเป็นโรคเอมฟีซีมา

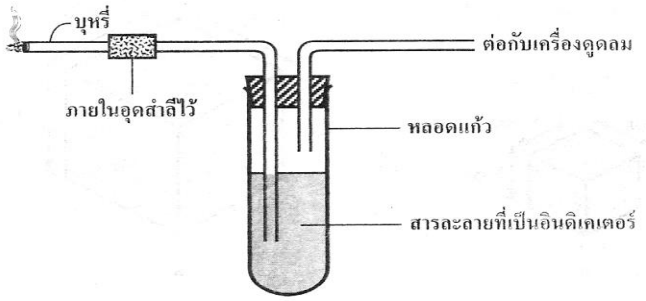
จากรูปจะเห็นว่าผนังอัลวีโอลัสจะถูกทำลาย ทำให้อัลวีโอลัสทะลุต่อกันเป็นการลดพื้นที่ผิว เพราะอัลวีโอลัสขนาดเล็ก ๆ จำนวนมาก พื้นที่ผิวจะเพิ่มขึ้นลองเปรียบเทียบภาพขนาดลูกบาศก์ ดังรูปที่ 48



รูปที่ 48 เปรียบเทียบพื้นที่ผิวทั้งหมด : ปริมาตรระหว่างลูกบาศก์ทั้งสองจะเห็นว่า รูป ก. นั้น มีอัตราส่วน 6 : 1 ส่วนรูป ข . มีอัตราส่วน 0.6 : 1 ดังนั้น วัตถุขนาดเล็กย่อมมีพื้นที่ผิว : ปริมาตรมากกว่า

จากรูปที่ 48 ซึ่งเปรียบเทียบพื้นที่ผิว : ปริมาตรแล้วจะเห็นว่าเมื่อมีถุงลมขนาดเล็กจำนวนมาก พื้นที่ผิวจะมากกว่า เมื่อถุงลมนั้นถูกทำลายกลายเป็นถุงลมใหญ่ ๆ นักเรียนอาจเปรียบเทียบบทเรียนที่ผ่านมา หากเทียบพื้นที่ผิวลำตัวของพลานาเรียกับพื้นที่ผิวของไส้เดือนดินเปรียบเทียบกับตัวแล้ว พื้นที่ผิวของพลานาเรีย จะมีพื้นที่แลกเปลี่ยนแก๊สได้มากกว่า เมื่อกล่าวถึงการสูญเสียพื้นที่ผิวของถุงลม ทำให้การแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง ทำให้ต้องเพิ่มอัตราการสูดลมหายใจ หัวใจก็ต้องทำงานหนักขึ้นอาจถึงตาย

เพราะหัวใจวายได้ง่าย ๆ ผู้ที่สูบบุหรี่ นอกจากนั้นเมื่อสูบบุหรี่มาก ๆ ทำให้เป็นโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง เพราะในบุหรี่มีควันบุหรี่ที่มีสารพิษ ซึ่งอาจทดสอบสารพิษจากควันบุหรี่ได้ดังนี้



เมื่อใช้เครื่องดูดดูดลมผ่านบุหรี่ที่จุดแล้วสักระยะหนึ่ง ปรากฏว่าสำลีจะมีคราบเขม่าติดอยู่ พร้อมกับสารละลายที่เป็นอินดิเคเตอร์แสดงความเป็นกรดในเขม่านั้นเป็นตัวทำให้เกิดโรคต่าง ๆ เกี่ยวกับทางเดินหายใจ

จากการทดลองเปรียบเทียบกับการสูบบุหรี่ก้นกรอง ซึ่งไม่ได้ป้องกันอันตรายจากสารพิษ เพราะถึงแม้จะสูบบุหรี่ก้นกรอง อัตราการเป็นมะเร็งของระบบหายใจก็ยังคงสูงอยู่

จากเรื่องพลังงานในสิ่งมีชีวิตที่กล่าวถึงชนิดและปริมาณของแก๊ส ในลมหายใจเข้าและลมหายใจออกนั้น พบว่าแก๊สส่วนใหญ่ในอากาศเป็นไนโตรเจนอยู่ถึง 79 % ออกซิเจน 20.96 % คาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 % กับแก๊สอื่น ๆ 0.01 % ซึ่งรวมกันแล้วยังไม่มีมลภาวะทางอากาศ แต่เมื่ออัตราส่วนเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไป เช่น ในเมืองใหญ่ ๆ อย่างกรุงเทพ ฯ อากาศจะมีเขม่า คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ไอน้ำ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และอื่น ๆ ปะปนอยู่อีกมาก ในช่วงเช้าถ้าขึ้นไปยืนอยู่บนตึกสูง ๆ มองไปตามถนนที่อยู่เบื้องล่าง จะเห็นว่าเต็มไปด้วยหมอกควันซึ่งเป็นมลภาวะทางอากาศ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ผู้คนตามเมืองใหญ่ ๆ ในปัจจุบันมักเป็นโรคภูมิแพ้โดยเฉพาะการแพ้อากาศ นอกจากนั้นระบบทางเดินลมหายใจผิดปกติ ทำให้เป็นโรคเกี่ยวกับปอดได้ง่าย เช่น โรคถุงลมโป่งพอง โรคปอดบวม วัณโรค มะเร็งปอด เป็นต้น

การวัดอัตราการหายใจ

การหายใจที่แท้จริงมิใช่หมายถึงการสูดลมหายใจ (Breathing) ซึ่งถือว่ามีทั้งการหายใจเข้าและการหายใจออก แต่ยังมีความหมายรวมไปถึงการแลกเปลี่ยนแก๊สและการนำออกซิเจนเข้าไปสลายอาหารเพื่อนำพลังงานไปใช้และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอีกด้วย

การวัดอัตราการหายใจจะเป็นตัวบ่งถึงอัตราเมแทบอลิซึม แต่การวัดอัตราเมแทบอลิซึมโดยตรงนั้นทำได้ยาก ดังนั้นจึงใช้วัดจากอัตราการหายใจหรืออัตราการใช้ออกซิเจนได้ ดังการทดลองต่อไปนี้

อุปกรณ์ที่ใช้ทอลอง

1. ขวดโหลปากกว้างพร้อมฝา 1 ใบ
2. กาวอีปอกซี

3. ท่อแก้วกลวง ยาว 5 เซนติเมตร 2 อัน

4. ท่อแก้วกลวง ยาว 45 เซนติเมตร 1 อัน

5. ท่อยาง ยาว 5 เซนติเมตร 1 ท่อน

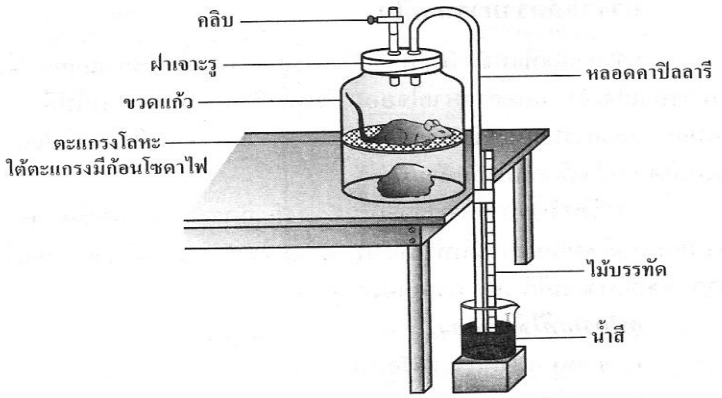
6. สัตว์ขนาดเล็ก เช่น หนูขาวหรือลูกเจี๊ยบ นำไปชั่งน้ำหนัก

7. กล่องใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์

8. ไม้บรรทัด น้ำสี บีเกอร์

เจาะรูที่ฝาขวดแล้วจัดเครื่องมือดังรูป 6.49 โดยให้หนูหรือลูกเจี๊ยบอยู่บนตะแกรงที่ค่ำอยู่เหนือกล่องใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ควรระมัดระวังอย่าให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ถูกผิวหนัง)

เมื่อจัดเครื่องมือดังรูปแล้ว ขณะเริ่มทดลองให้เปิดที่หนีบหลอดยางบนฝาขวดออก บันทึกระยะทางที่น้ำสีเลื่อนขึ้น ทุก ๆ นาที กะประมาณ 5 นาที ทดลองซ้ำ 2 – 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อหาระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ภายในเวลา 5 นาที จะได้ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องกว่าการทดลองเพียงครั้งเดียว



รูปที่ 49 การทดลองวัดอัตราการหายใจของสัตว์บางชนิด

คำนวณหาอัตราการหายใจของสัตว์ โดยการหาปริมาตรก๊าซที่หายไป จากระยะทางที่น้ำสีเคลื่อนที่ โดยใช้สูตร

$\pi r^2 d$ หน่วยปริมาตร r = รัศมีของรูหลอดแก้ว

d = ระยะทางเฉลี่ยที่น้ำสีเคลื่อนที่

อัตราการหายใจของสัตว์ เท่ากับปริมาตรของก๊าซที่ลดลงต่อ 1 หน่วย น้ำหนักใน 1 หน่วยเวลา จากสูตร

อัตราการหายใจ = $\frac{\pi r^2 d}{wt}$ หน่วยปริมาตร/ หน่วยน้ำหนัก/หน่วยเวลา

เมื่อ $w =$ น้ำหนัก

$t =$ เวลา

สำหรับการทดลองนี้ ควรเกลี่ยโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้แผ่ออก และควรตรวจดูรอยต่อทุกรอยว่าติดแน่นไม่รั่ว และหลอดแก้วจุ่มลงอยู่ใต้น้ำ และไม่ควรทิ้งสัตว์ทดลองไว้ในขวดปิดนานเกินไป เพราะจะทำให้สัตว์ทดลองตาย เพราะขาดอากาศหายใจ

ตารางเปรียบเทียบอัตราการหายใจของสัตว์บางชนิดในขณะพัก

สัตว์	**อัตราการหายใจ (มม.^{3} ของออกซิเจน/กรัม น้ำหนักสัตว์/ชั่วโมง)**
นกฮัมมิง	3,500
หนู	1,500
ปลาหมึก	320
คน	200
กบ	150
ปลาไหล	128
ปลาหมึกยักษ์	80
ซีแอนนีโมนี	13

จากตารางนี้ จะเห็นว่าสัตว์ที่ใช้พลังงานในการดำรงชีวิตมากที่สุดคือ นกฮัมมิง ส่วนสัตว์ที่ใช้พลังงานในการดำรงชีวิตน้อยที่สุดคือ ซีแอนนีโมนี แสดงให้เห็นว่าอัตราการหายใจของสัตว์ ขึ้นกับความว่องไวในการดำรงชีวิตของสัตว์แต่ละชนิด ปลาหมึกกับปลาหมึกยักษ์ ถึงแม้จะเป็นสัตว์ในไฟลัมและคลาสเดียวกันความว่องไวต่างกัน โดยปลาหมึกว่องไวกว่าปลาหมึกยักษ์ นกฮัมมิงว่องไวในการดำรงชีพมากที่สุด ส่วนซีแอนนีโมนีเป็นสัตว์เกาะอยู่กับที่ เกือบไม่มีการเคลื่อนที่เลย มีแต่การเคลื่อนไหว ดังนั้นอัตราการหายใจจึงต่ำที่สุด

สำหรับในคนโดยเฉลี่ยแล้ว อัตราการหายใจของชายควรจะสูงกว่าหญิงเพราะเฉลี่ยแล้วการออกแรงทำงานในชายสูงกว่าหญิง และอัตราการหายใจสูงสุดควรเป็นช่วงออกกำลังหรือทำงานหนัก อัตราการหายใจต่ำสุดควรเป็นขณะนอนหลับ สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างเด็กกับผู้ใหญ่ ปรากฏว่าอัตราการหายใจของเด็กสูงกว่าผู้ใหญ่ เพราะเด็กว่องไว และออกแรงเกือบตลอดเวลา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 14 เรื่อง การควบคุมการหายใจและความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับโรคของระบบทางเดินหายใจเวลา 2.00 ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อภิปราย สรุปและนำเสนอผลงานเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 9)

- การควบคุมการหายใจ
- การวัดอัตราการหายใจ
- ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับโรคของระบบทางเดินหายใจ

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูเริ่มนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องที่เรียน โดยให้นักเรียนลองกลั้นหายใจ นักเรียนจะกลั้นหายใจได้ระยะหนึ่งแล้วถามคำถามนำเพื่อนำไปสู่การอภิปรายว่า “เราสั่งให้ร่างกายกลั้นหายใจได้นานกว่านั้นหรือไม่ เพราะเหตุใด หรือขณะที่วิ่งออกกำลังกายเราหายใจหอบและถี่ เราสั่งร่างกายให้หายใจเป็นปกติได้หรือไม่ แสดงว่าเราควบคุมการหายใจได้หรือไม่”

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูควรชี้แจงเพิ่มเติมว่า เราสั่งร่างกายให้กลั้นหายใจได้ชั่วระยะหนึ่งเท่านั้น และจะสั่งให้หายใจเป็นปกติขณะที่หายใจหอบและถี่ไม่ได้ แต่ถึงอย่างไรร่างกายก็มีกลไกควบคุมการหายใจ “นักเรียนคิดว่าส่วนใดของร่างกายที่คอยควบคุมการหายใจ เพื่อช่วยรักษาดุลยภาพภายในร่างกาย” คำตอบของนักเรียนอาจมีหลายรูปแบบแต่ครูยังไม่เฉลยคำตอบ

2. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการควบคุมการหายใจ และร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปกลไกการควบคุมการหายใจของร่างกาย ซึ่งสัมพันธ์กับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามในหนังสือเรียนและอาจมีคำถามเพิ่มเติม ดังนี้

- นักเรียนจะอธิบายว่าอย่างไร ในกรณีที่ร่างกายมีการหายใจเร็วขึ้นและลึกขึ้นในขณะที่ออกกำลังกาย *(ขณะที่ออกกำลังกายร่างกายต้องการแก๊สออกซิเจนมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายในการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน ขณะเดียวกันก็ต้องเร่งกำจัดแก๊สคาร์บอน ได*

ออกไซด์ที่เกิดมากขึ้นออกจากร่างกาย ดังนั้นจึงต้องมีการหมุนเวียนแก๊สออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายมากขึ้นและเร็วขึ้น และต้องนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกายมากขึ้นและเร็วขึ้นด้วย)

3. ครูนำนักเรียนเข้าสู่หัวข้อเรื่อง ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับโรคระบบทางเดินหายใจโดยนำเหตุการณ์ปัจจุบันที่มีผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจเป็นจำนวนมาก ซึ่งหาได้จากข่าวทางหนังสือพิมพ์ หรือสถิติของกระทรวงสาธารณสุข ให้นักเรียนศึกษาและอภิปรายถึงสาเหตุ อาการของโรค วิธีการแพร่กระจาย วิธีป้องกันตนเองไม่ให้เป็นโรค ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะที่ 1 เรื่อง โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ

4. ครูแจ้งจุดประสงค์ของกิจกรรมเสนอแนะที่ 1 เพื่อให้นักเรียนสามารถ

- สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ
- นำเสนอข้อมูลโดยจัดทำเป็นป้ายนิเทศ
- นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพของตนเองและครอบครัว

(ครูควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรคของระบบทางเดินหายใจจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ตามที่นักเรียนสนใจโดยไม่ควรซ้ำกัน ด้วยวิธีสืบค้นถึงสาเหตุ อาการ การป้องกันและการรักษาโรค การประเมินผลครูอาจให้เพื่อนในชั้นเรียนร่วมประเมินด้วย สำหรับเรื่องพิษภัยของบุหรี่นั้นครูให้นักเรียนพิจารณาข้อความและเอกสารแผ่นพับต่างๆ ที่ใช้ในการรณรงค์ให้งดสูบบุหรี่ และร่วมกันอภิปรายถึงผลของการสูบบุหรี่ และให้ทำกิจกรรมเสนอแนะที่ 2 เรื่อง คนที่สูบบุหรี่กับคนที่ไม่สูบบุหรี่

5. ครูแจ้งจุดประสงค์ของกิจกรรมเสนอแนะที่ 2 เพื่อให้นักเรียนสามารถ

- สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคนที่สูบบุหรี่และคนที่ไม่สูบบุหรี่
- วิเคราะห์ข้อมูล และจัดกระทำข้อมูลที่สำรวจได้
- นำเสนอผลการศึกษาและสำรวจในชั้นเรียน

(ครูให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มในการศึกษาและสำรวจข้อมูล โดยกำหนดกลุ่มประชากรที่จะศึกษาและแบ่งหน้าที่ในการสำรวจ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มารวมกันแล้ววิเคราะห์ข้อมูลจัดทำเป็นรายงาน แล้วนำเสนอในชั้นเรียน)

