



## หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ของมนุษย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

### สาระสำคัญ/แนวความคิดหลัก

**ระบบย่อยอาหาร (Digestive System)** อาหาร (food) ที่มนุษย์และสัตว์กินเข้าจะถูกละเอียดและดูดซึมบริเวณทางเดินอาหาร การย่อยอาหารของของมนุษย์ประกอบด้วยกลไกย่อยเชิงกล (Mechanical digestion) ซึ่งเป็นการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลงและการย่อยทางเคมี (Chemical digestion) โดยเอนไซม์ต่าง ๆ การย่อยอาหารของมนุษย์เริ่มขึ้นที่ปากโดยมี ฟันบดเคี้ยวอาหารให้มีขนาดเล็กลง เอนไซม์อะไมเลส (Amylase) ในน้ำลาย ทำหน้าที่ ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล อาหารจะผ่านไปตามคอหอย (Pharynx) หลอดอาหาร (Esophagus) ลงสู่กระเพาะอาหาร เอนไซม์เพปซิน (Pepsin) ในกระเพาะอาหารย่อยโปรตีนให้เป็นเพปไทด์ อาหารจะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้เล็ก (Small Intestine) ซึ่งไขมันจะถูกย่อยบริเวณลำไส้เล็กนี้ สารอาหารทุกประเภทถูกย่อยจนสมบูรณ์ โดยเอนไซม์หลายชนิดบริเวณ ลำไส้เล็ก และดูดซึมที่เซลล์บุผนังลำไส้เล็ก จากนั้นจะแพร่เข้าสู่หลอดเลือดฝอยและหลอดน้ำเหลือง เพื่อลำเลียงไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย อาหารที่เหลือจากการย่อยและที่ย่อยไม่ได้ จะผ่านไปยังลำไส้ใหญ่ (Large Intestine) ซึ่งมีการดูดแร่ธาตุ น้ำและวิตามินบางชนิดกลับสู่ร่างกาย ส่วนกากอาหารถูกกำจัดออกทางทวารหนัก สำหรับในสัตว์ โครงสร้างระบบย่อยอาหารมีความซับซ้อนแตกต่างกันไป ปลาและแมลงมีทางเดินอาหารเป็นท่อยาว อาหารจะถูกย่อยและดูดซึมบริเวณทางเดินอาหารส่วนไฮดรา อาหารจะถูกย่อยบริเวณท่อกกลางภายในลำตัว และภายในเซลล์

**ระบบหมุนเวียนเลือด (Circulatory System)** ของมนุษย์ ประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือดและเลือด หัวใจมนุษย์มี 4 ห้อง หัวใจห้องบน 2 ห้อง ชื่อ เอเทรียม (Atrium) และหัวใจห้องล่าง 2 ห้อง ชื่อ เวนทริเคิล (Ventricle) ทำหน้าที่สูบฉีดเลือด หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ เรียกว่า อาร์เทอร์รี่ (Artery) และหลอดเลือดที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจ เรียกว่า เวน (Vein) อาร์เทอร์รี่และเวนเชื่อมต่อกันโดยหลอดเลือดฝอยที่บริเวณปลายของหลอดเลือดทั้งสอง หลอดเลือดฝอยเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สและสารต่าง ๆ ระหว่างเลือดกับเซลล์เลือดที่มีสารอาหารและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่หัวใจ ซึ่งบีบตัวเพื่อนำเลือดไปยังปอดเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊ส จากนั้น เลือดจะออกจากปอดเข้าสู่หัวใจอีกครั้งหนึ่งก่อนสูบฉีดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ขณะที่หัวใจบีบและคลายตัว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันเลือด จึงวัดความดันเลือดเป็นความดัน 2 ค่า

เลือดประกอบด้วย น้ำเลือด/พลาสมา (Plasma) เซลล์เม็ดเลือดแดง (Erythrocyte, Red Blood Cell/RBC) เซลล์เม็ดเลือดขาว (Leukocyte, White Blood Cell/WBC) และเกล็ดเลือด (Thrombocyte, Blood Platelet) เซลล์เม็ดเลือดแดง ทำหน้าที่ ลำเลียงแก๊สออกซิเจน เซลล์เม็ดเลือดขาว มีหน้าที่ ทำลายเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอม และสร้างแอนติบอดีให้กับร่างกาย เกล็ดเลือดช่วยในการแข็งตัวของเลือด แอนติบอดีที่ร่างกายสร้างขึ้นมีสมบัติในการคุ้มกันโรคแต่ละชนิดได้ในระยะเวลาแตกต่างกัน จึงต้องมีการให้วัคซีนเพื่อกระตุ้นให้ร่างกายสร้างแอนติบอดีขึ้นเพื่อเป็นภูมิคุ้มกันสำหรับโรคบางชนิด ในกรณีที่บางโรคแสดงอาการอย่างรวดเร็ว ร่างกายอาจสร้างภูมิคุ้มกันต่อต้านไม่ทัน จึงต้องให้แอนติบอดีแก่ร่างกายทันทีโดยการฉีดเซรุ่ม

**ระบบหายใจ (Respiratory System)** มีหน้าที่นำแก๊สออกซิเจนจากการหายใจเข้าสู่ร่างกาย เพื่อทำปฏิกิริยากับสารอาหารก่อให้เกิดพลังงาน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะถูกกำจัดออกจากร่างกายโดยการหายใจออก กระบวนการหายใจเข้าและออกเกิดจากการทำงานที่ประสานกันของกล้ามเนื้อกะบังลม กล้ามเนื้อซี่โครงกระดูกซี่โครงและกระดูกซี่โครง โดยเริ่มจากอากาศผ่านไปทางโพรงจมูก ท่อลม หลอดลมและเข้าสู่ปอด ภายในปอดประกอบด้วยถุงลมจำนวนมาก ถุงลมแต่ละอันมีหลอดเลือดฝอยห่อหุ้ม และเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจน

**ระบบขับถ่าย (Excretory System)** ของมนุษย์และสัตว์มีกระดูกสันหลัง มีไต (Kidney) เป็นอวัยวะสำคัญในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย ไตประกอบด้วยหน่วยไต (Nephron) เล็กๆ จำนวนมาก ทำหน้าที่กรองของเสียออกจากน้ำเลือด และดูดสารที่มีประโยชน์และน้ำบางส่วนกลับคืนสู่หลอดเลือด ส่วนของเหลวที่เหลือซึ่งประกอบด้วย ยูเรีย น้ำและสารบางชนิด รวมเรียกว่า น้ำปัสสาวะ จะถูกกำจัดออกนอกร่างกาย

**ระบบประสาท (Nervous System)** ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย และตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งจากภายในและภายนอกร่างกาย โดยการแสดงพฤติกรรมออกมา พฤติกรรมที่แสดงออก แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดและพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ สารเสพติดบางชนิดอาจทำให้พฤติกรรมที่แสดงออกเปลี่ยนไปจากปกติ

