

## ภาคผนวก ง

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์  
เรื่อง ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT รวมกับการใช้ผังมโนทัศน์  
เรื่อง ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์	จำนวน 21 ชั่วโมง
เรื่อง ระบบย่อยอาหาร	จำนวน 3 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวกิตติยา เกษลี	
สอน สัปดาห์ที่.....วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ 2561 ห้อง ม.2/... ชั่วโมงที่.....เวลา.....	
สอน สัปดาห์ที่.....วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ 2561 ห้อง ม.2/... ชั่วโมงที่.....เวลา.....	

### สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

#### มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

**มาตรฐาน ว 1.1** เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

**ตัวชี้วัด** อธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบสืบพันธุ์ ของมนุษย์และสัตว์ รวมทั้งระบบประสาทของมนุษย์

**มาตรฐาน ว 8.1** ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการ สืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

#### สาระการเรียนรู้

ระบบย่อยอาหารของมนุษย์

#### สาระสำคัญ

ระบบย่อยอาหาร เป็นกระบวนการแปรรูปอาหารที่ร่างกาย รับเข้ามาให้กลายเป็นพลังงานและสารประกอบสำคัญส่งเข้าสู่ กระแสเลือด เพื่อให้ร่างกายนำไปใช้

ประโยชน์ในการ เสริมสร้างอวัยวะต่าง ๆ เพื่อให้ร่างกายสามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้ตามปกติสุข

### จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้และความสามารถ ดังนี้

#### ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายหน้าที่ของการย่อยอาหารได้
2. อธิบายความสำคัญของการย่อยอาหารได้

#### ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

##### ทักษะการคิดวิเคราะห์

1. ด้านด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ
2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์
3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ

##### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการจำแนกประเภท
3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

#### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตสาธารณะ

#### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์

### ส่วนที่ 1 (Why) เรียนรู้จากประสบการณ์และจากการเฝ้าสังเกต

#### ขั้นที่ 1 สร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (20 นาที)

ครูเปิดวีดิทัศน์ เกี่ยวกับการรับประทานอาหารของคนแต่ละประเทศให้นักเรียน  
วิเคราะห์ จากนั้นถามนักเรียน

- อาหารที่รับประทานเข้าไป มีสารอะไรบ้าง กระบวนการที่ได้มาซึ่ง  
สารอาหารคืออะไร และร่างกายนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร (สารอาหารที่ได้จากอาหาร  
ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน แร่ธาตุ กระบวนการที่ทำให้ได้สารอาหารคือ  
กระบวนการย่อยอาหาร และร่างกายมีการนำสารอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโต  
ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ)

#### ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ (15 นาที)

ให้นักเรียนดูโปสเตอร์ของอวัยวะต่าง ๆ ในระบบย่อยอาหารแล้วร่วมกัน  
อภิปรายทบทวนความรู้ เกี่ยวกับโครงสร้างของอวัยวะในระบบย่อยอาหารโดยตั้งคำถาม  
อภิปรายดังนี้

- อาหารที่กินเข้าไปจะผ่านไปตามอวัยวะใดบ้าง (อาหารจะผ่านจากปากเข้าสู่  
หลอดอาหาร หลอดอาหารกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ทวารหนัก ตามลำดับ อวัยวะ  
เหล่านี้เป็นช่องติดต่อถึงกันตลอดเรียกรวมกันว่าทางเดินอาหาร)

#### ส่วนที่ 2 (What) การสร้างความคิดรวบยอด

#### ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (15 นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป เกี่ยวกับเรื่องการย่อยอาหารว่า เมื่อรับประทาน  
อาหาร เข้าไปในร่างกายอาหารจะผ่านจากปากเข้าสู่หลอดอาหาร หลอดอาหาร กระเพาะ  
อาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ทวารหนัก ตามลำดับ อวัยวะเหล่านี้เป็นช่องติดต่อถึงกัน  
ตลอดเรียกรวมกันว่าทางเดินอาหารระบบย่อยอาหาร การย่อยอาหารเป็นกระบวนการ  
แปรรูปอาหารที่ร่างกาย รับเข้ามาให้กลายเป็นพลังงานและสารประกอบสำคัญส่ง  
เข้าสู่กระแสเลือด เพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ในการ เสริมสร้างอวัยวะต่าง ๆ เพื่อให้  
ร่างกายสามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้ตามปกติสุข

#### ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดรวบยอด (30 นาที)

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน คละกันตามความสามารถและเพศ ให้แต่ละ  
กลุ่มศึกษาความรู้เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จากหนังสือเรียน ใบความรู้ เพาเวอร์พอยต์

เรื่อง ระบบย่อยอาหาร จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันบอกชื่อ หน้าที่และวิธิตูแลอวัยวะในระบบย่อยอาหารให้ทำงานได้อย่างเป็นปกติ จากกิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ที่ครูแจกให้ในแต่ละกลุ่ม

**ส่วนที่ 3 (How) เป็นกระบวนการเรียนรู้อันเกิดจากความคิดรวบยอดไปสู่การปฏิบัติ**  
**ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (15 นาที)**

ครูสุ่มเรียกตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม ออกมานำเสนอผลงานที่หน้าชั้นเรียน

**ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (50 นาที)**

นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเรื่อง ขนาดของอนุภาคของแป้งและน้ำตาล

**ส่วนที่ 4 (If) การบูรณาการประสบการณ์และประยุกต์ใช้**

**ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่าและประยุกต์ใช้ ร่วมกับผังมโนทัศน์ (20 นาที)**

ให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

**ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (15 นาที)**

เมื่อแต่ละกลุ่มเขียนผังมโนทัศน์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลงานที่หน้าชั้นเรียน จนครบทุกกลุ่ม ครูกล่าวชมเชยกลุ่มที่ปฏิบัติได้ดี และแนะนำเพิ่มเติมสำหรับกลุ่มที่ยังปฏิบัติไม่ถูกต้อง

**สื่อ/แหล่งการเรียนรู้**

**สื่อการเรียนรู้**

- หนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- วิดีทัศน์ เกี่ยวกับการรับประทานอาหารของคนแต่ละประเทศ
- โปสเตอร์ของอวัยวะต่าง ๆ ในระบบย่อยอาหาร
- เพาเวอร์พอยต์เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
- กิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
- กิจกรรมการทดลองเรื่อง ขนาดของอนุภาคของแป้งและน้ำตาล
- ใบงานผังมโนทัศน์เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

**แหล่งการเรียนรู้**

- ห้องสมุด
- ห้องปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์

## การวัดและการประเมินผล

การวัดผลประเมินผล ด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การผ่านการ ประเมิน
1. ด้านความรู้ (K)	- ตรวจสอบแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลัง เรียนเรื่อง ระบบย่อย อาหาร	- แบบทดสอบก่อน เรียนและหลังเรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร	- นักเรียนสามารถ ตอบคำถามได้อย่าง ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
	- ตรวจสอบใบงานผังมโน ทัศน์เรื่อง ระบบย่อย อาหาร	- ใบงานผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร	- ผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับดีเยี่ยมขึ้นไป
2. ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	- ตรวจสอบแบบทดสอบ คิดวิเคราะห์ ก่อน เรียนและหลังเรียน เรื่อง ระบบย่อย อาหาร	- แบบทดสอบคิด วิเคราะห์ ก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง ระบบย่อยอาหาร	- นักเรียนสามารถ ตอบคำถามได้อย่าง ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
	- ตรวจสอบกิจกรรมฝึก ทักษะการคิด วิเคราะห์เรื่อง ระบบ ย่อยอาหาร	- กิจกรรมฝึกทักษะ การคิดวิเคราะห์เรื่อง ระบบย่อยอาหาร	- ผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับดีเยี่ยมขึ้นไป
	- ตรวจสอบกิจกรรมการ ทดลองเรื่อง ขนาด ของอนุภาคของแป้ง และน้ำตาล	- กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ขนาดของอนุภาค ของแป้งและน้ำตาล	- ผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับดีเยี่ยมขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ (A)	- สังเกตพฤติกรรม จากสภาพจริง	- แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	- ผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับดีเยี่ยมขึ้นไป