6. ครูนำนักเรียนเข้าสู่หัวข้อเรื่อง การวัดอัตราการหายใจ โดยให้นักเรียนอภิปรายอย่างสั้นๆ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหายใจกับอัตราการใช้ออกซิเจน และอัตราเมแทบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เห็นว่าอาจใช้อัตราการใช้ออกซิเจนเป็นเครื่องบอกถึงเมแทบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตได้และให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะที่ 3 การวัดอัตราการหายใจของสัตว์

7. ครูแจ้งจุดประสงค์ของกิจกรรมเสนอแนะที่ 3 เพื่อให้นักเรียนสามารถ

- ทำกิจกรรมวัดอัตราการหายใจของสัตว์บางชนิด
- ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการหายใจของสัตว์

โดยครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทดลองในประเด็นที่ว่า “การทดลองนี้ควรจะควบคุมอะไรให้เหมือนกันบ้าง เราจะวัดอัตราการใช้ออกซิเจนที่หนูใช้ไปอย่างไร และจะมีวิธีการอย่างไรในการเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่หนูหายใจออกมา” พร้อมกับเน้นข้อควรระวังต่างๆ ที่ได้ระบุไว้ในวิธีดำเนินการทดลองโดยเฉพาะในเรื่องต่อไปนี้

-รอยรั่วตามรอยต่อต่างๆ ของสายยาง ฝาขวด การใช้ดินน้ำมันหรือวาสลินปิดรอยต่อต่างๆ

- ต้องทำการทดลองตามลำดับขั้นอย่างเคร่งครัด

- คอยเกลี่ยโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้มีผิวหน้ากว้างมากๆ เพื่อให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศได้มาก

8. ครูให้นักเรียนดำเนินการทดลองเป็นกลุ่ม เสร็จแล้วคำนวณหาอัตราการหายใจ จากนั้น จึงอภิปรายถึงความสำคัญของค่านี้ แล้วให้นักเรียนตอบคำถามในบทเรียนและคำถามท้ายกิจกรรมดังนี้

- จากกิจกรรม สิ่งมีชีวิตที่นักเรียนศึกษามีอัตราการหายใจแตกต่างกับสิ่งมีชีวิตที่เพื่อนกลุ่มอื่นๆ ศึกษาหรือไม่อย่างไร *(ตอบตามข้อมูลของนักเรียน แต่น่าจะแตกต่างกันเพราะเป็นสิ่งมีชีวิตคนละชนิด ถ้าเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ขนาดแตกต่างกัน ก็น่าจะมีอัตราการหายใจแตกต่างกันด้วย)*

- การที่หยดน้ำสีเคลื่อนที่ไปได้แสดงว่าส่วนประกอบของอากาศภายในขวดลดลงไปจากเดิม แก๊สที่ลดลงไปนี้คือแก๊สอะไร *(แก๊สออกซิเจน)*

- การทดลองซ้ำ 2 – 3 ครั้งมีประโยชน์อย่างไร เหตุใดจึงต้องเปิดฝาขวดให้อากาศผ่านเข้าไปทุกครั้งก่อนการทดลอง *(การทดลองซ้ำจะช่วยให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนน้อยลง และเหตุที่ต้องเปิดฝาขวดเพื่อให้อากาศภายนอกเข้าไปทดแทนอากาศที่สัตว์ได้ใช้ไปแล้ว)*

- นักเรียนคิดว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ทำหน้าที่อะไร *(ดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของสัตว์)*

- ถ้าต้องการศึกษาปัญหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมมีผลต่ออัตราการใช้ออกซิเจนอย่างไร นักเรียนจะวางโครงการทดลองอย่างไร *(จัดชุดการทดลอง 3 ชุด เหมือนกับกิจกรรมเสนอแนะ โดยใช้สัตว์ชนิดเดียวกัน ขนาด และความสมบูรณ์ของร่างกายเหมือนกัน วางไว้ในอุณหภูมิที่ต่างกัน เช่น ที่ 10 ℃ อุณหภูมิห้องและที่ 40 ℃ ทำการทดลองซ้ำ 2 – 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย)*

9. ครูให้นักเรียนศึกษาตารางที่ 6.1 ในหนังสือเรียน แล้วให้ตอบคำถาม ดังนี้

- ข้อมูลจากตารางบอกเราเกี่ยวกับกิจกรรมในการดำรงชีวิตของสัตว์ต่างชนิดกันว่าอย่างไร *(ตารางนี้แสดงให้เห็นว่า อัตราการหายใจของสัตว์ขึ้นอยู่กับกิจกรรมในการดำรงชีวิตของสัตว์ เช่น ดอกไม้ทะเลเป็นสัตว์ที่เกาะนิ่งอยู่กับที่และมีระดับการดำรงชีวิตอย่างง่ายๆ จึงมีอัตราการหายใจที่ต่ำมาก และระหว่างหมึกยักษ์กับหมึกซึ่งเป็นสัตว์อยู่ในคลาสเดียวกันแต่เนื่องจากหมึกมีกิจกรรม มาก*

กว่าจึงมีค่าอัตราการหายใจสูงกว่าหมึกยักษ์ นกฮัมมิงเป็นเป็นสัตว์เลือดอุ่น และมีความว่องไวมาก จึงมีอัตราการหายใจสูงมาก)

- สัตว์ชนิดใดมีอัตราเมแทบอลิซึมในขณะพักสูงสุดและต่ำสุด *(สูงสุดคือ นกฮัมมิง ต่ำสุดคือ ดอกไม้ทะเล)*

- สิ่งมีชีวิตที่นักเรียนศึกษาในกิจกรรมเสนอแนะ เมื่อเปรียบเทียบกับคนแล้วมีอัตราการหายใจแตกต่างกันอย่างไร *(ตอบตามข้อมูลของนักเรียนเปรียบเทียบกับข้อมูลของคนในตาราง)*

- นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิต มีอะไรบ้าง *(พฤติกรรมและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต)*

10. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การควบคุมการหายใจและความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับโรคของระบบทางเดินหายใจ ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน (2)
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง ระบบขับถ่ายกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 2 ของ สสวท.
2. ใบความรู้ที่ 9 เรื่องโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน
3. แบบทดสอบ เรื่อง โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน (2) 38 ข้อ

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด 2. วัดจากแบบทดสอบ	1.การสรุปความคิดรวบยอด 2.แบบทดสอบหลังเรียนชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 38 ข้อ	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป 2.ทำแบบทดสอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับ 60 % ขึ้นไป

2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 15 เรื่อง การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เวลา 2.00 ชั่วโมง

สาระที่ 1 ชีววิทยา

มาตรฐาน 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับของเสียและการขับถ่ายเพื่อรักษาดุลยภาพในร่างกายสัตว์และมนุษย์

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 10)

- ระบบขับถ่ายกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย
- การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
- การขับถ่ายของหนอนตัวแบน
- การขับถ่ายของแอนเนลิด
- การขับถ่ายของอาร์โทรพอด
- การขับถ่ายของนกและสัตว์เลื้อยคลาน

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสารที่เกิดขึ้นจากการสลายโมเลกุลของสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน และกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย วิเคราะห์ว่าสารเหล่านั้นมีประโยชน์และโทษอย่างไร ถ้าร่างกายมีการเก็บสะสมไว้ร่างกายจะมีวิธีการจัดการกับสารต่างๆ เหล่านั้นได้อย่างไร ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าสารต่างๆ ซึ่งเกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมที่ร่างกายต้องกำจัดออกเรียกว่าของเสีย

2. นักเรียนอาจสับสนระหว่างคำว่า ของเสียกับอุจจาระ จึงต้องทำความเข้าใจ โดยใช้คำถามดังนี้

- ของเสียที่เกิดจากเมแทบอลิซึมมีอะไรบ้าง *(คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำที่เกินต่อความต้องการของร่างกาย ยูเรีย แอมโมเนีย ยูริก)*

- การขับถ่ายกับการอุจจาระออกจากร่างกายเหมือนหรือต่างกันอย่างไร *(ต่างกัน การขับถ่าย หมายถึงการกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ แต่การถ่ายอุจจาระออกจากร่างกายหมายถึงการกำจัดกากอาหารที่อยู่ในทางเดินอาหาร ซึ่งร่างกายย่อยไม่ได้หรือไม่ทันย่อยออกจากร่างกาย)*

3. ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่หัวข้อต่อไปนี้ ดังนี้

- กระบวนการขับถ่ายมีความสำคัญต่อการรักษาดุลยภาพของร่างกายอย่างไร

- สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันอยู่ในสภาพแวดล้อมต่างกัน มีวิธีการกำจัดของเสียออกจากร่างกายเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถาม ดังนี้

- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีของเสียเกิดขึ้นภายในเซลล์เหมือนกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ หรือไม่ อย่างไร *(สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจะดำรงชีวิตอยู่ได้จะต้องมีกระบวนการเมแทบอลิซึมเหมือนกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ซึ่งจะต้องมีของเสียเกิดขึ้นภายในเซลล์เช่นกัน)*

- เซลล์เหล่านี้มีวิธีกำจัดของเสียออกจากเซลล์อย่างไร *(ลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยการแพร่และบางชนิดอาจใช้คอนแทร็กไทล์แวคิวโอลช่วยกำจัดน้ำที่มากเกินออกจากเซลล์)*

- ถ้าสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีสภาพไฮโพทอนิกจะเกิดอะไรขึ้นกับเซลล์บ้าง *(น้ำจากสภาพแวดล้อมจะแพร่เข้าสู่เซลล์ทำให้เซลล์ได้รับน้ำมากเกินไป เซลล์จึงไม่สามารถรักษาสมดุลของน้ำในเซลล์ได้ ทำให้เซลล์บวมและแตกได้)*

2. ครูให้นักเรียนเชื่อมโยงกับเรื่อง ออสโมซิส ที่เรียนมาแล้ว และร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปว่าสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวไม่มีออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่ขับถ่ายโดยเฉพาะ แต่จะมีคอนแทร็กไทล์แวคิวโอลทำหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำ ของเสียส่วนใหญ่จะปนออกมากับน้ำที่ขับออกนอกเซลล์ ส่วนสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่ไม่มีคอนแทร็กไทล์แวคิวโอลของเสียจะถูกกำจัดออกทางเยื่อหุ้มเซลล์

3. ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องการขับถ่ายของสัตว์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตภาพแสดงโครงสร้างภายในเกี่ยวกับการขับถ่ายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด ได้แก่ ฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน และตั๊กแตน ในใบความรู้ และให้นักเรียนพิจารณาเปรียบเทียบและร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามนำในการอภิปราย ดังนี้

- สัตว์ทั้ง 5 ชนิดมีโครงสร้างและกระบวนการขับถ่ายเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร *สัตว์ทั้ง 5 ชนิดมีโครงสร้างและกระบวนการขับถ่ายแตกต่างกัน ดังนี้*

ชื่อสิ่งมีชีวิต	*อวัยวะขับถ่าย*	*กระบวนการขับถ่าย*
ฟองน้ำ/ไฮดรา	*ไม่มี*	*การแพร่ออกจากเซลล์*
พลานาเรีย	*เฟลมเซลล์*	*ซิเลียในเฟลมเซลล์โบกพัดเกิดแรงดึงน้ำพร้อมของเสียที่ละลายอยู่ในน้ำจากเซลล์และของเหลวที่ล้อมรอบเซลล์ เข้าสู่เฟลมเซลล์ และลำเลียงเข้าสู่ท่อรับของเหลว เพื่อไปกำจัดออกที่ช่องเปิดของท่อขับถ่าย*
ไส้เดือนดิน	*เนฟริเดียม*	*เนโฟสโตมที่เป็นปลายเปิดของเนฟริเดียมจะรับของเสียที่อยู่ในช่องของเหลวภายในลำตัวและลำเลียงออกสู่ช่องเปิดที่ผิวหนัง*
แมลง	*ท่อมัลพิเกียน*	*ปลายท่อของมัลพิเกียนจะรับของเสียจากของเหลวภายในช่องของลำตัว และลำเลียงไปยังทางเดินอาหารซึ่งจะมีการดูดน้ำและสารที่มีประโยชน์กลับเข้าสู่หลอดเลือดจะเหลือของเสียที่เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่มีลักษณะเป็นผลึกคือ กรดยูริก*

- เพราะเหตุใด ฟองน้ำและไฮดราจึงดำรงชีวิตอยู่ได้โดยไม่มีโครงสร้างพิเศษที่ใช้ในการขับถ่าย *(เพราะเซลล์ทุกเซลล์ของฟองน้ำและไฮดราสามารถสัมผัสกับน้ำ จึงมีการขับถ่ายของเสียพวกแอมโมเนียออกสู่น้ำได้โดยตรง)*

4. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสัตว์มีกระดูกสันหลังที่นักเรียนรู้จัก เช่น หมู แมว สุนัข ปลา ไก่ เป็นต้น และบอกโครงสร้างที่สัตว์เหล่านั้นใช้ในการขับถ่าย และให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการกำจัดของเสียที่เป็นสารประกอบไนโตรเจน และอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

- สูตรโมเลกุลของแอมโมเนีย ยูเรีย และกรดยูริกเหมือนหรือต่างกันอย่างไร *(สารทั้ง 3 ชนิด ประกอบด้วยธาตุ N และ H เหมือนกัน แต่แอมโมเนียจะมีเฉพาะ N และ H มีสูตรโมเลกุล NH_3 ส่วนยูเรียและกรดยูริกจะมีธาตุ C และ O เป็นองค์ประกอบด้วย ยูเรียมีสูตรโมเลกุลเป็น NH_2CONH_2 กรดยูริกมีสูตรโมเลกุลเป็น $C_5O_3N_4H_4$)*

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่า เพราะเหตุใดสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหารจึงมีปริมาณของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบในน้ำปัสสาวะสูงกว่าสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร
(เมื่อสัตว์กินสัตว์เป็นอาหาร โปรตีนในเนื้อสัตว์จะถูกย่อยจนได้สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กคือกรดอะมิโน เมื่อสัตว์นำกรดอะมิโนเหล่านี้ไปใช้ในการสลายเพื่อให้ได้พลังงานจะได้ยูเรียซึ่งแตกต่างไปจากสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร เพราะอาหารของสัตว์กินพืชส่วนใหญ่เป็นพวกคาร์โบไฮเดรตและมีโปรตีนน้อยกว่าอาหารของสัตว์กินสัตว์ ซึ่งสลายแล้วได้ยูเรียเพียงเล็กน้อย)

- การที่สัตว์จำพวกแมลงและสัตว์เลื้อยคลานขับถ่ายของเสียออกมาในรูปกรดยูริก มีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตอย่างไร *(การขับถ่ายของเสียในรูปกรดยูริกเป็นการช่วยสงวนน้ำไว้ในร่างกาย เพราะสัตว์เหล่านี้ได้รับน้ำส่วนใหญ่จากอาหารเท่านั้น ไม่ค่อยได้ดื่มน้ำและมีโอกาสสูญเสียน้ำได้ง่าย)*

- นักเรียนคิดว่า อะไรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สัตว์มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ในน้ำและบนบก มีการขับถ่ายของเสียในรูปที่แตกต่างกัน *(สภาพแวดล้อมที่สัตว์อาศัยอยู่ เช่น ในน้ำ หรือบนบก มีผลต่อการได้รับน้ำและการสูญเสียน้ำของร่างกาย ทำให้สัตว์ต้องขับถ่ายของเสียในรูปที่ต่างกัน เช่น ปลาจะขับถ่ายของเสียในรูปของแอมโมเนียซึ่งเป็นสารพิษสำหรับร่างกายแต่ละลายน้ำได้ดี ส่วนนก แมลง และสัตว์เลื้อยคลานบางชนิดจำเป็นต้องสงวนน้ำไว้ใช้ในร่างกายจึงต้องมีการดูดน้ำจากสารละลายที่มีของเสียกลับไปใช้ในร่างกาย ของเสียที่เป็นสารประกอบไนโตรเจนจึงอยู่ในรูปผลึกของ กรดยูริก)*

5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง โครงสร้างของไตกับการขับถ่ายของคน ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 2 ของ สสวท.
2. ใบความรู้ที่ 10 เรื่อง การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

สรุปสาระสำคัญ
เรื่อง การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด

1. Contractile vacuole (ช่องหด) เป็นอวัยวะขับถ่ายของพวกโพรโตซัวน้ำจืด เช่นอมีบา พารามีเซียม ยูกลีนา โดยจะกำจัดออกไปในรูปของของเหลวและกาซโดยเฉพาะกาซ NH_3 การขับน้ำออกไปจากร่างกาย เป็นการรักษาสภาวะสมดุลของน้ำไว้ให้อยู่ในระดับสมดุล

พารามีเซียม มี Contractile vacuole ไว้เพื่อกำจัดน้ำที่มากเกินไปออกจากเซลล์ โดยสามารถหดตัวและขยายตัวได้ โดยมี radiating canals นำน้ำจาก cytoplasm เข้าสู่ Contractile vacuoleเมื่อพองเต่งมากขึ้น จะถูกขับออกโดยผ่านรูเล็ก ๆออกมานอกเซลล์

