

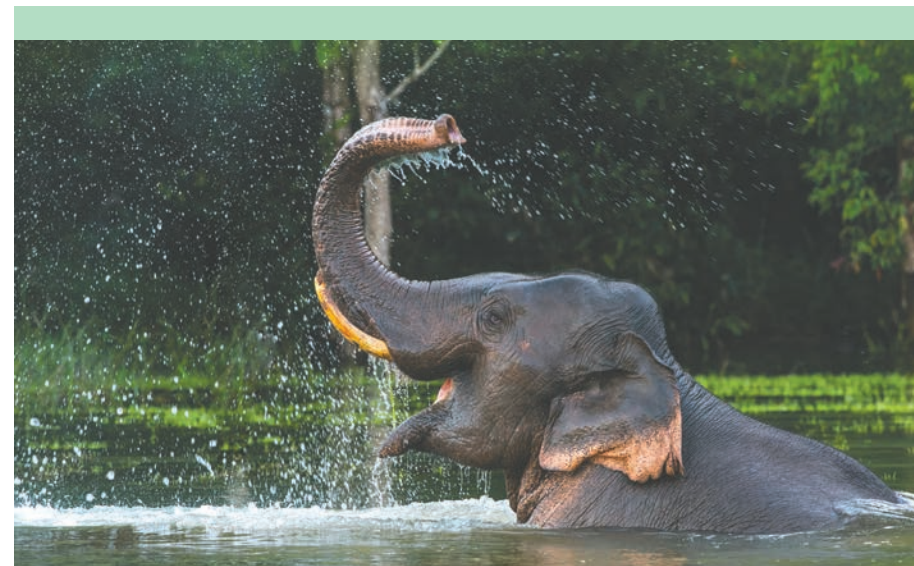
ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

5

ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551



ผู้เรียบเรียง

รศ. ดร.ฤทธิ วัฒนชัยยิ่งเจริญ
นางสาวเกศทิพย์ อิศรางกูร ณ อยุธยา

ผู้ตรวจ

ดร.นำชัย ชีววิวรรณ
ผศ. ดร.ปวีย์ อุ๋นใจ
ผศ. ดร.ศศิวิมล แสงผล
ผศ. ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ
ดร.พริ้มภา กาญจนสิงห์

บรรณาธิการ

ดร.ชลินันท์ เฟื่องสุข
นางสาววราภรณ์ นีระพันธ์

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ปีที่พิมพ์ 2567

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวนพิมพ์ 20,000 เล่ม

ISBN : 978-616-606-073-7

รหัสสินค้า 3518014

A+ อักษร

www.aksorn.com

จัดพิมพ์และจำหน่ายทั่วประเทศโดย

บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจก. จำกัด

142 ถนนตะนาว เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200

โทร. 0 2622 2999 (อัตโนมัติ 20 คู่สาย)

แฟกซ์: บริษัท ไทยรับเกล้า จำกัด โทร. 0 2903 9101-6



Big Question

คำถามกระตุ้น
การเรียนรู้
ก่อนเข้าสู่เนื้อหา
เพื่อให้เกิด
กระบวนการ
สืบเสาะหาความรู้



Check-Go-Understanding	
พิจารณาข้อความและตอบว่าใช่หรือไม่ใช่จากข้อใด แล้วบันทึกลงในสมุดบันทึก	
1. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวสามารถดำรงชีพอยู่ได้ด้วยตัวเอง	ถูก/ผิด
2. กระเพาะอาหารของสัตว์มีลักษณะเหมือนกับกระเพาะอาหารของมนุษย์	
3. การย่อยอาหารเกิดขึ้นในช่องปาก ส่วนการย่อยชนิดที่ละเอียดขึ้นจะอยู่ในลำไส้เล็ก กระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก	
4. การย่อยอาหารขั้นสุดท้ายที่กระเพาะอาหาร เป็นไปอย่างช้าๆ ที่ลำไส้เล็ก	
5. การรับประทานอาหารจำพวกแป้งเป็นระยะเวลานานเกินไปจะทำให้เกิดอาการท้องอืด	

Check for Understanding

คำถามตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน
ก่อนเข้าสู่การเรียนการสอน



Prior Knowledge

คำถามทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน
เพื่อเชื่อมโยงสู่ความรู้ใหม่



คำถามท้ายภาคการคิดขั้นสูง

คำถามเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนา
การคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์
คิดอย่างมีวิจารณญาณ



ความรู้เสริมจากเนื้อหา
เพื่อขยายความรู้ของนักเรียน



คำถามตรวจสอบความเข้าใจ
ของพี่เรียนระหว่างเรียน



QR Code
ใช้สมาร์ทโฟนเพื่อสแกน
เข้าดูสื่อดิจิทัลเพิ่มเติม



เชื่อมโยงความรู้ทางชีววิทยา
สู่ชีวิตประจำวัน



เชื่อมโยงสู่แบบฝึกหัด
เพื่อให้ผู้เรียนฝึกฝน
จนเกิดความเชี่ยวชาญ

กิจกรรม

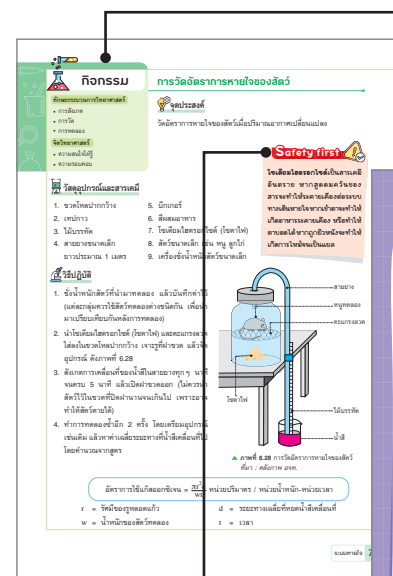
กิจกรรมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติเพื่อเสริมสร้างทักษะทางวิทยาศาสตร์

Summary

สรุปเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียน
ได้ทบทวนสาระสำคัญ
ประจำหน่วยการเรียนรู้

Self Check

คำถามเพื่อ
ให้ผู้เรียน
ตรวจสอบ
ความรู้
ความเข้าใจ
ด้วยตนเอง



Safety first

ข้อควรระวัง

ในการทำทดลอง

- Unit questions

**แบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนรู้
เพื่อใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน**

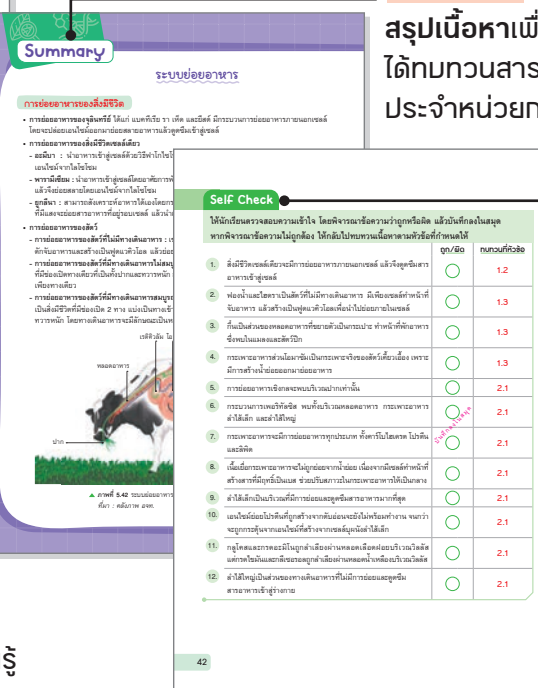


– **แนวข้อสอบ A-Level**

แนวข้อสอบเพื่อเข้าศึกษาต่อ
ในระดับอุดมศึกษา

— **กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)**

กิจกรรมที่เน้น
ให้ผู้เรียนได้
ลงมือปฏิบัติจริง
เพื่อให้เกิด
การเรียนรู้ และ
สร้างองค์ความรู้
ด้วยตนเอง





ชีววิทยา เล่ม 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา 60 ชั่วโมง

ศึกษาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต ทั้งจุลินทรีย์ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสัตว์ การย่อยอาหารของมนุษย์ อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของมนุษย์ ความผิดปกติของทางเดินอาหารในมนุษย์ ศึกษาเกี่ยวกับระบบหายใจ การแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์ การแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์ โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส การแลกเปลี่ยนแก๊ส กลไกการหายใจ การควบคุมการหายใจ การวัดอัตราการหายใจ ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรกระบบทางเดินหายใจ ศึกษาเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์และของมนุษย์ ระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน กลไกการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน กลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ศึกษาเกี่ยวกับระบบขับถ่าย การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์ การขับถ่ายของมนุษย์ ไตและอวัยวะในระบบขับถ่าย ปัสสาวะ ไตกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย และโรคที่เกี่ยวข้องกับไต

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และการสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม



ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร สัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ และสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์ได้
2. สังเกต อธิบายการกินอาหารของไฮดรา และพลาเนเรียได้
3. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหารภายในระบบย่อยอาหารของมนุษย์ได้
4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สของปอดน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนกได้
5. สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปอดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้

6. สืบค้นข้อมูล อธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส และกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์ได้
7. อธิบายการทำงานของปอด และทดลองวัดปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของมนุษย์ได้
8. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดได้
9. สังเกต และอธิบายทิศทางการไหลของเลือด และการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหลอดเลือดกับความเร็วในการไหลของเลือดได้
10. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดในมนุษย์ได้
11. สังเกต และอธิบายโครงสร้างหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทิศทางการไหลของเลือดผ่านหัวใจของมนุษย์ และเขียนแผนผังสรุปการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ได้
12. สืบค้นข้อมูล ระบุความแตกต่างของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว เพลตเลต และพลาสมาได้
13. อธิบายหมู่เลือดและหลักการให้และรับเลือดในระบบ ABO และระบบ Rh ได้
14. อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของน้ำเหลือง รวมทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของหลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลืองได้
15. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะได้
16. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบการสร้างภูมิคุ้มกันก่อนเองและภูมิคุ้มกันรับมาได้
17. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ทำให้เกิดเอดส์ ภูมิแพ้ การสร้างภูมิต้านทานต่อเนื้อเยื่อตนเองได้
18. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างและหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายของฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง และสัตว์มีกระดูกสันหลังได้
19. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต และโครงสร้างที่ใช้ลำเลียงปัสสาวะออกจากร่างกายได้
20. อธิบายกลไกการทำงานของหน่วยไต ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย และเขียนแผนผังสรุปขั้นตอนการกำจัดของเสียออกจากร่างกายโดยหน่วยไตได้
21. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับความผิดปกติของไตอันเนื่องมาจากโรคต่าง ๆ ได้

รวม 21 ผลการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5



ระบบย่อยอาหาร 2-45

การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต	3
• การย่อยอาหารของจุลินทรีย์	3
• การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	4
• การย่อยอาหารของสัตว์	7
การย่อยอาหารของมนุษย์	20
• อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของมนุษย์	22
• ความผิดปกติของทางเดินอาหารในมนุษย์	37
Unit questions 5	43
แนวข้อสอบ A-Level	45

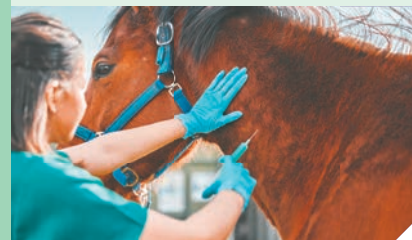
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6



ระบบหายใจ 46-79

การแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์	47
• โครงสร้างในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	47
• โครงสร้างในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์	48
การแลกเปลี่ยนแก๊สของมนุษย์	58
• โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส	58
• การแลกเปลี่ยนแก๊ส	59
• กลไกการหายใจ	63
• การควบคุมการหายใจ	68
• การวัดอัตราการหายใจ	70
• ความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคระบบทางเดินหายใจ	72
Unit questions 6	78
แนวข้อสอบ A-Level	79

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7



ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน 80-141

ระบบหมุนเวียนเลือด	81
• การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์	81
• การลำเลียงสารในร่างกายของมนุษย์	88
ระบบน้ำเหลือง	111
ระบบภูมิคุ้มกัน	116
• กลไกการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน	117
• กลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน	124
• ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	127
Unit questions 7	138
แนวข้อสอบ A-Level	141

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8



ระบบขับถ่าย 142-168

การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์	143
• การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	143
• การขับถ่ายของสัตว์	144
การขับถ่ายของมนุษย์	148
• ไตและอวัยวะในระบบขับถ่ายปัสสาวะ	148
• ไตกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย	155
• โรคที่เกี่ยวข้องกับไต	159
Unit questions 8	167
แนวข้อสอบ A-Level	168

กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)	169
บรรณานุกรม	170





? ทำไมร่างกาย
ของสิ่งมีชีวิตจึงต้องมีการ
ย่อยอาหาร

5

หน่วยการเรียนรู้ที่

ระบบย่อยอาหาร

อาหารที่สิ่งมีชีวิตกินเข้าไป ประกอบด้วยสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาหารต่าง ๆ นั้นล้วนมีโมเลกุลขนาดใหญ่ ในขณะที่สารที่สามารถลำเลียงผ่านเซลล์ได้จะต้องมีโมเลกุลขนาดเล็ก ดังนั้น ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจึงมีกระบวนการย่อยอาหารเพื่อให้มีขนาดโมเลกุลที่เล็กลง และสามารถลำเลียงสารเหล่านั้นไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ของร่างกายได้

Check for Understanding

พิจารณาข้อความตามความเข้าใจของนักเรียนว่าถูกหรือผิด แล้วบันทึกลงในสมุดบันทึก

ถูก/ผิด

1. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจะไม่มีระบบย่อยอาหาร จึงย่อยอาหารภายนอกเซลล์แล้วจะดูดซึมเข้าสู่เซลล์
2. กระเพาะอาหารของวัวมีลักษณะเหมือนกระเพาะอาหารของมนุษย์
3. การย่อยเชิงกลเกิดขึ้นในช่องปาก ส่วนการย่อยเชิงเคมีจะเกิดขึ้นในช่องปาก กระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก
4. การย่อยอาหารจะสิ้นสุดลงที่กระเพาะอาหาร แล้วไปดูดซึมที่ลำไส้เล็ก
5. การรับประทานอาหารจำพวกเส้นใยจะช่วยให้ขับถ่ายได้ดี

บันทึกลงในสมุด

Prior Knowledge

อาหารสำคัญต่อการดำรง
ชีวิตของสิ่งมีชีวิตอย่างไร

1 การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต

เมื่อสิ่งมีชีวิตกินอาหาร จะเกิดกระบวนการที่ทำให้อาหารมีโมเลกุลเล็กลง กระบวนการดังกล่าวนี้ คือ การย่อยอาหาร (digestion) สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีกระบวนการย่อยอาหารต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะการย่อยอาหารได้เป็น 2 แบบ คือ การย่อยภายนอกเซลล์ (extracellular digestion) และการย่อยภายในเซลล์ (intracellular digestion)

1.1 การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ (microorganism) เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ส่วนใหญ่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า พบได้ทุกสภาวะแวดล้อม การย่อยอาหารของจุลินทรีย์สามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตประเภทต่าง ๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. แบคทีเรีย (bacteria) จะมีกระบวนการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ โดยปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่ให้ได้เป็นสารที่มีโมเลกุลเล็ก หรือโมเลกุลเดี่ยว ก่อนที่จะดูดซึมเข้าสู่เซลล์

2. ราและเห็ด (fungi) มีกระบวนการย่อยอาหารเช่นเดียวกับแบคทีเรีย โดยสร้างเอนไซม์และปล่อยออกมาย่อยสลายอาหารจนได้เป็นสารโมเลกุลขนาดเล็ก แล้วดูดซึมเข้าสู่เซลล์ เรียกการดำรงชีวิตแบบนี้ว่า ภาวะย่อยสลาย (saprophytism) เช่นราบนขนมปัง เมื่อทิ้งไว้ระยะหนึ่ง ขนมปังบริเวณที่มีราขึ้นจะค่อย ๆ หายไป และรากิจะเพิ่มจำนวนขึ้น เนื่องจากราย่อยสลายขนมปังเพื่อนำสารอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโต หรือเห็ดที่เจริญเติบโตบนขอนไม้จนเกิดการย่อยสลายให้ขอนไม้ผุพัง

3. ยีสต์ (yeast) มีกระบวนการย่อยอาหารเช่นเดียวกับแบคทีเรีย ซึ่งอาหารของยีสต์ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ได้แก่ กลูโคสและฟรักโทส จึงต้องมีเอนไซม์อินเวอร์เทส (invertase) ที่สามารถย่อยน้ำตาลซูโครสให้เป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทส ก่อนดูดซึมเข้าสู่เซลล์

จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะเจริญเติบโตได้ดีในอาหารต่างชนิดกัน เอนไซม์ที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดปล่อยออกมา จึงมีความจำเพาะต่อสารที่แตกต่างกัน



▲ ภาพที่ 5.1 ราบนขนมปังสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยสลายขนมปังเพื่อนำสารอาหารไปใช้ในการดำรงชีวิต
ที่มา : คลังภาพ จกท.



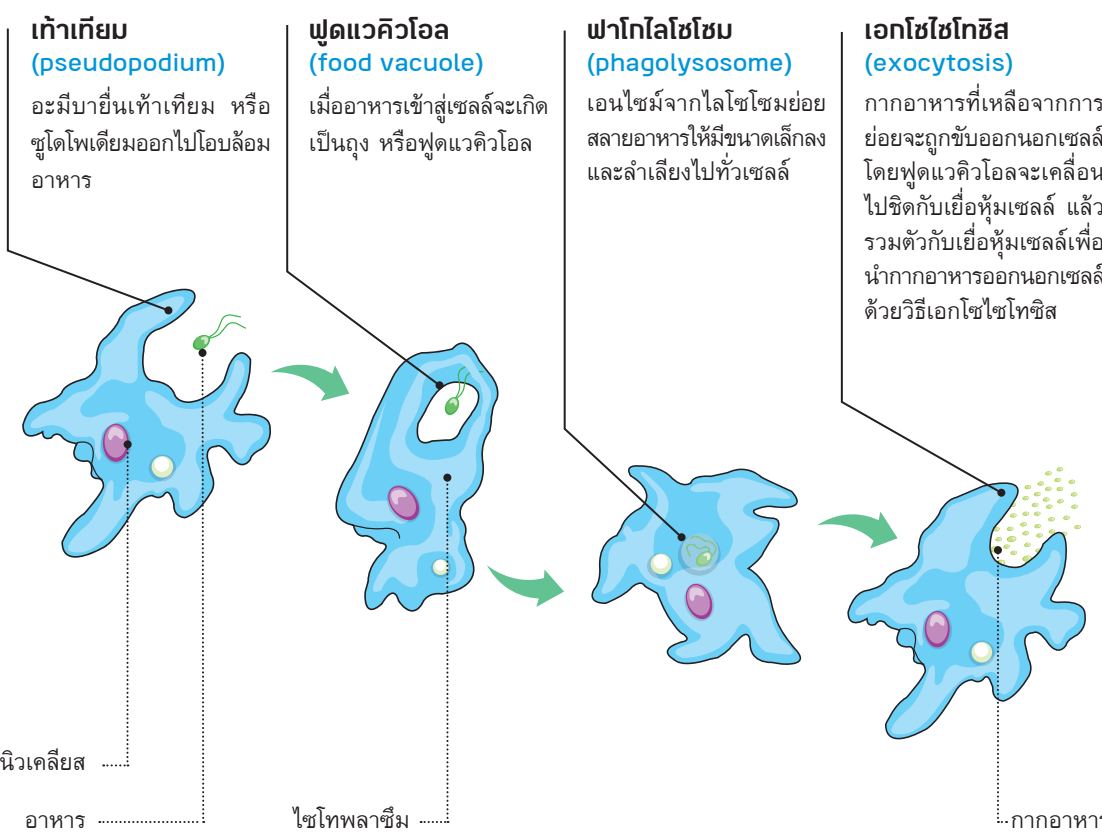
▲ ภาพที่ 5.2 เห็ดที่เจริญเติบโตบนขอนไม้ แล้วย่อยสลายให้ขอนไม้ผุพัง
ที่มา : คลังภาพ จกท.

1.2 การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม อะมีบา ยูกลีนา ส่วนใหญ่มีขนาดประมาณ 5 - 250 ไมโครเมตร มักพบดำรงชีวิตอยู่อย่างอิสระ แต่บางชนิดอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า โคลนี (colony)

กระบวนการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เริ่มจากการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ แล้วจึงเกิดการสร้างฟูดแวคิวโอล (food vacuole) ภายในไซโทพลาซึม จากนั้นจะหลั่งเอนไซม์มาย่อยสลายอาหารนั้น ๆ ซึ่งวิธีการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน

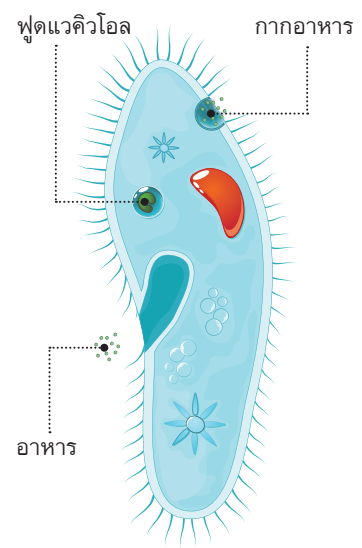
1. อะมีบา (amoeba) เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกลุ่มโพรทิสต์ (protozoa) ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ไม่มีทางเดินอาหารและระบบย่อยอาหารโดยเฉพาะ อะมีบาจะนำอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีฟาโกไซโทซิส (phagocytosis) มีกระบวนการ ดังนี้



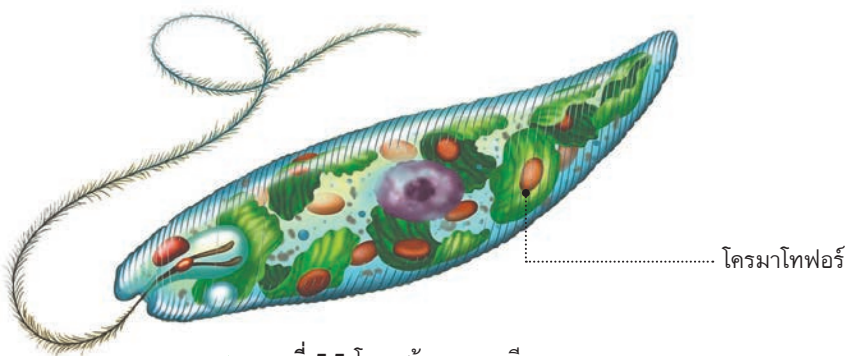
▲ ภาพที่ 5.3 การนำอาหารเข้าสู่เซลล์ของอะมีบาด้วยวิธีฟาโกไซโทซิส
ที่มา : คลังภาพ อจท.