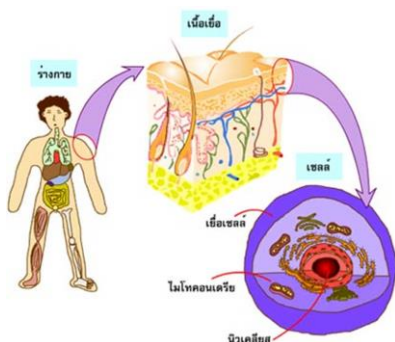
**ระบบสืบพันธุ์ (Reproductive System)** โดยการสืบพันธุ์เป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของสิ่งมีชีวิต แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) มนุษย์เรามีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เพศชายมีระบบสืบพันธุ์ประกอบด้วยอวัยวะสำคัญ ได้แก่ อัณฑะ (Testis) ทำหน้าที่ ผลิตเซลล์อสุจิและฮอร์โมนเพศชาย ส่วนเพศหญิงมีระบบสืบพันธุ์ที่ประกอบด้วยอวัยวะสำคัญ ได้แก่ รังไข่ (Ovary) ทำหน้าที่ ผลิตเซลล์ไข่และฮอร์โมนเพศหญิง การรวมกันระหว่างนิวเคลียสของเซลล์อสุจิ 1 เซลล์ และนิวเคลียสของเซลล์ไข่ 1 เซลล์ เรียกว่า การปฏิสนธิ (Fertilization) เกิดเป็นไซโกต ไซโกตมีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเซลล์ และเจริญเป็นเอ็มบริโอ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจนมีอวัยวะครบสมบูรณ์ ถ้าขณะแบ่งเซลล์ครั้งแรกของไซโกตมีการแยกของเซลล์ออกจากกันและแต่ละเซลล์เจริญเป็นเอ็มบริโอจะได้ทารก 2 ที่มีเพศเดียวกัน หน้าตาเหมือนกันที่เรียกว่า แผลดร่วมไข่ แต่ถ้าไม่ตกพร้อมกัน 2 เซลล์ แล้วเซลล์ไข่แต่ละเซลล์ได้รับการปฏิสนธิกับอสุจิ แต่ละเซลล์ได้ทารก 2 คน ที่มีรูปร่างหน้าตาไม่เหมือนกัน อาจเป็นเพศเดียวกันหรือต่างเพศกันก็ได้ เรียกว่า แผลดต่างไข่

การคุมกำเนิด เป็นวิธีการป้องกันไม่ให้เกิดการตั้งครรภ์สำหรับผู้ที่ยังไม่พร้อมในการมีบุตร หรือผู้ที่มีบุตรเพียงพอกับความต้องการแล้ว สำหรับผู้ที่มีบุตรยาก ปัจจุบันเทคโนโลยีที่ช่วยแก้ปัญหาสำหรับผู้ที่มีบุตรยาก เช่น การทำกิฟต์ การปฏิสนธิในหลอดแก้ว เป็นต้น



## เรื่องที่ 1 ร่างกายของเรา

ในร่างกายของคนเราประกอบด้วยเซลล์ (cell) จำนวนมาก ซึ่งจะแบ่งหน้าที่การทำงานกันอย่างมีระเบียบ โดยที่เซลล์หลายๆ เซลล์มาทำงานร่วมกันเป็นเนื้อเยื่อ (tissue) เนื้อเยื่อหลายๆ อย่างหรืออย่างเดียวกันมาทำงานร่วมกันกลายเป็นอวัยวะ (organ) อวัยวะต่างๆ มาร่วมกันทำงานอย่างเดียวกันกลายเป็นระบบ (system) ซึ่งในคนจะประกอบด้วยระบบต่างๆ โดยที่ระบบเหล่านี้จะทำงานสัมพันธ์กัน ทำให้มนุษย์มีการเจริญเติบโตและดำรงชีวิตได้อย่างปกติสุข



ภาพที่ 1 ร่างกายของเรา

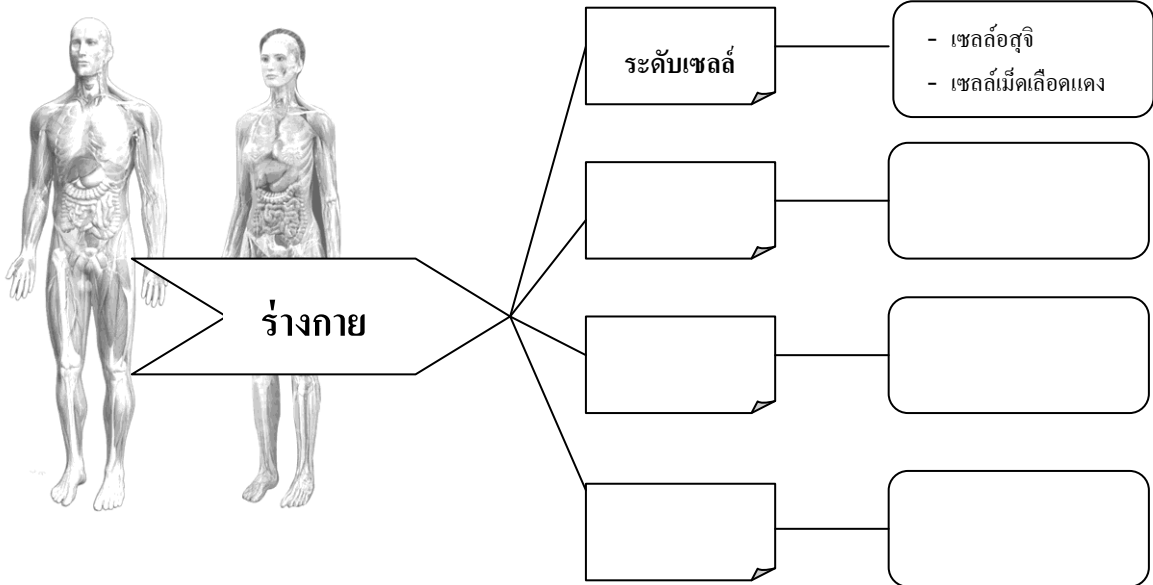
### 1.1 การจัดระบบในร่างกาย

ระบบอวัยวะแต่ละระบบประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ ที่ทำงานร่วมกันเพื่อทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น มนุษย์มีระบบย่อยอาหาร ประกอบด้วย ปาก กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ตับ ตับอ่อน ถุงน้ำดี ทำงานร่วมกันเพื่อย่อยอาหาร และภายในอวัยวะประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ เช่น เนื้อเยื่อบุผิว เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เป็นต้น เนื้อเยื่อแต่ละชนิดประกอบด้วยเซลล์ชนิดเดียวกันเป็นจำนวนมากมาอยู่ร่วมกัน

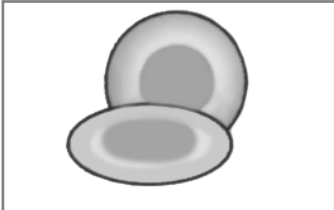
ใบงานที่ 1.1 การจัดระบบในร่างกาย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามคำแนะนำ

1. ให้นักเรียนเขียนแผนผังในการจัดระบบร่างกายของมนุษย์และตอบคำถามให้ถูกต้อง



2. ให้นักเรียนดูภาพ แล้วเขียนชื่อเซลล์ และหน้าที่ของเซลล์



ชื่อเซลล์ .....  
หน้าที่ของเซลล์ .....