2. การขับถ่ายโดยการแพร่ (diffusion) ผ่านผนังลำตัว (body surface) การขับถ่ายโดยวิธีนี้พบในสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากมีส่วนของลำตัวสัมผัสกับน้ำที่อาศัยอยู่ โดยผนังลำตัวจะเปียกชื้นอยู่เสมอ การขับถ่ายโดยวิธีนี้พบในสัตว์พวก ฟองน้ำ ไฮดรา แมงกระพรุน

3. Flame cell (เฟลมเซลล์) เป็นอวัยวะขับถ่ายของสัตว์พวกหนอนตัวแบน เช่นพลานาเรีย พยาธิใบไม้ เนื่องจากสัตว์ดังกล่าวมีเซลล์จำนวนมากรวมกันเป็นเนื้อเยื่อ 3 ชั้น เซลล์ที่อยู่ในไม่สามารถสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอก เพื่อการขับถ่ายโดยตรง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีระบบขับถ่าย ซึ่งประกอบด้วยเซลล์พิเศษบางชนิดนำสารที่กรองได้เข้าสู่ระบบท่อที่เปิดออกนอกร่างกายที่ผิวข้างลำตัว

4. Nephridia (เนฟริเดีย) เป็นระบบขับถ่ายที่พบในหนอนมีปล้อง (Phylum Annelida) เช่นไส้เดือนดิน มีวิวัฒนาการสูงกว่าเฟลมเซลล์ มี 1 คู่ ในแต่ละปล้อง ระบบนี้จะเริ่มจากปลายท่อที่มีลักษณะคล้ายปากแตร เรียกว่า เนโฟรสดตม (nephrostome) ซึ่งมี ซิเลีย อยู่รอบ ๆ ทำหน้าที่รับของเหลวในลำตัวเข้ามาโดยการพัดโบกของซิเลีย แล้วส่งไปตามท่อ ซึ่งมีระบบเส้นเลือดฝอย เป็นร่างแห (capillary network) เข้ามาสัมผัสและพันอยู่โดยรอบ ซึ่งบริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนสารต่าง ๆขึ้น สารใดมีประโยชน์จะถูกดูดกลับเข้าเส้นเลือดฝอย ส่วนสารใดที่ไม่ต้องการจะถูกขับถ่ายออกมา โดยไปรวมกันที่ท่อขนาดใหญ่ คล้ายถุงกระเพาะปัสสาวะ (bladder) ซึ่งจะเปิดออกนอกร่างกายทางรูเปิด เรียกว่า เนฟริดิโอพอร์ (phridiopore) ที่ผนังลำตัว ไส้เดือนดิน ขับถ่ายของเสีย N- waste ออกมาในรูปของแอมดมเนียยและยูเรีย

5. Malphighian tubule (ท่อมาลฟิเกียน) เป็นระบบขับถ่ายที่พบในสัตว์พวกแลงต่าง ๆ เช่น แมลงสาป ตั๊กแตน แมลงมุมประกอยบด้วยท่อเล็ก ๆฝอย ๆจำนวนมากมาย ติดต่ออยู่กับระบบทางเดินอาหาร บริเวณต่อระหว่างกระเพาะอาหารตอนกลาง (midgut) และตอนปลาย (hindgut) หรือลำไสhเล็ก (intestine) ท่อเล็ก ๆเหล่านี้มีลักษณะเป็นถุงปลายตันแทรกอยู่ภายในลำตัว ผนังของท่อบางยอมให้ของเหลวจากช่องท้องซึมผ่านเข้ามาได้ และรวมกันภายในท่อ เปิดรวมกันกับกากอาหาร ขับถ่ายออกทางกวารหนัก (anus)

ระบบขับถ่ายของแมลง คือท่อมาลฟิเกียน Malphighian tubule ถือว่าเป็นระบบขับถ่ายที่มีความสัมพันธ์กับระบบทางดินอาหารมากที่สุด เพราะเป็นส่วนที่ยื่นออกมาจากระเพาะอาหาร

แมลง ขับถ่ายของเสียออกมาในรูปของ กรดยูริค (uric acid) ซึ่งการเปลี่ยนสารประกอบไนโตรเจน ให้เป็นกรดยูริคนั้นมีผลดี 2 ประการ คือ ช่วยประหยัดน้ำในร่างกาย และการที่กรดยูริคไม่ละลายน้ำ ช่วยป้องกันไม่ให้สารนี้ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกาย แพร่เข้าสู่เซลล์อื่น ๆของร่างกาย

การขับถ่ายโดยใช้ไต (Kidney) เป็นอวัยวะขับถ่ายของเสียในสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นสูงตั้งแต่ปลา ขึ้นไปจนถึง คน ซึ่งมีอยู่ 1 คู่ในช่องท้องด้านหลัง โดยทำงานร่วมกับระบบหมุนเวียนเลือดในการนำสารมากรองหรือสกัดสิ่งขับถ่ายออกและรับสารที่รกองได้โดยการดูดกลับ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก

ปลาน้ำจืด ขับถ่ายปัสสาวะออกมาทางไต ในรูปของ ammonia (ปัสสาวะมากและเจือจางมาก)

สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ (กบ) ขับถ่ายปัสสาวะออกมาในรูปของยูเรีย (ปัสสาวะมาก และค่อนข้างเจือจาง)แต่เสียน้ำน้อยกว่ากำจัดในรูปของ NH_3

สัตว์เลื้อยคลานและสัตว์ปีก ขับถ่าย ของเสีย เกือบจะเป็นของแข็ง solid โดยออกมาในรูปของ uric acid ไม่เสียน้ำมากเกินไป เหมาะสมในการอยู่บนบก

หนูทะเลทราย (gangaroo rat) ขับถ่ายของเสีย ที่เข้มข้นมาก ประมาณ 10-17 เท่าของพลาสมา เนื่องจากมี Henle ' s loop ยาวมาก

ใบงาน

เรื่อง ระบบขับถ่ายกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ของเสียที่เกิดจากเมทาบอลิซึมได้แก่อะไรบ้าง

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.การอุจจาระออกจากร่างกายถือว่าเป็นการขับถ่ายหรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.นักเรียนคิดว่า อะไรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สัตว์มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ในน้ำ และบนบกมีการขับถ่ายของเสียที่แตกต่างกัน

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ศึกษาตารางต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม ข้อ 4-6

ตารางเปรียบเทียบสารในของเหลว 3 ชนิด คือ พลาสมา ของเหลวที่กรองผ่านโกเมอรูลัส และ ปัสสาวะ

สาร	พลาสมา (กรัม/100 cm^3)	ของเหลวที่กรองผ่านโกเมอรูลัส(กรัม/100 cm^3)	ปัสาวะ (กรัม/100 cm^3)
น้ำ	92	90-93	95
โปรตีน	6.0-8.4	0.01-0.02	0
ยูเรีย	0.0008-0.25	0.03	2
กรดยูริก	0.003-0.007	0.003	0.05
แอมโมเนีย	0.0001	0.0001	0.05
กลูโคส	0.07-0.11	0.01	0
โซเดียม	0.31-0.33	0.32	0.6
คลอไรด์	0.35-0.40	0.37	0.6

4.สารใดที่พบในปัสสาวะมีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในของเหลวที่กรองผ่านโกเมอรูลัส

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

5.สารใดมีการดูดกลับน้อยที่สุด

คำตอบ . .....

.....

.....

.....

6.จะคำนวณได้อย่างไรว่าโปรตีนและกลูโคสถูกดูดกลับวันละกี่กรัม ถ้าร่างกายมีสารที่กรองผ่านโกลเมอรูลัสประมาณวันละ 180 ลิตร และขับถ่ายปัสสาวะประมาณวันละ 1.5 ลิตร

คำตอบ . .....

.....

.....

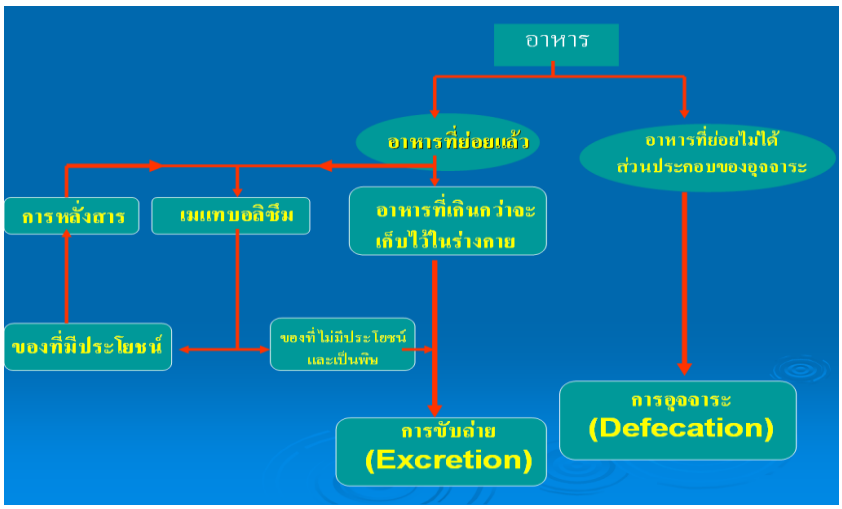
.....

ใบความรู้ที่ 7

เรื่อง การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด

2. ระบบขับถ่ายกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย

สิ่งมีชีวิตใช้อากาศสลายอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน หรืออาจกล่าวว่ากระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทำให้เกิดของเสีย ซึ่งได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ สารประกอบไนโตรเจน และน้ำ ซึ่งร่างกายต้องกำจัดออกไป การกำจัดของเสียที่เกิดจากเมแทบอลิซึม เรียกว่า การขับถ่าย (excretion) สารบางอย่างที่เกิดขึ้นเป็นพิษกับเซลล์ เซลล์จึงต้องหาทางกำจัดออก เช่นเดียวกับน้ำที่เกิดขึ้นหากมีมากเกินพอเซลล์จะกำจัดออก เช่นเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งของเสียที่เป็นสารประกอบไนโตรเจน (Nitrogenous waste) อันเกิดจากเมแทบอลิซึมของโปรตีนหรือ กรดอะมิโนและกรดนิวคลีอิก ซึ่งมีการกำจัดสารประกอบไนโตรเจนออกไปในรูปของแอมโมเนีย (NH_3) เมื่อแอมโมเนียออกมาจะละลายน้ำกลายเป็นแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ซึ่งเกิดการแตกตัวต่อกลายเป็นแอมโมเนียมไอออน (NH^+_4) และไฮดรอกซิลไอออน ทั้งแอมโมเนียและแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ล้วนเป็นสารพิษที่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ กำจัดออกหรือเปลี่ยนเป็นยูเรียหรือกรดยูริก แล้วจึงกำจัดออกนอกร่างกาย เช่น โพรโทซัวน้ำจืด และสัตว์น้ำไร้กระดูกสันหลังกำจัดแอมโมเนีย ปลาหรือสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่อยู่ในน้ำกำจัดแอมโมเนีย แมลง สัตว์เลื้อยคลานและนกกำจัดของเสียออกมาในรูปกรดยูริก (Uric acid) เพื่อการประหยัดน้ำ ส่วนสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมกำจัดของเสียพวกไนโตรเจนในรูปของยูเรีย



รูปที่ 6.50 แผนภาพแสดงความแตกต่างของการหลั่งสาร (Secretion) การขับถ่ายเหงื่อและปัสสาวะ (excretion) กับการถ่ายอุจจาระ (defecation)

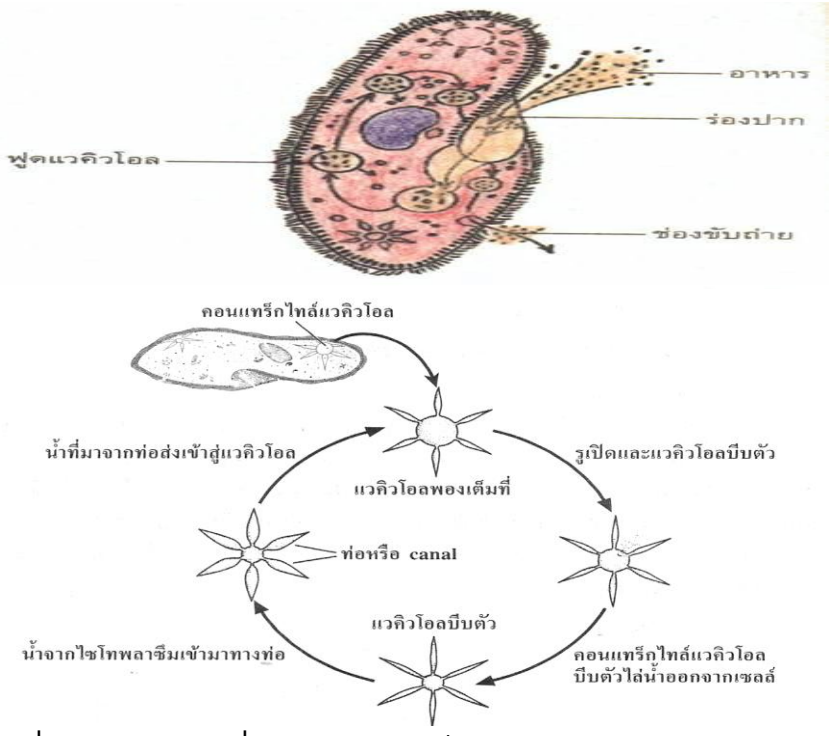
การหลั่งสาร เป็นการนำสารที่มีประโยชน์จากอาหารมาใช้ในเมแทบอลิซึม เมื่อ กินอาหารเข้าไป อาหารส่วนหนึ่งจะถูกย่อย และนำไปใช้ในกระบวนการ เมแทบอลิซึม ของเสียที่เกิดขึ้นถูกขับถ่ายออกมาทางเหงื่อ และปัสสาวะ ส่วนอาหารที่ย่อยไม่ได้หรือไม่ได้ย่อยถูกขับออกมาทางอุจจาระ

2.1 การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด

2.1.1 การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีทั้งโพรคาริโอต (prokaryote) และยูคาริโอต (eukaryote) ในพวกโพรคาริโอต ได้แก่ แบคทีเรีย และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (bluegreen algae) ยังไม่มีออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่ขับถ่ายโดยเฉพาะ จึงมีแต่การแพร่ออกของของเสีย ซึ่งได้แก่ พวกแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ผ่ายเยื่อหุ้มเซลล์

โพรทิสต์ เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีออร์แกเนลล์ซับซ้อนมากกว่าพวกโพรคาริโอต โดยมีนิวเคลียสที่แท้จริงแล้ว โพรทิสต์ต่าง ๆ อาศัยอยู่ในน้ำ ของเสียที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้คล้ายกับของพวกโพรคาริโอต และจะใช้วิธีการเดียวกันคือ การแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ออกไป สำหรับโพรโทซัวที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด เช่น อะมีบา พารามีเซียม มีออร์แกเนลล์ที่ใช้เก็บน้ำและของเสียเพื่อขับออกนอกเซลล์ นั่นคือมี คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล (contractile vacuole) ทำหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำภายในเซลล์



รูปที่ 51 แสดงการเปลี่ยนแปลงคอนแทร็กไทล์แวคิวโอลของพารามีเซียม

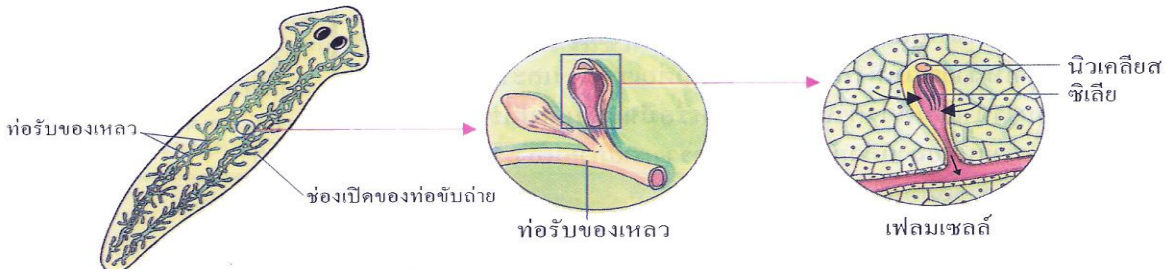
โพรโทซัวน้ำจืดอาศัยอยู่ในน้ำที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าในไซโทพลาซึม น้ำจะออสโมซิสเข้าเซลล์ตลอดเวลา รวมทั้งโพรโทซัวกินอาหารซึ่งมีน้ำปะปนเข้ามาในเซลล์ด้วย ดังนั้น โพรโทซัวจะขับน้ำส่วนเกินออกจากเซลล์ทางคอนแทร็กแวคิวโอล โดยกระบวนการดังรูปที่ 51 เริ่มจากน้ำในไซโทรพลาสซึมแพร่เข้ามาในท่อ แล้วรวบรวมส่งไปยังคอนแทร็กไทล์แวคิวโอล เมื่อคอนแทร็กไทล์แวคิวโอลรับน้ำไว้เต็มแล้ว จึงบีบไล่น้ำออกจากแวคิวโอล โดยการที่แวคิวโอลมาสัมผัสกับเยื่อหุ้มเซลล์ ดังนั้นของเสียที่ปะปนอยู่ในน้ำ จึงถูกขับถ่ายออกทางคอนแทร็กไทล์แวคิวโอลด้วย