2. พารามีเซียม (paramecium) มีวิธีนำอาหารเข้าสู่เซลล์โดยการพัดโบกของซิเลียที่อยู่รอบปาก เพื่อนำอาหารเข้าสู่ร่องปาก (oral groove) ซึ่งอาหารจะถูกบรรจุอยู่ในฟูดแวคิวโอล แล้วถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์จากไลโซโซม สารอาหารที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายจะถูกส่งไปทั่วเซลล์ ส่วนกากอาหารจะถูกขับออกจากเซลล์เช่นเดียวกับอะมีบา

3. ยูกลีนา (euglena) เป็นโพรทิสต์ที่สามารถสังเคราะห์อาหารได้เองโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เนื่องจากมีโครมาโทพอร์ (chromatophore) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีคลอโรฟิลล์อยู่ แต่เมื่อไม่ได้อยู่ในสภาพที่มีแสง ยูกลีนาจะดำรงชีวิตด้วยการย่อยอาหารที่อยู่รอบเซลล์ แล้วนำเข้าสู่เซลล์ทางร่องปาก หรือแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง



▲ ภาพที่ 5.4 การย่อยอาหารของพารามีเซียม
ที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ ภาพที่ 5.5 โครงสร้างของยูกลีนา
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Biology Focus โพรทิสต์

หากใช้การเคลื่อนที่เป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งโพรทิสต์ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มแฟลเจลเลต (flagellate) เคลื่อนที่โดยแฟลเจลลัมมีลักษณะเป็นเส้นยาว 1 หรือ 2 เส้นที่ยื่นออกมาจากตัวเซลล์ เช่น ยูกลีนา โพรทิสต์ในลำไส้ปลวก (*Trichonympha* sp.)
2. กลุ่มซิลิเอต (ciliate) เคลื่อนที่ด้วยซิเลีย มีลักษณะเป็นเส้นสั้น ๆ จำนวนมาก ที่ยื่นออกมาจากเซลล์ เช่น พารามีเซียม วอร์ติเซลลา (*Vorticella* sp.)
3. กลุ่มซาร์โคดิโน (sarcodina) เคลื่อนที่ด้วยการไหลของไซโทพลาซึมภายในเซลล์ ทำให้เกิดเท้าเทียม หรือชูโดโพเดียม เช่น อะมีบา เอนทามีบา (*Entamoeba* sp.)
4. กลุ่มสปอโรซัว (sporozoa) จะไม่มีโครงสร้างที่ใช้ในกระบวนการเคลื่อนที่ เช่น พลาสโมเดียม (*Plasmodium* sp.)



กิจกรรม

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

- การสังเกต
- การทดลอง
- การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

จิตวิทยาศาสตร์

- ความสนใจใฝ่รู้
- ความรอบคอบ

ภารกิจอาหารของพารามีเซียม

จุดประสงค์

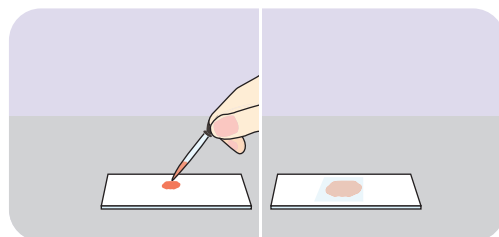
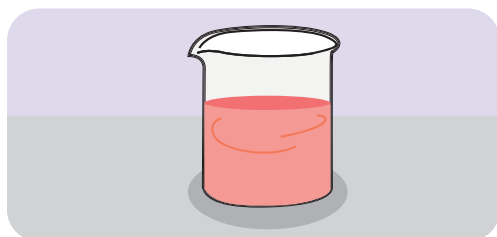
ศึกษาลักษณะการกินอาหารของพารามีเซียม

วัสดุอุปกรณ์

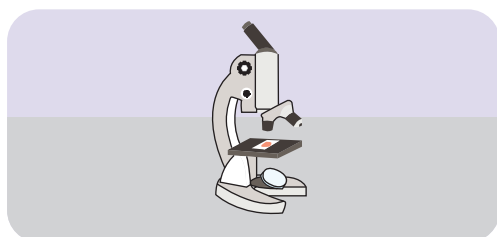
- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. ยีสต์ | 6. สไลด์และกระจกปิดสไลด์ |
| 2. พารามีเซียม | 7. กล้องจุลทรรศน์ |
| 3. สารละลายกลูโคส 10% | 8. หลอดหยด |
| 4. สีคองโกเรด 30 mg | 9. ปีกเกอร์ |
| 5. เมทิลเซลลูโลส 0.1% | |

วิธีปฏิบัติ

- เตรียมยีสต์เพื่อใช้เป็นอาหารของพารามีเซียม โดยผสมยีสต์ 0.5 g ในสารละลายกลูโคส 10% แล้วเติมสีคองโกเรด 30 mg ทิ้งไว้ 15 นาที
- เตรียมสไลด์ โดยหยดเมทิลเซลลูโลสลงบนสไลด์ แล้วนำพารามีเซียมใส่ลงไป จากนั้นเติมยีสต์ที่เตรียมไว้ในข้อ 1. ลงไปบนสไลด์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์



- นำสไลด์ไปศึกษาการกินอาหารของพารามีเซียม ภายใต้กล้องจุลทรรศน์
- สังเกตลักษณะการกินอาหารของพารามีเซียม และลักษณะของยีสต์เมื่อเข้าไปอยู่ในเซลล์ของพารามีเซียม แล้วบันทึกผล



▲ ภาพที่ 5.6 กิจกรรมการกินอาหารของอะมีบา
ที่มา : คลังภาพ อจท.

คำถามท้ายกิจกรรม

- พารามีเซียมมีวิธีการกินอาหารอย่างไร
- เมื่อยีสต์เข้าไปอยู่ในเซลล์ของพารามีเซียมแล้ว เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรม พบว่า พารามีเซียมจะใช้ซิเลียพัดโบกน้ำและยีสต์เข้าสู่เซลล์ แล้วสร้างเป็นฟูดแวคิวโอล เมื่อยีสต์เข้าไปอยู่ในฟูดแวคิวโอลแล้ว จะถูกย่อยโดยเอนไซม์ในไลโซโซม

1.3 การย่อยอาหารของสัตว์

สัตว์แต่ละชนิดมีระบบย่อยอาหารแตกต่างกัน โดยสัตว์บางชนิดไม่มีทางเดินอาหารที่แท้จริง แต่มีส่วนที่เป็นช่องว่างอยู่กลางลำตัวเพื่อใช้เป็นทางเข้าและออกของอาหาร สัตว์บางชนิดมีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ มีช่องเปิดเพียงทางเดียว ทำหน้าที่เป็นทั้งปากและทวารหนัก แต่สัตว์บางชนิดมีทางเดินอาหารสมบูรณ์ ประกอบด้วยปากเป็นทางเข้าของอาหาร และทวารหนักเป็นทางออกของกากอาหาร ซึ่งสามารถแบ่งการย่อยอาหารของสัตว์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ ดังนี้

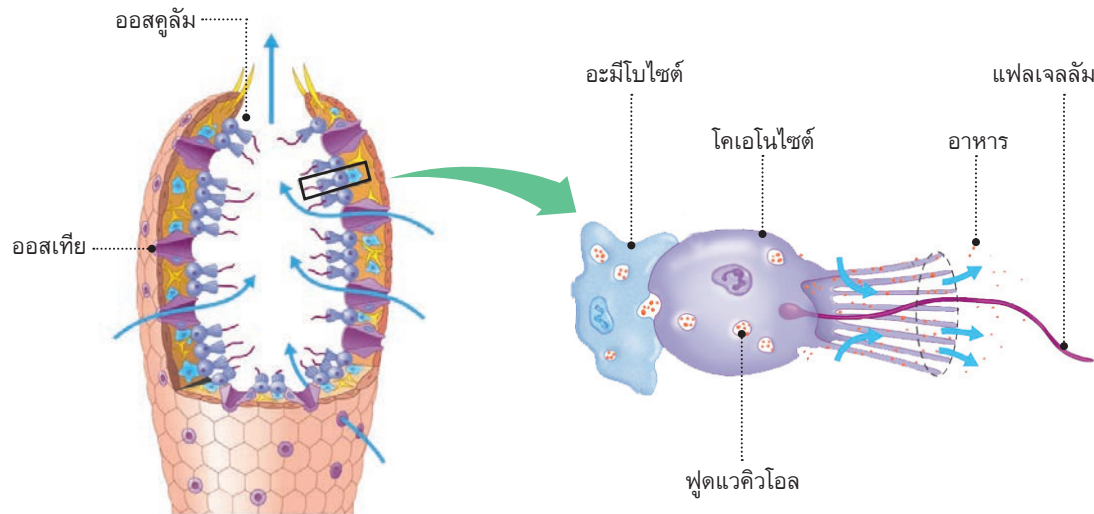
- การย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร (non digestive tract) สัตว์กลุ่มนี้จะมีโครงสร้างที่ทำหน้าที่ย่อยสลายอาหาร แต่ไม่มีทางเดินอาหารที่ชัดเจน ซึ่งมีเพียงเซลล์ที่ทำหน้าที่ดักจับอาหารแล้วสร้างเป็นฟูดแวคิวโอล และย่อยสลายอาหารนั้นด้วยเอนไซม์จากไลโซโซม

Biology Focus แวกิวโอล

- แวกิวโอล (vacuole) เป็นออร์แกเนลล์ที่พบในเซลล์สิ่งมีชีวิตหลายชนิด มีลักษณะเป็นถุงที่มีเยื่อหุ้มชั้นเดียว ภายในบรรจุสารชนิดต่าง ๆ แวกิวโอลมี 3 ชนิด ดังนี้
- 1. แแซปแวกิวโอล (sap vacuole) พบในเซลล์พืชเท่านั้น ในช่วงที่เซลล์พืชมีอายุน้อยจะมีแซปแวกิวโอลขนาดเล็กจำนวนมาก แต่เมื่อเซลล์อายุมากขึ้น แวกิวโอลจะรวมกันจนมีขนาดใหญ่เกือบเต็มเซลล์ ทำหน้าที่สะสมสารต่าง ๆ เช่น สารสี ไอออน น้ำตาล สารพิษ
- 2. คอนแทร็กไทล์แวกิวโอล (contractile vacuole) พบในโปรทิสต์ เช่น อะมีบา พารามีเซียม ทำหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำในเซลล์ และกำจัดของเสียที่ละลายน้ำออกจากเซลล์
- 3. ฟูดแวคิวโอล (food vacuole) พบในโปรทิสต์ เช่น อะมีบา พารามีเซียม และพบในเซลล์เม็ดเลือดขาว ซึ่งเกิดจากการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีฟาโกไซโทซิสและพิโนไซโทซิส

ฟองน้ำ (sponge) เป็นสัตว์ในไฟลัมพอริเฟอร่า (Phylum Porifera) ลำตัวมีลักษณะเป็นทรงกระบอก รอบลำตัวมีรูเล็ก ๆ เรียกว่า ออสเทีย (ostia) ซึ่งเป็นช่องทางให้น้ำและอาหารไหลผ่านเข้าสู่ลำตัว และมีช่องขนาดใหญ่บริเวณด้านบนของลำตัว เรียกว่า ออสคูลัม (osculum) เป็นช่องทางให้น้ำออกจากลำตัว

ฟองน้ำไม่มีปาก ทวารหนัก และทางเดินอาหารที่แท้จริง มีเพียงช่องว่างกลางลำตัว (spongocoel) ที่เป็นทางเข้า-ออกของอาหารและสารต่าง ๆ ภายในช่องว่างกลางลำตัวมีเซลล์โคเอโนไซต์ (choanocyte) ที่มีแฟลเจลลัมโบกพัดอาหารเข้าสู่เซลล์ ซึ่งอาหารจะเข้าสู่เซลล์โดยวิธีฟาโกไซโทซิส เกิดเป็นฟูดแวคิวโอล จากนั้นอาหารจะถูกย่อยโดยเอนไซม์จากไลโซโซม นอกจากนี้ ยังพบเซลล์ที่มีลักษณะคล้ายกับอะมีบาอยู่บริเวณใกล้กับโคเอโนไซต์ เรียกเซลล์นี้ว่า อะมีโบไซต์ (amoebocyte) ซึ่งสามารถนำสารอินทรีย์ขนาดเล็กเข้าสู่เซลล์และมีการย่อยภายในเซลล์นี้ จากนั้นจะส่งอาหารที่ย่อยเสร็จไปยังเซลล์ต่าง ๆ ส่วนกากอาหารจะถูกลำเลียงออกนอกเซลล์ด้วยวิธีเอกไซโซไซโทซิสทางออสคูลัม

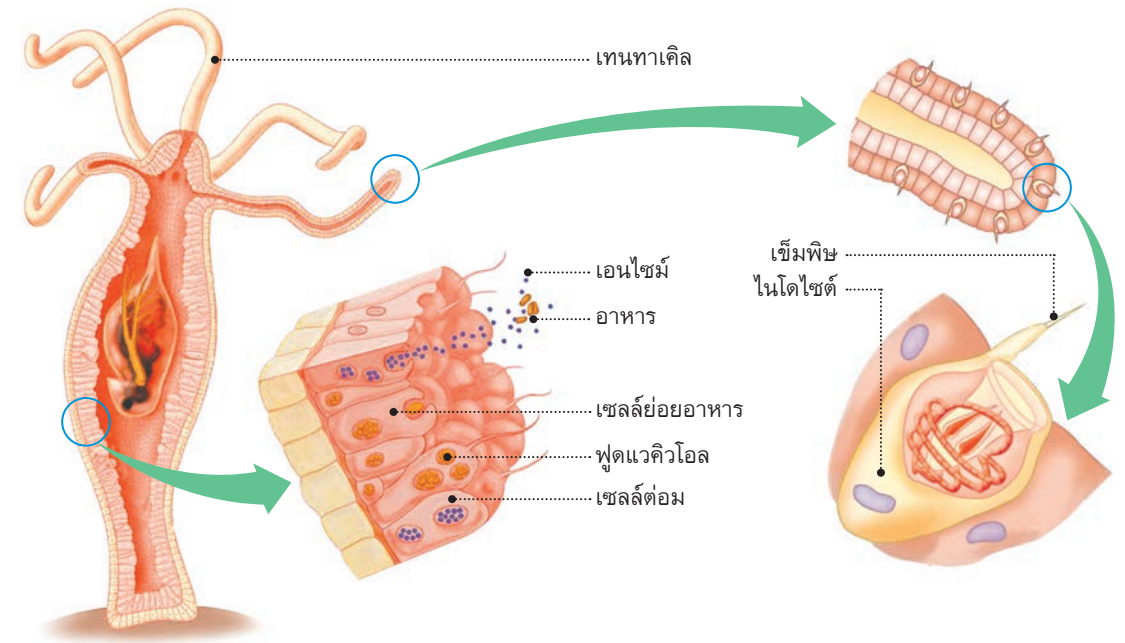


▲ ภาพที่ 5.7 ฟองน้ำมีเซลล์ทำหน้าที่ดักจับและย่อยอาหารภายในเซลล์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Biology Focus ฟาโกไซโทซิส

- ฟาโกไซโทซิส (phagocytosis) เป็นการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์สารที่ถูกลำเลียงจะอยู่ในรูปของของแข็ง โดยเซลล์จะยื่นไซโทพลาซึมออกมาล้อมรอบอนุภาคของสาร ก่อนที่จะนำเข้าสู่เซลล์ในรูปของเวสิเคิล (vesicle) จากนั้นจะรวมตัวกับไลโซโซมซึ่งเป็นออร์แกเนลล์ที่มีเอนไซม์สำหรับการย่อยสลายอยู่ภายใน

2. การย่อยอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ (incomplete digestive tract) ทางเดินอาหารจะมีช่องเปิดเพียงทางเดียว ซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งปากและทวารหนัก



▲ ภาพที่ 5.8 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหารของไฮดรา
ที่มา : คลังภาพ อจท.

1) ไฮดรา (hydra) อยู่ในไฟลัมไนดาเรีย (Phylum Cnidaria) มีอวัยวะที่มีลักษณะคล้ายหนวดอยู่บริเวณรอบปาก เรียกว่า เทนท์ทาเคิล (tentacle) บริเวณปลายของเทนท์ทาเคิลมีเซลล์ไนโดไซต์ (cnidocyte) ที่มีเข็มพิษ (nematocyst) ทำหน้าที่ดักจับไรน้ำ (daphnia) เป็นอาหาร

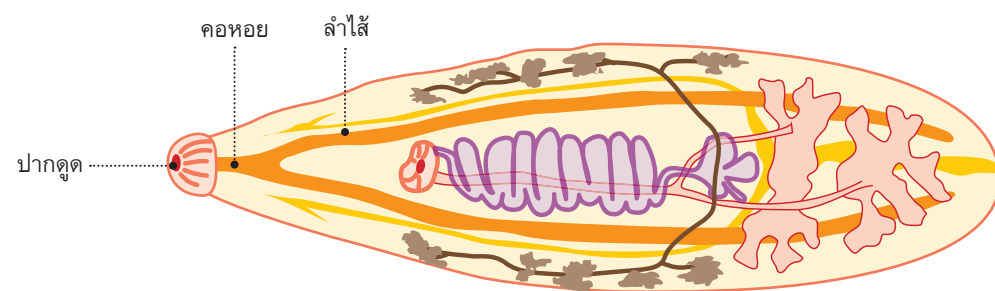
ทางเดินอาหารของไฮดราที่มีลักษณะเป็นช่องเปิดเพียงทางเดียวเรียกว่า ช่องแกสโตรวาสคิวลาร์ (gastrovascular cavity) ทำหน้าที่เป็นทางเดินอาหาร ซึ่งเนื้อเยื่อบุผิวภายในประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด ดังนี้

- เซลล์ต่อม (gland cell) ทำหน้าที่สร้างเอนไซม์ส่งออกไปย่อยอาหารที่อยู่ในช่องแกสโตรวาสคิวลาร์ ซึ่งเป็นการย่อยภายนอกเซลล์ (extracellular digestion) โดยกากอาหารจะถูกขับถ่ายออกทางช่องปาก
- เซลล์ย่อยอาหาร (digestive or nutritive cell) จะมีแฟลเจลลัมทำหน้าที่จับอาหารที่มีขนาดเล็กเข้าสู่เซลล์ แล้วสร้างฟูดแวคิวโอล จากนั้นจึงเกิดการย่อยอาหารภายในเซลล์ (intracellular digestion)

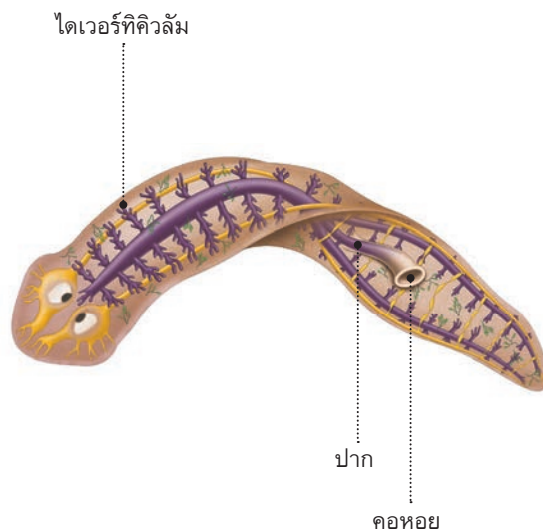
2) พลาเนเรีย (planaria) อยู่ในไฟลัมแพลทีเฮลมินทีส (Phylum Platyhelminthes) มีการดำรงชีวิตแบบอิสระในน้ำจืด มีทางเดินอาหารทอดยาวไปตามลำตัว และแตกแขนงออกไปสองข้างของลำตัว โดยแต่ละแขนงจะแตกออกเป็นแขนงย่อยๆ เรียกว่า ไตเวอร์ติคิวลัม (diverticulum) มีลักษณะคล้ายกิ่งไม้กระจายอยู่ตลอดทางเดินอาหาร ซึ่งจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของทางเดินอาหาร

ทางเดินอาหารบริเวณกลางลำตัวใต้ท้องของพลาเนเรีย จะมีท่อเปิดเป็นช่องปาก ถัดมาจากปากเป็นคอหอย (pharynx) ที่มีลักษณะคล้ายวงวยยื่นออกมา พลาเนเรียจะมีการย่อยอาหารในช่องว่างกลางลำตัว ซึ่งเป็นการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ โดยมีเซลล์บุผนังทางเดินอาหารทำหน้าที่นำสารอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีฟาโกไซโทซิส ส่วนกากอาหารจะถูกขับออกทางช่องปาก

3) พยาธิใบไม้ (fluke) เป็นปรสิต (parasite) ที่อาศัยอยู่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตอื่น (host) มีทางเดินอาหารคล้ายกับพลาเนเรีย จะกินอาหารโดยใช้ปากดูด (oral sucker) แล้วอาหารจะผ่านไปยังคอหอย และถูกย่อยในช่องว่างกลางลำตัว ส่วนกากอาหารจะถูกขับออกทางปากเช่นกัน



▲ ภาพที่ 5.10 ทางเดินอาหารของพยาธิใบไม้
ที่มา : คลังภาพ อจท.