ชื่อเซลล์ .....  
หน้าที่ของเซลล์ .....

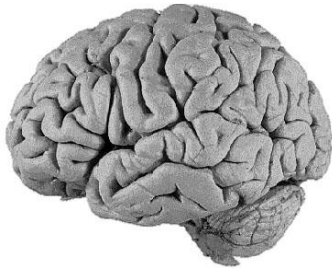


ชื่อเซลล์ .....  
หน้าที่ของเซลล์ .....



ชื่อเซลล์ .....  
หน้าที่ของเซลล์ .....

3. เติมชื่อวัยวะพร้อมหน้าที่และชื่อวัยวะไปยังร่างกายให้ถูกต้อง

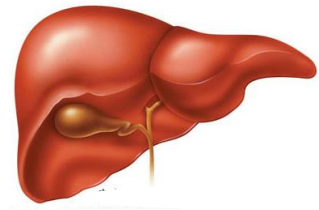


ชื่อ : .....

หน้าที่ : .....

.....

.....



ชื่อ : .....

หน้าที่ : .....

.....

.....

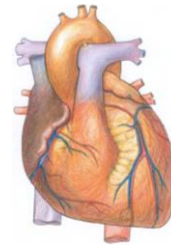
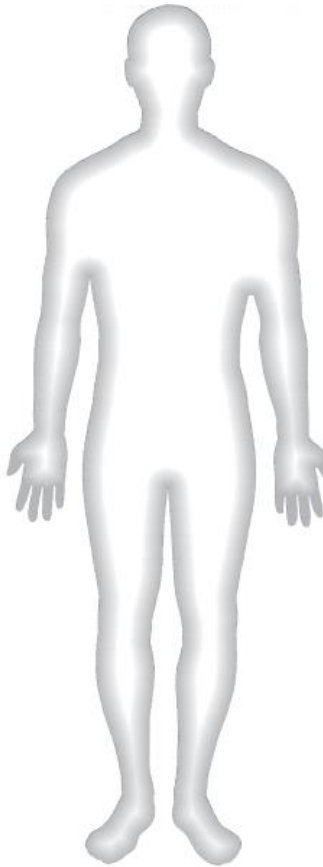


ชื่อ : .....

หน้าที่ : .....

.....

.....

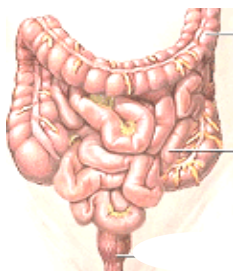


ชื่อ : .....

หน้าที่ : .....

.....

.....

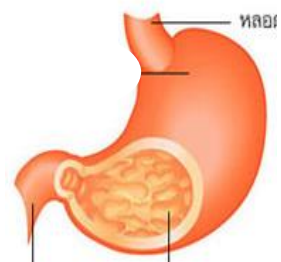


ชื่อ : .....

หน้าที่ : .....

.....

.....



ชื่อ : .....

หน้าที่ : .....

.....

.....



## เรื่องที่ 2 ระบบย่อยอาหาร (Digestive System)

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นสัตว์ พืช หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ จะประกอบด้วยเซลล์ซึ่งเป็นหน่วยมีชีวิตที่เล็กที่สุด มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันออกไป การที่สิ่งมีชีวิตต้องการอาหารและอากาศก็คือเซลล์ต้องการนั่นเอง

### 2.1 การย่อยอาหาร (Digestion)

**การย่อยอาหาร (Digestion)** คือ กระบวนการที่ทำให้โมเลกุลของอาหารมีขนาดเล็กลง จนสามารถดูดซึมเข้าเซลล์นำไปใช้ประโยชน์ได้ ทั้งนี้เพราะว่ารูของเยื่อหุ้มเซลล์ยอมให้สารที่มีอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่ารูเท่านั้นผ่านได้ จึงต้องให้สารอาหารที่ได้มาจากการกินอาหารผ่านการย่อยอาหารซึ่งเกิดขึ้นภายในทางเดินอาหารเสียก่อนจึงจะดูดซึมเข้าไป

**ระบบย่อยอาหารมี 2 ระบบ** คือ

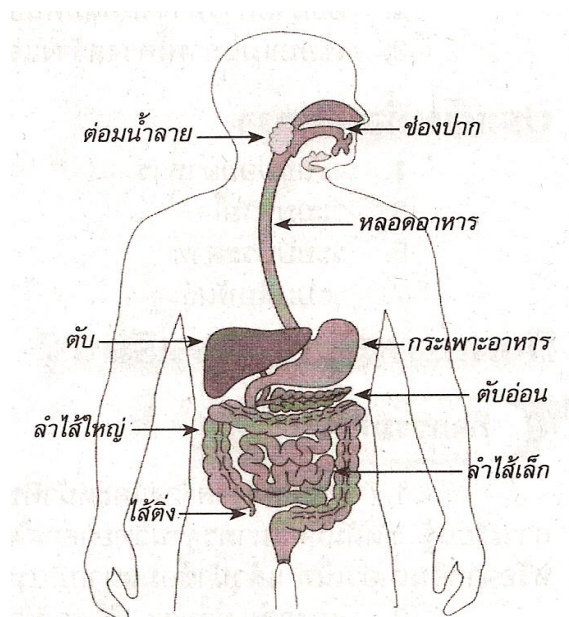
1. การย่อยเชิงกล ( Mechanical digestion ) เป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดของอนุภาคของสารอาหารเล็กลงโดยการบดเคี้ยวของฟัน การทำให้ไขมันแตกตัวโดยน้ำดี การบีบตัวของทางเดินอาหาร
2. การย่อยทางเคมี ( Chemical digestion ) เป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดของอนุภาคของสารอาหารเล็กลงโดยเอนไซม์เป็นน้ำย่อย

**เอนไซม์ (Enzyme)** คือ น้ำย่อยที่ทำหน้าที่ย่อยอาหาร แบ่งเป็น 3 พวก คือ พวกที่ย่อยโปรตีน พวกที่ย่อยไขมัน และพวกที่ย่อยคาร์โบไฮเดรต

ระบบย่อยอาหารของคน ประกอบด้วยอวัยวะต่างๆ แบ่งเป็นส่วนๆดังนี้

1. ช่องปาก (Oral Cavity) มีฟันและต่อมน้ำลายเกี่ยวกับการย่อยส่วนนี้
2. คอหอย (Pharynx)
3. หลอดอาหาร (Esophagus)
4. กระเพาะอาหาร (Stomach)
5. ลำไส้เล็ก (Small Intestine) มีตับ (Liver) และตับอ่อน (Pancrease) เกี่ยวข้องกับการย่อยระบบนี้
6. ลำไส้ใหญ่ (Large Intestine)