โพรโทรซัวที่อาศัยอยู่ในน้ำเค็มจะขับถ่ายของเสียส่วนใหญ่ออกทางเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง เพราะไม่มีคอนแทร็กไทล์แวคิวโอล เนื่องจากแรงดันออสโมติกของน้ำทะเลสูงกว่าแรงดันออสโมติกของโพรโทพลาซึม น้ำจากเซลล์จะออสโมซิสออกนอกเซลล์อยู่ตลอดเวลาอยู่แล้ว

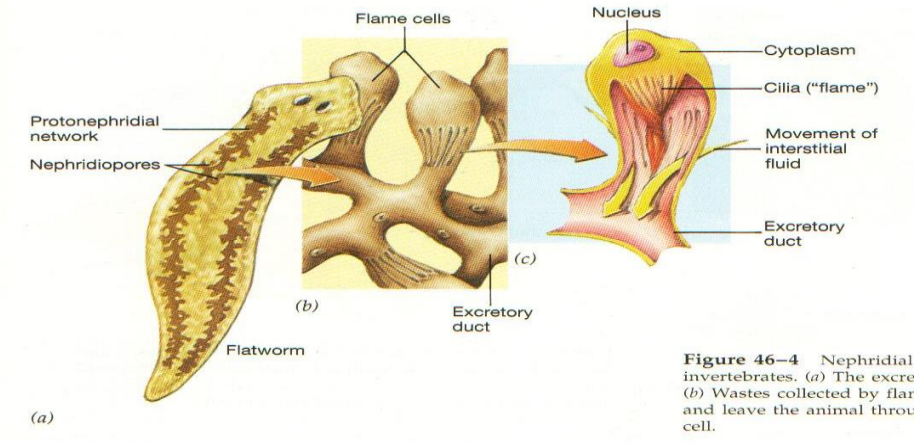
2.1.2 การขับถ่ายของหนอนตัวแบน

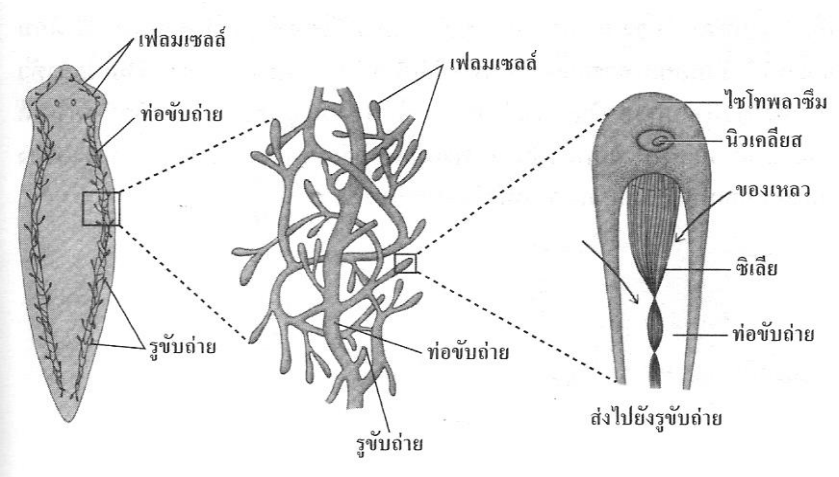
พลานาเรีย

พวกหนอนตัวแบนที่หากินอิสระ เช่น พลานาเรียมีอวัยวะขับถ่ายพิเศษ เรียกว่า เฟลมเซลล์ (flame cell) ทำหน้าที่กำจัดของเสีย เฟลมเซลล์กระจายอยู่ 2 ข้าง ตลอดความยาวของลำตัวพลานาเรีย ภายในเฟลมเซลล์เป็นโพรงที่มีซิเลียอยู่ภายใน ของเสียที่เป็นของเหลวในร่างกายถูกพัดโดยซิเลียออกมาสู่ท่อซึ่งยาวตลอดลำตัว และมีรูเปิดอยู่เป็นระยะ ๆ ทั่วตัว นอกจากนั้นของเสียประเภทแอมโมเนียยังแพร่ออกทางผิวหนังได้ด้วย



รูปที่ 52 แผนภาพแสดงเฟลมเซลล์อวัยวะขับถ่ายในพลานาเรีย



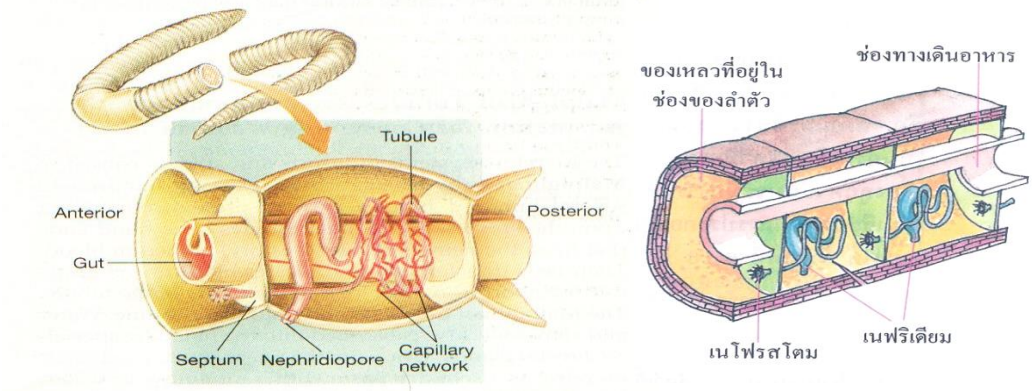


รูปที่ 53 แสดงส่วนประกอบของเฟลมเซลล์ และท่อขับถ่ายรวมทั้งรูขับถ่าย

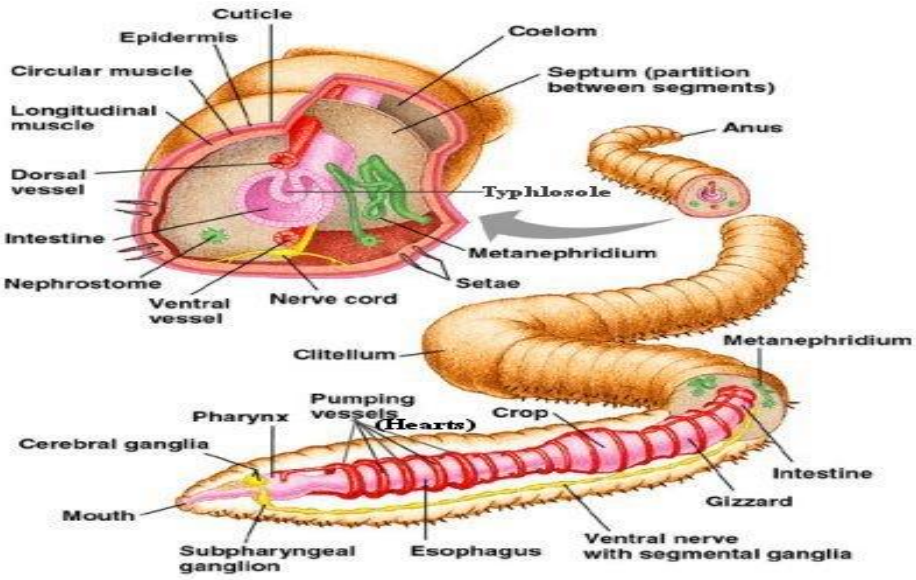
2.1.3 การขับถ่ายของแอนเนลิด

ไส้เดือนดิน เป็นสัตว์ที่มีระบบหมุนเวียนเลือด และลำตัวแบ่งเป็นปล้อง ๆ ในแต่ละปล้องมีอวัยวะขับถ่ายแยกกันเป็นอิสระ อวัยวะขับถ่ายเรียกว่า เนฟริเดียม (nephridium) หรือเมตาเฟริเดียม (metanephridium) มีอยู่ปล้องละ 1 คู่ เนฟริเดียมมีลักษณะเป็นท่อขดไปมาและมีปลายเปิดทั้งสองด้าน ด้านหนึ่งอยู่ในช่องว่างภายในลำตัว (coelom) ปลายเปิดด้านนี้มีลักษณะคล้ายปากแตรที่มีซิเลียล้อมรอบ เรียกว่า เนโฟรสโตม (nephostome) หรือปากท่อของเนฟริเดียม ถัดจากปากแตรเป็นท่อที่มีซิเลียอยู่ภายใน และท่อขดไปขดมาตอนปลายของท่อจะพองออกเป็นที่พักของเหลวเรียกว่า ถุง (bladder) ก่อนขับออกภายนอก ปลายของท่อจะเปิดออกอีกด้านหนึ่งที่ผิวลำตัว เรียกว่า ช่องเปิดของเนฟริเดียม หรือ เนฟริดิโอพอร์ (nephridiopore)

เมื่อซิเลียที่ปากแตรพัดโบกจะดูดของเสียพวกแอมโมเนีย และยูเรียที่ละลายอยู่ในช่องว่างลำตัวเข้ามาตามท่อ รอบ ๆ ท่อเนฟริเดียมที่ขดอยู่มีหลอดเลือดฝอยพันล้อมรอบสานเป็นตาข่าย เพื่อดูดซึมน้ำและเกลือแร่ที่มีประโยชน์กลับเข้าเลือด เหลือแต่ของเสียพวกแอมโมเนียและยูเรียถูกลำเลียงเข้าท่อเนฟริเดียมและถูกกำจัดออกไป การเคลื่อนไหวของไส้เดือนดินมีการยืดหดของกล้ามเนื้อลำตัวรวมทั้งการพัดโบกของซิเลียภายในท่อ ทำให้ของเสียถูกขับออกมาเปิดที่ช่องเปิด (nephridiopore) นอกลำตัว เนฟริเดียมของไส้เดือนดินจึงทำหน้าที่ทั้งกรองของเสียออกไปและดูดกลับสารที่มีประโยชน์เข้าเลือด



รูปที่ 54 เนฟริเดรียมของไส้เดือนดิน แสดงให้เห็นเมื่อผ่าไส้เดือนดินตามยาว



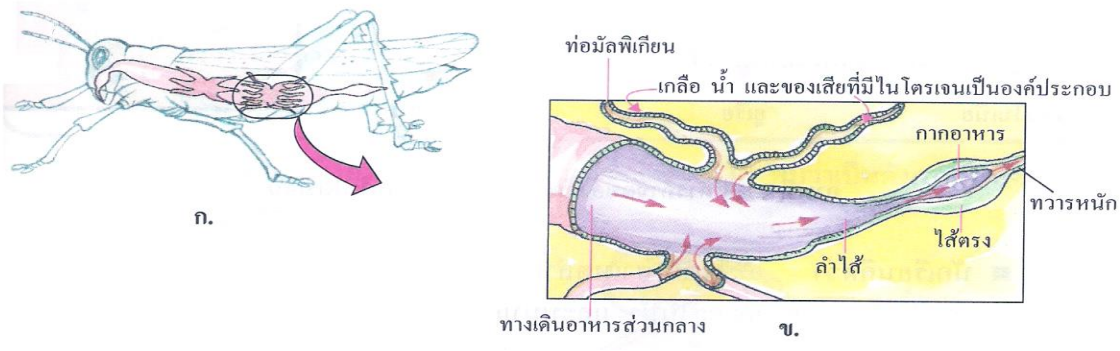
รูปที่ 55 แผนภาพแสดงอวัยวะขับถ่ายของไส้เดือนดิน

2.1.4 การขับถ่ายของอาร์โทรพอด

อาร์โทพอด

อาร์โทพอดมีเปลือกแข็งหุ้มลำตัว ทำให้ป้องกันน้ำเข้าออกร่างกายได้ดี อาร์โทพอดมีอวัยวะขับถ่ายที่แตกต่างกันออกไป เช่น แมลง มีอวัยวะขับถ่ายของเสีย เรียกว่า ท่อมัลพิเกียนทิวบูล (Mulpighian tubule) กุ้งมีอวัยวะขับถ่ายเรียกว่า แอนเทนนัล แกลนด์ (antennal gland) เป็นต้น

แมลง มีท่อมัลพิเกียน ที่ประกอบด้วยท่อขนาดเล็ก จำนวนมากยื่นออกมาจากทางเดินอาหารช่วงต่อระหว่างกระเพาะอาหารกับลำไส้ เนื่องจากลำตัวของแมลงมีเลือดไหลผ่านได้ เพราะเลือดแมลงเป็นระบบเปิด ปลายท่อมัลพิเกียนจึงลอยอยู่ในช่องว่างลำตัวที่เลือดไหลผ่านหรือฮีโมลิมฟ์ (hemolymph) ในเลือดมีของเสียปะปนอยู่ด้วย ของเสียเหล่านั้นสามารถลำเลียงส่งเข้าท่อมับพิเกียนได้แล้วจึงถูกส่งเข้าสู่ลำไส้ ของเสียที่เป็นสารประกอบไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดยูริก (uric acid) ขณะเดียวกันจะมีเซลล์บางกลุ่มอยู่ที่ทางเดินอาหารส่วนไส้ตรงทำหน้าที่ดูดน้ำ และสารบางอย่างที่มีประโยชน์กลับเข้าฮีโมลิมฟ์ ของเสียที่ถูกปล่อยออกมาจึงอยู่ในสภาพกึ่งแข็งกึ่งเหลว ถูกขับออกนอกร่างกายพร้อมกากอาหาร



รูปที่ 56 แสดงท่อมัลพิเกียนของแมลง และอวัยวะที่ใกล้เคียง

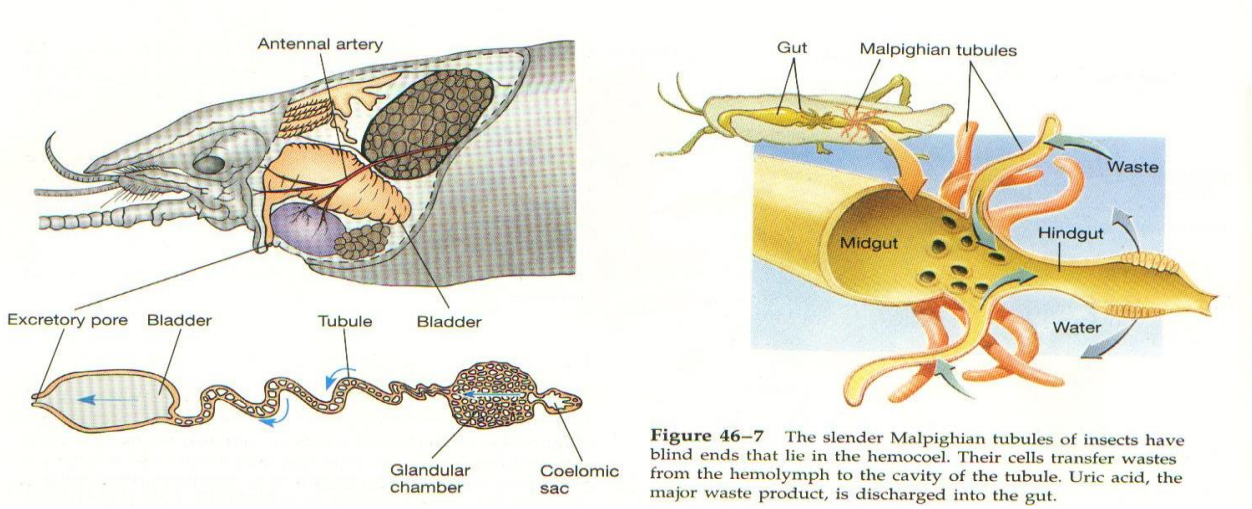


Figure 46–7 The slender Malpighian tubules of insects have blind ends that lie in the hemocoel. Their cells transfer wastes from the hemolymph to the cavity of the tubule. Uric acid, the major waste product, is discharged into the gut.