▲ ภาพที่ 5.9 ทางเดินอาหารของพลาเนเรีย
ที่มา : คลังภาพ อจท.



กิจกรรม

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

- การสังเกต
- การทดลอง
- การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

จิตวิทยาศาสตร์

- ความสนใจใฝ่รู้
- ความรอบคอบ

การกินอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์

จุดประสงค์

ศึกษาลักษณะการกินอาหาร และทางเดินอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์

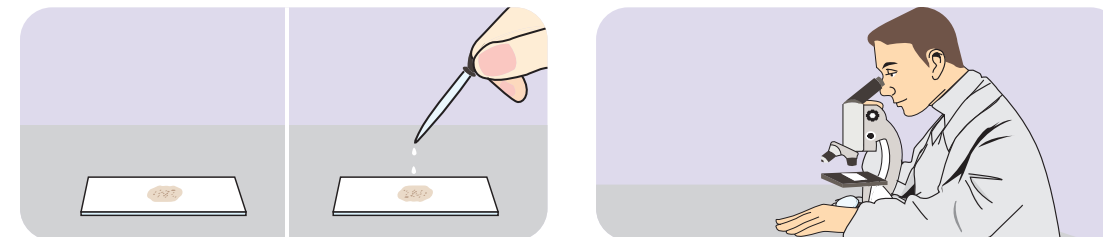
วัสดุอุปกรณ์

1. ไฮดรา
2. ไรแดง
3. พลาเนเรีย
4. หลอดหยด
5. กล้องจุลทรรศน์
6. สไลด์หลุม
7. ดับไก่อัด
8. ผงถ่านคาร์บอน
9. มีดและเขียง

วิธีปฏิบัติ

ตอนที่ 1 การกินอาหารของไฮดรา

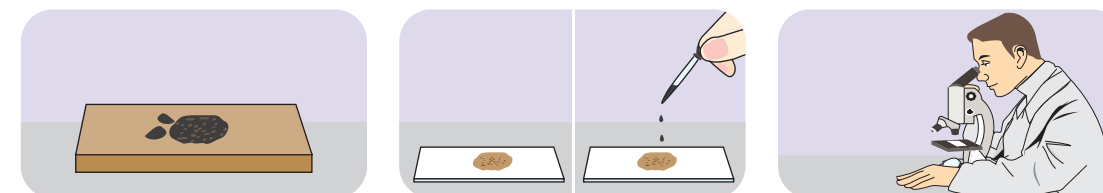
1. นำไฮดราใส่ลงในสไลด์หลุม แล้วใส่ไรแดงตามลงไป
2. สังเกตการกินอาหารของไฮดรา โดยนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์



▲ ภาพที่ 5.11 กิจกรรมการกินอาหารของไฮดรา
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ตอนที่ 2 ทางเดินอาหารของพลาเนเรีย

1. นำดักไก่อัดมาสับให้ละเอียด แล้วผสมกับผงถ่านคาร์บอน คนให้เข้ากันจนเป็นสีดำ
2. นำพลาเนเรียใส่ลงในสไลด์หลุมแล้วใส่ดักไก่อัดที่เตรียมไว้ในข้อ 1. ตามลงไป
3. สังเกตการกินอาหารและทางเดินอาหารของพลาเนเรีย โดยนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์



▲ ภาพที่ 5.12 กิจกรรมการกินอาหารของพลาเนเรีย
ที่มา : คลังภาพ อจท.

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ไส้เดือนมีวิธีการนำอาหารเข้าสู่ร่างกายอย่างไร
2. การศึกษาทางเดินอาหารของพลาเนเรีย เหตุใดจึงนำตัวไถ่สดมาผสมกับผงถ่านคาร์บอน
3. ทางเดินอาหารของพลาเนเรียมีลักษณะอย่างไร

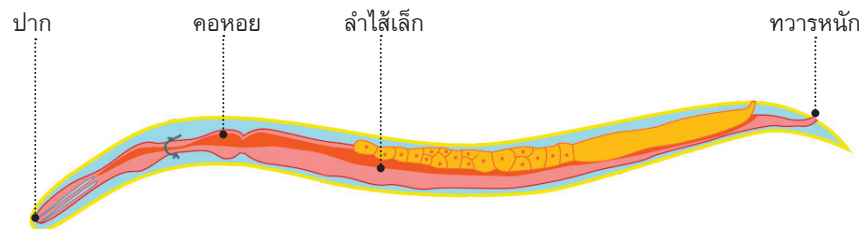
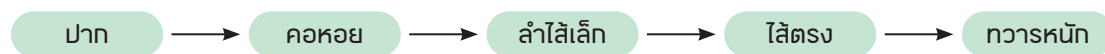
อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรม พบว่า ไส้เดือนใช้เทินทาเคลือบอาหาร (ไรแดง) เข้าปาก อาหารจะเคลื่อนไปในช่องแกสโตรวาสคิวลาร์ จากนั้นจะถูกย่อยโดยเอนไซม์ที่สร้างจากเซลล์ต่อม ส่วนกากอาหารจะถูกขับออกมาทางช่องปาก พลาเนเรียจะใช้ปากที่มีลักษณะคล้ายวงยื่นออกมาดูดอาหาร และปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารภายในช่องว่างกลางลำตัว จากนั้นสารอาหารจะถูกนำเข้าสู่เซลล์ผิวหนังทางเดินอาหาร

3. การย่อยอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์ (complete digestive tract)
ทางเดินอาหารจะมีช่องเปิด 2 ทาง คือ ปาก (mouth) เป็นทางเข้าของอาหาร และทวารหนัก (anus) เป็นทางออกของกากอาหาร โดยทางเดินอาหารจะมีลักษณะเป็นหลอด หรือท่อกลวง

1) หนอนตัวกลม (roundworm) เช่น พยาธิไส้เดือน พยาธิเส้นด้าย เป็นสัตว์ที่อยู่ในไฟลัมนีมาโทดา (Phylum Nematoda) กินอาหารทางปาก มีคอหอยทำหน้าที่ส่งผ่านอาหารไปยังลำไส้ที่มีลักษณะเป็นท่อที่พาดยาวไปตลอดลำตัว ซึ่งอาหารจะถูกย่อยและถูกดูดซึมผ่านเซลล์ผนังลำไส้ แล้วลำเลียงไปทั่วร่างกาย ส่วนกากอาหารจะถูกขับออกทางทวารหนัก

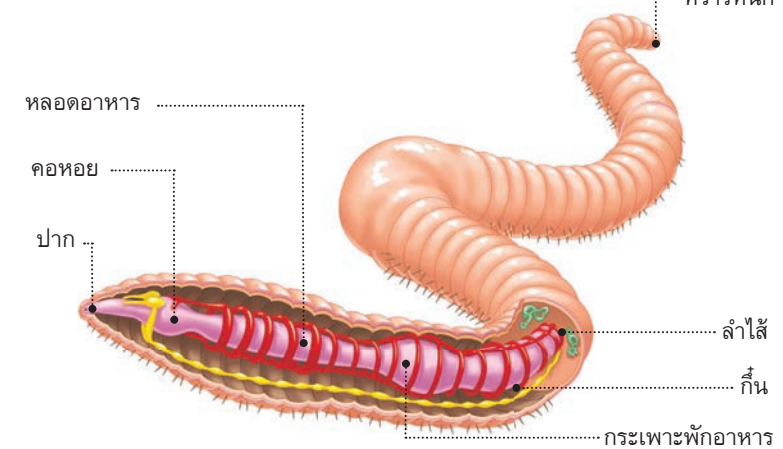
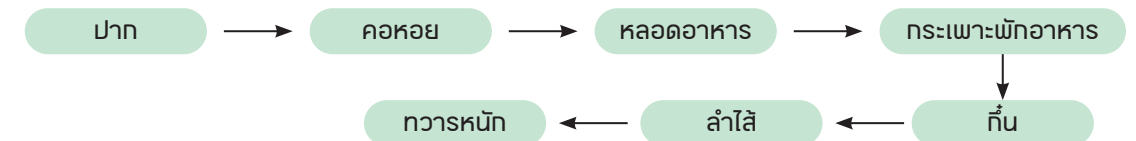
ทางเดินอาหารของหนอนตัวกลม เรียงลำดับได้ ดังนี้



▲ ภาพที่ 5.13 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหารของหนอนตัวกลม
ที่มา : คลังภาพ อจท.

2) ไส้เดือนดิน (earthworm) เป็นสัตว์ที่อยู่ในไฟลัมแอนเนลิดา (Phylum Annelida) ทางเดินอาหารเริ่มต้นจากปาก ที่เป็นช่องเปิดด้านหน้าของปล้องที่หนึ่ง ผ่านไปยังคอหอยที่มีกล้ามเนื้อและแข็งแรง ส่งต่อไปยังหลอดอาหาร กระเพาะอาหาร (crop) กิ่น (gizzard) และลำไส้ ซึ่งสารอาหารจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดเพื่อลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ส่วนกากอาหารที่ไม่สามารถย่อยได้ จะถูกขับออกทางทวารหนักที่อยู่บริเวณท้ายสุดของลำตัว

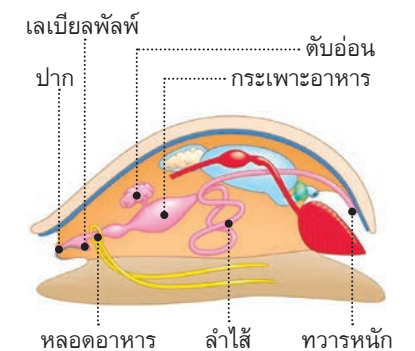
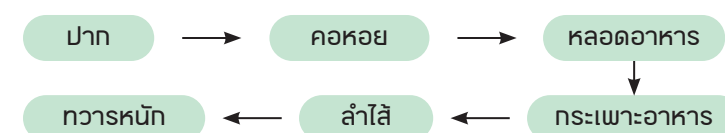
ทางเดินอาหารของไส้เดือนดิน เรียงลำดับได้ ดังนี้



▲ ภาพที่ 5.14 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหารของไส้เดือนดิน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

3) หอย (mollusk) เป็นสัตว์ที่อยู่ในไฟลัมมอลลัสกา (Phylum Mollusca) การกินอาหารของหอยจะอาศัยอวัยวะที่เรียกว่า เล็บลิพัลล์ (labial palp) ที่อยู่ด้านข้างของปาก ข้างละ 1 คู่ ช่วยพัดโบกอาหารให้ตกเข้าไปในปาก ผ่านหลอดอาหารเข้าสู่กระเพาะอาหารที่มีลักษณะเป็นถุงขนาดเล็ก และมีการสร้างน้ำย่อยจากตับอ่อนมาย่อยอาหาร โดยสารอาหารจะถูกดูดซึมที่ลำไส้ ส่วนกากอาหารจะถูกขับออกทางทวารหนัก

ทางเดินอาหารของหอย เรียงลำดับได้ ดังนี้



▲ ภาพที่ 5.15 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหารของหอย
ที่มา : คลังภาพ อจท.

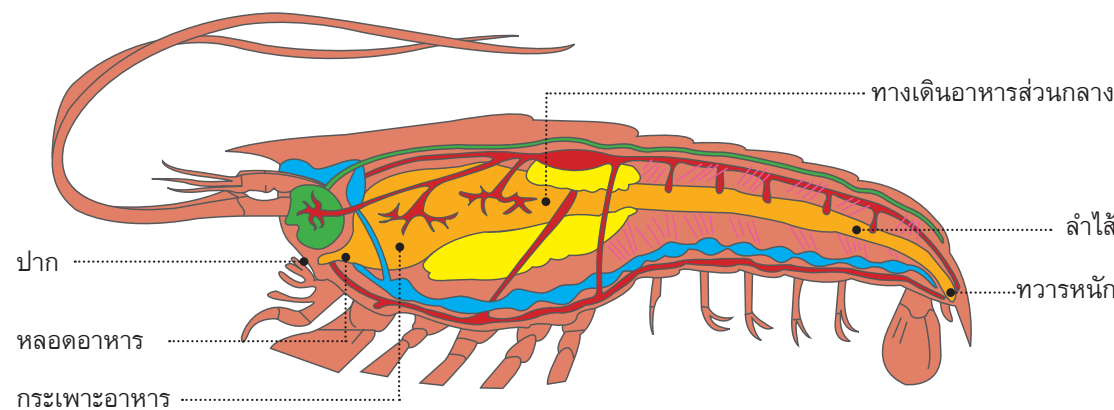
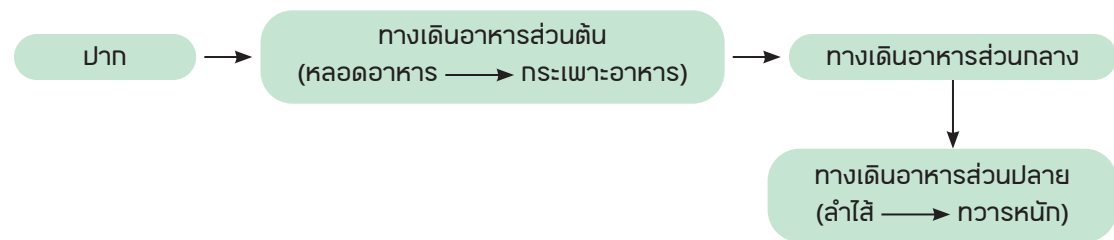
4) กุ้ง (shrimp) เป็นสัตว์ที่อยู่ในไฟลัมอาร์โทรพอดา (Phylum Arthropoda) ทางเดินอาหารของกุ้งแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

- ทางเดินอาหารส่วนต้น (stomodaeum) เริ่มที่ปากจะมีริยางค์จำนวน 3 คู่ ช่วยในการกินและเคี้ยวอาหาร มีต่อมน้ำลาย (salivary gland) ทำหน้าที่สร้างน้ำย่อย โดยทางเดินอาหารตอนหน้าประกอบด้วยหลอดอาหารและกระเพาะอาหาร ทำหน้าที่เป็นทั้งที่พักอาหารและย่อยอาหาร

- ทางเดินอาหารส่วนกลาง (mesenteron) เป็นส่วนที่อยู่ถัดมาจากกระเพาะอาหาร ทางเดินอาหารส่วนนี้จะทำหน้าที่ย่อยอาหาร

- ทางเดินอาหารส่วนปลาย (protodaeum) เป็นส่วนที่เรียกว่า ลำไส้ มีลักษณะเป็นท่อขนาดเล็กทอดยาวไปตามด้านหลังของลำตัว โดยมีช่องเปิดออกที่ส่วนท้ายของท้อง เรียกว่า ทวารหนัก

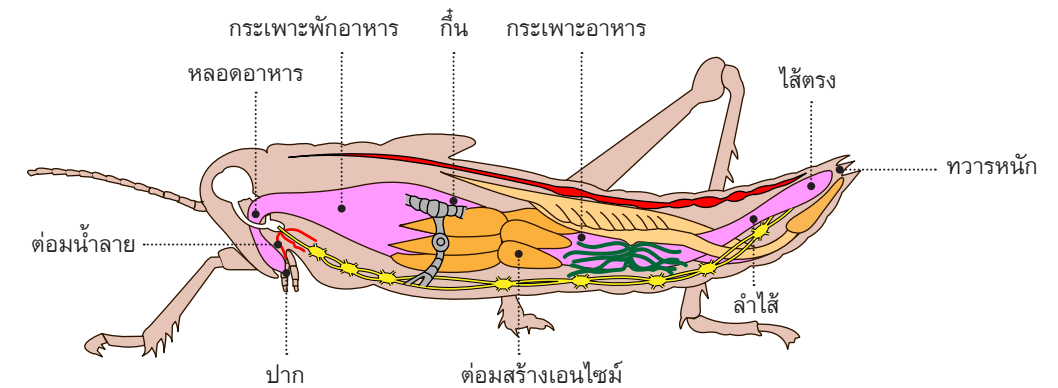
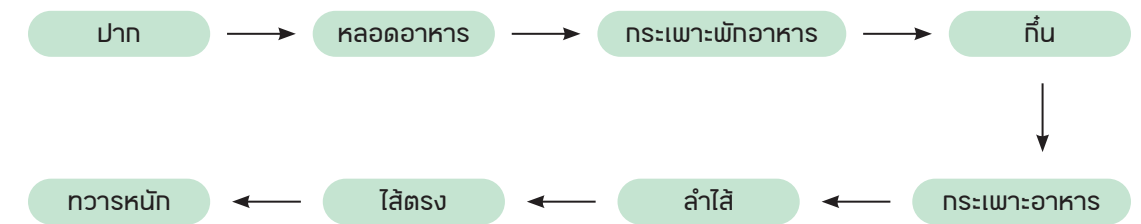
ทางเดินอาหารของกุ้ง เรียงลำดับได้ ดังนี้



▲ ภาพที่ 5.16 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหารของกุ้ง
ที่มา : คลังภาพ อจท.

5) แมลง (insect) เป็นสัตว์ในไฟลัมอาร์โทรพอดาที่มีชนิดและปริมาณมากที่สุดในโลก โดยแมลงแต่ละชนิดจะมีปากลักษณะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวิธีการกิน อย่างไรก็ตาม แมลงทุกชนิดมีทางเดินอาหารเหมือนกัน ซึ่งประกอบด้วยปาก คอหอย หลอดอาหาร กระเพาะพักอาหาร กั้น กระเพาะอาหาร ลำไส้ ไส้ตรง และทวารหนัก โดยมีต่อมน้ำลายและต่อมสร้างเอนไซม์ (digestive gland) ที่มีลักษณะคล้ายนิ้วมือของมนุษย์ อยู่ระหว่างกั้นและกระเพาะอาหาร ทำหน้าที่สร้างเอนไซม์มาใช้ในการย่อยอาหาร

ทางเดินอาหารของแมลง เรียงลำดับได้ ดังนี้



▲ ภาพที่ 5.17 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหารของแมลง
ที่มา : คลังภาพ อจท.



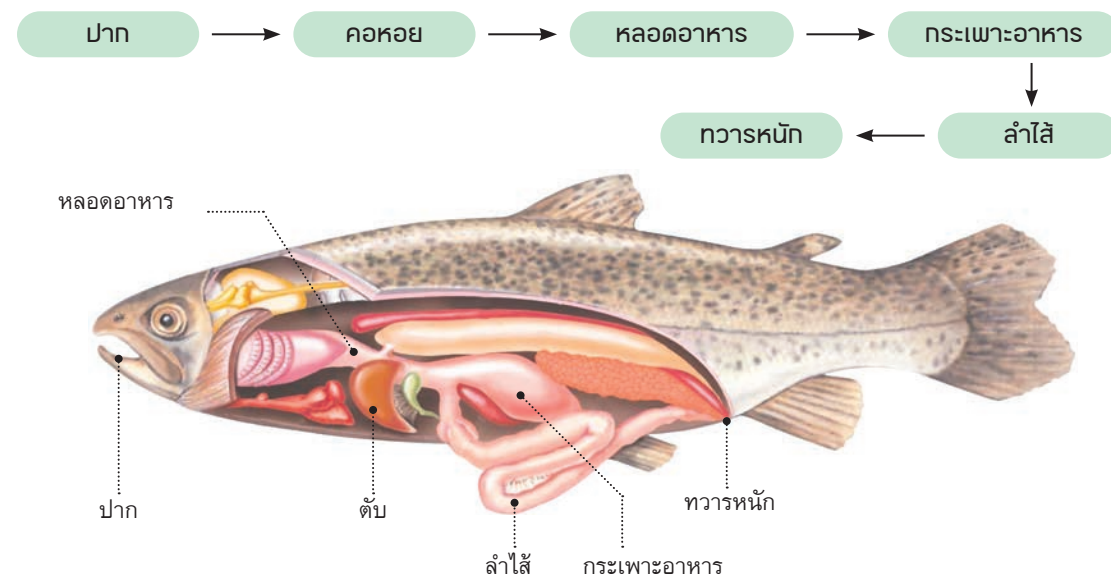
Biology Focus

กระเพาะพักอาหารและกั้นในแมลง

- กระเพาะพักอาหาร (crop) เป็นส่วนของหลอดอาหารที่ขยายตัวเป็นกระเปาะ มีผนังบาง
- ซึ่งเป็นที่พักอาหารชั่วคราว ส่วนกั้น (gizzard) หรือโพรเวนทริคูลัส (proventriculus) เป็นส่วนที่มีกล้ามเนื้อหนาและแข็งแรง ภายในมีโครงสร้างคล้ายฟันเป็นซี่เล็ก ๆ ช่วยในการบดและย่อยอาหารให้ละเอียดมากขึ้น

6) ปลา (fish) เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง ซึ่งอยู่ในไฟลัมคอร์ดตาตา (Phylum Chordata) ทางเดินอาหารของปลาเริ่มจากปาก ไปยังคอหอย หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้ และ ทวารหนัก มือวัยจะช่วยย่อยอาหาร ได้แก่ ตับและตับอ่อน ปลาบางชนิดที่กินเนื้อเป็นอาหาร จะมีทางเดินอาหารและลำไส้สั้น เช่น ปลาช่อน ปลาดุก ปลาบู่ ปลาหมอ ปลาเสือพ่นน้ำ แต่บางชนิด ที่กินพืชเป็นอาหาร จะมีทางเดินอาหารและลำไส้ที่ยาวกว่า เช่น ปลาดูเตเพียน ปลาทู ปลาสลิด ปลาแรด

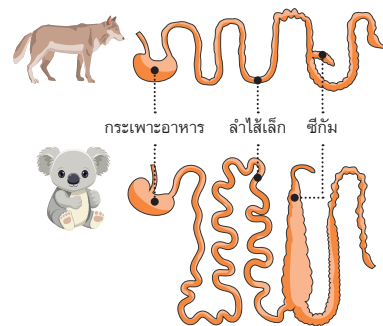
ทางเดินอาหารของปลา เรียงลำดับได้ ดังนี้



▲ ภาพที่ 5.18 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหารของปลา
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Biology Focus ชีงัม (caecum)