กระบวนการย่อยอาหารและอวัยวะที่เกี่ยวข้อง



โครงสร้างระบบย่อยอาหารของมนุษย์

ภาพที่ 2 โครงสร้างระบบย่อยอาหารของมนุษย์

## 1. ปาก มีส่วนย่อยดังนี้

**ฟัน (Teeth)** เป็นอวัยวะที่แข็งแรงที่สุดในร่างกาย ทำหน้าที่ตัด ฉีกและบดเคี้ยวอาหารให้มีขนาดเล็กลง ฟันคนมี 2 ชุด คือ ฟันแท้ (Permanent Teeth) มี 32 ซี่ ฟันน้ำนม (Deciduous Teeth) มี 20 ซี่

อาหารที่เข้ามาในปากจะถูกแปรสภาพ 2 วิธี คือ อาหารจะถูกฟันบดเคี้ยวให้มีขนาดเล็กลงแต่ยังไม่แปรสภาพให้เล็กลงจนดูดซึม (absorption) ได้ การย่อยเช่นนี้เป็นการย่อยเชิงกล ขณะเดียวกันอาหารเหล่านั้นจะถูกย่อยทางเคมีด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำลายการย่อยเชิงกลจึงเป็นกระบวนการย่อยที่ช่วยแปรสภาพอาหารให้เล็กลงเพื่อน้ำย่อยจะได้แทรกซึมเข้าถึงโมเลกุลของสารอาหารได้อย่างรวดเร็ว

**ลิ้น (Tongue)** ทำหน้าที่ คลุกเคล้าอาหารให้ผสมกับน้ำลาย

**ต่อมน้ำลาย (Salivary gland)** ทำหน้าที่ สร้างน้ำลาย ซึ่งในน้ำลายจะมีน้ำและน้ำย่อย

ต่อมน้ำลายมี 3 คู่ ดังนี้

- 1) ต่อมน้อยบริเวณใต้ขากรรไกรล่าง หรือ ต่อมนับแมนดิบิวลาร์ (Submaxillary gland) 1 คู่
- 2) ต่อมนบริเวณกกหูทั้งสองข้าง หรือ ต่อมนพาโรทิด (Parotid gland) 1 คู่
- 3) ต่อมนใต้ลิ้น หรือ ต่อมนซบลิงกวล (Sublingual gland) 1 คู่

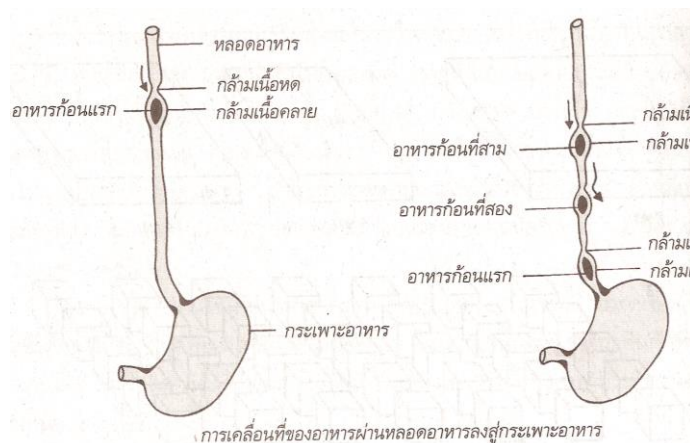
ต่อมน้ำลายที่ใหญ่ที่สุดอยู่บริเวณกกหู ถ้าต่อมนนี้ติดเชื้อไวรัสจะทำให้เกิดอาการอักเสบเป็นโรคคางทูม (Mump)

### การย่อยอาหารในช่องปาก (Oral Cavity)

น้ำย่อยอาหารในปากจะมีเอนไซม์ที่ชื่อว่า ไทยาลิน (Ptyalin ) ซึ่งเป็นเอนไซม์อะไมเลส (Amylase ) ชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่ ย่อยแป้งซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ แป้งที่ถูกย่อยแล้วจะอยู่ในรูปของเดกซ์ทริน (Dextrin) ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กกว่าแป้ง แต่ยังไม่เปลี่ยนเป็นน้ำตาล แต่ถ้าถูกย่อยนานๆ อาจถูกย่อยให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ได้

**2. คอยหอย (Pharynx)** เป็นบริเวณที่ติดต่อกับรูจมูกด้านในที่อยู่สเตเซียน (Eustachian tube) จากหูส่วนกลาง ปาก กล่องเสียง และหลอดอาหาร บริเวณคอยหอยมีต่อมน้ำเหลือง 3 คู่ เรียกว่า ต่อมทอนซิล (Tonsil) ทำหน้าที่ เป็นด่านสกัดไม่ให้เชื้อโรคผ่านเข้าสู่หลอดอาหาร และกล่องเสียงได้ บริเวณคอยหอยไม่มีการย่อยอาหาร แต่เป็นทางผ่านของอาหารจากปากไปสู่หลอดอาหาร

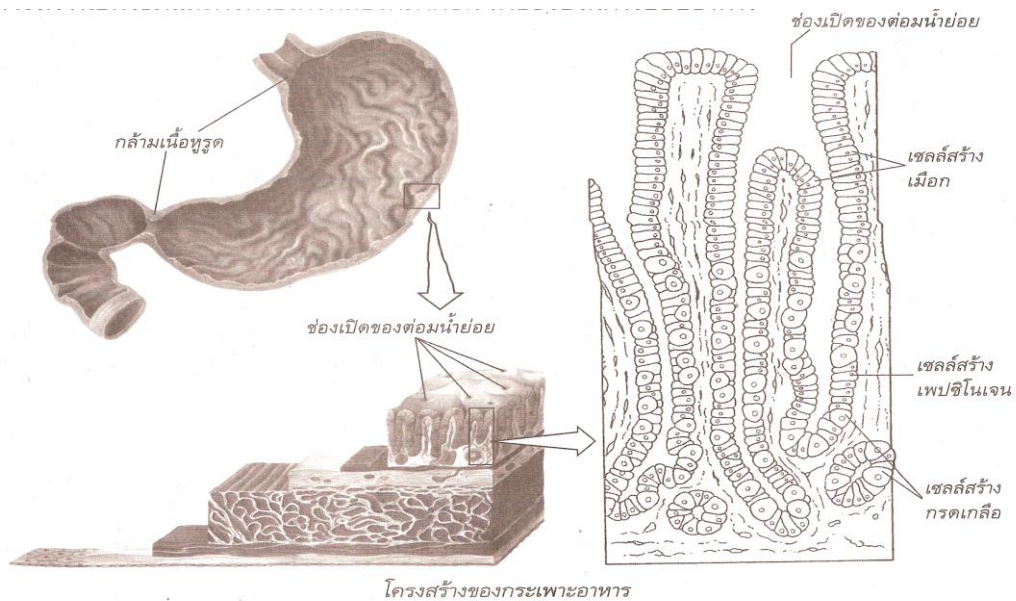
**3. หลอดอาหาร (Esophagus)** มีลักษณะเป็นท่อตรงจากคอยหอยไปกระเพาะอาหาร มีความยาวประมาณ 25 เซนติเมตร