รูปที่ 57 แสดงแอนเทนนัลแกลนด์ ของกุ้ง และท่อมัลพิเกียนของแมลง

ครัสเตเชียน สัตว์พวกครัสเตเชียน เช่น กุ้ง มีอวัยวะขับถ่าย เรียกว่า **ต่อมแอนเทนนัล (antennal gland)** หรือ**ต่อมเขียว (Green gland)** มีอยู่ 1 คู่ อยู่ที่หัว มักอยู่ที่ฐานของหนวด (antenna) ต่อมแอนเทนนัล ของกุ้งทำหน้าที่กรองของเสียประเภทสารประกอบไนโตรเจนออกจากเลือด โดยของเหลวจากฮีโมลิมฟ์ถูกกรองเข้าสู่ถุงในช่องว่างลำตัว (coelomic sac) และของเสียจะผ่านไปตามท่อ (excretory duct หรือ tubule) ตอนปลายของท่ออาจพองเป็นกระเปาะ (bladder) ก่อนปล่อยออกนอกร่างกายทางรูขับถ่าย(excretory pore)

2.1.5 การขับถ่ายของนกและสัตว์เลื้อยคลาน

สัตว์บกส่วนใหญ่มักมีปัญหาเกี่ยวกับการสูญเสียน้ำผ่านทางผิวหนัง สัตว์เหล่านั้นจึงมีกระบวนการป้องกัน เช่น มีผิวหนังเป็นเกล็ดหนา หรือมีขนปกคลุม สัตว์เลื้อยคลานและนกมีไต (kidney) เป็นอวัยวะขับถ่ายที่ทำให้สูญเสียน้ำน้อยกว่าปกติได้ โดยการเปลี่ยนของเสียประเภทแอมโมเนียให้เป็น **กรดยูริก** ที่เป็นสารกึ่งของเหลวซึ่งละลายน้ำได้น้อย คล้ายกับแมลง ในระยะเอ็มบริโอ

สัตว์เลื้อยคลานและนกยังอยู่ในไข่ มีการขับถ่ายของเสียออกมาใจรูปของกรดยูริกเก็บสะสมไว้ในถุงแอลแลนทอยส์ (allantois) จนกระทั่งเอ็มบริโอฟักออกมาเป็นตัว ในจิ้งจกเวลาขับถ่ายของเสียออกมาจะเห็นได้ชัดเจนว่ามีสองส่วนคือ ส่วนสีดำและส่วนสีขาว ส่วนสีดำคือกากอาหารและส่วนสีขาวคือกรดยูริก

การขับถ่ายของเสียออกมาในรูปกรดยูริก เป็นการสงวนน้ำ เนื่องจากสัตว์เหล่านั้นส่วนใหญ่แล้วไม่ค่อยได้ดื่มน้ำ

-

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 15 เรื่อง โครงสร้างของไตและการขับถ่ายของคน เวลา 2.00 ชั่วโมง

สาระที่ 1 ชีววิทยา

มาตรฐาน 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายความผิดปกติที่เกี่ยวเนื่องกับไตและโรคของไต พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการดูแลสุขภาพของระบบขับถ่ายของตนเองให้เป็นปกติ

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 11)

- การขับถ่ายของคน
- โครงสร้างและการทำงานของไต
- ไตกับการรักษาสมดุลของน้ำ
- ความผิดปกติที่เกี่ยวเนื่องกับไต

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูนำทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เกี่ยวกับ การขับถ่าย โดยใช้คำถาม ดังนี้

- ในแต่ละวันของเสียที่ร่างกายต้องกำจัดออกมีอะไรบ้าง และมีวิธีการกำจัดออกอย่างไร *(ของเสียที่ร่างกายต้องกำจัดออก ได้แก่ น้ำ และแร่ธาตุที่มีมากเกินความต้องการของร่างกาย ยูเรีย และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีวิธีการกำจัดออกทางปัสสาวะ เหงื่อ และการหายใจออก)*

- มีอวัยวะบ้างที่เกี่ยวข้องกับการขับถ่ายของเสีย *(ไต กระเพาะปัสสาวะ ท่อปัสสาวะ ผิวหนัง)*

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้ เกี่ยวกับอวัยวะต่างๆ ในระบบขับถ่าย และเปรียบเทียบตำแหน่งของอวัยวะเหล่านั้นในร่างกายของตนเอง

2. ครูให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบโครงสร้างของไตหมูหรือไตวัว โดยทำกิจกรรมที่ 6.4 โครงสร้างของไต

3. ครูแจ้งจุดประสงค์การทำกิจกรรมที่ 6.4 ว่า เพื่อให้นักเรียนสามารถศึกษาลักษณะภายนอกและภายในของไต

4. ก่อนทำการทดลองครู ควรเตรียมการล่วงหน้าโดยหาซื้อไตหมูหรือไตวัว ซึ่งมีขายในท้องตลาด โดยต้องสั่งผู้ขายล่วงหน้า ควรให้มีหลอดเลือดที่เข้าและออกจากไต รวมถึงท่อไตส่วนต้นด้วย และก่อนให้นักเรียนลงมือศึกษา ควรให้นักเรียนสวมถุงมือ และนำไตมาล้างให้สะอาด

5. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของไตตามลักษณะที่พบ โดยใช้คำถามนำในการอภิปราย ดังนี้

- โครงสร้างภายนอกและภายในของไตเท่าที่สังเกตและศึกษาได้ มีลักษณะเป็นอย่างไรบ้าง *(ลักษณะภายนอกของไตมีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วแดง เมื่อผ่าไตตามยาวจะเห็นไตแบ่งเป็น 2 บริเวณ ด้านนอกจะมีสีเข้มด้านในจะมีสีจางกว่า)*

- ส่วนที่จะต่อกับท่อไตมีลักษณะอย่างไร*(เป็นโพรงซึ่งจะแคบลงต่อกับท่อไตเรียกว่า กรวยไต)*

6. ครูชี้แจงเพิ่มเติมว่าโครงสร้างของไตหมูคล้ายคลึงกับโครงสร้างของไตคน จากการทำกิจกรรมจะไม่เห็นรายละเอียดของเนื้อเยื่อในไตมากนัก แต่จากการศึกษาพบว่ามีลักษณะและโครงสร้างดังภาพที่ 6-20 ในหนังสือเรียน

7. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของไต ส่วนประกอบของหน่วยไต รวมทั้งการทำงานของหน่วยไต โดยเน้นให้นักเรียนเข้าใจเรื่องการทำงานของหน่วยไต ซึ่งมีหน้าที่กรองสารจากเลือด มีการดูดสารกลับเข้าสู่หลอดเลือด โดยครูอาจใช้ภาพแผ่นโปร่งใสประกอบการอธิบายเพิ่มเติม และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปโดยใช้คำถามนำในการอภิปราย ดังนี้

- หน่วยไตมีหน้าที่อะไรบ้าง *(มีการกรองของเสียและสารบางอย่างจากเลือด และมีการดูดน้ำและสารบางอย่างกลับเข้าสู่หลอดเลือด)*

- ส่วนใดที่ทำหน้าที่กรองสารจากเลือด และเพราะเหตุใดสารที่กรองได้นั้นจึงสามารถเข้าไปในโบว์แมนส์แคปซูลได้ *(โกลเมอรูลัส ทำหน้าที่กรองสารจากเลือดและอาศัยความดันเลือดทำให้สารที่กรองได้นั้นแพร่เข้าสู่โบว์แมนส์แคปซูลได้)*

- เลือดที่เข้ามาที่หน่วยไตแตกต่างจากเลือดที่ออกจากหน่วยไตอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น *(เลือดที่เข้ามาที่หน่วยไตจะมีของเสีย สารอาหาร แก๊สออกซิเจนมากกว่าเลือดที่ออกจากหน่วยไต เพราะหน่วยไตมีการกรองของเสียออกจากเลือด นอกจากนี้เซลล์ต่างๆของหน่วยไตก็มีการใช้สารอาหารและแก๊สออกซิเจนบางส่วนเพื่อการดำรงชีวิตของเซลล์ และปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้เลือดที่ออกจากหน่วยไตมีคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าเลือดที่เข้าหน่วยไต)*

8. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกลไกที่ควบคุมการรักษาสมดุลของ

น้ำและสารต่างๆของร่างกาย โดยใช้คำถามเพิ่มเติมและคำถามในหนังสือเรียนในการอภิปราย ดังนี้

- ถ้าร่างกายของนักเรียนอยู่ในสภาวะขาดน้ำ ร่างกายจะมีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้ชีวิตดำรงอยู่ได้ และถ้าร่างกายได้รับน้ำมากเกินไป วิธีการที่ใช้รักษาสมดุลของน้ำในร่างกายเป็นอย่างไร *(ถ้าร่างกายขาดน้ำไฮโพทาลามัสจะกระตุ้นให้ร่างกายเกิดการกระหายน้ำ และกระตุ้นให้ต่อมใต้สมองหลั่ง ADH ออกมามากเพื่อกระตุ้นให้มีการดูดน้ำกลับจากท่อหน่วยไตเข้าสู่กระแสเลือดมากขึ้น ปัสสาวะจะมีน้ำน้อย และถ้าร่างกายมีน้ำมากแรงดันออสโมติกในเลือดจะต่ำลง ต่อมใต้สมองจะมีการหลัง ADH ออกมาน้อย ทำให้มีการดูดน้ำกลับจากท่อหน่วยไตเข้าสู่กระแสเลือดน้อย ปัสสาวะจะมีน้ำมาก)*

- ฮอร์โมนแอลโดสเตอโรนเกี่ยวข้องกับการควบคุมสมดุลของโซเดียม โพแทสเซียม และฟอสเฟตอย่างไร *(กระตุ้นให้มีการดูดสารพวกโซเดียม โพแทสเซียม และฟอสเฟตกลับเข้าสู่กระแสเลือด ถ้าร่างกายมีแร่ธาตุดังกล่าวน้อย ฮอร์โมนแอลโดสเตอโรนจะถูกหลั่งออกมามาก)*

- การรักษาสมดุลของกรด – เบสในร่างกายเกี่ยวข้องกับอวัยวะใดบ้าง และอวัยวะเหล่านั้นมีวิธีการรักษาสมดุลกรด – เบส อย่างไร *(เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อที่ยึดซี่โครงและกะบังลม ที่ช่วยให้เกิดการหายใจออก ทำให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดลง นอกจากนี้ไตยังช่วยขับสารพวกไฮโดรเจนไอออนและโพแทสเซียมไอออนออกจากเลือดเข้าสู่ท่อไต เพื่อกำจัดออกและดูดซึมไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนกลับจากท่อหน่วยไตด้วย)*

- นักเรียนจะสรุปหน้าที่ของไตว่าอย่างไร *(ไตนอกจากจะทำหน้าที่กำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมออกมาทางปัสสาวะแล้วยังมีหน้าที่อื่นๆ อีก เช่น การดูดสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายกลับสู่กระแสเลือด การรักษาสมดุลของน้ำ แร่ธาตุ และความเป็นกรด – เบส ของสารละลายในร่างกาย)*

9. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างของไตและการขับถ่ายของคน ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้
2. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง โครงสร้างของไตกับการขับถ่ายคน
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

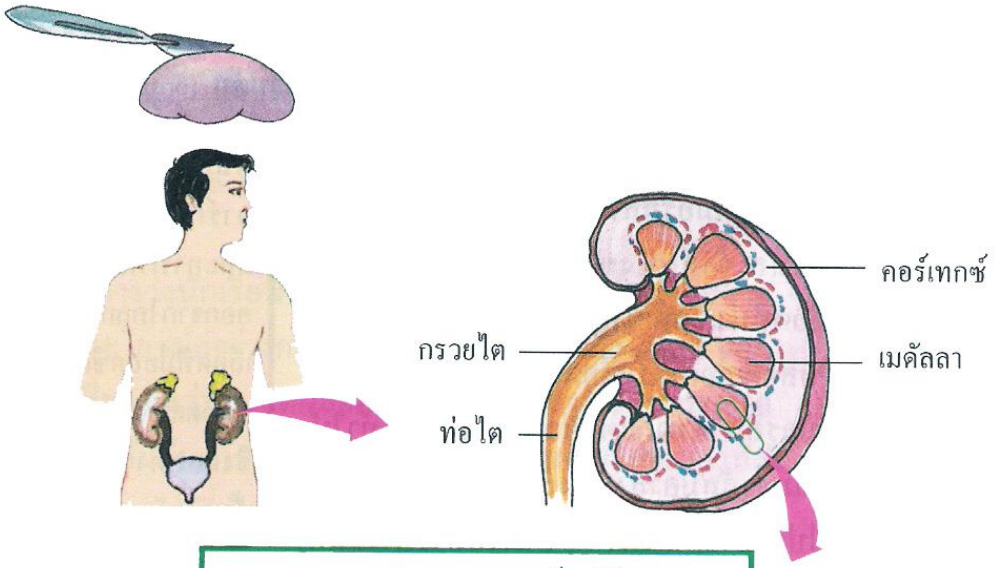
1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 4 ของ สสวท.
2. ใบความรู้ที่ 11 เรื่อง โครงสร้างของไตกับการขับถ่ายคน
3. ใบงาน เรื่อง โครงสร้างของไตกับการขับถ่ายคน
4. ไตหมูหรือไตวัว และอุปกรณ์ทำกิจกรรมที่ 6.4

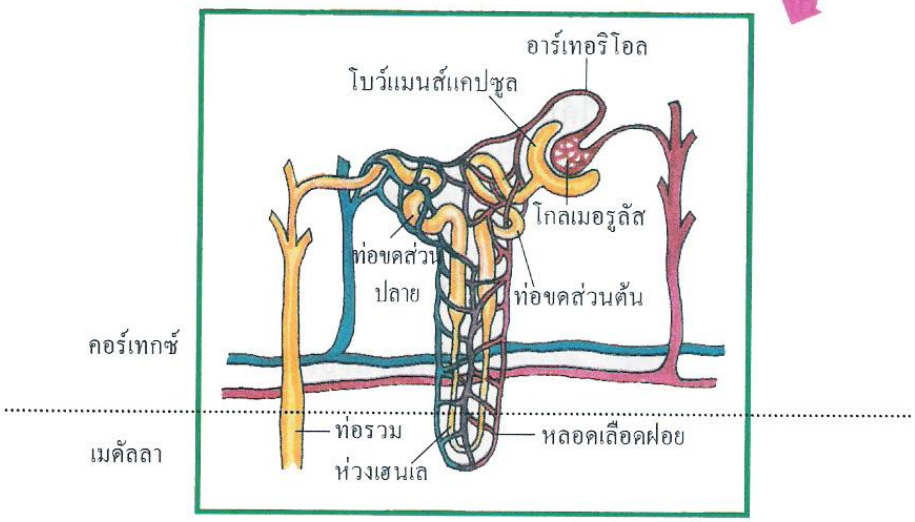
การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1.การสรุปความคิดรวบยอด	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

ใบงาน กิจกรรมที่ 6.4 เรื่อง โครงสร้างของไตกับการขับถ่ายคน

ให้นักเรียนศึกษากิจกรรมที่ 6.4 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้





1.โครงสร้างภายนอกและภายในของไตเท่าทั่งเกตและศึกษาได้มีลักษณะอย่างไรบ้าง

คำตอบ . ...

.....

....

2.นักเรียนจะสรุปหน้าที่ของไตว่าอย่างไร

คำตอบ . ...

.....

....

.....