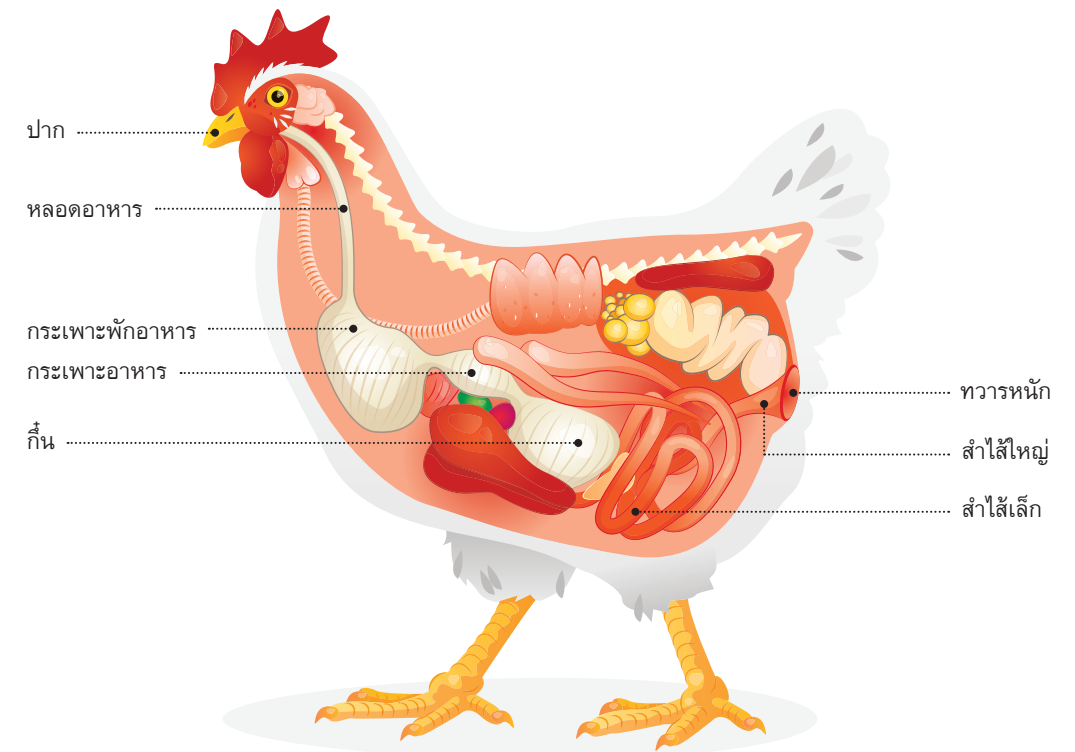
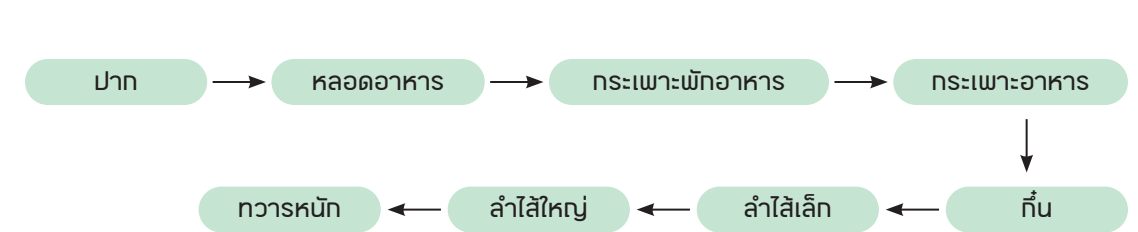
ลำไส้ใหญ่ส่วนต้นที่ต่อมาจากส่วนไอลีียมของ ลำไส้เล็ก ทำหน้าที่รับกากจากลำไส้เล็กเพื่อส่งต่อและ ดูดน้ำและสารกลับสู่ร่างกาย อีกทั้งเป็นที่อยู่ของไส้ติ่ง (appendix) ในสัตว์กินเนื้อจะมีทางเดินอาหารที่สั้นและ ชีงัมขนาดเล็กกว่าสัตว์กินพืช เนื่องจากเนื้อสัตว์สามารถ ดูดซึมได้ง่ายกว่า ในขณะที่สัตว์กินพืชจะต้องเพิ่มพื้นที่ผิว สำหรับการดูดซึมสารอาหาร นอกจากนี้ชีงัมของสัตว์กิน พืชยังเป็นแหล่งที่อยู่ของแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (aero- bic bacteria) สำหรับทำหน้าที่ช่วยย่อยเซลลูโลส



▲ ภาพที่ 5.19 ทางเดินอาหารของ สัตว์กินเนื้อและสัตว์กินพืช
ที่มา : คลังภาพ อจท.

7) สัตว์ปีก (aves) เช่น นก เป็ด ไก่ เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังที่อยู่ในไฟลัมคอร์ดตาตา ทางเดินอาหารประกอบด้วยปากที่ไม่มีฟัน มีต่อมน้ำลายทำหน้าที่สร้างเมือกสำหรับคลุกเคล้า อาหาร คอหอย หลอดอาหาร และกระเพาะพักอาหารทำหน้าที่เก็บสำรองอาหารไว้ย่อยภายหลัง กระเพาะอาหารแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ กระเพาะส่วนหน้าหรือกระเพาะอาหาร ทำหน้าที่สร้าง น้ำย่อย และกระเพาะส่วนท้ายหรือก้น ทำหน้าที่ย่อยอาหารแล้วส่งต่อไปยังลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทวารหนักเป็นส่วนท้ายสุด

ทางเดินอาหารของสัตว์ปีก เรียงลำดับได้ ดังนี้



▲ ภาพที่ 5.20 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหารของไก่
ที่มา : คลังภาพ อจท.

8) สัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminant) เช่น วัว ควาย แพะ แกะ จะมีทางเดินอาหารยาวมาก ประมาณ 40 เมตร ทำให้การย่อยและดูดซึมสารอาหารใช้เวลานาน โดยทางเดินอาหารจะเริ่มจาก ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทวารหนัก ซึ่งกระเพาะอาหารของ สัตว์กลุ่มนี้ถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1 รูเมน (rumen)

กระเพาะหมัก หรือผ้าขี้ริ้ว ภายในจะมีแบคทีเรียที่สามารถย่อยเซลลูโลสได้ อาหารที่เก็บอยู่ในส่วนนี้ สัตว์เคี้ยวเอื้องจะสามารถสำรอกออกมาเคี้ยวได้อีก

2 เรติคิวลัม (reticulum)

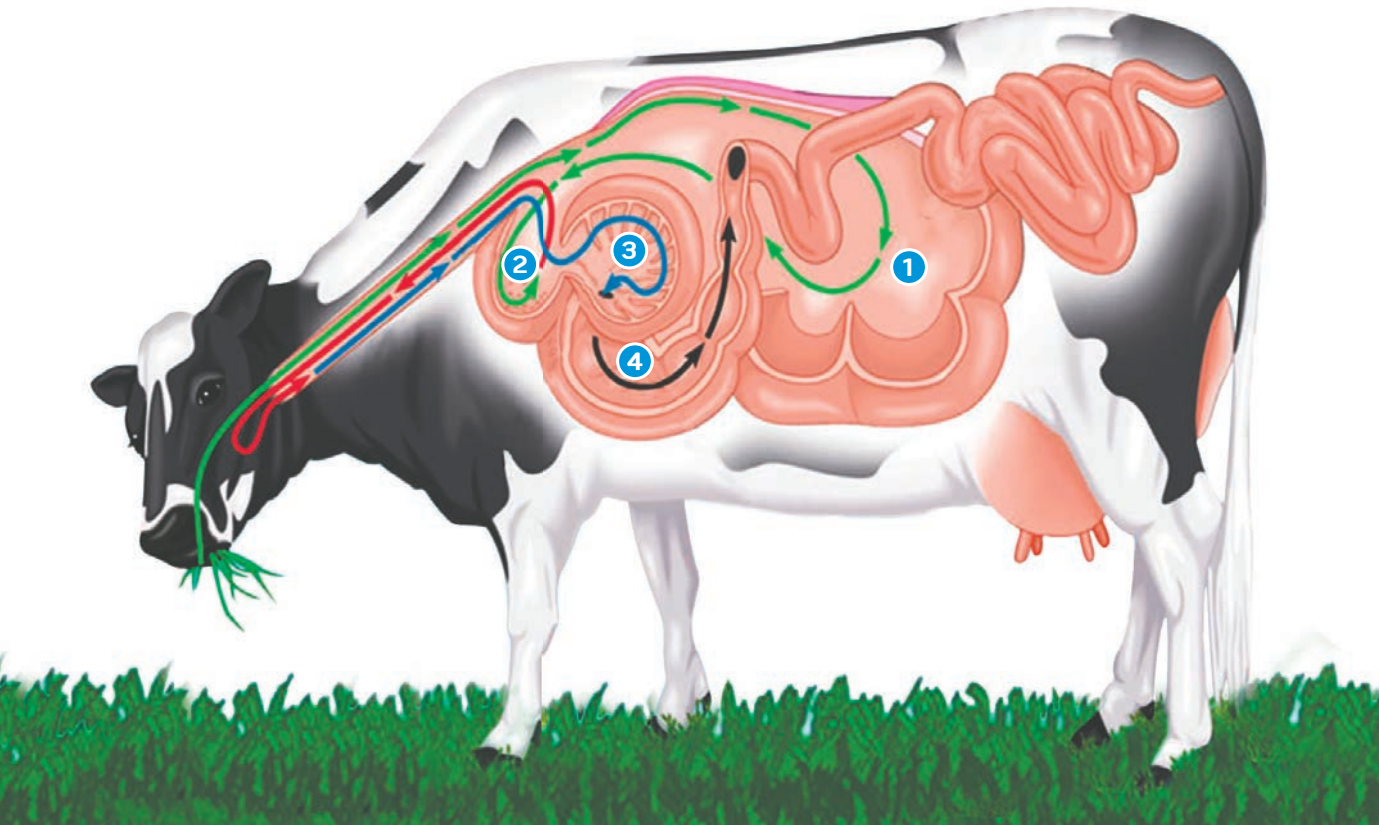
กระเพาะรังผึ้ง จะอยู่ส่วนหน้าสุด มีขนาดเล็กลักษณะกลม ตอนบนมีส่วนที่สามารถห่อตัวได้ เรียกว่า อีโซฟาเจียล กรูฟ (esophageal groove) ซึ่งจะใช้ประโยชน์เมื่อ ลูกสัตว์ดูดนม โดยน้ำนมจะผ่านไปยังกระเพาะอาหาร ส่วนอะโบมาซั่มได้โดยไม่ต้องเข้าสู่กระเพาะอาหารอื่นๆ

3 โอบาซั่ม (omasum)

กระเพาะสามสิบกลีบ ภายในมีลักษณะเป็นกลีบ หลายกลีบซ้อนกัน กลีบเหล่านี้จะช่วยคลุกเคล้าอาหาร ให้ผสมกัน

4 อะโบมาซั่ม (abomasum)

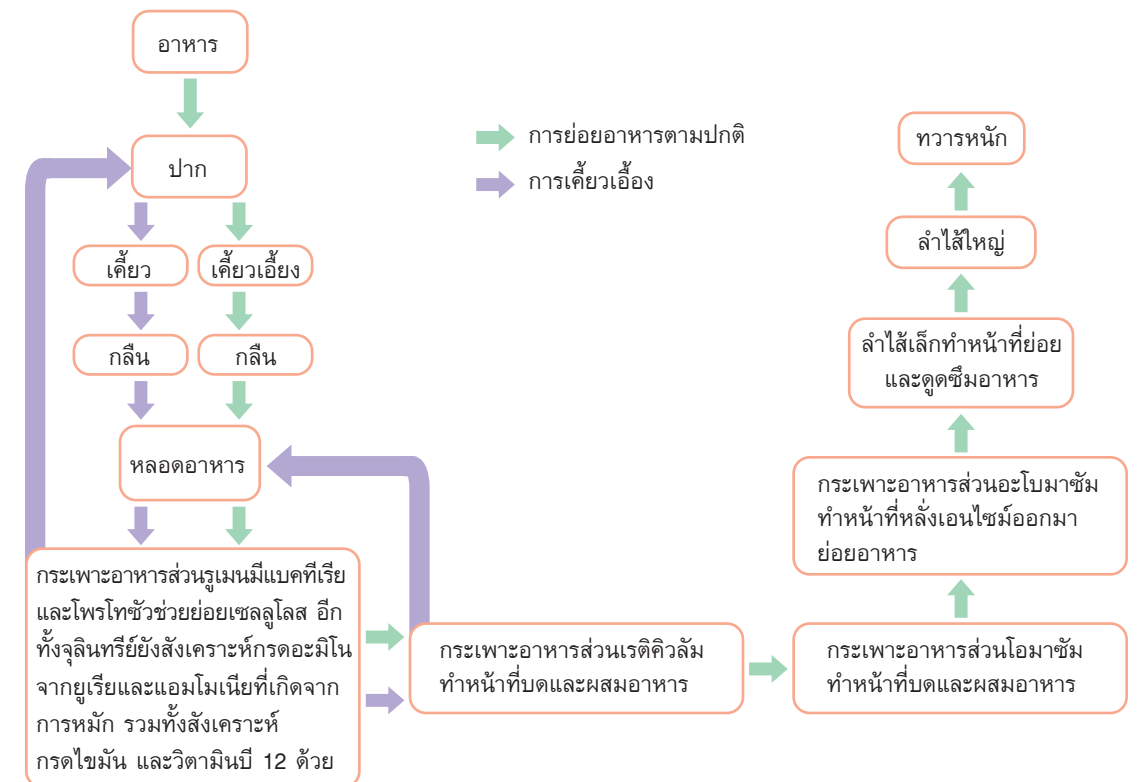
กระเพาะจริง ภายในมีน้ำย่อยต่างๆ เพื่อใช้ในการย่อยอาหาร เมื่ออาหารถูกย่อยแล้วก็ส่งต่อไปยัง ลำไส้เล็ก



▲ ภาพที่ 5.21 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับระบบย่อยอาหารของวัว
ที่มา : คลังภาพ อจท.

การเคี้ยวเอื้องของสัตว์ช่วยให้อาหารมีขนาดเล็กลง และมีโอกาสสัมผัสกับเอนไซม์มากขึ้น ทำให้การย่อยอาหารโดยการหมักของจุลินทรีย์มีประสิทธิภาพ สัตว์จึงสามารถนำอาหารที่ถูกย่อยไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มมากขึ้น

การเคลื่อนตัวของอาหารผ่านทางเดินอาหารของ สัตว์เคี้ยวเอื้อง สามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ ดังนี้



▲ ภาพที่ 5.22 การเคลื่อนตัวของอาหารผ่านทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Topic Questions

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จุลินทรีย์มีการย่อยอาหารอย่างไร
2. การย่อยอาหารของพองน้ำเหมือนหรือแตกต่างจากอะมีบาอย่างไร
3. ระบบย่อยอาหารของไฮดราแตกต่างจากไส้เดือนดินอย่างไร
4. กระเพาะพักอาหารและกินมีลักษณะและหน้าที่แตกต่างกันอย่างไร
5. กระเพาะอาหารของวัวแบ่งออกเป็นกี่ส่วน แต่ละส่วนมีลักษณะและหน้าที่อย่างไร

H.O.T.S.

คำถามท้าทาย
การคิดขั้นสูง

หากในกระเพาะอาหารของวัวไม่มีจุลินทรีย์จะมีผลต่อการย่อยอาหารของวัวหรือไม่ อย่างไร

อาหารถูกย่อย
ที่บริเวณใดบ้าง

2 การย่อยอาหารของมนุษย์

อาหารที่มนุษย์กินจะผ่านทางเดินอาหารที่มีความยาวประมาณ 9 เมตร เริ่มตั้งแต่ปาก ผ่านคอหอย ส่งต่อไปตามหลอดอาหาร เข้าสู่กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ไส้ตรง และทวารหนัก ตามลำดับ อีกทั้งยังมีอวัยวะที่มีส่วนช่วยในกระบวนการย่อยอาหาร ได้แก่ ตับและตับอ่อน ซึ่งอวัยวะในแต่ละส่วนจะมีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกัน



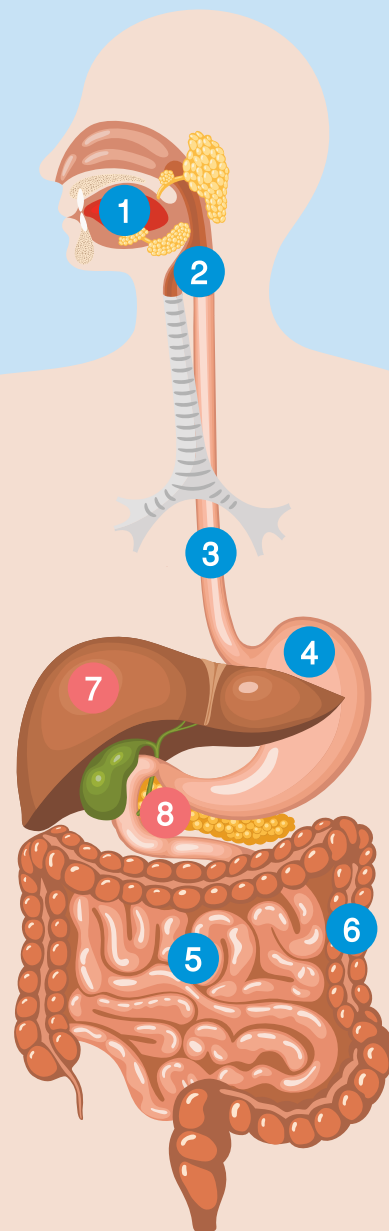
การย่อยอาหารของมนุษย์

กลไกการย่อยอาหาร

การย่อยเชิงกล (mechanical digestion) เป็นการย่อยอาหารโดยไม่อาศัยเอนไซม์ ได้แก่ การบดเคี้ยวอาหารในปาก และการบีบตัวของทางเดินอาหาร บริเวณหลอดอาหาร การเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหาร และการบีบรัดตัวของลำไส้เล็ก

การย่อยเชิงเคมี (chemical digestion) เป็นการย่อยอาหารโดยใช้เอนไซม์ย่อยสลายอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และลิพิด ซึ่งพบบริเวณปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก

ภาพที่ 5.23 การย่อยอาหารของมนุษย์
ที่มา : คลังภาพ อจท.



อวัยวะที่เป็นทางเดินอาหาร

1 ปาก (mouth) : เป็นจุดเริ่มต้นของทางเดินอาหาร มีริมฝีปาก (lips) อยู่ด้านนอก ภายในช่องปากประกอบด้วยเพดานแข็ง (hard palate) เพดานอ่อน (soft palate) ฟัน (teeth) ลิ้น (tongue) และต่อมน้ำลาย (saliva gland) ซึ่งในปากเกิดกระบวนการย่อยเชิงกลและเชิงเคมี

2 คอหอย (pharynx) : ตั้งอยู่ด้านหลังปากและโพรงจมูก ซึ่งอยู่บนหลอดอาหาร กล่องเสียง และท่อนลม เป็นส่วนหนึ่งของทางเดินอาหารและทางเดินหายใจ

3 หลอดอาหาร (esophagus) : มีลักษณะเป็นท่อยาว อยู่หลังท่อนลม ทำหน้าที่ส่งอาหารไปยังกระเพาะอาหาร โดยการบีบตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อหลอดอาหารที่เรียกว่า เพอริสทอลซิส (peristalsis)

4 กระเพาะอาหาร (stomach) : ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ซึ่งมีความหนา แข็งแรง และยืดหยุ่นได้ดี เป็นบริเวณที่เกิดการย่อยอาหารประเภทโปรตีนโดยเอนไซม์เพปซิน

5 ลำไส้เล็ก (small intestine) : เป็นท่อยาวประมาณ 6-7 เมตร มีกระบวนการย่อยอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ลิพิดและกรดนิวคลีอิก โดยทำงานร่วมกับตับและตับอ่อนซึ่งสารอาหารเกือบทั้งหมดจะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็ก

6 ลำไส้ใหญ่ (large intestine) : มีความยาวประมาณ 1.5 เมตร ผนังด้านในทำหน้าที่ดูดซึมน้ำ วิตามิน แร่ธาตุ และขับเมือกมาหล่อลื่นการเคลื่อนตัวของกากอาหาร จากนั้นกากอาหารจะเคลื่อนไปยังไส้ตรง

อวัยวะที่ช่วยสร้างเอนไซม์ย่อยอาหาร

7 ตับ (liver) : ทำหน้าที่สร้างน้ำดี เก็บไว้ที่ถุงน้ำดี (gall bladder) โดยจากถุงน้ำดีจะมีท่อเปิดเข้าสู่ลำไส้เล็กส่วนดูโอดินัม (duodenum) ซึ่งน้ำดีเป็นตัวทำให้ลิพิดแตกตัวเป็นหยดเล็ก ๆ