8. บันทึกหลังการสอน

8.1 ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.2 ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวกิตติยา เกษลี)

แบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร  
 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	จำนวนข้อที่ตอบถูก (10 ข้อ)	ผลการประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1				
2				
3				

ข้อสังเกต

.....

.....

.....

(ลงชื่อ)

ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการทำงาน

คะแนน	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
10-8	ดีเยี่ยม	ผ่าน
7-5	ดี	ไม่ผ่าน
4-0	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน

แบบบันทึกคะแนนกิจกรรมการทดลอง  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์  
 เรื่อง ขนาดของอนุภาคของแป้งและน้ำตาล  
 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน
		3	2	1	
1	การคิดวิเคราะห์				
2	การเขียนสื่อความ				
3	มีความคิดสร้างสรรค์				
4	ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้				
<b>รวม</b>					
<b>ระดับคุณภาพ</b>					

(ลงชื่อ)

ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

**เกณฑ์การประเมินการทำใบงาน**

คะแนน	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
12-9	ดีเยี่ยม	ผ่าน
8-5	ดี	ไม่ผ่าน
4-0	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน

## เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรมการทดลอง

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การคิดวิเคราะห์	มีการจับประเด็นสำคัญ ขยายความ ยกตัวอย่าง เปรียบเทียบ และสรุปความคิดรวบยอดได้ดี	มีการจับประเด็นสำคัญได้ แต่ขยายความหรือยกตัวอย่างไม่ได้	มีการจับประเด็นสำคัญได้น้อย
2. การเขียนสื่อความ	เขียนสื่อความได้ถูกต้องตามอักขรวิธี ตรงประเด็นและเข้าใจง่าย	เขียนสื่อความไม่ถูกต้องตามอักขรวิธี 2-3 แห่ง ตรงประเด็น	เขียนสื่อความได้น้อย ไม่ตรงประเด็น
3. มีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานมีรูปแบบ น่าสนใจ มีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด ระบายสีได้สวยงาม	ผลงานมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด แต่ไม่ดึงดูดความสนใจ	ผลงานมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด น้อยมาก
4. ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้	สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม	สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้บ้าง	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก

แบบบันทึกคะแนนกิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร  
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน
		3	2	1	
1	การคิดวิเคราะห์				
2	การเขียนสื่อความ				
3	มีความคิดสร้างสรรค์				
4	ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้				
<b>รวม</b>					
<b>ระดับคุณภาพ</b>					

(ลงชื่อ)

ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

**เกณฑ์การประเมินการทำงาน**

คะแนน	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
12-9	ดีเยี่ยม	ผ่าน
8-5	ดี	ไม่ผ่าน
4-0	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การคิดวิเคราะห์	มีการจับประเด็นสำคัญ ขยายความ ยกตัวอย่าง เปรียบเทียบและสรุป ความคิดรวบยอดได้ดี	มีการจับประเด็นสำคัญได้ แต่ขยายความหรือ ยกตัวอย่างไม่ได้	มีการจับประเด็นสำคัญได้น้อย
2. การเขียนข้อความ	เขียนข้อความได้ถูกต้องตามอักขรวิธี ตรงประเด็นและ เข้าใจง่าย	เขียนข้อความไม่ถูกต้องตามอักขรวิธี 2-3 แห่ง ตรงประเด็น	เขียนข้อความได้น้อย ไม่ตรงประเด็น
3. มีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานมีรูปแบบน่าสนใจ มีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด ระบายสีได้สวยงาม	ผลงานมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด แต่ไม่ดึงดูดความสนใจ	ผลงานมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด น้อยมาก
4. ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้	สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม	สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้บ้าง	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก

**แบบบันทึกผลการประเมินผังมโนทัศน์**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร**  
**สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

**คำชี้แจง** ให้ผู้ประเมินขีดเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน
		3	2	1	
1	มีชื่อฟังก์กราฟิกพร้อมรายละเอียดเหมาะสม				
2	การระบุใจความสำคัญและรายละเอียดของเนื้อหาถูกต้องตรงประเด็น				
3	ข้อมูลที่เสนอมีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงได้ชัดเจนและถูกต้อง				
4	การสะกดคำ และการใช้ภาษาของข้อความในผังมโนทัศน์ มีความถูกต้อง				
5	มีความประณีตสวยงามในการพัฒนาผังมโนทัศน์				
<b>รวม</b>					
<b>ระดับคุณภาพ</b>					

(ลงชื่อ)

ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

**เกณฑ์การประเมินผังมโนทัศน์**

ผลงานสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	3 คะแนน
ผลงานมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	2 คะแนน
ผลงานมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	1 คะแนน

**เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ**

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดีเยี่ยม
5-10	ดี
ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง

แบบประเมินผลงานด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร  
 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม												รวม 12	
		มีวินัย			ใฝ่เรียนรู้			มุ่งมั่นในการทำงาน			มีจิต สาธารณะ				
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															

(ลงชื่อ)

ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

## เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12-9	ดีเยี่ยม
8-5	ดี
4-0	ปรับปรุง



เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	4	2	1
1. มีวินัย	ทำงานเรียบร้อย มีวินัยในตนเอง ควบคุมตัวเองได้ โดยไม่มีครูควบคุม และปฏิบัติจนเป็น นิสัย	ทำงานเรียบร้อย มีวินัยในตนเอง ควบคุมตัวเองได้ ในบางครั้ง	ทำงานไม่เรียบร้อย ขาดวินัยในตนเอง ควบคุมตัวเองไม่ได้
2. ใฝ่เรียนรู้	มีความสนใจ กระตือรือร้น ตอบคำถาม ค้นคว้า หาความรู้เพิ่มเติม	มีความสนใจ กระตือรือร้น ไม่ตอบ คำถาม ไม่ค้นคว้าหา ความรู้เพิ่มเติม	ไม่มีความสนใจ ไม่กระตือรือร้น ไม่ตอบคำถาม ไม่ค้นคว้าหาความรู้ เพิ่มเติม
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจ และ รับผิดชอบในหน้าที่ การงาน มีความ เพียรพยายาม อดทน ทำงานเสร็จ ตามเวลาที่กำหนด	ตั้งใจ และรับผิดชอบ ในหน้าที่การงาน ไม่มี ความเพียรพยายาม อดทน ทำงานเสร็จ ไม่ทันตามเวลา ที่กำหนด	ไม่ตั้งใจ และ รับผิดชอบในหน้าที่ การงาน ไม่มีความ เพียรพยายาม อดทน ทำงานเสร็จไม่ทันตาม เวลาที่กำหนด
4. มีจิต สาธารณะ	ช่วยเหลือเพื่อน รักษาความสะอาด ห้องเรียน รักษาของ ส่วนรวม ปิดไฟ และพัดลมก่อนออก จากห้องเรียน	ช่วยเหลือเพื่อนรักษา ความสะอาด ห้องเรียน ไม่รักษา ของส่วนรวม ไม่ปิด ไฟ และพัดลมก่อน ออกจากห้องเรียน	ไม่ช่วยเหลือเพื่อน รักษาความสะอาด ห้องเรียน ไม่รักษา ของส่วนรวม ไม่ปิดไฟ และพัดลมก่อนออก จากห้องเรียน