สรุปสาระสำคัญ

เรื่อง โครงสร้างของไตกับการขับถ่ายของคน

การขับถ่าย (Excretion) หมายถึงกระบวนการกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการ metabolism ของเซลล์ออกจากร่างกาย ได้แก่ การนำเอาของเสียหรือสิ่งที่ร่างกายไม่ต้องการแล้ว หรือสารอาหารที่เป็นพิษบางอย่างออกจากร่างกาย ของเสีย (waste) ที่ร่างกายขับออกจากร่างกาย คือ

- ก๊าซ CO_2 ที่เกิดจากกระบวนกรเผาผลาญสารอาหาร ขับถ่ายออกทางระบบทางเดินหายใจ (ปอด)ทางลมหายใจ

- ของเสียที่อยู่ในรูปของสารประกอบไนโตรเจน(Nitrogenous waste หรือ N- waste) ได้แก่ แอมดมเนีย ยูเรีย และกรดยูริก

- เกลือต่าง ๆที่มากเกินไป

- น้ำและความร้อน

การขับถ่ายของคน (โครงสร้างและการทำงานของไต)

ไตของคน มีอยู่ 1 คู่ อยู่ในช่องท้อง 2 ข้างของกระดูกสันหลังระดับเอว มีรูปร่างคล้ายเมล็ด ถั่ว ยาวประมาณ 10-13 cm กว้าง 6 cm และหนา 3 cm ไตแต่ละข้างหนักประมาณ 150 กรัม

เนื้อไตของคน มี 2 ชั้น คือ

1. **คอร์เทกซ์ (Cortex)** เป็นเนื้อไตชั้นนอก (มีผนังหุ้มอยู่ชั้นนอกสุด เรียกว่า capsule) มีแหล่งสกัดสิ่งขับถ่ายเป็นหย่อม ๆเต็มไปหมด เรียกว่าหน่วยไต (nephron หรือ Renal capsule) นอกจากนี้ยังประกอบด้วยส่วนของท่อขดด้านใกล้ (proximal convuluted tubule) ท่อขดด้านใกล้ (distal convuluted tubule) และท่อรวมปัสสาวะ (collecting tubule) ซึ่งอยู่ในเนื้อไตชั้นในด้วย

2. **เมดุลลา (medulla)** เป็นเนื้อไตชั้นใน เป็นบริเวณที่มีแอ่งหรือช่องรวมปัสสาวะ (calyx) และหลาย ๆ calyx จะเปิดรวมเข้าสู่กรวยไต เรียกว่า เพลวิส (pelvis) โดยจะผ่านรวมกันที่ ปาปิลลา (papilla) เป็นชั้นที่ประกอบด้วยห่วงของเฮนเล (Henle ' s loop) และท่อรวมปัสสาวะส่วนปลาย

ข้อควรทราบ

เส้นเลือดที่นำของเสียไปกรองที่ไต(นำเลือดมาเลี้ยงไต พร้อมกับสกัดสิ่งขับถ่าย) เรียกว่ารีนัลอาร์เตอรี ซึ่งแตกแขนงมาจากเส้นเลือดแดงใหญ่ Aorta และรีนัลอาร์เตอรี (Renal artery)ส่วนปลายจะแตกแขนงมากมายเป็นกระจุก เรียกว่า โกลเมอรูลัส (glomerulus) เพื่อกรองหรือสกัดสิ่ง

ขับถ่ายออกมา เมื่อเลือดที่กรองของเสียแล้ว ก็จะออกจากไตทางเส้นเลือดที่เรียกว่า รีนัลเวน (Renal vein) มี ยูเรีย O_2 และสารอาหารต่ำแต่มี CO_2 สูง

หน่วยไต หรือเนฟรอน (Nephron) คือ แหล่งสกัดสิ่งขับถ่าย ซึ่งอยู่ในเนื้อไตชั้นใน cortex มีหน้าที่สำคัญ กรองของเสียออกจากเลือดและดูดสารบางอย่างที่มีประโยชน์กลับคืนสู่ร่างกาย (ในไตแต่ละข้างมีหน่วยไตประมาณ 1 ล้านหน่วย)

หน่วยไตมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

1. กลุ่มเส้นเลือดฝอย (glomerulus) ทำหน้าที่กรองน้ำปัสสาวะจากเลือด

2. แคปซูลของโบว์แมน (Bowman ' s capsule) เป็นท่อขดยาวปลายเป็นถุงบาง ๆผนัง 2 ชั้น มีลักษณะคล้ายกระเปาะซึ่งล้อมรอบกลุ่มเส้นเลือดฝอยไว้ ต่อจากถุงหรือหรเปาะนี้จะเป็นส่วนของท่อที่มีผนังชั้นเดียว ขดไปมาในเนื้อไต แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

- ท่อขดด้านใกล้แคปซูลของโบว์แมน (proximal convuluted tubule) เป็นส่วนที่ทำ

หน้าที่ดูดกลูโคส น้ำ โซเดียมคลอไรด์ กลับคืนสู่กระแสเลือดได้มากที่สุด ถึง 80% ของของเหลวที่กรองได้(โดยกระบวนการ active transport เพราะที่ผนังท่อมี mitochondria จำนวนมาก แต่ความเข้มข้นคงเดิม (ท่อขดด้านในอยู่ในเนื้อไตชั้น cortex)

- ห่วงของเฮนเล (Henle ' s loop) เป็นท่อขดเป็นห่วงคล้ายรูปตัวยู มีผนังบางมากยื่นเข้าไป

ในเนื้อไตชั้นใน (medulla) ทำหน้าที่ดูดน้ำกลับได้ดีที่สุด จึงทำให้ปริมาตรของพลาสมาที่กรองได้ลดลง แต่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำปัสสาวะ(ปลาและกบไม่มีท่อขดส่วนนี้ สัตว์ปีก เป็นพวกแรกที่มี Henle ' s loop จึงทำให้ปัสสาวะมีความเข้มข้นขึ้น

- ท่อขดด้านไกล (distal convuluted tubule) เป็นท่อขดที่ทำหน้าที่ดูดของเหลวกลับได้ จึง

ทำให้ปริมาตรลดลง แต่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น (ฮอร์โมน vasopressin มีผลต่อท่อขดส่วนนี้มากที่สุด) นอกจากนี้ท่อขดส่วนนี้ยังสามารถสร้างสารบางอย่าง เติมให้แก่ของเหลวที่กรองได้(filtrate) ซึ่งใช้กระบวนการ active transport เช่น PAH จึงถือว่ามีผลต่อการปรับค่าของความเป็นกรด-ด่างของน้ำปัสสาวะ

สรุปหน้าที่ของหน่วยไต

- กรองของเสียหรือสารต่าง ๆออกจากเลือด
- ดูดน้ำและสารบางอย่างกลับเข้าสู่กระแสเลือด
- หลั่งสารบางอย่างเข้าสู่พลาสมาที่กรองได้

สรุปหน้าที่สำคัญของไต

1. ขับถ่ายของเสีย สิ่งที่ร่างกายไม่ต้องการ สารที่เป็นพิษ(ที่เกิดจากกระบวนการ metabolism) ออกจากร่างกาย
2. รักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อมภายในร่างกายให้คงที่ เช่นปริมาตรของสารละลาย pH เกลือแร่และสารเคมีต่าง ๆ
3. รักษาสมดุลของความเข้มข้นของสารละลายในเลือด (ควบคุมแรงดันเลือดให้คงที่)
4. มีส่วนร่วมในการสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง โดยไตจะสร้างสาร erythropoietin ไปกระตุ้นไขกระดูกให้สร้างเซลล์เม็ดเลือดแดงออกมา

ขั้นตอนการทำงานของไต มี 3 ตอน คือ

1. กระบวนการกรองของเสียที่โกลเมอรูลัส (Glomerulus filtration) เนื่องจากผนังของโกลเมอรูลัสทำหน้าที่เป็นเครื่องกรองที่ดี โดยการยินยอมให้สารที่มีโมเลกุลเล็กผ่านไปได้ พร้อมกับ H_2O เช่น กลูโคส เกลือแร่ และยูเรีย แต่ไม่ยอมให้สารที่มีโมเลกุลเล็กผ่านไปได้ เช่นโปรตีนใหญ่ ไขมัน และเซลล์เม็ดเลือดแดง ของเหลวที่กรองผ่าน**โกลเมอรูลัส (Glomerulus)** เข้าไปในโบว์แมนแคปซูล เรียกว่า **พลาสมาที่กรองได้หรือของเหลวที่กรองได้**

ข้อควรทราบเกี่ยวกับการกรอง

- ของเหลวที่กรองได้ จะมีส่วนประกอบคล้ายพลาสมา หรือน้ำเลือดทุประการ ต่างกันที่โปรตีนโมเลกุลใหญ่และไขมันบางชนิด จะไม่พบในfiltrate

- กระบวนการกรองของเสียที่โกลเมอรูลัส (Glomerulus) เกิดขึ้นโดยอาศัยหลักแรงดันเลือด ซึ่งปกติจะมีแรงดันทำให้ของเหลวผ่านโกลเมอรูลัส (Glomerulus) เข้าสู่โบว์แมนแคปซูล ได้มีค่าประมาณ 24 mm. ของปรอท

- ในช่วงเวลา 1 นาที จะมีเลือดผ่านไตประมาณ 1200 ml และเกิดของเหลวกรองได้ 125 ml/s และสร้างน้ำปัสสาวะได้ 1 ml/s หรือมีการกรองได้ 180 ลิตร/วัน แต่เราถ่ายปัสสาวะประมาณ 1 ลิตร-1.5ลิตร /วัน แสดงว่ามีการดูดกลับเป็นส่วนใหญ่ เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำมากเกินไปและรักษาระดับความสมดุลของน้ำไว้ให้อยู่ในระดับคงที่

- อัตราการกรองของเสียจะมากน้อยขึ้นอยู่กับแรงดันเลือด และปริมาณโปรตีนใน พลาสมา จะสูงต่ำแค่ไหน (ในเวลากลางคืน การสร้างปัสสาวะจะช้ากว่ากลางวัน เพราะแรงดันเลือดต่ำ อัตราการกรองจึงช้ากว่ากลางวัน)

2. กระบวนการดูดกลับที่ท่อของหน่วยไต (tubular reabsorption) ซึ่งจะเกิดมากที่สุดที่ท่อขดด้านใกล้ ส่วนบริเวณ **Henle s loop** มีการดูดน้ำกลับได้ดีที่สุด ซึ่งสารที่ถูกดูดกลับได้จากมากที่สุดไปน้อยที่สุดคือ กลูโคส น้ำ เกลือแร่ต่าง ๆเนื่องจากในวันหนึ่งมีสารที่ได้จากการกรองหรือของเหลวที่กรองได้ ถึง 180 ลิตร ถ้าร่างกายขับถ่ายออกทั้งหมดร่างกายจะสูญเสียน้ำเป็นจำนวนมหาศาล ดังนั้นกระบวนการดูดกลับ จึงเป็นกระบวนการลดปริมาณของเหลวที่จะขับถ่ายหรือปล่อย

ออกมาไม่ให้มากเกินไปและเป็นการช่วยรักษาความเข้มข้นของปริมาณน้ำในร่างกายให้อยู่ได้ในสภาพปกติ

3. การหลั่งสารโดยท่อของหน่วยไต (Tubular secretion) จะเกิดขึ้นที่โดยเซลล์ที่ผนังของท่อโดยเฉพาะท่อขดด้านไกล จะสามารถสร้างสารบางอย่างเติมเข้าไปใน filtrate เช่น PAH K^+ H^+ NH_3 uric acid organic base อื่น ๆซึ่งมีผลต่อการปรับ PH ของน้ำปัสสาวะ ปกติปัสสาวะของคนมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน หรือกลาง

สรุปสาระสำคัญ

- สารที่ลอดผ่าน โกลเมอรูลัส ผ่านเข้าสู่ผนังของโบว์แมนแคปซูล แล้ว เรียกว่า ของเหลวที่กรองได้ ได้แก่น้ำ กลูโคส โปรตีน ยูเรีย วิตามิน และเกลือแร่ต่าง ๆ

- สารที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในของเหลวที่กรองได้ แต่ไม่พบในน้ำปัสสาวะเพราะถูกดูดกลับหมด คือ กลูโคส วิตามิน ซี และโปรตีน

- สารที่ถูกดูดกลับได้น้อย และพบมากในน้ำปัสสาวะ คือยูเรีย และเกลือต่าง ๆและในน้ำปัสสาวะของคนมียูเรียเข้มข้น 60 เท่าของของเหลวที่กรองได้

การควบคุมการทำงานของหน่วยไต เกี่ยวกับการดูดกลับอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนที่มากับเลือด คือ

1. **วาโซเปรสซิน (Vasopressin)หรือ ADH** เป็นฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนท้าย ซึ่งการที่จะหลั่งออกมามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำเลือด
ถ้าพลาสมาในเลือดมีความเข้มข้นสูง น้ำถูกกำจัดออกมา มีแรงดันออสโมซิสสูง)ต่อมใต้สมองจะหลั่งฮอร์โมน Vasopressin ออกมามาก ท่อหน่วยไตดูดน้ำกลับคืนได้มาก ปัสสาวะจะน้อย

2. **แอลโดสเตอโรน** เป็นฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตชั้นนอก ทำหน้าที่ควบคุมการดูดกลับของโซเดียม

3. **พาราธอร์โมน** หลั่งจากต่อมพราราไธรอยด์ และแคซิโทนินจากต่อมไธรอยด์ดูดกลับของ PO^{3-}_4

- การที่แพทย์จะทราบว่าผู้ป่วยคนใดเป็นโรคไตวาย ไตพิการ จะตรวจจากสาร โปรตีน ในปัสสาวะโดยใช้กรดไนตริกเข้มข้น (4 ml) หยดลงในหลอดทดลองที่มีปัสสาวะที่ต้องการตรวจ จะมีสีเหลืองถ้าเกิดโปรตีนขึ้น

- แอลกอฮอล์ มีผลต่อกลไกการปรับสภาวะ การรักษาสมดุลในร่างกาย คือจะมีผลยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน ADH ทำให้ท่อไต ดดน้ำกลับน้อยแต่ปัสสาวะมากขึ้นกว่าปกติ เมื่อปัสสาวะมีปริมาตรถึง 250-300 ml จะเกิดกระแสประสาทส่งไปที่สมอง (ระบบประสาทอัตโนมัติ A.N.S.) ก่อให้เกิดอาการปวดปัสสาวะขึ้น และกล้ามเนื้อเรียบของกระเพาะปัสสาวะจะหดตัวขับปัสสาวะออกมา

- หน้าหนาวปัสสาวะบ่อย เพราะต่อมเหงื่อทำงานน้อยลง ADH หลั่งน้อย การดูดกลับที่ท่อหน่วยไตน้อย ปัสสาวะจึงมาก

ความผิดปกติเนื่องที่เกี่ยวเนื่องกับไต

ไต (kidney) นอกจากจะกรองของเสีย หรือสารพิษออกจากร่างกายแล้วยังช่วยรักษาปริมาณน้ำ

ควบคุมเกลือแร่ ภาวะกรดเบสในร่างกายไม่เปลี่ยนแปลง ควบคุมความกันเลือด และช่วยกระตุ้นการสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดงของไขกระดูก ถือเป็นอวัยวะสำคัญอย่างหนึ่งของร่างกาย หากทำงานผิดปกติจะมีผลทำให้ปริมาณสารในปัสสาวะผิดปกติการตรวจปัสสาวะ มีความสำคัญต่อการวินิจฉัยโรคของแพทย์

โรคที่เกี่ยวกับไต เช่นโรคนิ่ว (นิ่วในไต นิ่วในกระเพาะปัสสาวะ)เกิดจากการจับตัวตกผลึกของสารออกซาเลต (ผักโขม ใบชะพลู มีสารออกซาเลตสูง)ควรดื่มน้ำสะอาดวันละมาก ๆ รับประทานอาหารประเภทโปรตีน เช่นเนื้อสัตว์ ไข่ นม และถั่วต่าง ๆอาหารเหล่านี้มีแร่ธาตุ ฟอสฟอรัส ซึ่งช่วยไม่ให้สารออกซาเลตจับตัวเป็นผลึก

การรักษาโรคนิ่ว อาจใช้ยา การผ่าตัดหรือใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound)สลายนิ่วขึ้นอยู่กับการวินิจฉัยของแพทย์

โรคไตวาย เป็นภาวะที่ไตสูญเสียการทำงาน ทำ**ให้สารพิษ(urea)** สะสมมากขึ้น เกิดความผิดปกติในการรักษาสมดุลน้ำ แร่ธาตุ และภาวะกรด-เบสในร่างกาย

สาเหตุ การติดเชื้อที่รุนแรง การเสียเลือดจำนวนมาก การเป็นโรคเบาหวานติดตอกันเป็นเวลานาน

การรักษาโรคไตวาย อาจทำโดย การใช้ยา ควบคุมชนิดและปริมาณของอาหาร หรือการฟอกเลือดโดยใช้ไตเทียมหรือการปลูกถ่ายไต (การเปลี่ยนไต)

****

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12

รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว30243 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3

บทที่ 15 เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย เวลา 2.00 ชั่วโมง

สาระที่ 1 ชีววิทยา

มาตรฐาน 4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้ และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายความผิดปกติที่เกี่ยวเนื่องกับไตและโรคของไต พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการดูแลสุขภาพของระบบขับถ่ายของตนเองให้เป็นปกติ

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (รายละเอียดของเนื้อหาอยู่ในใบความรู้ที่ 12)

- ไตกับการรักษาสมดุลของน้ำ
- ความผิดปกติที่เกี่ยวเนื่องกับไต

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย จำนวน 10 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบ ที่ครูแจกให้

2. ครูแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและ ทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมา เรื่อง โครงสร้างของไตกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 6.5 การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย โดยแจ้งจุดประสงค์ว่าเพื่อให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้

2. ครูให้นักเรียนนำความรู้เรื่องการรักษาดุลยภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกายมาวิเคราะห์เหตุการณ์และร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เกิดขึ้นกับสมชายเกี่ยวข้องกับกระบวนการใดของร่างกาย *(กระบวนการรักษาดุลยภาพของน้ำในร่างกาย)*

- เป็นไปได้หรือไม่ว่าร่างกายของสมชายขาดน้ำ *(เป็นไปได้เพราะสมชายเสียน้ำออกจากร่างกายทางเหงื่อและปัสสาวะ ในช่วงที่ทำงานหนักทำให้น้ำหนักของร่างกายลดลง 3 กิโลกรัม)*

- เหตุใดสมชายจึงอยู่ในสภาวะที่ร่างกายสูญเสียน้ำทั้งที่มีของเหลวเข้าสู่ร่างกายถึง 2 ลิตร *(เพราะของเหลวที่สมชายดื่ม คือ น้ำอัดลมประเภทโคล่า ซึ่งมีสารคาเฟอีน และเบียร์ซึ่งมีแอลกอฮอล์ สารทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นสารไดยูเรติก หรือสารขับปัสสาวะที่ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำออกไปมากกว่าการดูดซึมน้ำเข้ามา)*