8 ตับอ่อน (pancreas) : ทำหน้าที่สร้างเอนไซม์ แล้วส่งไปยังลำไส้เล็ก



ทางเดินอาหาร
ของมนุษย์



www.aksorn.com/qrcode/b762502

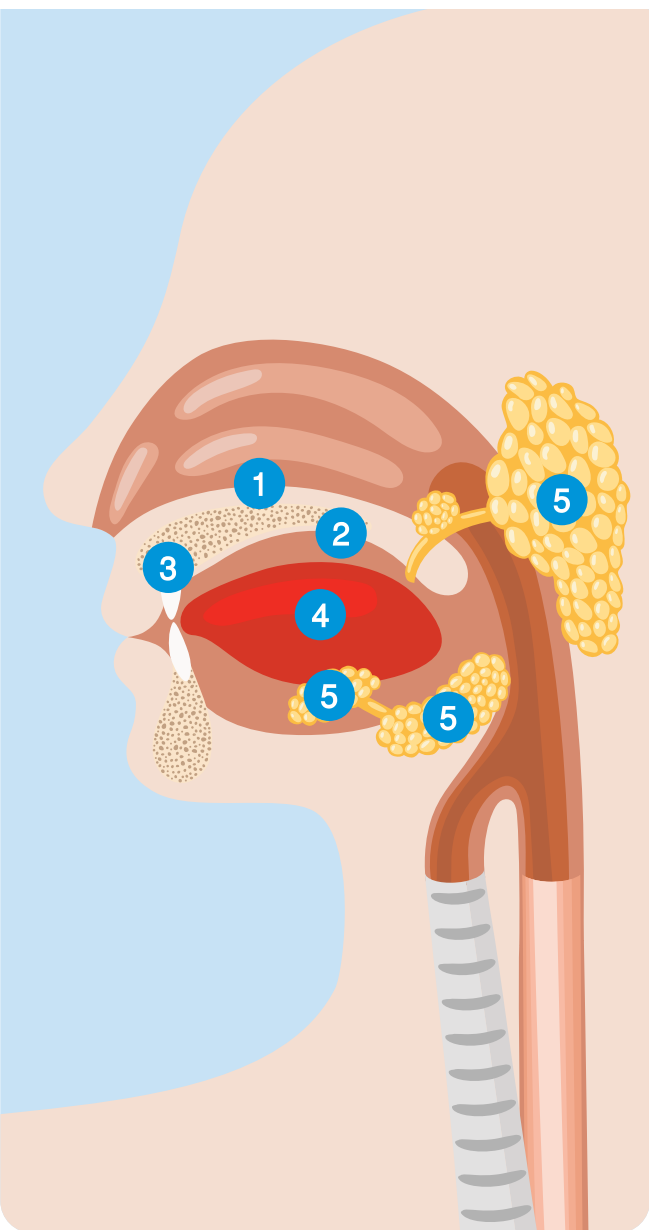
2.1 อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของมนุษย์

1. ปาก (mouth) เป็นจุดเริ่มต้นของทางเดินอาหาร ภายในปากประกอบด้วยอวัยวะที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยอาหาร โดยแต่ละอวัยวะมีหน้าที่แตกต่างกัน



อวัยวะภายในปากที่มีบทบาทในกระบวนการย่อยอาหารของมนุษย์

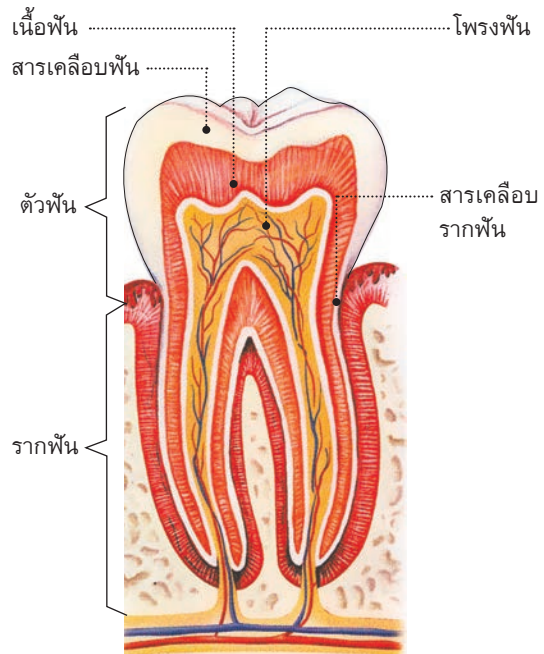
- 1 เพดานอ่อน (soft palate) อยู่ด้านบนของปากต่อจากเพดานแข็ง ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้อาหารผ่านเข้าไปในโพรงจมูกและท่อนลม
- 2 เพดานแข็ง (hard palate) มีหน้าที่ช่วยให้อาหารแตกตัวเวลาเคี้ยวอาหาร โดยลิ้นจะดันอาหารไปอัดกับเพดานแข็ง
- 3 ฟัน (teeth) ทำหน้าที่ตัด ฉีก บด และเคี้ยวอาหารให้มีขนาดเล็กลง ก่อนจะกลืน
- 4 ลิ้น (tongue) ทำหน้าที่คลุกเคล้าอาหาร ช่วยการกลืน และรับรสชาติอาหาร
- 5 ต่อมน้ำลาย (salivary gland) มี 3 คู่ อยู่บริเวณใต้ลิ้น ใต้ขากรรไกร และข้างกกหู ทำหน้าที่สร้างน้ำลายที่ประกอบด้วยน้ำ สารเมือก และเอนไซม์อะไมเลส



▲ ภาพที่ 5.24 อวัยวะภายในปากที่มีบทบาทในกระบวนการย่อยอาหารของมนุษย์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

1) ฟัน (teeth) ทำหน้าที่ตัด ฉีก บด และเคี้ยวอาหาร โดยฟันจะมีรูปร่างและหน้าที่แตกต่างกันสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

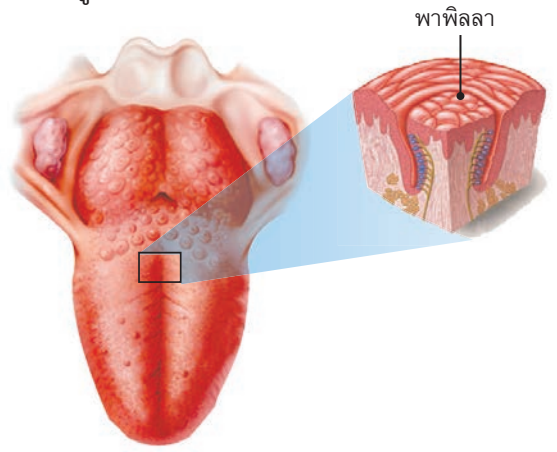
- 1. ฟันตัด หรือฟันหน้า (incisor) อยู่ที่ด้านหน้า มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม ทำหน้าที่กัดและตัดอาหาร
- 2. ฟันฉีก หรือฟันเขี้ยว (canine) อยู่ถัดจากฟันตัด มีปลายแหลม ทำหน้าที่ฉีกอาหาร
- 3. ฟันกรามหน้า (premolar) อยู่ถัดจากฟันฉีก มีหน้าฟันกว้างและไม่เรียบ ทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหาร
- 4. ฟันกราม (molar) อยู่ด้านหลังสุด มีรูปร่างเช่นเดียวกับฟันกรามหน้า ทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหาร



▲ ภาพที่ 5.25 ส่วนประกอบของฟัน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

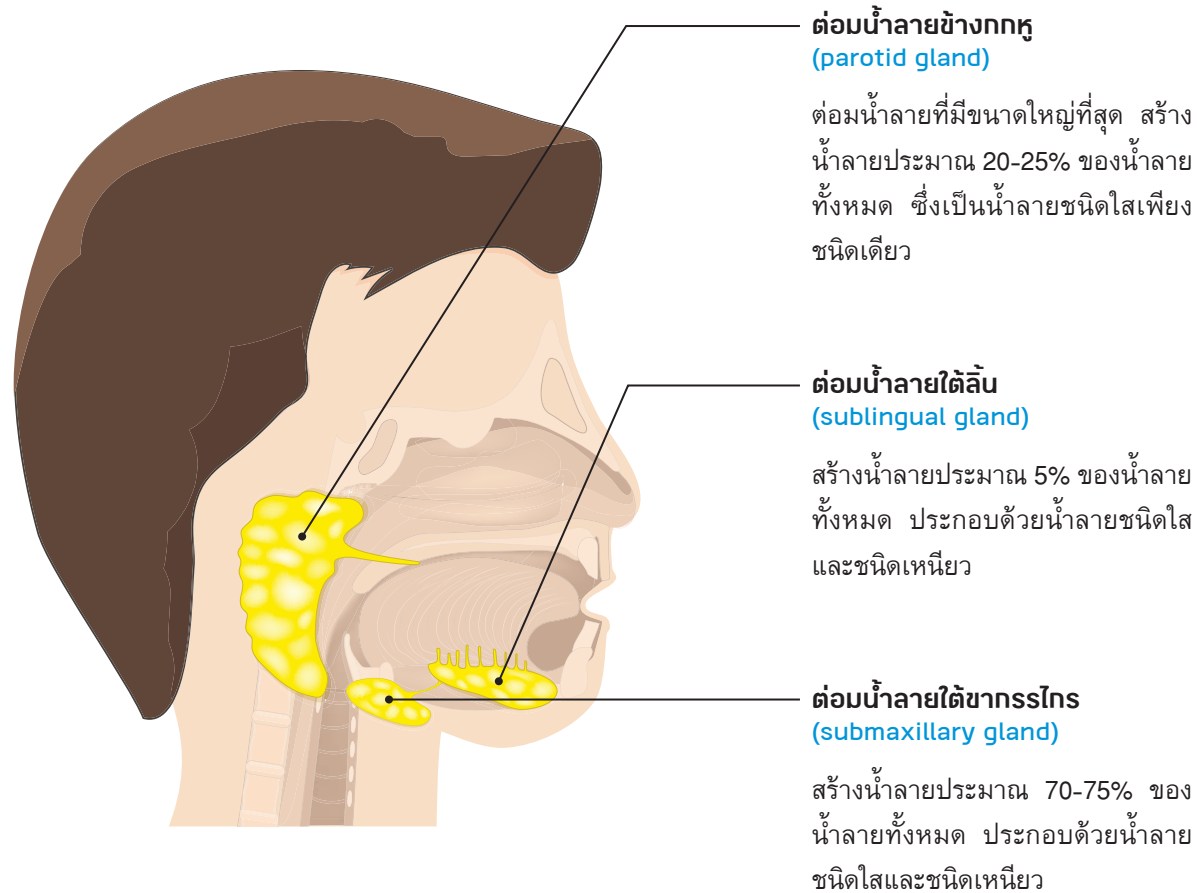
โครงสร้างของฟัน แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ตัวฟัน (crown) เป็นส่วนที่โผล่พ้นจากเหงือก และรากฟัน (root) เป็นส่วนที่ฝังอยู่ในเหงือก เมื่อพิจารณาภายในฟัน จะพบว่าส่วนนอกสุดของตัวฟันจะมีสารเคลือบฟัน (enamel) ที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมและฟอสเฟต และส่วนนอกสุดของรากฟันจะมีสารเคลือบรากฟัน (cementum) ถัดเข้าไปจะเป็นเนื้อฟัน (dentin) และโพรงฟัน (pulp cavity) ตามลำดับ ในโพรงฟันจะมีหลอดเลือดที่นำอาหารมาหล่อเลี้ยงฟัน และนำของเสียออกจากฟัน และมีเส้นประสาทรับความรู้สึกของฟัน

2) ลิ้น (tongue) เป็นอวัยวะที่ช่วยคลุกเคล้าอาหาร รับรสชาติอาหาร และผลักอาหารให้ลงไปยังหลอดอาหาร ที่ผิวลิ้นจะมีตุ่มเล็ก ๆ จำนวนมาก เรียกว่า พาพิลลา (papilla) ซึ่งมีตุ่มรับรส (taste bud) อยู่ โดยลิ้นสามารถรับรสชาติได้ทั้งหมด 5 รสชาติ ได้แก่ รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว รสขมและรสอูมามิ (umami) หรือรสอร่อย



▲ ภาพที่ 5.26 ตุ่มรับรสต่าง ๆ ของลิ้น
ที่มา : คลังภาพ อจท.

3) ต่อมน้ำลาย (salivary gland) มีอยู่ 3 คู่ ได้แก่ ต่อมน้ำลายใต้ลิ้น (sublingual gland) ต่อมน้ำลายใต้ขากรรไกร (submaxillary gland) และต่อมน้ำลายข้างกกหู (parotid gland) ทำหน้าที่สร้างน้ำลาย



▲ ภาพที่ 5.27 ต่อมน้ำลายทั้ง 3 คู่ สร้างน้ำลายเพื่อช่วยหล่อลื่นและย่อยสลายอาหารจำพวกแป้ง ที่มา : คลังภาพ อจท.

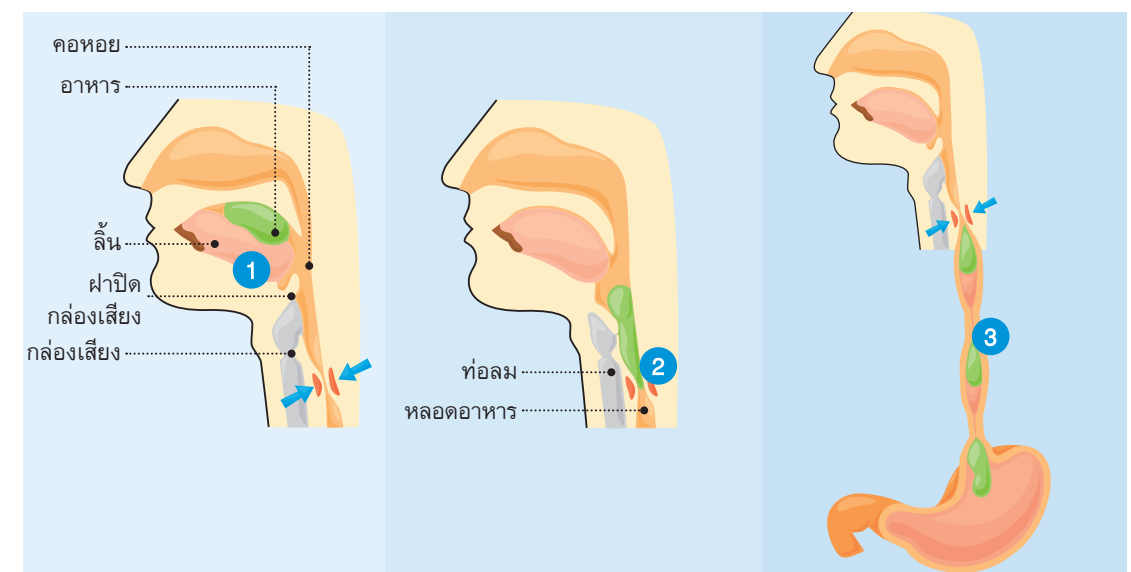
น้ำลายเป็นสารละลายที่มี pH ประมาณ 6.2-7.4 ประกอบด้วยน้ำร้อยละ 99.5 มีสารเมือกกลุ่มมิวโคพอลิแซ็กคาไรด์ (mucopolysaccharide) และไกลโคโปรตีน (glycoprotein) ทำหน้าที่ช่วยหล่อลื่นให้อาหารเคลื่อนที่ได้สะดวก และมีเอนไซม์อะไมเลส (amylase) ทำหน้าที่ย่อยอะไมโลส (amylose) ให้เป็นสารที่มีโมเลกุลเล็กลง เช่น เดกซ์ทริน (dextrin) หรือเป็นไดแซ็กคาไรด์ คือ มอลโทส (maltose) และอาจเป็นมอโนแซ็กคาไรด์ คือ กลูโคส

2. คอหอย (pharynx) เป็นอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับทางเดินอาหารและทางเดินหายใจ เนื่องจากทั้งอาหารและอากาศจะผ่านไปยังคอหอย ก่อนจะส่งต่อไปยังหลอดอาหาร หรือท่อลม ขณะกลืนอาหาร ลิ้นจะดันอาหารไปด้านหลังของช่องปาก อาหารนั้นจะดันลิ้นไก่และเพดานอ่อนให้เลื่อนขึ้นไปปิดกั้นทางเดินหายใจ เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารหลุดเข้าไปในโพรงจมูก (หากมีอาหารบางส่วนเข้าไปในโพรงจมูก จะทำให้เกิดอาการสำลัก) ในขณะเดียวกันฝาปิดกล่องเสียงจะเลื่อนลงมาปิดกล่องเสียงไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารหลุดเข้าไปในท่อลมได้ (หากอาหารหลุดเข้าไปในท่อลม จะไปขวางทางผ่านของอากาศ อาจทำให้เสียชีวิตได้) แล้วอาหารจะเคลื่อนลงสู่หลอดอาหารต่อไป

3. หลอดอาหาร (esophagus) มีลักษณะเป็นท่อยาวประมาณ 25 เซนติเมตร อยู่ด้านหลังท่อลม มีกล้ามเนื้อที่สามารถหดและคลายตัวเพื่อช่วยลำเลียงอาหารลงไปยังกระเพาะอาหารได้ เรียกกระบวนการนี้ว่า เพอริสทาลซิส (peristalsis)



การกลืนอาหารและการลำเลียงอาหารลงสู่กระเพาะอาหาร



- 1 ขณะเคี้ยวอาหาร ฝาปิดกล่องเสียงยกตัวสูง กล้ามเนื้อหูดบริเวณหลอดอาหารหดตัว
- 2 ขณะกลืนอาหาร ฝาปิดกล่องเสียงเลื่อนลงมาปิดกล่องเสียง กล้ามเนื้อหูดบริเวณหลอดอาหารคลายตัว
- 3 กล้ามเนื้อหลอดอาหารหดและคลายตัว เพื่อช่วยลำเลียงอาหารลงไปยังกระเพาะอาหาร

▲ ภาพที่ 5.28 การกลืนอาหารและการลำเลียงอาหารลงสู่กระเพาะอาหาร ที่มา : คลังภาพ อจท.

4. กระเพาะอาหาร (stomach) จะอยู่ภายในช่องท้องก่อนไปทางด้านซ้ายใต้กะบังลม มีกล้ามเนื้อหนา แข็งแรง และสามารถยืดหยุ่นได้ดี



กระเพาะอาหาร

■ โครงสร้าง

กระเพาะอาหารประกอบด้วยกล้ามเนื้อ 3 ชั้น ดังนี้

- 1 กล้ามเนื้อเรียบตามยาว (longitudinal layer) อยู่ชั้นนอกสุด ซึ่งต่อเนื่องมาจากกล้ามเนื้อหลอดอาหาร
- 2 กล้ามเนื้อเรียบตามขวาง (circular layer) อยู่ชั้นกลาง
- 3 กล้ามเนื้อเรียบตามแนวทแยง (oblique layer) อยู่ชั้นในสุด

กระเพาะอาหารสามารถจุอาหารได้ 500-2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีกล้ามเนื้อหูรูด (sphincter) 2 แห่ง คือ กล้ามเนื้อหูรูดที่ต่อกับหลอดอาหาร (cardiac sphincter) ทำหน้าที่ป้องกันการไหลย้อนกลับของอาหารไปยังหลอดอาหาร และกล้ามเนื้อหูรูดที่ต่อกับลำไส้เล็ก (pyloric sphincter) ทำหน้าที่ป้องกันการไหลย้อนกลับของอาหารจากลำไส้เล็ก

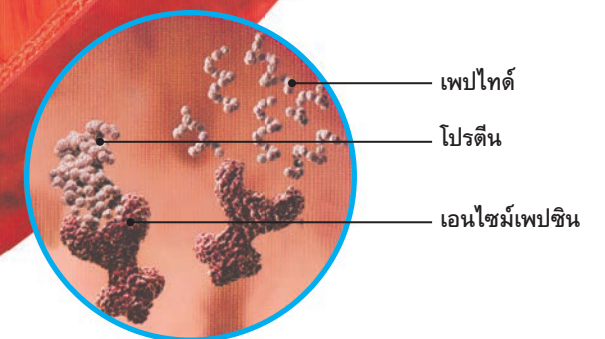
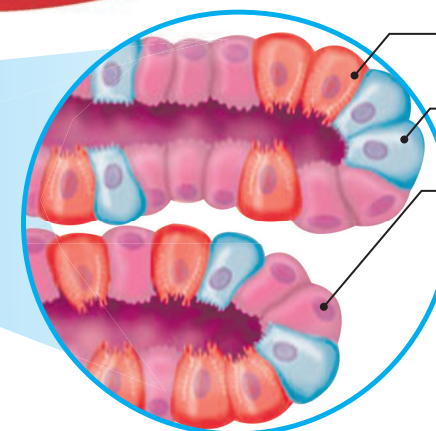
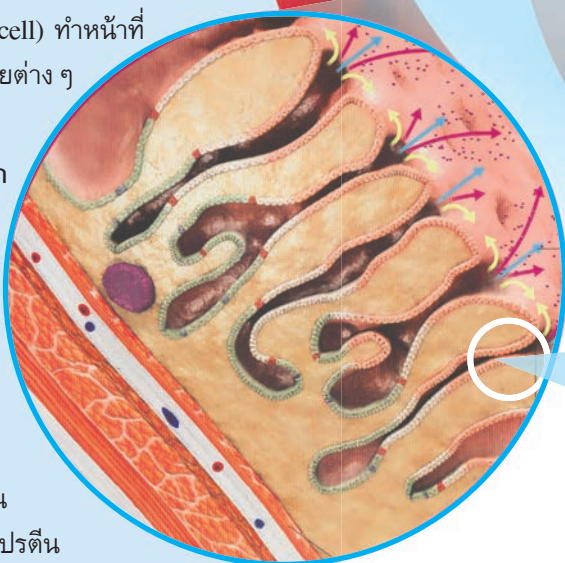
■ ผนังชั้นในของกระเพาะอาหาร

มีลักษณะเป็นคลื่น เรียกว่า รูกี้ (rugae) ประกอบด้วยเซลล์ 3 ชนิด ดังนี้

1. เซลล์สร้างเมือก (mucous cell) ทำหน้าที่สร้างเมือก เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำย่อยต่าง ๆ ย่อยเนื้อเยื่อของกระเพาะอาหาร

2. เซลล์สร้างกรดไฮโดรคลอริก (parietal cell) ทำหน้าที่สร้างกรดไฮโดรคลอริก ทำให้กระเพาะอาหารมีสภาพเป็นกรด

3. เซลล์สร้างเพปซิโนเจน (chief cell) ทำหน้าที่สร้างเพปซิโนเจน (pepsinogen) ซึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นเอนไซม์เพปซิน (pepsin) เพื่อย่อยอาหารประเภทโปรตีน

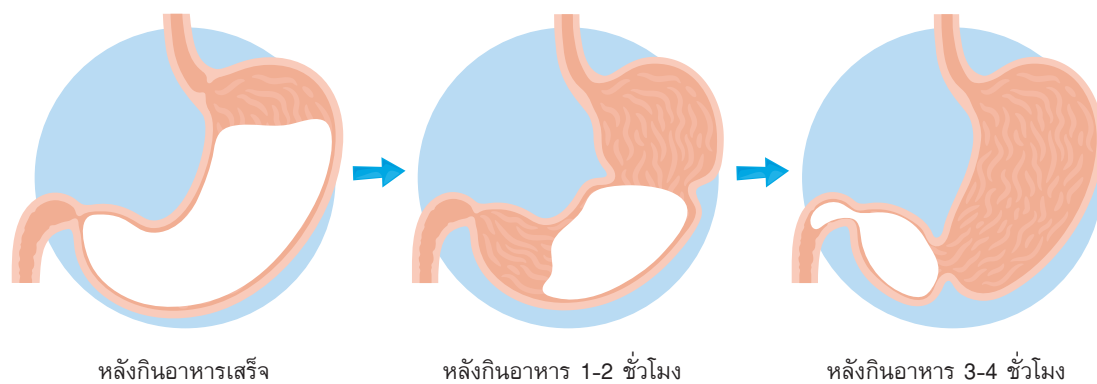


▲ ภาพที่ 5.29 โครงสร้างของกระเพาะอาหาร
ที่มา : คลังภาพ อจท.