ภาพที่ 3 การเคลื่อนที่ของอาหารผ่านหลอดอาหาร

**การย่อยอาหารในหลอดอาหาร** เป็นการย่อยเชิงกล เนื่องจากหลอดอาหารไม่สามารถสร้างน้ำย่อย แต่มีต่อมสร้างน้ำเมือกช่วยหล่อลื่นอาหารให้เคลื่อนที่ไปง่าย โดยหลอดอาหารจะบีบตัวทำให้อาหารมีขนาดเล็กลงและเคลื่อนลงสู่กระเพาะอาหาร คือ มีการบีบรัดตัวของกล้ามเนื้อทางเดินอาหารจากบนลงล่าง (Peristalsis) ไม่พบการดูดซึมอาหารเพราะอาหารผ่านไปอย่างรวดเร็ว

4. **กระเพาะอาหาร (Stomach)** ในภาวะปกติกระเพาะอาหารจะมีขนาดประมาณ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเมื่อมีอาหารลงไป กระเพาะอาหารจะสามารถขยายใหญ่ขึ้นได้ประมาณ 10 – 40 เท่า กระเพาะอาหารจะมีตำแหน่งอยู่ใต้กระบังลมด้านซ้ายของช่องท้อง ผนังของกระเพาะอาหารเป็นกล้ามเนื้อเรียบแข็งแรง และยืดหยุ่นได้ มี 3 ชั้น ที่ผนังชั้นในมีรอยย่นพับซ้อนกันจนเป็นสันนูนขึ้น เรียกว่า รูกี้ (Rugae) มีต่อมสร้างน้ำย่อยประมาณ 35 ล้านต่อม เรียกว่า Gastric Gland สร้างน้ำย่อย เรียกว่า Gastric Juice ซึ่งมีองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ กรด HCl , KCl , น้ำเมือก (Mucus) , เอนไซม์เปปซิน (Pepsin) , เอนไซม์เรนิน (Renin) และเอนไซม์ไลเปส (Lipase) เมื่อสารในน้ำย่อยรวมตัวกับอาหารจนเหลวจะมีลักษณะคล้ายซूपข้น ๆ เรียกว่า “ไคม์ (Chyme)”



ภาพที่ 4 โครงสร้างของกระเพาะอาหาร

#### การย่อยในกระเพาะอาหาร

1. **การย่อยเชิงกล** เกิดจากการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อกระเพาะอาหารเป็นระยะสั้นๆ ติดต่อกันเป็นช่วงๆ ทำให้ขนาดของอาหารมีขนาดเล็กลง

2. **การย่อยทางเคมี** อาศัยน้ำย่อยที่สร้างจากต่อมสร้างน้ำย่อยที่อยู่บริเวณภายในของกระเพาะอาหาร น้ำย่อยที่สร้างขึ้นในกระเพาะอาหาร ได้แก่ เปปซิน เอนไซม์ และนอกจากนี้ที่ผนังของกระเพาะอาหารยังสร้างกรดไฮโดรคลอริก (HCl) และน้ำเมือกอีกด้วย

**เอนไซม์เปปซิน (Pepsin)** ทำหน้าที่ ย่อยโปรตีนโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโปรตีนขนาดที่มีโมเลกุลเล็ก แต่ยังไม่สามารถถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์ได้

**เอนไซม์เรนิน (Rennin)** ทำหน้าที่ ย่อยโปรตีนในน้ำนม

**กรดไฮโดรคลอริกหรือกรดเกลือ (HCl)** ทำหน้าที่ ปรับสภาพของเอนไซม์เปปซินและเอนไซม์เรนินให้มีสภาพเหมาะสมและสามารถย่อยโปรตีนได้ดี

**น้ำเมือก (Mucous secretion)** ทำหน้าที่ เป็นสารหล่อลื่น

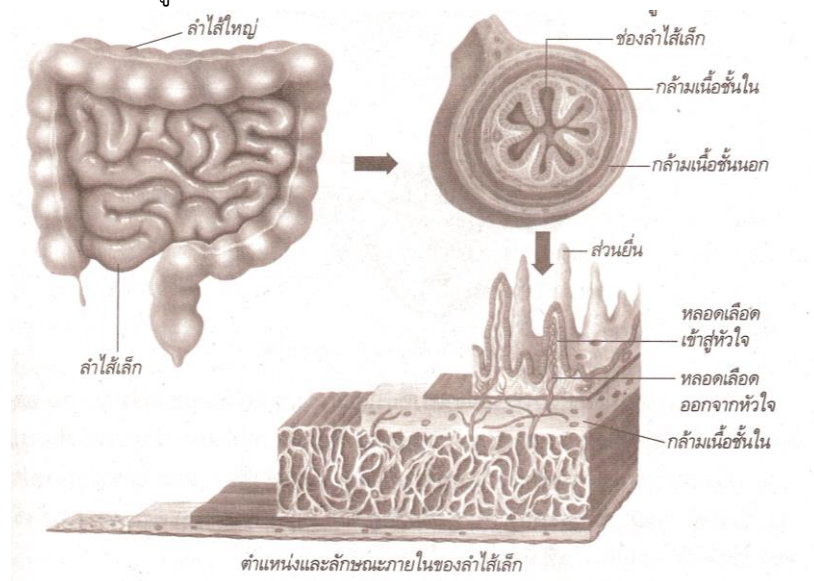
5. **ลำไส้เล็ก (Small Intestine)** เป็นทางเดินอาหารส่วนที่มีความยาวมากที่สุด ซึ่งยาวประมาณ 7-8 เมตร ขดตัวอยู่ในช่องท้อง แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. **ลำไส้เล็กส่วนต้น หรือดูโอดินัม (duodenum)** ต่อจากกระเพาะอาหาร มีลักษณะเป็นรูปตัว U ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร เป็นแหล่งย่อยอาหารที่สำคัญที่สุด มีสารช่วยย่อยบริเวณนี้มากที่สุด

2. **ลำไส้เล็กส่วนกลาง หรือเจจูนัม (Jejunum)** ยาวประมาณ 2.5 เมตร เป็นบริเวณที่มีการดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วมากที่สุด

3. **ลำไส้เล็กส่วนปลาย หรือไอเลียม (Ileum)** ยาวประมาณ 4-5 เมตร เป็นบริเวณที่มี

การย่อยและดูดซึมอาหารที่เหลืออยู่



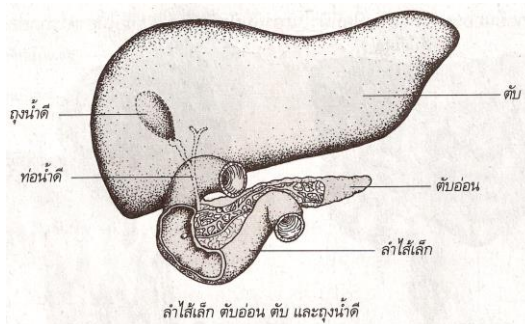
ภาพที่ 5 ตำแหน่งและลักษณะภายในของลำไส้เล็ก