- ถ้าสมชายดื่มแต่น้ำอัดลม น้ำชา หรือกาแฟ สมชายจะมีอาการเช่นเดียวกับในเรื่องนี้หรือไม่เพราะเหตุใด *(น่าจะมีอาการเหมือนกัน เพราะในน้ำอัดลมบางชนิด น้ำชา หรือกาแฟมีสารคาเฟอีนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย)*

- ทำอย่างไรร่างกายของสมชายจึงจะสามารถปรับสมดุลระหว่างสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกได้ดีขึ้น *(ควรดื่มน้ำมากๆ ทดแทนน้ำที่เสียไป และควรรับประทานอาหารที่มีแร่ธาตุเพื่อชดเชยแร่ธาตุที่เสียไปกับน้ำ)*

3. ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม 6.5 ครูอาจเสนอแนะให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเรื่อง สารไดยูเรติกเพิ่มเติมเพื่อช่วยมรการตอบคำถาม จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงส่วนประกอบของปัสสาวะของคนปกติและคนที่เป็นโรคเบาหวานโดยครูอาจนำผลการตรวจปัสสาวะซึ่งมีรายการตรวจปัสสาวะต่างๆ มาให้นักเรียนดูดังตัวอย่าง

ผลการตรวจวิเคราะห์ปัสสาวะของนางสาวสมศรี

การตรวจ	***ผลการตรวจ***	***ค่าปกติ***
pH	*8*	*5 – 8*
sp-gr	*1.022*	*1.003 – 1.030*
albumin	*neg*	*negative*
sugar	*neg*	*negative*

ไต มีหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือดและดูดซึมสารอาหารที่เป็นประโยชน์กลับเข้าสู่กระแสเลือดและยังรักษาสมดุลกรด – เบส และน้ำของร่างกายอีกด้วย การตรวจว่าไตทำงานปกติหรือไม่สามารถทำได้โดยการตรวจวิเคราะห์ปัสสาวะ ซึ่งอาจจะตรวจสิ่งต่อไปนี้

*1. **pH** เพื่อดูความเป็นกรด – เบส ของปัสสาวะว่าเป็นอย่างไร ซึ่งถ้าผลการตรวจมีค่าผิดปกติ เช่น มีค่าเป็นกรดหรือเบสมากเกินไปสามารถสันนิษฐานได้ว่าการทำงานของไตอาจจะผิดปกติแต่ทั้งนี้ต้องดูค่าอื่นๆ ประกอบด้วย*

*2. **sp.rg** ย่อมาจาก **specificgravity** เป็นการวัดค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะตรวจเพื่อดูความเข้มข้นของสารที่ปะปนมากับปัสสาวะว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือไม่ถ้ามีค่า **sp.rg** สูงเป็น **positive** สันนิษฐานว่าอาจจะมีความผิดปกติเกี่ยวกับไต*

3. อัลบูมินถ้าตรวจพบในปัสสาวะแสดงว่าไตทำงานผิดปกติหรือมีปัญหาเกี่ยวกับไตอาจจะป่วยเป็นโรคไตได้

4. น้ำตาลถ้าตรวจพบน้ำตาลในปัสสาวะอาจเป็นผลมาจากการทำงานของไตผิดปกติหรืออาจเป็นการทำงานผิดปกติของระบบฮอร์โมน

ข้อมูลจากการตรวจวิเคราะห์ปัสสาวะเป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นเท่านั้น ถ้าพบความผิดปกติต้องทำการตรวจอย่างละเอียดอีกครั้ง

(การทำกิจกรรมในเรื่องนี้ไม่ได้เน้นให้นักเรียนวิเคราะห์โรคด้วยตนเอง แต่ต้องการให้นักเรียนเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนกับชีวิตประจำวันได้ และให้นักเรียนสามารถสรุปได้ว่าการตรวจปัสสาวะทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับสมดุลของสารบางชนิดในร่างกาย และความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นกับระบบขับถ่ายของร่างกาย ซึ่งมีความสำคัญต่อการวินิจฉัยโรคของแพทย์)

4. ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องกลไกการควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะโดยการสนทนาถึงเรื่องการขับถ่ายปัสสาวะของนักเรียนว่า นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าถึงเวลาที่จะต้องไปถ่ายปัสสาวะหรือเมื่อรู้สึกปวดปัสสาวะนักเรียนสามารถกลั้นได้หรือไม่

5. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกลไกการควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะ การติดชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะและความผิดปกติที่เกี่ยวเนื่องกับไตและโรคของไต ในใบความรู้ โดยครูอาจหาตัวอย่างก้อนนิ่วในระบบขับถ่ายหรือภาพเอกซเรย์ให้เห็นตำแหน่งของนิ่ว ในส่วนต่างๆของทางเดินปัสสาวะ ซึ่งครูสามารถขอภาพถ่ายเอกซเรย์ที่ใช้งานเสร็จแล้วจากโรงพยาบาลและแผ่นภาพหรือแผ่นภาพโปร่งใสเกี่ยวกับไตเทียมที่ใช้ในปัจจุบันเพื่อเสริมความเข้าใจของนักเรียนและทำให้บทเรียนน่าสนใจมากขึ้น

9. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้ โดยใช้คำถาม ดังนี้

- การรักษาดุลยภาพของร่างกาย หมายถึง *(การรักษาสมดุลของสภาพแวดล้อมในร่างกายให้เหมาะสมต่อการดำรงชีพและการทำงานของเซลล์ภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย)*
- ในวันหนึ่ง ๆร่างกายต้องการน้ำประมาณวันละเท่าใด *(1.5 - 2.0 ลิตร)*
- ร่างกายต้องการน้ำมาใช้ทำอะไร *(ใช้ในกระบวนการเมทาบอลิซึม)*
- ร่างกายได้รับน้ำจากทางใดบ้าง *(ทางการดื่ม อาหาร ปฏิกิริยาในร่างกาย)*
- ร่างกายสูญเสียน้ำทางใดบ้าง *(ทางลมหายใจ ทางปัสสาวะ ทางเหงื่อ ทางน้ำลาย)*

2. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย

3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย

4. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง การรักษาดุลยภาพของเกลือแร่ในร่างกาย ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 4 ของ สสวท.
2. ใบความรู้ที่ 12 เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย
3. ใบงาน เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย
4. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย 10 ข้อ

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	**เครื่องมือวัด**	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การสรุปความคิดรวบยอด 2. วัดจากแบบทดสอบ	1.การสรุปความคิดรวบยอด 2.แบบทดสอบหลังเรียน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป 2.ทำแบบทดสอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับ 60 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

ใบงานกิจกรรมที่ 6.5 การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย

ให้นักเรียนศึกษากิจกรรมที่ 6.5 แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1.นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เกิดขึ้นกับสมชายเกี่ยวข้องกับกระบวนการใดของร่างกาย

คำตอบ . ...

.....

....

2.เป็นไปได้หรือไม่ว่าร่างกายของสมชายขนาดน้ำ

คำตอบ . ...

....

....

3.เหตุใดสมชายจึงอยู่ในสภาวะที่ร่างกายสูญเสียน้ำทั้งที่มีของเหลวเข้าสู่ร่างกายถึง 2 ลิตร

คำตอบ . ...

.....

....

4.ถ้าสมชายดื่มแต่น้ำอัดลม น้ำชา กาแฟ สมชายจะมีอาการเช่นเดียวกับในเรื่องนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบ . ...

....

....

5.ทำอย่างไรร่างกายของสมชายจึงจะสามารถปรับสมดุลระหว่างสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกได้ดีขึ้น

คำตอบ . ...

....

....

แบบฝึกเสริมประสบการณ์
เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในวันหนึ่ง ๆร่างกายต้องการน้ำประมาณวันละเท่าใด
2. ร่างกายของคนเรามีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณเท่าใด
3. แมงกระพรุนมีน้ำประมาณเท่าใดของน้ำหนักตัว
4. ร่างกายของคนเราขาดน้ำได้ไม่เกินเท่าใด
5. ร่างกายได้รับน้ำจากสิ่งใดบ้าง
6. ร่างกายขับน้ำออกทางใดบ้าง
7. แรงดันออสโมติกมีผลต่อการขาดน้ำอย่างไร
8. ฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ควบคุมความกระหายน้ำคือฮอร์โมนชนิดใด
9. สมองส่วนใดที่ทำหน้าที่ควบคุมการกระหายน้ำ
10. การปรับตัวของต้นกระบองเพชรในทะเลทรายทำอย่างไรจึงสามารถรักษาดุลยภาพของน้ำได้

เฉลยแบบฝึกเสริมประสบการณ์
เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย

1. ตอบ 2600
2. ตอบ 65 – 70%
3. ตอบ 95%
4. ตอบ 10%
5. ตอบ 20%
6. ตอบ เหงื่อ ปัสสาวะ
7. ตอบ ถ้ามากเกินไปจะทำให้ร่างกายต้องการน้ำเพิ่ม
8. ตอบ ADH
9. ตอบ สมองส่วนไฮโปธาลามัส
10. ตอบ ปรับใบเป็นหนาม

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย

<u>คำชี้แจง</u> **ให้นักเรียนเขียนข้อที่ถูกลงในกระดาษคำตอบ ที่ครูแจกให้**

1. สิ่งมีชีวิตจะมีปริมาณน้ำในร่างกายประมาณ

   ก. 20% ข. 40 % ค. 50% ง. 40-90%

2. ร่างกายของคนเราสามารถเสียน้ำได้มากที่สุดไม่เกิน

   ก. 5% ข. 10% ค. 15% ง. 20%

3. ความรู้สึกกระหายน้ำ เกี่ยวข้องกับต่อมไร้ท่อใดมากที่สุด

   ก. ต่อมหมวกไต ข. ต่อมใต้สมอง ค. ต่อมไทรอยด์ ง. ถูกทุกข้อ

4. ถ้านักเรียนหนัก 50 กิโลกรัม จะมีน้ำอยู่ประมาณเท่าใด

   ก. 30 กิโลกรัม ข. 32.5 กิโลกรัม ค. 35 กิโลกรัม ง. 37.5 กิโลกรัม

5. สัตว์ชนิดใดที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบในร่างกายมากที่สุด

   ก. หนูแกงการู ข. ปลาเฮอริงค์ ค. แมงกะพรุน ง. ไส้เดือนดิน

6. น้ำที่ร่างกายได้รับส่วนใหญ่มาจากที่ใด

   ก. อาหาร ค. จากการดื่ม

   ข. จากปฏิกิริยาในร่างกาย ง.ถูกทุกข้อ

7. ฮอร์โมนที่สมองหลั่งออกมาเพื่อให้ท่อหน่วยไตดูดน้ำกลับมากขึ้นคือ

   ก. ADH ข. NADK ค. FAD ง. NSD

8. ส่วนใดของพืชที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรักษาดุลยภาพของน้ำ

   ก. เยื่อหุ้มเซลล์ ข. ผนังเซลล์ ค ปากใบ ง. ราก

9. ปริมาณน้ำที่ร่างกายขับออกมาจะออกางใดมากที่สุด

   ก. เหงื่อ ข. ปัสสาวะ ค. น้ำลาย ง. ลมหายใจออก

10. ในวันหนึ่ง ๆร่างกายของเราต้องการน้ำประมาณวันละเท่าใด

    ก. 1.5-2.0 ลิตร ข. 2.0-3.0 ลิตร ค. 3.0-3.5 ลิตร

    ง. 4.0-4.5 ลิตร

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง การรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย

1) ง.	2) ง.	3) ก.	4) ข.
5) ข.	6) ง.	7) ก.	8) ข.
9) ข.	10) ก.		

ใบความรู้ที่ 8
เรื่อง ไตกับการรักษาสมดุลของน้ำ

2.3 ไตกับการรักษาสมดุลของน้ำ

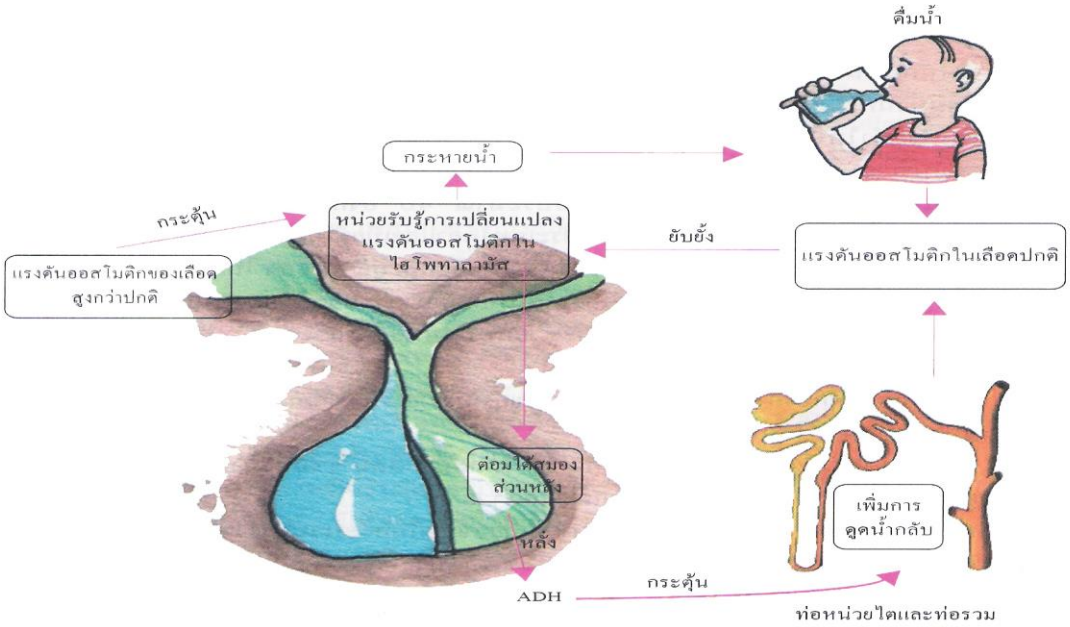
ถ้าร่างกายได้รับน้ำย่อย หรือมีน้ำในเลือดน้อย จะทำให้ปริมาตรของเลือดลดลง ความเข้มข้นของเลือดจึงเพิ่มขึ้น ทำให้แรงดันออสโมติกของเลือดสูงขึ้น ตัวรับรู้ (receptor) ในไฮโพทาลามัสที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันออสโมติกจะกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนท้าย ให้ปล่อยฮอร์โมนแอนติไดยูเรติก (antidiruetic hormone , ADH) หรือ เอดีเอชออกมาเข้าสู่กระแสเลือด และส่งไปยังท่อของหน่วยไตส่วนดิลตอลทิวบูลและท่อรวม ทำให้เกิดการดูดน้ำกลับเข้าเลือดมากขึ้น ทำให้ปริมาตรของเลือดเพิ่มขึ้นและลดแรงดันออสโมติกของเลือดพร้อมกับขับถ่ายปัสสาวะออกน้อยลง

ในกรณีดื่มน้ำมาก เลือดเจือจาง แรงดันออสโมติกของเลือดลดลงจะยับยั้งการปล่อย ADH จากต่อมใต้สมองส่วนท้าย ทำให้ดิสตอลทิวบูลและท่อรวมดูดน้ำกลับคืนน้อยลง จึงขับปัสสาวะที่เจือจางออกไปมาก

ในกรณีที่ต่อมใต้สมองทำงานผิดปกติ มาสามารถปล่อย ADH ออกมาอย่างเพียงพอ จะทำให้การดูดน้ำกลับของหน่วยไต เกิดได้น้อยกว่าปกติ หรือไม่สามารถดูดกลับได้ ทำให้ขับถ่ายปัสสาวะมากกว่าปกติ ที่เรียกว่าโรคเบาจืด (diabetes insipidus) อาจถ่ายปัสสาวะถึงวันละ 20 ลิตร คนไข้จึงต้องดื่มน้ำมากกว่าปกติ เพื่อชดเชยน้ำที่สูญเสียไป

ร่างกายอาจสูญเสียน้ำได้ทางอื่นอีก เช่น การระเหยทางเหงื่อ หรือการหายใจ ถ้าหากร่างกายไม่ได้รับน้ำเข้าไปทดแทน อาจเป็นอันตรายต่อร่างกายได้ ดังนั้น จึงมีกลไกกระตุ้นให้ร่างกายเกิดความต้องการน้ำเพิ่มขึ้น นอกเหนือจากกลไกที่ลดการสูญเสียน้ำ