เมื่ออาหารผ่านมาถึงกระเพาะอาหาร ฮอริโมนแกสตริน (gastrin) ที่สร้างจากผนังกระเพาะอาหารจะกระตุ้นให้มีการหลั่งกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งจะเปลี่ยนเพปซิโนเจนให้เป็นเพปซิน เพื่อย่อยโมเลกุลของโปรตีนให้มีขนาดเล็กลง นอกจากนั้น กระเพาะอาหารยังสามารถสร้างโปรเรนนิน (prorenin) เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกจะเปลี่ยนเป็นเรนิน (renin) ที่ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนในน้ำนม หรือเคซีน (casein) ซึ่งเมื่อรวมตัวกับแคลเซียมจะแข็งตัวตกตะกอน และถูกย่อยต่อด้วยเพปซิน ส่วนสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตที่ผ่านการย่อยจากปาก ลิพิด และโปรตีนบางส่วนจะถูกส่งต่อไปยังลำไส้เล็ก อาหารที่ผ่านออกจากกระเพาะอาหารจะอยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวข้น ซึ่งเรียกว่า ไคม์ (chyme)

กระเพาะอาหารจะดูดซึมสารที่ละลายในลิพิดได้ เช่น แอลกอฮอล์ ยาบางชนิด ส่วนสารอื่น ๆ รวมทั้งน้ำ วิตามิน และแร่ธาตุจะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็ก

ปกติอาหารจะอยู่ในกระเพาะอาหารประมาณ 30 นาที ถึง 6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร โดยอาหารจะถูกคลุกเคล้าอยู่ในกระเพาะอาหารด้วยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อกระเพาะอาหาร จากนั้นกระเพาะอาหารก็จะบีบตัวเคลื่อนย้ายอาหารผ่านกล้ามเนื้อหูรูดกระเพาะอาหารตอนล่าง เพื่อส่งผ่านไปยังลำไส้เล็กต่อไป



▲ ภาพที่ 5.30 ระยะเวลาที่อาหารอยู่ในกระเพาะอาหาร
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Biology in Real Life



การกินยาก่อนอาหารควรกินยาก่อนอย่างน้อย 30 นาที เนื่องจากยาก่อนอาหารจะละลายได้ดีในสภาวะที่เป็นกรด ส่วนการกินยาหลังอาหารควรกินยาไม่เกิน 15-30 นาที หลังอาหาร เพราะส่วนมากยาหลังอาหารเป็นยาที่มีฤทธิ์เป็นกรด ถ้ากินขณะที่ท้องว่างอาจกัดกระเพาะอาหารได้

5. ลำไส้เล็ก (small intestine) เป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ย่อยอาหารและดูดซึมสารอาหารมากที่สุดทางเดินอาหาร โดยรับอาหารต่อมาจากกระเพาะอาหาร



ลำไส้เล็ก

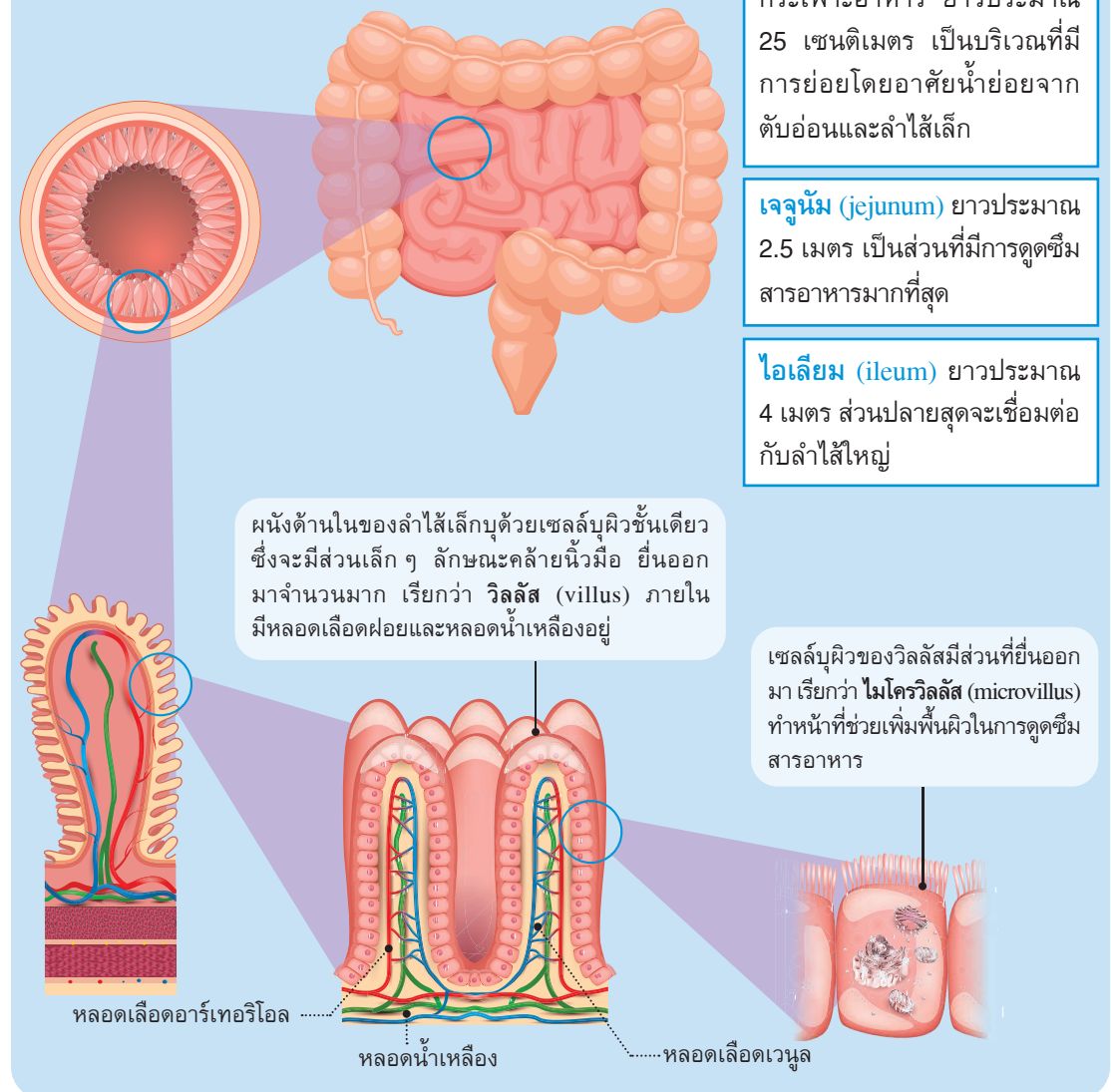
โครงสร้าง

ลำไส้เล็กมีลักษณะเป็นท่อยาวประมาณ 6-7 เมตร มีความกว้างประมาณ 2.5 เซนติเมตร ม้วนขดอยู่ในช่องท้อง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

ดูโอดีนัม (duodenum) เป็นลำไส้เล็กส่วนต้นที่ต่อจากกระเพาะอาหาร ยาวประมาณ 25 เซนติเมตร เป็นบริเวณที่มีการย่อยโดยอาศัยน้ำย่อยจากตับอ่อนและลำไส้เล็ก

เจจูนัม (jejunum) ยาวประมาณ 2.5 เมตร เป็นส่วนที่มีการดูดซึมสารอาหารมากที่สุด

ไอลีอัม (ileum) ยาวประมาณ 4 เมตร ส่วนปลายสุดจะเชื่อมต่อกับลำไส้ใหญ่

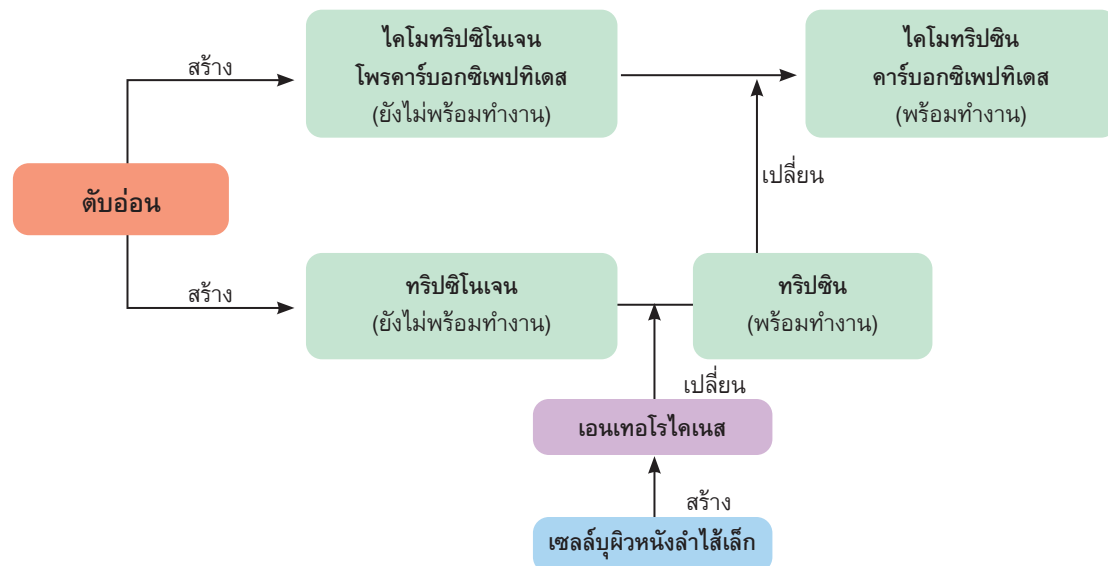


▲ ภาพที่ 5.31 โครงสร้างของลำไส้เล็ก
ที่มา : คลังภาพ อจท.

เมื่ออาหารเดินทางมาถึงบริเวณลำไส้เล็ก จะมีการย่อยอาหารประเภทต่าง ๆ ดังนี้

- การย่อยคาร์โบไฮเดรต จะอาศัยเอนไซม์อะไมเลส (amylase) ที่ถูกสร้างจากตับอ่อน แล้วส่งมายังลำไส้เล็กเพื่อย่อยแป้ง ไกลโคเจน และเดกซ์ทริน ให้กลายเป็นมอลโทส จากนั้นเซลล์บุผิวของผนังลำไส้เล็กจะสร้างเอนไซม์มอลเทส (maltase) เพื่อย่อยมอลโทส เอนไซม์ซูเครส (sucrase) เพื่อย่อยซูโครส และเอนไซม์แล็กเทส (lactase) เพื่อย่อยแล็กโทส

- การย่อยโปรตีน โดยเซลล์บุผิวของผนังลำไส้เล็กจะสร้างเอนไซม์อะมิโนเปปติเดส (aminopeptidase) ไดเปปติเดส (dipeptidase) และไตรเปปติเดส (tripeptidase) เพื่อย่อยเปปไทด์ ให้เป็นกรดอะมิโน นอกจากนี้ ในลำไส้เล็กยังมีเอนไซม์ที่สร้างจากตับอ่อน ได้แก่ ทริปซินโนเจน (trypsinogen) ไคโมทริปซินโนเจน (chymotrypsinogen) และโปรคาร์บอกซิเปปติเดส (procarboxypeptidase) ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้จะอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถทำงานได้ จนกระทั่งเซลล์บุผิวผนังลำไส้เล็กจะสร้างเอนไซม์เอนเทอโรไคเนส (enterokinase) มาเปลี่ยนทริปซินโนเจนให้เป็นทริปซิน (trypsin) จากนั้นทริปซินจะเปลี่ยนไคโมทริปซินโนเจนให้เป็นไคโมทริปซิน (chymotrypsin) และเปลี่ยนโปรคาร์บอกซิเปปติเดสให้เป็นคาร์บอกซิเปปติเดส (carboxypeptidase)



▲ ภาพที่ 5.32 แผนผังการสร้างเอนไซม์จากตับอ่อนและลำไส้เล็กเพื่อย่อยโปรตีน
ที่มา : คลังภาพ อจท.

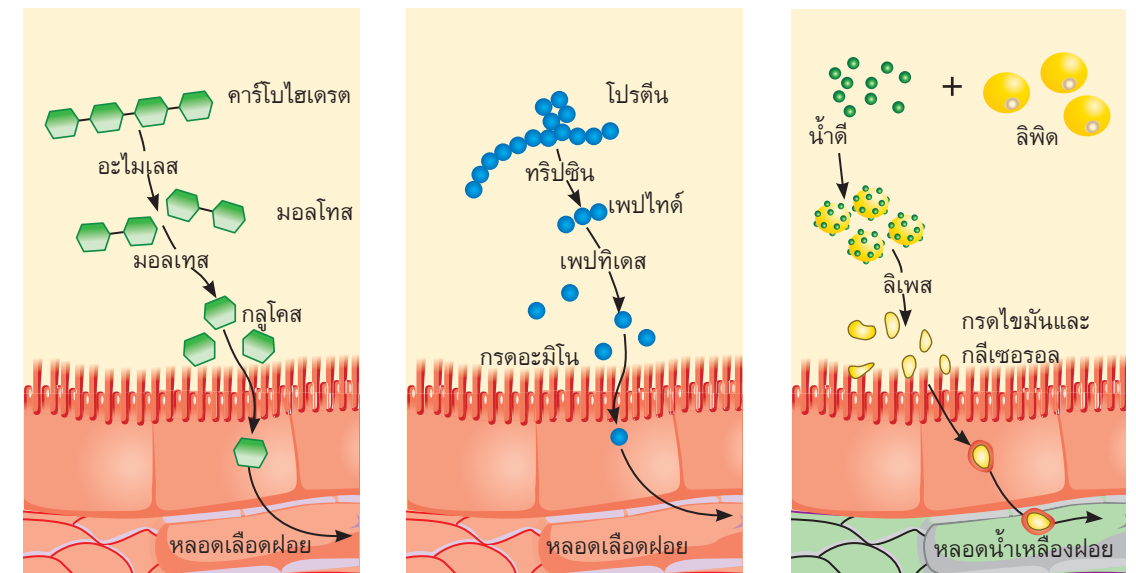
- การย่อยลิพิด จะอาศัยน้ำดี (bile) ที่สร้างจากตับและเก็บไว้ที่ถุงน้ำดี (gall bladder) น้ำดีจะถูกส่งมายังลำไส้เล็กเพื่อช่วยให้ลิพิดแตกตัวกลายเป็นหยดเล็ก ๆ จากนั้นตับอ่อนและเซลล์บุผิวผนังลำไส้เล็กจะสร้างเอนไซม์ลิเพส (lipase) ย่อยลิพิดให้เป็นกรดไขมัน (fatty acid) และกลีเซอรอล (glycerol)

H.O.T.S.

คำถามท้าทาย การคิดขั้นสูง

คนที่ถูกตัดลำไส้เล็กออกไปบางส่วนจะมีผลกระทบ
ต่อร่างกายหรือไม่อย่างไร

ภายหลังจากการย่อยสารอาหารประเภทต่าง ๆ จะมีการดูดซึมที่ลำไส้เล็ก จากนั้นสารอาหารเหล่านี้จะถูกลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยสามารถสรุปได้ดังภาพต่อไปนี้



▲ ภาพที่ 5.33 การดูดซึมสารอาหารประเภทต่าง ๆ บริเวณลำไส้เล็ก
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Biology Focus
การย่อยกรดนิวคลีอิก

DNA	↓ ไดออกซีไรโบนิวคลีเอส	นิวคลีโอไทด์	↓ นิวคลีโอไทเดส	นิวคลีโอไซด์	↓ ฟอสฟาเทส	น้ำตาลเพนโทส
RNA	↓ ไรโบนิวคลีเอส	นิวคลีโอไทด์	↓ ฟอสฟาเทส	นิวคลีโอไซด์	↓ ฟอสฟาเทส	น้ำตาลเพนโทส

▲ ภาพที่ 5.34 แผนผังการย่อยกรดนิวคลีอิกในลำไส้เล็ก
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ในลำไส้เล็กจะมีเอนไซม์ที่สร้างจากตับอ่อน ได้แก่ ไดออกซีไรโบนิวคลีเอส (deoxyribonuclease) ทำหน้าที่ย่อย DNA และไรโบนิวคลีเอส (ribonuclease) จะย่อย RNA ได้เป็นกรดนิวคลีโอไทด์ นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์นิวคลีโอไทเดส (nucleotidase) และฟอสฟาเทส (phosphatase) ทำหน้าที่ย่อยนิวคลีโอไทด์แล้วได้นิวคลีโอไซด์และฟอสเฟตตามลำดับ โดยจะถูกดูดซึมผ่านบริเวณไมโครวิลลัสที่ผนังลำไส้เล็ก จากนั้นนิวคลีโอไซด์จะถูกย่อยต่อด้วยเอนไซม์นิวคลีโอไซด์เอส (nucleosidase) ได้เป็นน้ำตาลเพนโทสและไนโตรจีนัสเบส



การย่อยอาหาร
ที่ลำไส้เล็ก





กิจกรรม

ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

- การสังเกต
- การทดลอง
- การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

จิตวิทยาศาสตร์

- ความสนใจใฝ่รู้
- ความรอบคอบ

การทดสอบสมบัติของน้ำดี

จุดประสงค์

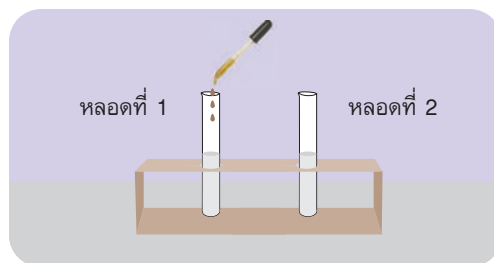
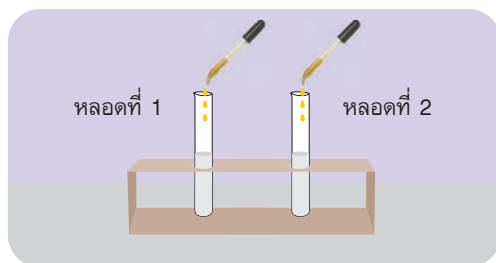
ทดสอบสมบัติของน้ำดีต่อการย่อยลิพิด

วัสดุอุปกรณ์

1. น้ำมันพืช
2. น้ำกลั่น
3. สีชูดาน
4. น้ำดี
5. กระบอกตวง หรือหลอดฉีดยา
6. หลอดหยด
7. หลอดทดลอง

วิธีปฏิบัติ

1. ใส่น้ำมันพืชและน้ำกลั่นอย่างละ 1 ลูกบาศก์-เซนติเมตร ลงในหลอดทดลองจำนวน 2 หลอด แล้วผสมสีชูดานลงไปหลอดละ 3 หยด
2. เติมน้ำดีลงในหลอดทดลองหลอดที่ 1 ประมาณ 3-4 หยด เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้สักครู่



▲ ภาพที่ 5.35 การทดสอบสมบัติของน้ำดี
ที่มา : คลังภาพ อจท.

3. สังเกตการเปลี่ยนแปลง และเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างหลอดทดลองหลอดที่ 1 กับหลอดที่ 2

คำถามท้ายกิจกรรม

1. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างหลอดทดลองทั้งสองเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร
2. น้ำดีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันพืชอย่างไร

อภิปรายผลกิจกรรม

จากกิจกรรม พบว่า หลอดทดลองทั้งสองมีลักษณะที่ต่างกัน โดยหลอดที่ 1 มีสีแดงทั่วทั้งหลอด เนื่องจากในหลอดที่ 1 มีการเติมน้ำดีลงไป ซึ่งในน้ำดีมีเอนไซม์ที่ช่วยให้ลิพิดแตกตัวเป็นหยดเล็กๆ และแขวนลอยอยู่ในน้ำในรูปอิมัลชัน ส่วนในหลอดที่ 2 มีสีแดงลอยอยู่เฉพาะบริเวณผิวด้านบน

กระบวนการย่อยอาหารในทางเดินอาหารของมนุษย์ จะเริ่มตั้งแต่ปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สารอาหารส่วนใหญ่จะเกิดการย่อยและถูกดูดซึมที่บริเวณลำไส้เล็ก และสารอาหารบางส่วนจะถูกดูดซึมบริเวณกระเพาะอาหาร โดยสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 5.1

H.O.T.S.