การย่อยสารอาหารส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ลำไส้เล็ก ที่ผนังด้านในของเซลล์จะไม่เรียบและมีลักษณะเป็นปุ่มปมยื่นออกมาจำนวนมาก เรียกว่า “วิลไล (Villi)” โดยภายในส่วนที่ยื่นออกมานั้นจะมีหลอดเลือดฝอยและท่อน้ำเหลืองกระจายอยู่ทั่วไป สารอาหารที่ถูกย่อยจนมีขนาดของอนุภาคเล็กลงจะถูกดูดซึมแพร่ผ่านส่วนที่ยื่นออกมานี้เข้าสู่หลอดเลือด และจากนั้นจะถูกลำเลียงไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยอาศัยการหมุนเวียนของเลือด

เอนไซม์ที่ลำไส้เล็กสร้าง ส่วนใหญ่ ทำหน้าที่ได้ดีในสภาวะเบส

เอนไซม์จากลำไส้เล็ก	สารที่ย่อย	ผลที่ได้
เปปติเดส (Peptidase)	เปปไทด์	กรดอะมิโน
มอลเทส (Maltase)	น้ำตาลมอลโทส	กลูโคส 2 โมเลกุล
ซูเครส (Sucrase)	น้ำตาลทราย (ซูโครส)	กลูโคส และ ฟรักโทส
แลกเทส (Lactase)	น้ำตาลแลคโทส	กลูโคส และกาแลคโทส
เอนเทอโรไคเนส (Enterokinase)	กระตุ้น Trypsinogen จากตับอ่อนให้เป็น Trypsin	

การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก การย่อยอาหารที่อวัยวะส่วนนี้จะมีเอนไซม์ที่ช่วยในการย่อยหลายชนิด ซึ่งผลิตจากอวัยวะต่างๆ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 6 อวัยวะช่วยย่อยอาหารโดยส่งสารมาที่ลำไส้เล็ก

1. ตับ (Liver) ทำหน้าที่ ผลิตน้ำดี แล้วส่งไปเก็บที่ถุงน้ำดี เมื่ออาหารผ่านลงลำไส้เล็กก็จะมีกรกระตุ้นให้น้ำดีหลั่งออกมาแล้วไหลเข้าสู่ลำไส้เล็กส่วนต้น น้ำดีก็จะช่วยกระจายไขมันให้แตกตัวออกเป็นเม็ดเล็กๆ เพื่อให้



เอนไซม์ไลเปสย่อยได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ น้ำดียังช่วยทำลายกรด ทำให้อาหารที่ส่งต่อมายังลำไส้เล็กมีสมบัติเป็นเบส ทำให้เอนไซม์ต่างๆ ที่ย่อยอาหารในลำไส้เล็กทำงานได้ดี เนื่องจากเอนไซม์เหล่านี้จะทำหน้าที่ได้ดีในภาวะที่เป็นเบส และน้ำดียังช่วยดูดซึมสารอาหารเข้าสู่เส้นเลือดอีกด้วย

2. **ตับอ่อน (Pancrease) หลังโซเดียมไฮโดเจนคาร์บอเนต (NaHCO<sub>3</sub>)** มีฤทธิ์เป็นเบส ช่วยลดความเป็นของอาหารที่มาจากกระเพาะอาหาร (Chyme) มีฤทธิ์เป็นกรดจากกระเพาะอาหารให้เป็นกลางหรือเบสอ่อน นอกจากนี้ยังสร้างเอนไซม์เพื่อช่วยย่อยสารอาหารในลำไส้เล็ก เอนไซม์ที่สร้างจากตับอ่อน มีทั้งเอนไซม์ที่พร้อมใช้งาน และเอนไซม์ที่ยังไม่พร้อมใช้งานสำหรับย่อยอาหาร ดังนี้

เอนไซม์พร้อมใช้จากตับอ่อน	สารที่ย่อย	ผลที่ได้
อะไมเลส (Amylase)	แป้ง/ไกลโคเจน/เดกซ์ทริน	น้ำตาลมอลโตส
ไลเปส (Lipase)	ไขมัน	กรดไขมันและกลีเซอรอล

เอนไซม์ย่อยโปรตีนที่ไม่พร้อมใช้งานจากตับอ่อน	สารกระตุ้น	เป็นเอนไซม์พร้อมใช้
ทริปซินโนเจน (Trypsinogen)	Enterokinase	Trypsin
ไคโมทริปซินโนเจน (Chymotrypsinogen)	Trypsin	Chymotrypsin
โพรคาร์บอกซิเพปทิเดส (Procarboxypeptidase)	Trypsin	Carboxipeptidase

**แพนครีเอติก แอลฟา อะไมเลส (Pancreatic  $\alpha$  - amylase)** จะทำหน้าที่ ย่อยคาร์โบไฮเดรตที่ผ่านการย่อยมาจากปากแล้วให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่

**ทริปซิน (Trypsin)** ทำหน้าที่ ย่อยสารอาหารประเภทโปรตีนที่ผ่านการย่อยมาจากกระเพาะอาหารให้มีขนาดเล็กลงจนสามารถแพร่ผ่านผนังลำไส้เล็กเข้าสู่เลือดได้

**ไคโมทริปซิน (Chymotrypsin)** ทำหน้าที่ ย่อยโปรตีนในน้ำนมให้มีขนาดเล็กลง

**ไลเปส (Lipase)** ทำหน้าที่ ย่อยไขมันในกรดไขมัน และกลีเซอรอล ไลเปสจะทำงานได้ดีถ้าทำงานร่วมกับน้ำดีที่สร้างจากตับ โดยน้ำดีจะทำให้อนุภาคของไขมันแตกตัวเป็นอนุภาคเล็กๆ ก่อน จากนั้นไลเปสจะทำการย่อยต่อจนได้กรดไขมัน และกลีเซอรอล ที่สามารถแพร่เข้าสู่เส้นเลือดฝอยได้

3. **ต่อมของลำไส้เล็ก** ลำไส้เล็กส่วนที่สร้างเอนไซม์ที่ช่วยย่อยอาหาร คือ ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) เอนไซม์ที่สร้างจากต่อมลำไส้เล็ก ได้แก่

**ไดแซคคาเลส (Disacchalase)** เป็นเอนไซม์ที่ช่วยย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ได้แก่ เอนไซม์มอลเทส ซูเครส และแลกเทส

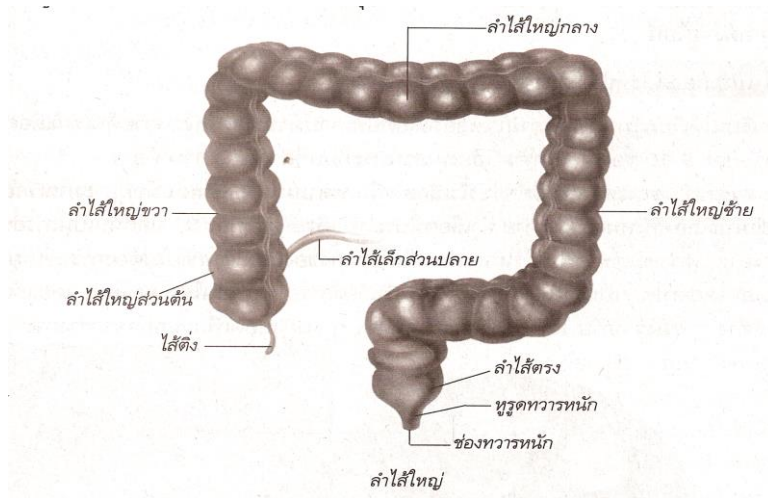
**อะมิโนเปปทิเดส (Aminopeptidase)** ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนจนเป็นกรดอะมิโน สามารถแพร่ผ่านผนังลำไส้เล็กได้