## ใบความรู้ที่ 2

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์

#### เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

อาหารประเภทที่นักเรียนรับประทานทุกวันนี้ มีทั้งอาหารที่ให้พลังงานกับร่างกาย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ล้วนแต่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ร่างกายไม่สามารถดูดซึมและลำเลียง เข้าสู่เซลล์ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงจำเป็นต้องมีอวัยวะและกลไกการทำงานต่าง ๆ ที่จะทำโมเลกุลของสารอาหารเหล่านั้นมีขนาดเล็กจนสามารถลำเลียงเข้าสู่เซลล์ได้ เรียกว่า “การย่อยอาหาร” ส่วนอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ เกลือแร่ และวิตามิน ซึ่งมีอนุภาคขนาดเล็กไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการทำให้ขนาดโมเลกุลมีขนาดเล็ก

**1. การย่อยอาหาร (Digestion)** หมายถึง การทำให้สารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่กลายเป็นสารอาหารที่มีโมเลกุลเล็กจนกระทั่งแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ การย่อยอาหารในร่างกายมี 2 วิธี คือ

**1.1 การย่อยเชิงกล (Mechanical digestion)** คือการบดเคี้ยวอาหารโดยฟัน รวมทั้งการบีบตัวของทางเดินอาหาร น้ำดีทำให้ไขมันแตกตัว แต่ยังไม่สามารถทำให้อาหารมีขนาดเล็กสุด จึงไม่สามารถดูดซึมเข้าสู่เซลล์ได้

**1.2 การย่อยเชิงเคมี (Chemical digestion)** คือการเปลี่ยนแปลงขนาดโมเลกุลของอาหารให้มีขนาดเล็กที่สุด โดยการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่าง อาหาร กับน้ำโดยตรง และจะใช้เอนไซม์เข้าเร่งปฏิกิริยาผลจากการย่อยทางเคมีเมื่อถึงจุดสุดท้าย จะได้สารโมเลกุลเล็กที่สุดที่สามารถดูดซึมเข้าสู่เซลล์ได้

**2. ทางเดินอาหาร (Digestive channel)** ประกอบไปด้วยปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ของเสียออกทางทวารหนัก ทางเดินอาหารของสัตว์รวมถึงมนุษย์มีวิวัฒนาการจากท่อยาว ๆ จากส่วนหัวเป็นช่องเข้าของอาหารและมีช่องเปิดทางส่วนท้ายลำตัวเพื่อนำกากอาหารออกจากร่างกาย

#### 2.1 ปากและโพรงปาก (Mouth and mouth cavity)

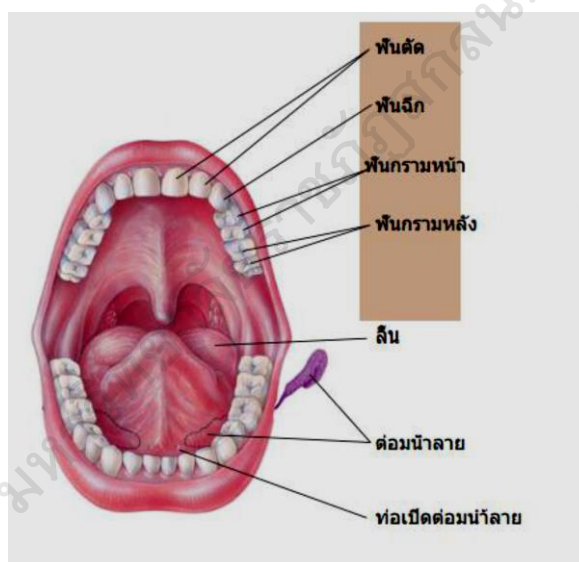
ประกอบด้วยขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง เพดานแข็ง เพดานอ่อน ฟัน ลิ้น และต่อมน้ำลาย