คำถามท้าทายการคิดขั้นสูง

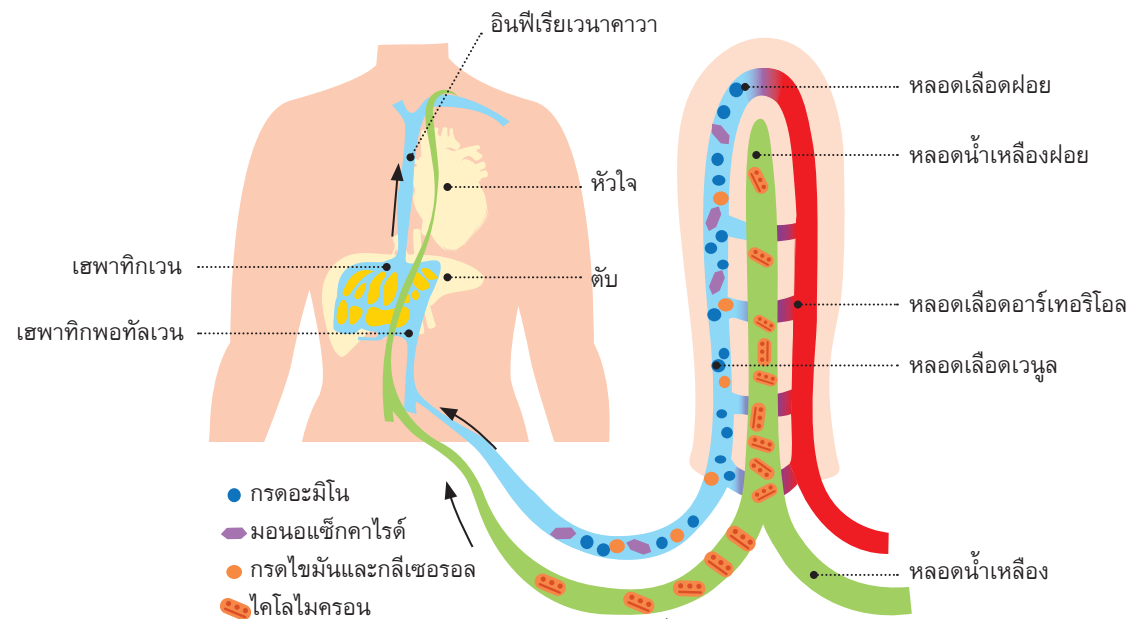
หากรับประทานหมูกรอบ จะมีการย่อยอาหารบริเวณส่วนใด และอย่างไร

ตารางที่ 5.1 : การทำงานของเอนไซม์ในระบบย่อยอาหาร

ส่วนของทางเดินอาหารที่มีการย่อยอาหาร	การย่อยคาร์โบไฮเดรต	การย่อยโปรตีน	การย่อยลิพิด	การย่อยกรดนิวคลีอิก
ช่องปาก	แป้งและไกลโคเจน ↓ อะไมเลส เดกซ์ทริน มอลโทส			
กระเพาะอาหาร		โปรตีน ↓ เพปซิน เปปไทด์ กรดอะมิโน		
ลำไส้เล็ก	แป้ง ไกลโคเจน และเดกซ์ทริน ↓ อะไมเลส มอลโทส แลกโทส ซูโครส ↓ มอลเทส แลกเทส ซูเครส กลูโคส กลูโคสและกาแลกโทส ↓ กลูโคสและฟรักโทส	โปรตีน ↓ ทริปซิน ไคโมทริปซิน เปปไทด์ ไตรเปปไทด์ ไดเปปไทด์ ↓ กรดอะมิโน อะมิโนเปปไทด์ คาร์บอกซิเปปไทด์ ↓ กรดอะมิโน	ลิพิด ↓ เกลื่อน้ำดี ลิพิดหยดเล็ก ๆ ↓ ลิเพส กลีเซอรอล และกรดไขมัน	DNA RNA ↓ ดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ ไรโบนิวคลีโอไทด์ ↓ นิวคลีโอไทด์ นิวคลีโอไซด์ ฟอสฟาเตส ↓ น้ำตาลเพนโทส ฟอสเฟต ไนโตรจีนัสเบส



เมื่อคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด และกรดนิวคลีอิกถูกย่อยเสร็จสิ้น จะได้รับสารอาหารโมเลกุลขนาดเล็ก สารอาหารเหล่านี้จะถูกดูดซึมที่บริเวณลำไส้เล็ก ส่วนสารอาหารที่ไม่สามารถย่อยได้จะถูกส่งไปยังลำไส้ใหญ่ต่อไป โดยบริเวณลำไส้เล็กจะมีรูปแบบการลำเลียงสารอาหารหลังจากการดูดซึมเพื่อนำไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ดังนี้



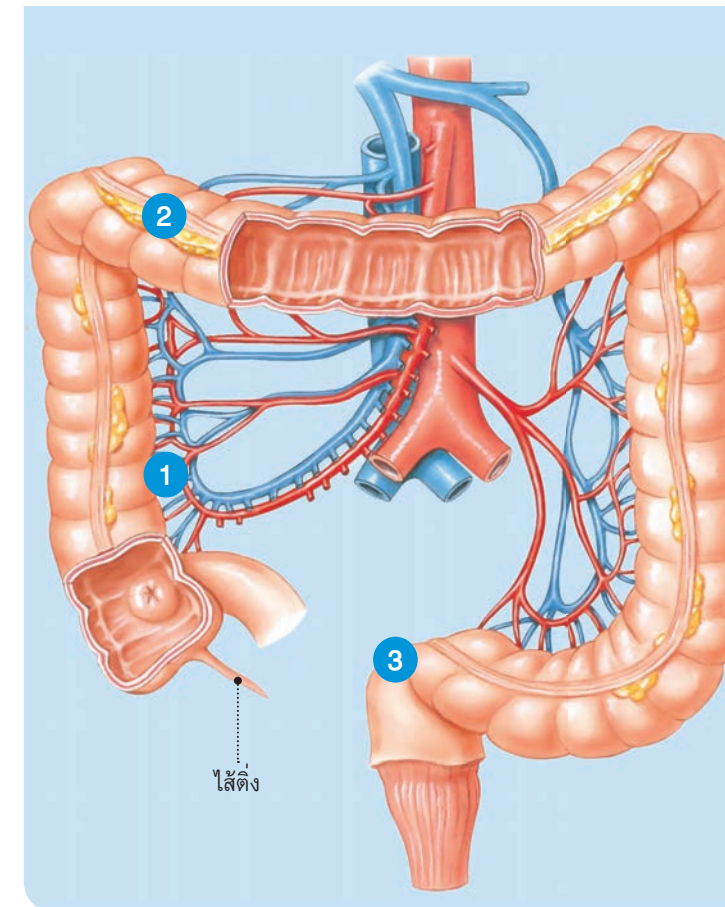
▲ ภาพที่ 5.36 การลำเลียงสารอาหารต่างๆ ออกจากลำไส้เล็ก
ที่มา : คลังภาพ อจท.

มอนอแซ็กคาไรด์ กรดอะมิโน วิตามินบางชนิด จะถูกดูดซึมเข้าสู่ไมโครวิลลัส จากนั้นจะถูกลำเลียงผ่านหลอดเลือดจากลำไส้เล็กเข้าสู่หลอดเลือดของตับที่เรียกว่า เฮพาติกพอร์ทัลเวน (hepatic portal vein) โดยสารอาหารเหล่านี้จะต้องถูกกำจัดพิษหรือจุลินทรีย์ที่ตับก่อนจะถูกลำเลียงออกไปยังหัวใจผ่านหลอดเลือดที่เรียกว่า เฮพาติกเวน (hepatic vein)

อย่างไรก็ตาม สารอาหารที่ได้จากการย่อยลิพิด รวมทั้งวิตามินที่ละลายในลิพิดจะมีโมเลกุลขนาดใหญ่ ไม่สามารถลำเลียงเข้าสู่หลอดเลือดได้ จึงมีการลำเลียงผ่านระบบน้ำเหลืองแทน เมื่อลิพิดที่ย่อยแล้วถูกดูดซึมเข้าไปยังไมโครวิลลัส จะเกิดการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์จากกรดไขมันและกลีเซอรอล ซึ่งจะเกิดภายในเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมของเซลล์ในวิลลัส จากนั้นจะมีการลำเลียงไตรกลีเซอไรด์ไปรวมกับโปรตีนและลิพิดบางชนิดภายในกอลจิคอมเพล็กซ์ เกิดเป็นโคไลไมครอน (chylomicron) ก่อนที่จะลำเลียงออกจากเซลล์ไปหลอดน้ำเหลืองฝอย หลอดน้ำเหลืองและหลอดเลือดตามลำดับ ดังนั้น การลำเลียงสารอาหารที่ผ่านระบบน้ำเหลืองจึงไม่มีการลำเลียงผ่านตับ

6. ลำไส้ใหญ่ (large intestine) เป็นทางเดินอาหารที่ต่อจากลำไส้เล็ก มีความยาวประมาณ 1.5 เมตร กว้างประมาณ 6 เซนติเมตร แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

ลำไส้ใหญ่



- 1 ซีกัม (caecum) ลำไส้ใหญ่ส่วนต้นที่ต่อจากลำไส้เล็กส่วนไอเลียม ทำหน้าที่รับกากอาหารจากลำไส้เล็ก ซึ่งซีกัมจะมีส่วนของไส้ติ่ง (appendix) ยื่นออกมา
- 2 โคลอน (colon) ลำไส้ใหญ่ส่วนที่ยาวที่สุด มีหน้าที่ดูดซึมน้ำและวิตามินบี 12 ที่สร้างจากแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ และขับกากอาหารเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ส่วนต่อไป
- 3 เรกตัม (rectum) ลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย ซึ่งส่วนปลายสุดของเรกตัมจะเป็นทวารหนัก (anus)

▲ ภาพที่ 5.37 โครงสร้างของลำไส้ใหญ่
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Biology Focus ลำไส้ติ่ง

- ไส้ติ่ง (appendix) เป็นส่วนของลำไส้ใหญ่ส่วนต้นที่ยื่นออกมาเป็นตั้งอยู่ตรงบริเวณด้านขวาล่าง
- มีลักษณะเป็นท่อตัน มีขนาดประมาณเท่าปลายนิ้วก้อย ซึ่งไส้ติ่งไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของมนุษย์ แต่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกันและเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์

กากอาหาร รวมทั้งน้ำ วิตามิน และแร่ธาตุบางส่วนที่ไม่ถูกดูดซึมจากลำไส้เล็กจะผ่านเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ โดยผ่านหลอดที่ต่อระหว่างลำไส้เล็กส่วนโปลีกับลำไส้ใหญ่ โดยเซลล์ที่ผนังด้านในลำไส้ใหญ่จะดูดซึมน้ำ แร่ธาตุ รวมทั้งสร้างเมือกเพื่อหล่อลื่นทางเดินอาหารของกากอาหาร อีกทั้งยังพบแบคทีเรีย *Escherichia coli* ที่สามารถสังเคราะห์วิตามินบางชนิด ได้แก่ วิตามินเค วิตามินบี 1 วิตามินบี 9 และวิตามินบี 12 ซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าสู่ลำไส้ใหญ่เช่นกัน นอกจากนี้ แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่จะย่อยสลายอาหารบางชนิดได้แก่มีสเมเทนและไฮโดรเจนซัลไฟด์ แล้วจะถูกขับออกจากร่างกายโดยการผายลม

อาหารที่รับประทานเข้าไปจะไปถึงลำไส้ใหญ่ภายในเวลา 4 ชั่วโมง และจะอยู่ในลำไส้ใหญ่ส่วนโคลอนประมาณ 8-9 ชั่วโมง และใช้เวลาอีกประมาณ 3-4 ชั่วโมง กากอาหารจึงจะเคลื่อนไปที่ไส้ตรง และอีกสักระยะหนึ่งจะขับถ่ายออกมาทางทวารหนัก

กากอาหารที่ดูดซึมแล้วจะมีลักษณะเหนียวข้น และในที่สุดจะแข็งหากไม่ได้ถ่ายอุจจาระหรือกลั้นไว้ เนื่องจากลำไส้ใหญ่จะดูดน้ำกลับออกจากกากอาหาร ทำให้ถ่ายอุจจาระลำบาก และเกิดการท้องผูก หากมีอาการท้องผูกบ่อย ๆ อาจทำให้เป็นโรคริดสีดวงทวาร ดังนั้น จึงควรรับประทานอาหารที่ประกอบด้วยกากใยสูง เช่น ผัก ผลไม้ และออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มีการขับถ่ายอุจจาระได้อย่างปกติ

ในกรณีที่ผนังลำไส้ใหญ่ระคายเคืองเนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิด เช่น เชื้ออหิวาตกโรค เชื้อบิด จะทำให้ผนังลำไส้ใหญ่ดูดน้ำและสารกลับได้น้อยกว่าปกติ กากอาหารจึงมีลักษณะเหลว

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีโครงสร้างที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารแตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างร่างกายซับซ้อน ก็จะมีกระบวนการย่อยอาหารที่ซับซ้อนเช่นกัน เช่น มีอวัยวะที่ทำหน้าที่สร้างเอนไซม์สำหรับการย่อยอาหารแต่ละชนิด มีการปรับความเป็นกรด-เบสของทางเดินอาหารให้เหมาะสมกับสภาวะที่เอนไซม์ทำงาน เมื่ออาหารผ่านการย่อยแล้ว จะได้สารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก จนสามารถดูดซึมเข้าสู่เซลล์ได้ สารอาหารเหล่านั้นจะสลายให้พลังงานเพื่อใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ของเซลล์ต่อไป

Biology in Real Life

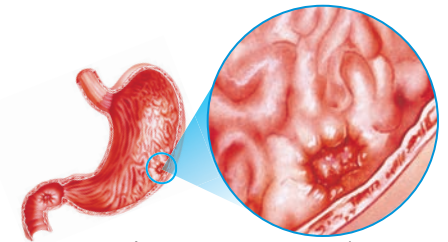


ในปัจจุบันมีการผลิตอาหารและเครื่องดื่มที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์กลุ่มโพรไบโอติก (probiotic) เช่น กลุ่มแล็กโทบาซิลลัส (*Lactobacillus*) กลุ่มบิฟิโดแบคทีเรีย (*Bifidobacterium*) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่พบบริเวณลำไส้ใหญ่ของมนุษย์มีส่วนช่วยในการทำงานของลำไส้ใหญ่ ทำให้สามารถขับถ่ายได้อย่างสะดวก และสามารถผลิตวิตามินบางชนิด รวมทั้งช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อให้เกิดโรคได้อีกด้วย

2.2 ความผิดปกติของทางเดินอาหารในมนุษย์

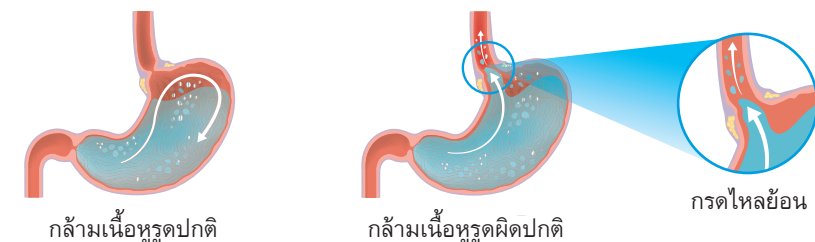
ความผิดปกติของอวัยวะในระบบทางเดินอาหาร เริ่มตั้งแต่ปากจนถึงทวารหนัก โรคที่เกิดในระบบอวัยวะส่วนนี้มักพบการอักเสบ การติดเชื้อ หรือการแปรปรวนของระบบการทำงาน เช่น

1) โรคกระเพาะอาหาร (peptic ulcer) เป็นภาวะที่เกิดแผลบริเวณเยื่อบุกระเพาะอาหาร หรือเยื่อบุลำไส้เล็กตอนต้น เนื่องจากมีกรดปริมาณมากในกระเพาะอาหาร อาจมีสาเหตุมาจากการรับประทานยาที่ไม่เป็นเวลา การรับประทานอาหารที่มีรสจัด ความเครียด การพักผ่อนไม่เพียงพอ การดื่มสุรา กาแฟ และการติดเชื้อแบคทีเรีย *Helicobacter pylori* โดยปวดท้องบริเวณใต้ลิ้นปี่ในลักษณะปวดแสบปวดร้อน จุกแน่นท้อง มักจะเกิดขึ้นเวลาท้องว่างหรือหิว



▲ ภาพที่ 5.38 แผลบริเวณเยื่อบุกระเพาะอาหาร หรือเยื่อบุลำไส้เล็กตอนต้น
ที่มา : คลังภาพ อจท.

2) โรคกรดไหลย้อน (gastroesophageal reflux disease; GERD) เป็นภาวะที่มีน้ำย่อยจากกระเพาะอาหารไหลย้อนขึ้นไปยังหลอดอาหาร ทำให้เกิดการเจ็บแน่นหน้าอก หรือแสบหน้าอก คล้ายอาหารไม่ย่อย บางครั้งอาจรู้สึกได้ถึงรสเปรี้ยว หรือรสขมของน้ำดี โดยจะกลืนอาหารลำบาก เจ็บคอ แสบลิ้นเรื้อรัง สาเหตุของโรคมาจากการดื่มสุรา การสูบบุหรี่ การรับประทานอาหารทอด หรืออาหารที่มีรสเปรี้ยวจัด เผ็ดจัด และการนอนภายหลังรับประทานอาหารไปแล้วไม่ถึง 4 ชั่วโมง



▲ ภาพที่ 5.39 เนื่องจากกล้ามเนื้อหูรูดผิดปกติ น้ำย่อยจากกระเพาะอาหารไหลย้อนไปยังหลอดอาหาร
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Topic Questions

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ทางเดินอาหารของมนุษย์ประกอบด้วยอวัยวะใดบ้าง แต่ละอวัยวะมีหน้าที่อย่างไร
2. การย่อยอาหารบริเวณปากแบ่งออกเป็นกี่ประเภท แต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร
3. การย่อยอาหารเกิดที่บริเวณใดบ้าง แต่ละบริเวณมีการย่อยอาหารประเภทใด
4. อวัยวะใดที่มีการดูดซึมสารอาหารมากที่สุด เพราะเหตุใด
5. หากกากอาหารอยู่ในลำไส้ใหญ่เป็นเวลานานจะเกิดผลกระทบอย่างไร



การตรวจสอบปริมาณอาหารในกระเพาะอาหารของผู้ตาย เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอาหารในกระเพาะอาหาร โดยสามารถระบุเวลาการตายได้จากปริมาณอาหารในกระเพาะอาหาร ซึ่งเป็นอาหารมื้อสุดท้ายที่ผู้ตายรับประทาน ถึงแม้ว่าระยะเวลาที่อาหารเคลื่อนที่ผ่านกระเพาะอาหารจะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล และแตกต่างกันในแต่ละชนิดอาหาร แต่ก็สามารถใช้ระยะเวลาการตายอย่างคร่าว ๆ ได้

ตามปกติเมื่อรับประทานอาหารเข้าไป อาหารจะลงไปอยู่ในกระเพาะอาหาร ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 30 นาที ถึง 6 ชั่วโมง โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณอาหารในกระเพาะอาหาร ดังนี้



▲ ภาพที่ 5.41 การเปลี่ยนแปลงของอาหารในกระเพาะอาหารในช่วงเวลาต่าง ๆ
ที่มา : คลังภาพ อจท.

ดังนั้น หากตรวจสอบปริมาณอาหารในกระเพาะอาหารของผู้ตาย แล้วไม่พบอาหารในกระเพาะอาหาร แสดงว่า ผู้ตายรับประทานอาหารเช้าแล้วอย่างน้อย 4-6 ชั่วโมง ก่อนเสียชีวิต หากพบอาหารปริมาณครึ่งกระเพาะอาหาร แสดงว่า ผู้ตายรับประทานอาหารเช้าแล้วประมาณ 1-3 ชั่วโมง ก่อนเสียชีวิต หรือหากพบอาหารอยู่เกือบเต็มกระเพาะอาหาร แสดงว่า ผู้ตายรับประทานอาหารเช้าไม่เกิน 30 นาที ก่อนเสียชีวิต



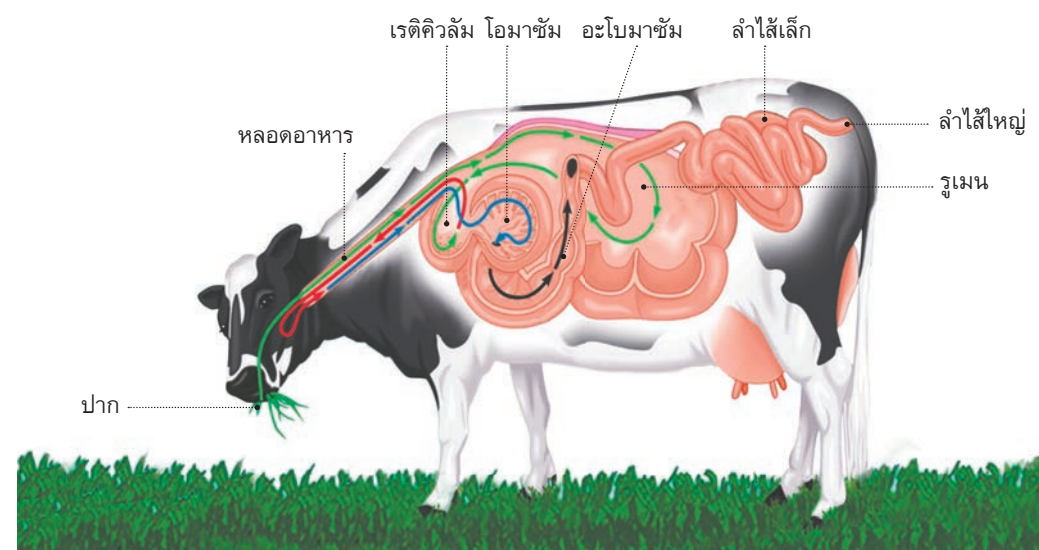
▲ ภาพที่ 5.40 เวลาการตายสามารถตรวจสอบได้จากปริมาณอาหารในกระเพาะอาหารของผู้ตาย
ที่มา : คลังภาพ อจท.