**อีริปซิน (Eripsin)** ทำหน้าที่ ย่อยโปรตีนโมเลกุลย่อยเป็นกรดอะมิโน

6. **ลำไส้ใหญ่ (Large Intestine)** เป็นทางเดินอาหารทางสุดท้ายต่อจากลำไส้เล็ก มีความยาวประมาณ 1.5 เมตร ลักษณะเป็นรูปตัว U กลับหัว แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ **ซีกัม (Caecum)** ยาวประมาณ 1 นิ้ว บริเวณนี้มีไส้ตั้งติดอยู่ด้วย และ **โคลอน (Colon)** เป็นส่วนที่ยาวที่สุดของลำไส้ใหญ่ ต่อมาคือส่วนของ **ลำไส้ตรง (Rectum)** ยาวประมาณ 5 นิ้วและส่วนสุดท้าย คือ **ทวารหนัก (Anal cannal)** ยาวประมาณ 1-1.5 นิ้ว โดยลำไส้ใหญ่ไม่มีการย่อยอาหาร กากอาหารที่เหลือจากการย่อยที่ลำไส้เล็กจะเคลื่อนเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ ที่ผนังของลำไส้ใหญ่จะมีการดูดซึมน้ำ แร่ธาตุ และวิตามินบางชนิดออกจากกากอาหาร ทำให้กากอาหารเหนียวและแข็ง

จากนั้นกากอาหารจะมารวมกันที่ลำไส้ใหญ่ส่วนที่เรียกว่า **ลำไส้ตรง (Rectum)** ซึ่งอยู่เหนือทวารหนัก แล้วขับถ่ายออกมาเป็นอุจจาระ

### การดูดซึมอาหาร (Absorption)

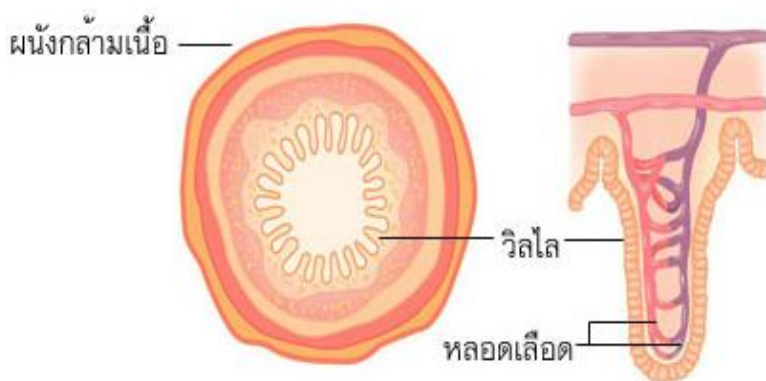


ภาพที่ 7 การดูดซึมอาหารที่ลำไส้ใหญ่

การดูดซึมอาหารเป็นการนำอาหารโมเลกุลเล็กๆที่ผ่านการย่อยแล้ว เช่น น้ำตาลกลูโคส กรดอะมิโน กรดไขมัน กลีเซอรอล ผ่านผนังทางเดินอาหารเข้าสู่กระแสโลหิต และระบบน้ำเหลืองเพื่อนำไปสู่เซลล์ต่างๆ ภายในร่างกาย

สารอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันจะถูกย่อยให้เป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดในลำไส้เล็ก จนสามารถแพร่ผ่านผนังลำไส้เล็กเข้าสู่กระแสเลือดได้ และที่ผนังด้านในลำไส้เล็กจะมีลักษณะไม่เรียบ โดยจะมีส่วนยื่นของกลุ่มเซลล์ยื่นออกมาหลายกลุ่ม เรียกกลุ่มเซลล์ที่ยื่นออกมาว่า วิลลัส (villus) ภายในวิลลัสประกอบด้วย เส้นเลือดฝอยอยู่เป็นจำนวนมาก โมเลกุลของอาหารที่ถูกย่อยแล้วจะถูกดูดซึมแพร่ผ่านผนังวิลลัสเข้าสู่เส้นเลือด จากนั้นอาหารจะไปเลี้ยงเซลล์ทั่วร่างกายโดยการหมุนเวียนของเลือดต่อไป ส่วนสารอาหารพวกไขมันและกลีเซอรอล จะถูกดูดซึมเข้าสู่เส้นน้ำเหลือง เพื่อลำเลียงไปยังเซลล์เช่นกัน

การดูดซึมที่กระเพาะอาหารส่วนใหญ่เป็นการดูดซึมแอลกอฮอล์ และยาต่างๆ ส่วนที่ปากคอกหอย และ หลอดอาหารมีการดูดซึมน้อยมากแทบไม่ต้องคำนึงถึง และที่บริเวณลำไส้ใหญ่จะดูดซึมน้ำ แร่ธาตุและวิตามินเป็น ส่วนใหญ่

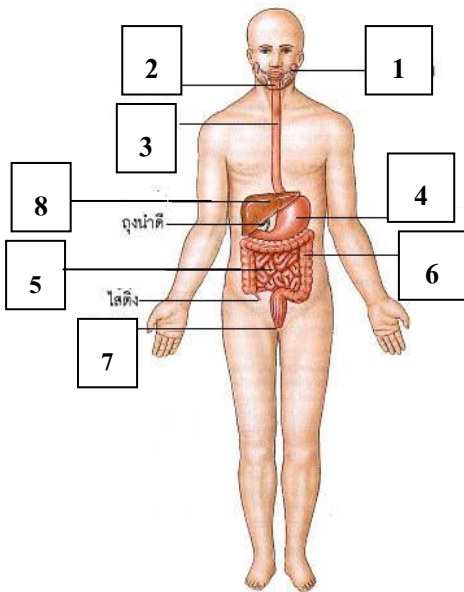


ภาพที่ 8 รูปแสดงโครงสร้างของวิลลัส

หมายเหตุ : เมื่อรับประทานอาหารเข้าปากจะใช้เวลา 4 ชั่วโมงในการลำเลียงมาถึงกระเพาะลำไส้ใหญ่ และจะอยู่ใน ลำไส้ใหญ่ส่วนโคลอนนาน 8-9 ชั่วโมง และจะเคลื่อนถึงลำไส้ตรงในชั่วโมงที่ 12 แล้วขับออกนอกร่างกาย

**ใบงานที่ 2.1 ระบบย่อยอาหาร**

**ตอนที่ 1** จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



**1. ให้ใช้ภาพทางซ้ายมือประกอบการตอบคำถามข้อ 1-4**

1. หมายเลข 1-8 คือ ส่วนประกอบของทางเดินอาหารมีลำดับดังนี้

1) .....