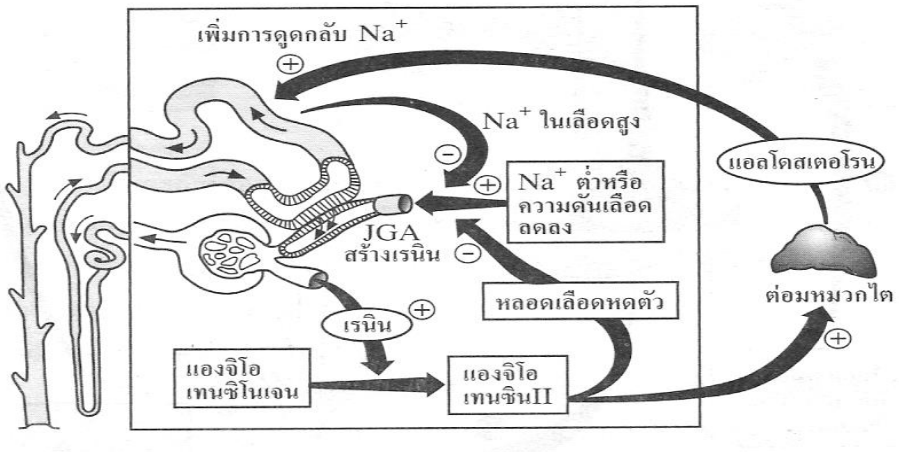
กลไกที่กระตุ้นให้ร่างกายเกิดความต้องการน้ำ ในขณะที่สูญเสียน้ำออกไปจากร่างกายมาก ๆ หลังเล่นกีฬา หรือเสียเหงื่อ คือความรู้สึก กระหายน้ำและจะรู้สึกกระหายน้ำเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ถ้าร่างกายสูญเสียน้ำออกไปเรื่อย ๆ อาการกระหายน้ำจึงเป็นสัญญาณเตือนให้ทราบว่าร่างกายต้องการน้ำ โดยมี **ศูนย์ควบคุมการกระหายน้ำอยู่ที่ไฮโพทาลามัส** ซึ่งจะรับรู้ต่อภาวการณ์ขาดน้ำของร่างกาย เมื่อไฮโพทาลามัสถูกกระตุ้น จึงเกิดอาการกระหายน้ำขึ้น กลไกการควบคุมสมดุลของน้ำในร่างกาย แสดงไว้ในรูปที่ 67



รูปที่ 67 การควบคุมสมดุลของน้ำในร่างกาย

ในกรณีที่ดื่มน้ำทะเลหรือกินเกลือเข้าไปมาก ๆ ทำให้แรงดันออสโมติกของเลือดสูงต่อมใต้สมองส่วนท้ายจะหลั่ง ADH ออกมามากขึ้นเพื่อไปควบคุมทำให้ท่อของหน่วยไตดูดน้ำกลับคืนมามากขึ้น เพื่อให้ปริมาณน้ำในเลือดมากเป็นปกติแรงดันออสโมติกของเลือดจึงลดลงเป็นปกติ

นอกจากท่อของหน่วยไตจะดูดน้ำกลับเข้าหลอดเลือดแล้วยังสามารถดูดสารอื่น ๆ กลับเข้าหลอดเลือดได้อีกด้วยโดยการควบคุมของฮอร์โมนแอลโดสเตอโรน(aldossterone) จากต่อมหมวกไต (adrenal gland)



รูปที่ 68 แสดงการควบคุมการทำงานของไตโดยอาศัยฮอร์โมน

การหลั่งฮอร์โมนแอลโดสเตอโรน ถูกกระตุ้นจากความดันเลือดที่ลดลงหรือความเข้มข้นของ Na^+ ต่ำลง เมื่อความดันเลือดลดลงหรือความเข้มข้นของ Na^+ ลดลง เซลล์ของจักซ์ตาโกลเมอรูลาร์

แอพพาราตัส (Juxtaglomerular apparatus , JGA) ซึ่งอยู่บริเวณหลอดเลือดแดงอาฟเฟอเรนต์อาร์เทอริโอล ที่นำเลือดเข้ามายังโกลเมอรูลัส จะหลั่งเอนไซม์เรนิน (rennin) ออกมากระตุ้นการเปลี่ยนแองจิโอเทนซิโนเจนให้เป็นแองจิโอเทนซิน II แองจิโอเทนซิน II จึงไปเพิ่มความดันเลือดโดยทำให้หลอดเลือดแดงอาร์เทอริโอลหดตัว นอกจากนี้ แองจิโอเทนซิน II ยังกระตุ้นต่อมหมวกไตให้หลั่งฮอร์โมนแอลโดสเตอโรน เพื่อไปกระตุ้นการดูดกลับ Na^+ ที่ดิสตอลทิวบูล และการดูดกลับ Na^+ ทำให้เกิดการดูดกลับของน้ำเพิ่มขึ้น ดังนั้นความเข้มข้นของ Na^+ ในเลือดจึงเพิ่มขึ้นรวมทั้งปริมาตรและความดันเลือดจึงเพิ่มขึ้นด้วย มีผลไปยับยั้งการหลั่งเอนไซม์เรนิน กลไกการควบคุมโดยฮอร์โมนนี้จึงเป็นกลไกการควบคุมแบบย้อนกลับ ดังรูปที่ 68

บางกรณีร่างกายผิดปกติ นอกจากปล่อยน้ำและของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมออกมาแล้วยังอาจมีน้ำตาลและโปรตีนปะปนออกมาด้วย แสดงถึงความผิดปกติของร่างกายซึ่งอาจเกิดที่บริเวณท่อของหน่วยไตหรือความผิดปกติของฮอร์โมนก็ได้ ดังนั้นในรายที่สงสัยว่าน้ำปัสสาวะจะมีสารต่าง ๆ ติดออกมาหรือไม่นั้น แพทย์มักของกรวดน้ำปัสสาวะ โดยให้คนไข้นั้นงดรับประทานอาหารประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วจึงเก็บน้ำปัสสาวะไปตรวจ pH ตรวจโปรตีนหรืออัลบูมิน และตรวจน้ำตาล

การวัด pH ของน้ำปัสสาวะ

ใช้กระดาษวัด pH จุ่มลงในน้ำปัสสาวะแล้วมาเปรียบเทียบสี

การตรวจอัลบูมิน

ใช้กระดาษกรอง กรองน้ำปัสสาวะเพื่อกรองฝุ่นหรือตะกอนก่อนทดสอบอัลบูมิน รินน้ำปัสสาวะที่กรองแล้วประมาณ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปอุ่นให้ร้อนจนเกือบเดือด แล้วเติมกรดอะซิติกเข้มข้น 3 % 12 หยดลงในหลอดทดสอบ เขย่าเบา ๆ ให้เข้ากัน หากมีตะกอนขุ่นเกิดขึ้นแสดงว่าในน้ำปัสสาวะมีอัลบูมิน

การตรวจน้ำตาลในปัสสาวะ

ใส่สารละลายเบเนดิกต์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำปัสสาวะลงไป 8 หยด เขย่าเบา ๆ นำหลอดทดลองนี้ไปใส่น้ำที่กำลังเดือด หากสารละลายสีฟ้าไม่เปลี่ยนสี แสดงว่าไม่มีน้ำตาลกลูโคส หากสารละลายมีสีน้ำเงินแกมเขียว เขียวแกมเหลือง เหลืองส้มหรือส้มแดงหรือแดง แสดงว่ามีปริมาณน้ำตาลในน้ำปัสสาวะมากขึ้นตามลำดับ

ในการทดลองนี้เป็นวิธีตรวจสอบง่าย ๆ เพื่อแสดงว่าน้ำปัสสาวะมีน้ำตาลหรือไม่ แต่ในการตรวจสอบของแพทย์นั้นต้องตรวจสอบมากกว่านี้ ไม่ว่าจะเป็นความถ่วงจำเพาะ สี สารต่าง ๆ โปรตีนต่าง ๆ และปริมาณน้ำตาลในปัสสาวะ รวมทั้งระยะเวลาในการเก็บน้ำปัสสาวะเอาไปผนวกกับการตรวจอาการอื่น จึงจะวินิจฉัยโรคได้

2.4 ความผิดปกติที่เกี่ยวเนื่องกับไต

นิ่ว เป็นโรคหนึ่งในหลาย ๆ โรคที่เกี่ยวข้องกับไต นิ่วเกิดจากการตกตะกอนของเกลือแร่ต่าง ๆ ในน้ำปัสสาวะ การตกตะกอนนี้ทำให้เกิดเป็นก้อน อุดตันในท่อปัสสาวะ การดื่มน้ำสะอาดวันละมาก ๆ อาจช่วยให้ก้อนนิ่วก้อนเล็ก ๆ หลุดออกมากับน้ำปัสสาวะ หรือน้ำไปทำให้เกลือแร่ต่าง ๆ ไม่สามารถตกตะกอนได้ พบว่าการเป็นนิ่วมีความสัมพันธ์กับอาหาร เช่น การกินผักบางชนิด เช่นใบชะพลู ผักโขม ซึ่งมีสารออกซาเลตปริมาณสูง จึงมีโอกาสเป็นโรคนิ่วได้ง่ายกว่าปกติ ในปัจจุบันการรักษานิ่วขึ้นกับการตัดสินใจของแพทย์ว่าจะใช้ยาหรือผ่าตัดหรือใช้คลื่นเสียงความถี่สูงสลายนิ่ว นิ่วอาจป้องกันได้ด้วยการกินอาหารประเภทโปรตีน ไม่ว่าจะเป็นเนื้อสัตว์ ไข่ นม รวมทั้งถั่วต่าง ๆ อาหารเหล่านี้มีธาตุฟอสฟอรัสซึ่งเป็นตัวช่วยไม่ให้ออกซาเลตจับตัวกันเป็นผลึก รวมทั้งพยายามหลีเลี่ยงที่จะไม่กินอาหารที่มีออกซิเลตสูง

โรคไตวาย เป็นโรคที่ไตไม่สามารถทำงานได้ ของเสียซึ่งเป็นของเหลวจะถูกสะสมอยู่ในร่างกาย ไม่สามารถขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะได้ ทำให้การรักษาสมดุลของน้ำ แร่ธาตุและความเป็นกรด – เบส ของสารในร่างกายผิดปกติ โรคไตวายอาจมีสาเหตุมาจากการสูญเสียเลือดในปริมาณมาก อาจเกิดจากการเป็นโรคเบาหวาน อาจเกิดจากการติดเชื้อที่รุนแรง เมื่อไตวายจะต้องใช้**ไตเทียม (artificial kidney)** ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แทนไตทำการฟอกเลือด หรืออาจใช้การผ่าตัดเปลี่ยนไต เมื่อผ่าตัดไตเหลือเพียงข้างเดียวก็สามารถทำงานได้เช่นกัน แต่ปัญหาการเปลี่ยนไตอยู่ที่ร่างกายผู้รับ อาจปฏิเสธไตที่ได้จากผู้อื่น ซึ่งอาจแก้ปัญหานี้ได้ ถ้าไตจากผู้ที่อยู่ใกล้ชิดทางพันธุกรรม หรือผู้ที่เป็นคู่แฝดหรือแก้ไขระบบการไม่ยอมรับสิ่งแปลกปลอมของภูมิคุ้มกันร่างกาย โดยการใช้ยากดระบบภูมิคุ้มกัน หรือทั้งฉายสีและใช้ยากดระบบภูมิคุ้มกันไปพร้อม ๆ กัน

ในปัจจุบันคนที่เป็นโรคไตพิการ สามารถมีชีวิตอยู่ได้โดยใช้เครื่องไตเทียมทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือดแทนไต โดยการต่อไตเทียมกับหลอดเลือดบริเวณแขนของผู้ป่วย จากแรงดันในหลอดเลือดนี้ดันเลือดให้เข้าสู่ถุงเซลโลเฟนของเครื่องไตเทียม ถุงนี้มีเยื่อบางมากและมีรูเล็ก ๆ ยอมให้สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กผ่านเข้าออกได้ และถุงนี้แช่ไว้ในน้ำยาที่มีส่วนประกอบคล้ายเลือดยกเว้นไม่มีของเสีย ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนสารและเกลือแร่ระหว่างน้ำเลือดและน้ำยาที่ใช้ ของเสียในน้ำเลือดจะซึมผ่านเยื่อเซลโลเฟนออกมาสู่น้ำยา ส่วนเลือดที่ถ่ายของเสียออกแล้วจะกลับเข้าสู่หลอดเลือดดำ ที่ต่อกับท่อซึ่งออกมาจากไตเทียม การใช้ไตเทียมกรองของเสียเช่นนี้จะใช้เวลาครั้งละ 3 – 6 ชั่วโมง อาทิตย์ละ 2 – 3 ครั้ง

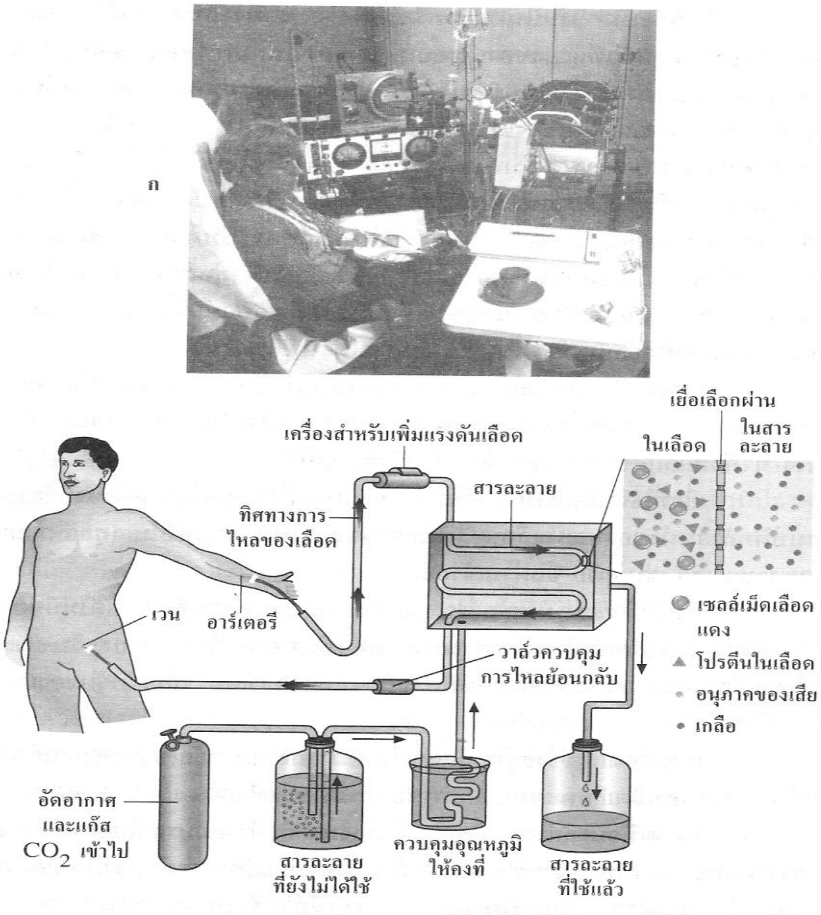
การใช้เครื่องไตเทียม อาศัยหลักการในการแยกโมเลกุลขนาดเล็กออกจากโมเลกุลใหญ่ รวมทั้งหลักการแพร่ของสารละลายโดยให้สารละลายผ่านเยื่อบาง ๆ ซึ่งโมเลกุลขนาดใหญ่จะผ่านเข้าหรือออกไม่ได้

เยื่อที่ใช้จึงเป็นส่วนประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของเครื่องไตเทียมจะต้องมีสมบัติคล้ายผนังของหลอดเลือด หรือแผ่นเซลโลเฟนซึ่งสารที่มีโมเลกุลเล็กโดยเฉพาะของเสีย เช่น ยูเรีย ซึมผ่านเข้าออกได้

น้ำยาที่ใช้แช่ถุงเซลโลเฟน จะมีส่วนประกอบคล้ายเลือด แต่ไม่มีของเสียเพื่อให้ของเสียในเลือดซึมผ่านถุงเซลโลเฟนออกมาในถังน้ำยา ในขณะทำการฟอกเลือด และปริมาณของเสียในเลือดลดลงกว่าเดิม เป็นการรับของเสียจากเลือด

เม็ดเลือดแดงซึ่งอยู่ในเลือดจะไม่สามารถผ่านถุงเยื่อเซลโลเฟนออกมาเพราะขนาดของเม็ดเลือดแดงใหญ่กว่ารูของกระดาษเซลโลเฟน

แต่ไตเทียมจะทำหน้าที่เหมือนไตธรรมชาติอย่างสมบูรณ์นั้นเป็นไปไม่ได้เพราะนอกจากไตจะทำหน้าที่ฟอกเลือดแล้ว ยังควบคุมรักษาระดับความดันโลหิต รักษาปริมาณน้ำในร่างกายให้สมดุล นอกจากนี้ยังสร้างสารที่ช่วยกระตุ้นการสร้างเม็ดเลือดแดงอีกด้วย ซึ่งไตเทียมทำหน้าที่เหล่านี้ไม่ได้



รูปที่ 69 ก. เครื่องไตเทียม ข. แสดงการทำงานของเครื่องไตเทียม

การใช้เครื่องไตเทียม ในทางการแพทย์ แพทย์จะใช้เครื่องไตเทียมช่วยผู้ป่วยซึ่งไตไม่ทำงานขณะที่รอการรักษาหรือรอการผ่าตัดเปลี่ยนไตชั่วระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากการใช้ไตเทียมแต่ละครั้งต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากในปัจจุบันมีการใช้เครื่องไตเทียมอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