Summary

ระบบย่อยอาหาร

การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต

- การย่อยอาหารของจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย รา เห็ด และยีสต์ มีกระบวนการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ โดยจะปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายอาหารแล้วดูดซึมเข้าสู่เซลล์
- การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
 - อะมีบา : นำอาหารเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีฟาโกไซโทซิสและสร้างเป็นฟิวสคิวโอล แล้วจึงย่อยสลายโดยเอนไซม์จากไลโซโซม
 - พารามีเซียม : นำอาหารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยการพัดโบกของซิเลียที่อยู่รอบปาก และสร้างเป็นฟิวสคิวโอล แล้วจึงย่อยสลายโดยเอนไซม์จากไลโซโซม
 - ยูกลีนา : สามารถสังเคราะห์อาหารได้เองโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่เมื่อไม่ได้อยู่ในสภาพที่มีแสงจะย่อยสลายอาหารที่อยู่รอบเซลล์ แล้วนำเข้าสู่ทางร่องปาก หรือแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง
- การย่อยอาหารของสัตว์
 - การย่อยอาหารของสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร : เช่น ฟองน้ำ มีเซลล์โคเอโนไซต์ที่มีแฟลเจลลัมทำหน้าที่ดักจับอาหารและสร้างเป็นฟิวสคิวโอล แล้วย่อยสลายอาหารด้วยเอนไซม์จากไลโซโซม
 - การย่อยอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ : เช่น พลานาเรีย พยาธิใบไม้ ไฮดรา เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีช่องเปิดทางเดียวที่เป็นทั้งปากและทวารหนัก การย่อยอาหารจะเกิดขึ้นในทางเดินอาหารซึ่งมีช่องเปิดเพียงทางเดียว
 - การย่อยอาหารของสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์ : เช่น ไส้เดือนดิน แมลง ปลา สัตว์ปีก สัตว์เคี้ยวเอื้อง เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีช่องเปิด 2 ทาง แบ่งเป็นทางเข้าของอาหาร คือ ปาก และทางออกของกากอาหาร คือ ทวารหนัก โดยทางเดินอาหารจะมีลักษณะเป็นหลอด หรือท่อกลวง

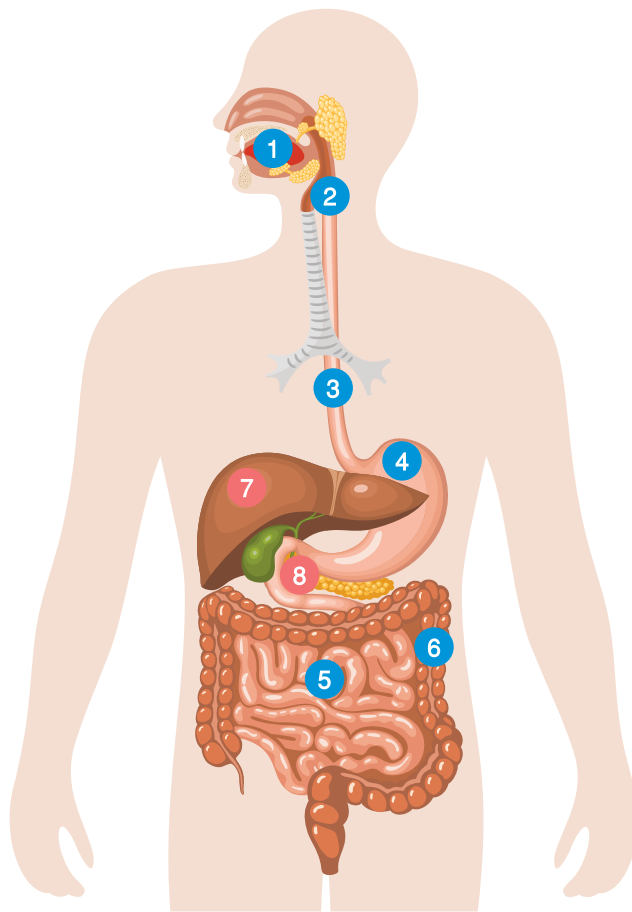


▲ ภาพที่ 5.42 ระบบย่อยอาหารของวัวซึ่งเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

การย่อยอาหารของมนุษย์

การย่อยอาหารของมนุษย์ แบ่งออกเป็น การย่อยอาหารเชิงกล ซึ่งเป็นการย่อยอาหารโดยไม่อาศัยเอนไซม์ ได้แก่ การบดเคี้ยวอาหารในปาก การบีบตัวของทางเดินอาหาร และการย่อยอาหารเชิงเคมี เป็นการย่อยอาหารโดยใช้เอนไซม์ย่อยสลายอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และลิพิด โดยพบบริเวณปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก

- อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของมนุษย์



อวัยวะที่เป็นทางเดินอาหาร

1 ปาก (mouth)

จุดเริ่มต้นของทางเดินอาหาร มีริมฝีปากอยู่ด้านนอก ภายในช่องปากประกอบด้วยเพดานแข็ง เพดานอ่อน ฟัน ลิ้น และต่อมน้ำลาย ซึ่งในปากเกิดกระบวนการย่อยเชิงกลและเชิงเคมี

2 คอหอย (pharynx)

ตั้งอยู่ด้านหลังปากและโพรงจมูก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทางเดินอาหารและทางเดินหายใจ

3 หลอดอาหาร (esophagus)

ลักษณะเป็นท่อยาวอยู่หลังท่อนลม ทำหน้าที่ส่งอาหารไปยังกระเพาะอาหาร โดยกระบวนการเพอริสตัลซิส

4 กระเพาะอาหาร (stomach)

ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ที่มีความหนา แข็งแรง และยืดหยุ่น เป็นบริเวณที่เกิดการย่อยอาหารประเภทโปรตีนโดยเอนไซม์เพปซิน

5 ลำไส้เล็ก (small intestine)

เป็นท่อยาวประมาณ 6-7 เมตร มีกระบวนการย่อยอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ลิพิดและกรดนิวคลีอิกโดยทำงานร่วมกับตับและตับอ่อน สารอาหารเกือบทั้งหมดจะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็ก

6 ลำไส้ใหญ่ (large intestine)

มีความยาวประมาณ 1.5 เมตร ผนังด้านในทำหน้าที่ดูดซึมน้ำ วิตามิน แร่ธาตุ และขับเมือกมาหล่อลื่น การเคลื่อนตัวของกากอาหาร จากนั้นกากอาหารจะเคลื่อนไปยังไส้ตรง

อวัยวะที่ช่วยสร้างเอนไซม์ย่อยอาหาร

7 ตับ (liver)

ทำหน้าที่สร้างน้ำดีเก็บไว้ที่ถุงน้ำดี และมีท่อเปิดเข้าสู่ลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัม น้ำดีเป็นตัวทำให้ลิพิดแตกตัวเป็นหยดเล็ก ๆ

8 ตับอ่อน (pancreas)

ทำหน้าที่สร้างเอนไซม์ แล้วส่งไปยังลำไส้เล็ก

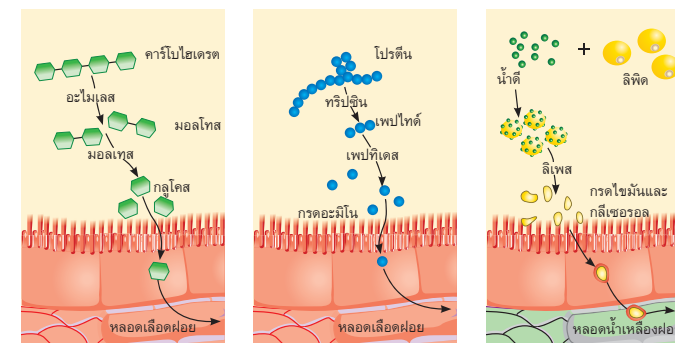
▲ ภาพที่ 5.43 อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของมนุษย์ ที่มา : คลังภาพ อจท.

- อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของมนุษย์

การย่อยอาหารในทางเดินอาหารของมนุษย์เกิดขึ้น ดังนี้

ส่วนของทางเดินอาหารที่มีการย่อยอาหาร	การย่อยคาร์โบไฮเดรต	การย่อยโปรตีน	การย่อยลิพิด	การย่อยกรดนิวคลีอิก
ช่องปาก	แป้งและไกลโคเจน ↓ อะไมเลส เดกซ์ทริน มอลโทส			
กระเพาะอาหาร		โปรตีน ↓ เพปซิน เปปไทด์ กรดอะมิโน		
ลำไส้เล็ก	แป้ง ไกลโคเจนและเดกซ์ทริน ↓ อะไมเลส มอลโทส แลกโทส ซูโครส ↓ มอลโทส แลกโทส ซูโครส กลูโคส แลกโทส และกลูโคส ↓ กลูโคสและกาแลกโทส กลูโคสและฟรักโทส	โปรตีน ↓ ทริปซิน ไคโมทริปซิน เปปไทด์ ไตรเปปไทด์ ไตรเปปไทด์ ↓ เพปไทด์ ไตรเปปไทด์ กรดอะมิโน อะมิโนเปปไทด์ คาร์บอกซิเปปไทด์ ↓ กรดอะมิโน	ลิพิด ↓ เกลื่อน้ำดี ลิพิดหยดเล็ก ๆ ↓ ลิเพส กลีเซอรอล และกรดไขมัน	DNA RNA ↓ ไดออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์ ไโรนิวคลีโอไซด์ ↓ นิวคลีโอไทด์ นิวคลีโอไซด์ ฟอสฟาเตส ↓ น้ำตาลเพนโทส ฟอสเฟต ไนโตรจีนัสเบส

- การดูดซึมและลำเลียงสารอาหารที่ลำไส้เล็ก



▶ ภาพที่ 5.44 การดูดซึมและลำเลียงสารอาหารประเภทต่าง ๆ บริเวณลำไส้เล็ก ที่มา : คลังภาพ อจท.

- ความผิดปกติของทางเดินอาหารในมนุษย์

- โรคกระเพาะอาหาร : ภาวะที่เกิดแผลบริเวณเยื่อบุกระเพาะอาหาร หรือเยื่อบุลำไส้เล็กส่วนต้นจากความเป็กรตของกระเพาะอาหาร
- โรคกรดไหลย้อน : ภาวะที่มีน้ำย่อยจากกระเพาะอาหารไหลย้อนขึ้นไปยังหลอดอาหาร

Self Check

ให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจ โดยพิจารณาข้อความว่าถูกหรือผิด แล้วบันทึกลงในสมุด หากพิจารณาข้อความไม่ถูกต้อง ให้กลับไปทบทวนเนื้อหาตามหัวข้อที่กำหนดให้

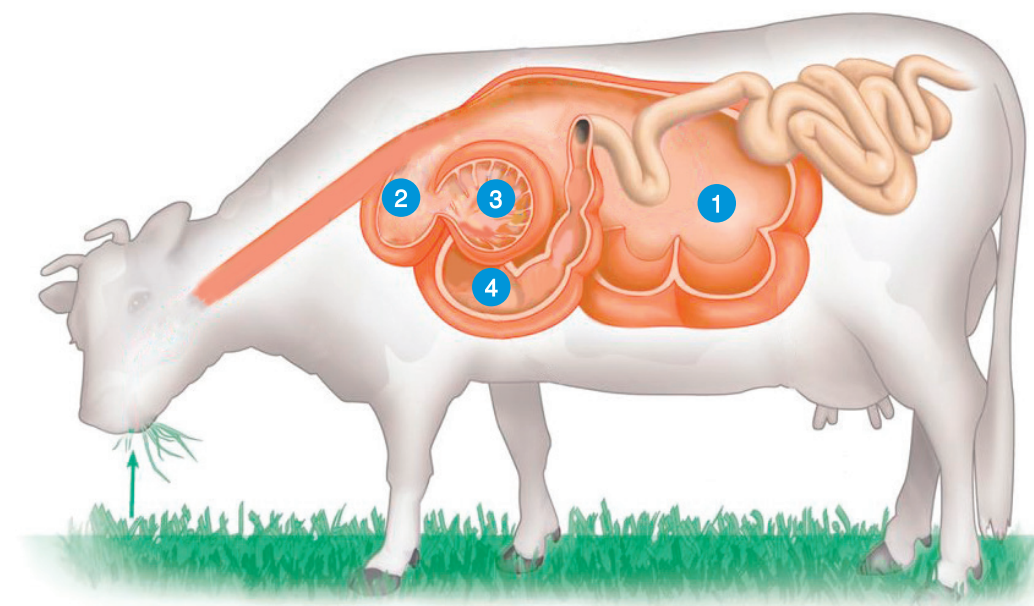
	ถูก/ผิด	นูนวนที่หัวข้อ
1. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจะมีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ แล้วจึงดูดซึมสารอาหารเข้าสู่เซลล์	☐	1.2
2. ฟองน้ำและไฮดราเป็นสัตว์ที่ไม่มีทางเดินอาหาร มีเพียงเซลล์ทำหน้าที่จับอาหาร แล้วสร้างเป็นฟุตแวคิวโอลเพื่อนำไปย่อยภายในเซลล์	☐	1.3
3. ก้นเป็นส่วนของหลอดอาหารที่ขยายตัวเป็นกระเปาะ ทำหน้าที่พักอาหารซึ่งพบในแมลงและสัตว์ปีก	☐	1.3
4. กระเพาะอาหารส่วนโอมาคัมเป็นกระเพาะจริงของสัตว์เคี้ยวเอื้อง เพราะมีการสร้างน้ำย่อยออกมาย่อยอาหาร	☐	1.3
5. การย่อยอาหารเชิงกลจะพบบริเวณปากเท่านั้น	☐	2.1
6. กระบวนการเพริสตัลซิส พบทั้งบริเวณหลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก และลำไส้ใหญ่	☐	2.1
7. กระเพาะอาหารจะมีการย่อยอาหารทุกประเภท ทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และลิพิด	☐	2.1
8. เนื้อเยื่อกระเพาะอาหารจะไม่ถูกย่อยจากน้ำย่อย เนื่องจากมีเซลล์ทำหน้าที่สร้างสารที่มีฤทธิ์เป็นเบส ช่วยปรับสภาพในกระเพาะอาหารให้เป็นกลาง	☐	2.1
9. ลำไส้เล็กเป็นบริเวณที่มีการย่อยและดูดซึมสารอาหารมากที่สุด	☐	2.1
10. เอนไซม์ย่อยโปรตีนที่ถูกสร้างจากตับอ่อนจะยังไม่พร้อมทำงาน จนกว่าจะถูกกระตุ้นจากเอนไซม์ที่สร้างจากเซลล์บุผนังลำไส้เล็ก	☐	2.1
11. กลูโคสและกรดอะมิโนถูกลำเลียงผ่านหลอดเลือดฝอยบริเวณวิลลัส แต่กรดไขมันและกลีเซอรอลถูกลำเลียงผ่านหลอดน้ำเหลืองบริเวณวิลลัส	☐	2.1
12. ลำไส้ใหญ่เป็นส่วนหนึ่งของทางเดินอาหารที่ไม่มีการย่อยและดูดซึมสารอาหารเข้าสู่ร่างกาย	☐	2.1



Unit questions 5

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

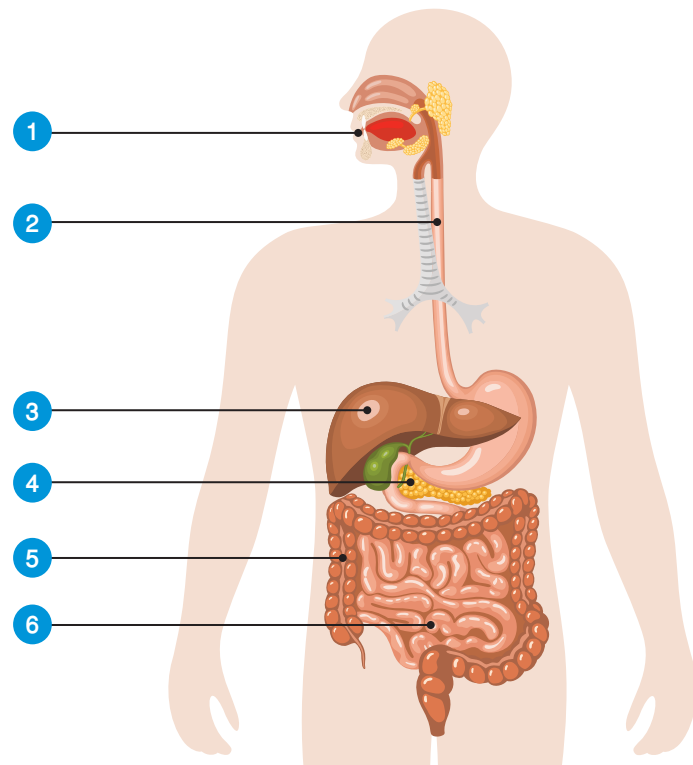
- การย่อยอาหารของสัตว์ที่มีช่องเปิดทางเดียวแตกต่างจากสัตว์ที่มีช่องเปิด 2 ทาง อย่างไร
- กระเพาะอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องแบ่งออกเป็นกี่ส่วน และการที่สัตว์กลุ่มนี้มีทางเดินอาหารยาวมาก มีผลดีต่อระบบย่อยอาหารอย่างไร
- พิจารณาภาพที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



▲ ภาพที่ 5.45 ระบบย่อยอาหารของวัว
ที่มา : คลังภาพ อจท.

- 3.1 หมายเลข 1 2 3 และ 4 คือกระเพาะอาหารส่วนใด มีลักษณะสำคัญอย่างไร
- 3.2 หมายเลขใดคือกระเพาะอาหารจริง เพราะเหตุใด
- 3.3 กระเพาะอาหารหมายเลขใดที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ เพราะเหตุใด
4. หากมีการพุดคูด หรือหัวเราะในขณะที่เคี้ยวอาหารและกลืนอาหารจะมีผลอย่างไร เพราะเหตุใด
5. จงอธิบายกลไกการกลืนอาหาร โดยบอกถึงอวัยวะที่เกี่ยวข้อง และการทำงานที่ประสานสัมพันธ์กันของอวัยวะนั้น ๆ
6. หากรับประทานอาหารเร็ว ๆ และต่อเนื่องเป็นเวลานาน อาจทำให้เสียชีวิตได้ เพราะเหตุใด

7. พิจารณาภาพที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



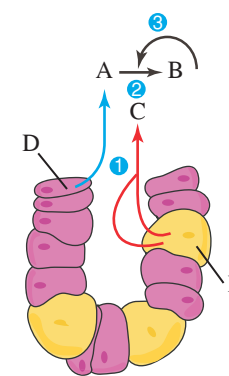
▲ ภาพที่ 5.46 ระบบย่อยอาหารของมนุษย์
ที่มา : คลังภาพ อจท.

- 7.1 บริเวณหมายเลขใดที่มีการย่อยอาหารเชิงกล และมีการย่อยอย่างไร
7.2 การย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเกิดที่อวัยวะหมายเลขใด อย่างไร
7.3 น้ำดีถูกสร้างจากอวัยวะหมายเลขใด และมีบทบาทสำคัญในการย่อยอาหารอย่างไร

8. ในกระเพาะอาหารมีเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนได้ แต่เหตุใดเอนไซม์ดังกล่าวจึงไม่ย่อยเซลล์ของกระเพาะอาหาร
9. การย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และลิพิด เกิดขึ้นบริเวณส่วนใดของร่างกาย และมีการย่อยอย่างไร
10. จงอธิบายการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารที่เกิดขึ้นในลำไส้เล็ก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สัตว์ในข้อใดจัดอยู่ในกลุ่มที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ทั้งหมด
1. พยาธิใบไม้ ฟองน้ำแก้ว ไฮดรา 2. ไฮดรา พลาเนเรีย พยาธิใบไม้
3. พารามีเซียม พยาธิใบไม้ ไฮดรา 4. ฟองน้ำแก้ว พารามีเซียม พลาเนเรีย
5. ฟองน้ำแก้ว พลาเนเรีย พารามีเซียม
2. ข้อใดกล่าวถึงการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตไม่ถูกต้อง
1. รางจะปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารภายนอกเส้นใย
2. พารามีเซียมจะอาศัยเอนไซม์จากไลโซโซมเพื่อย่อยอาหาร
3. ฟองน้ำจะใช้เซลล์โคเโนไซต์และอะมิโบไซต์ในการย่อยอาหาร
4. ไส้เดือนดินจะลำเลียงอาหารผ่านกระเพาะพักอาหารก่อนเข้าสู่ก้น
5. สัตว์กินเนื้อจะมีลำไส้ยาวกว่าสัตว์กินพืช เนื่องจากต้องการพื้นที่ผิวสำหรับการดูดซึมสารอาหาร
3. พิจารณาข้อความต่อไปนี้
ก. น้ำดี ข. ลิเพส ค. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต
หากโครงสร้างในระบบย่อยอาหารของสัตว์ชนิดหนึ่ง พบว่าสามารถย่อยลิพิดให้กลายเป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กลงได้ สารใดน่าจะพบในโครงสร้างชนิดนี้ของสัตว์
1. ข้อ ก. เท่านั้น 2. ข้อ ข. และ ค.
3. ข้อ ข. เท่านั้น 4. ข้อ ก. ข. และ ค.
5. ข้อ ก. และ ค.
4. พิจารณาการทำงานของเซลล์ต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง



1. A และ B ถูกสร้างจากเซลล์เยื่อบุกระเพาะอาหาร
2. B จะกระตุ้น A ร่วมกับ C ให้เกิด B เพิ่มขึ้น
3. C ทำหน้าที่เปลี่ยน A ให้เป็น B
4. แอลกอฮอล์จะกระตุ้นทำให้ E สร้าง C เพิ่มขึ้น
5. D จะสร้าง A เพิ่มขึ้นเมื่อได้ถูกกระตุ้นจากฮอร์โมนแกสตริน