2) .....

3) .....

4) .....

5) .....

6) .....

7) .....

8) .....

2. เมื่อนักเรียนรับประทานข้าวผัดไข่เจียว จะเกิดการย่อยเชิงกลที่หมายเลข.....
3. ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่ใหญ่ที่สุด คือ หมายเลข .....และบริเวณนี้มีการย่อยทางเคมีเกิดขึ้นหรือไม่.....
4. ถ้านักเรียนรับประทานข้าวผัดกุ้ง บริเวณทางเดินอาหารที่สามารถย่อยสารอาหารได้ครบ ทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน คือหมายเลข.....และบริเวณนี้มีหน้าที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ .....
5. อวัยวะที่เป็นทางเดินอาหาร คือ.....
6. อวัยวะที่สร้างสารช่วยย่อยอาหาร คือ.....
7. เอนไซม์ (Enzyme) คือ.....
8. สมบัติของเอนไซม์ มีดังนี้
 

8.1 .....	8.2.....
8.3.....	8.4.....

**ตอนที่ 2** ให้นักเรียนนำพยัญชนะหน้าข้อความด้านขวามือ มาเติมให้สัมพันธ์กับข้อความด้านซ้ายมือ

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| ----- 1. ปาก          | ก. ไม่มีการย่อย อาหารจะเคลื่อนที่ผ่านโดยการหดตัว คลายตัวของชั้นกล้ามเนื้อ |
| ----- 2. หลอดอาหาร    | ข. ผนังด้านในมีวิลลัสยื่นออกมาเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมอาหาร        |
| ----- 3. กระเพาะอาหาร | ค. เกิดการย่อยครั้งแรก โดยมีทั้งการย่อยเชิงกลและการย่อยทางเคมี            |

4. ตับ -----
5. ตับอ่อน -----
6. ลำไส้เล็ก -----
7. ลำไส้ใหญ่ -----
- ง. เป็นจุดพักอาหาร และจะสร้างของเหลวออกมา 3 ชนิด มีการคลุกเคล้าอาหารเข้ากับสารต่างๆ เพื่อช่วยการย่อย
- จ. เก็บกากอาหารที่เหลือจากการย่อย และจะทำหน้าที่ ดูดน้ำและแร่ธาตุกลับคืนสู่ร่างกาย
- ฉ. ทำหน้าที่สร้างน้ำดี ส่งไปเก็บไว้ที่ถุงน้ำดี เพื่อย่อยไขมัน
- ช. ทำหน้าที่สร้างน้ำย่อยหลายชนิด สร้างเอนไซม์และ สารประกอบโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ซึ่งมีสมบัติเป็นเบส

**ตอนที่ 3** คิด วิเคราะห์ และตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

- เหตุใดกระเพาะอาหารจึงไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในกระเพาะอาหาร
- ยาลดกรดเป็นยาที่ช่วยบรรเทาอาการที่เกิดจากโรคกรดไหลย้อนกลับ นักเรียนคิดว่า ยาลดกรด มีหน้าที่อะไร
- เพราะเหตุใดวิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ จึงแพร่เข้าสู่ผนังลำไส้เล็กได้โดยไม่มีการย่อย
- ถ้าผนังลำไส้เล็กมีลักษณะเรียบ ไม่มีส่วนยื่นคล้ายนิ้วมือ การดูดซึมอาหารจะเป็นอย่างไร
- อาหารถูกย่อยในอวัยวะใดนานที่สุด
- การย่อยและดูดซึมอาหารในลำไส้เล็ก ใช้เวลานานเท่าไร
- เวลาที่ใช้ทั้งหมดในการย่อยอาหารตั้งแต่ปากจนกระทั่งเป็นกากอาหารเพื่อรอกำจัดออกทางทวารหนักใช้เวลานานเท่าไร
- นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไรเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอาการท้องผูก

**ตอนที่ 4** คิด วิเคราะห์ และตอบคำถามในตารางต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ตารางสรุปภาพรวมการย่อย (Digestion)

อวัยวะทางเดินอาหาร	ย่อยคาร์โบไฮเดรต	ย่อยโปรตีน	ย่อยไขมัน
ปาก			
กระเพาะอาหาร			
ลำไส้เล็ก			

ตารางสรุปรายละเอียดการย่อย

อวัยวะ	ต่อม	สารที่สร้างได้	เอนไซม์	หน้าที่	ผลที่ได้
ปาก	ต่อมน้ำลาย	น้ำลาย	อะไมเลส (Amylase)	ย่อยแป้ง	น้ำตาล มอลโทส
กระเพาะอาหาร	ต่อมสร้างน้ำย่อยที่ผนังกระเพาะอาหาร (gastric gland)	1.น้ำย่อยของกระเพาะ 2.กรดเกลือ 3.สารเมือก	เปปซิน (pepsin) เรนิน (Renin)	1.ย่อยโปรตีน 2.ฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับอาหาร 3.ช่วยละลายเกลือแร่ในอาหาร 4.ทำให้กระเพาะเป็นกรดเพื่อน้ำย่อยเปปซินจะได้ย่อยโปรตีนได้	โปรตีนที่มีโมเลกุลเล็ก (peptide)
ลำไส้เล็ก	ตับ (Liver) “อวัยวะช่วยย่อย”	น้ำดี (bile)	-	ช่วยละลายไขมัน น้ำมัน ให้ปนกับน้ำ	ไขมัน, น้ำมันที่ละลายน้ำแล้ว
	ตับอ่อน “อวัยวะช่วยย่อย”	น้ำย่อยจากตับอ่อน	อะไมเลส (Amylase)	ย่อยแป้ง (ที่ยังย่อยไม่หมดจากปาก)	น้ำตาลโมเลกุลคู่ (มอลโทส)
			ไลเปส (lipase)	ย่อยน้ำมัน, ไขมัน ที่ละลายน้ำแล้ว	กรดไขมัน กับ กลีเซอรอล
			ทริปซินโนเจน (Trypsinogen)	ย่อยเปปไทด์ที่ได้จากกระเพาะอาหาร	กรดอะมิโน
			ไคโมทริปซินโนเจน (Chymotrypsinogen)		
			โปรคาร์บอกซิเพปทีเดส		
	ต่อมที่ผนังลำไส้เล็ก	น้ำย่อยจากลำไส้เล็ก	เอนเทอโรไคเนส (Enterokinase)	กระตุ้น Trypsinogen จากตับอ่อนให้พร้อมใช้งาน	Trypsin
			แล็กเตส (lactase)	ย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ชนิดแล็กโทส	กลูโคส กับ กาแลกโตส
			มอลเตส (maltase)	ย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ชนิดมอลโทส	กลูโคส กับ กลูโคส
			ซูเครส (sucrose)	ย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ชนิดซูโครส	กลูโคส กับ ฟรุ็กโทส