2.2.1 ปาก (Mouth) มีหน้าที่เป็นทางเข้าของอาหาร เมื่ออาหารเข้าสู่ปาก จะถูกบดด้วยฟัน มีลิ้นช่วยคลุกเคล้าอาหารให้เข้ากับน้ำลาย

2.2.2 ฟัน (Teeth) มีหน้าที่ในการตัด ฉีก และบดอาหาร ซึ่งฟันแท้แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะรูปร่างและหน้าที่ คือ ฟันตัด (Incisor) ฟันฉีก (Canine) ฟันกรามหน้า (Premolar) ฟันกรามหลัง (Molar) ฟันของคนมี 2 ชุด คือ

1) ฟันน้ำนม (Temporary teeth) เป็นฟันชุดแรก มี 20 ซี่ จะเริ่มปรากฏให้เห็นเมื่ออายุประมาณ 6 เดือน เริ่มหักเมื่ออายุประมาณ 6 ขวบ สูตรฟันน้ำนมของคนเฉพาะ 1/4 ของปาก คือ I : C : PM : M คือ 2 : 1 : 2 : 0

2) ฟันแท้ (Permanent teeth) เป็นฟันชุดที่ 2 มีจำนวน 32 ซี่ จะงอกครบเมื่ออายุประมาณ 13 ปี สูตรฟันแท้ของคนเฉพาะ 1/4 ของปาก คือ I : C : PM : M คือ 2 : 1 : 2 : 3



ภาพที่ 1 แสดงช่องปากในคน

ที่มา : Jane B. Reece . . . [et al.], 2012, p. 434

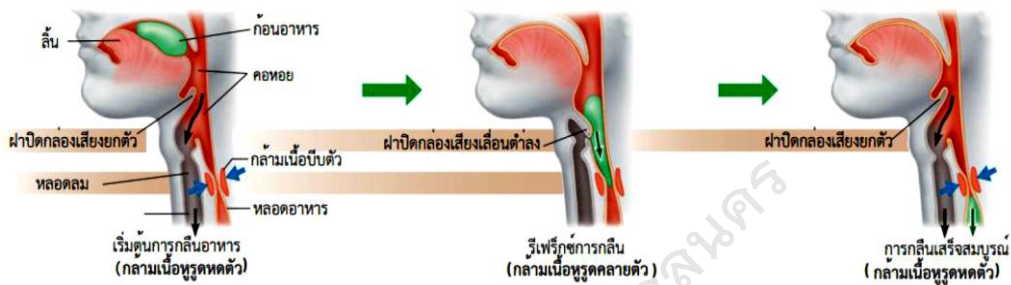
2.2 ลิ้น (Tongue) ลิ้นทำหน้าที่บดอาหาร กลิ้นอาหารและเปล่งเสียง และมีหน่วยรับรู้อารเคมี (chemoreceptor) ในการรับรสอาหาร และคลุกเคล้าอาหารให้เป็นก้อน (Bolus) แล้วช่วยส่งอาหารเข้าสู่ทางเดินอาหารส่วนถัดไป

2.3 คอหอย (Pharynx) อาหารถูกกลืนโดยลิ้นดันก้อนอาหารไปทางด้านหลังลงสู่ช่องคอ ดังรูปที่ 1.2 ภาพซ้ายเมื่อเริ่มต้นก่อนกลืน ฝาปิดกล่องเสียงยกตัวอยู่ หลอดลมเปิด อากาศผ่านเข้าออกในหลอดลมได้ แต่เมื่อมีการกลืนดังรูปกลาง เพดานอ่อน

ยกขึ้นปิดช่องจมูก ฝาปิดกล่องเสียง (Epiglottis) กดตัวลงมาปิดหลอดลม กล้ามเนื้อบริเวณคอหอย หดตัวดันก้อนอาหาร (Bolus) เคลื่อนเข้าสู่หลอดอาหาร

#### 2.4 หลอดอาหาร (Esophagus) ไม่มีต่อมที่ทำหน้าที่สร้างน้ำย่อย

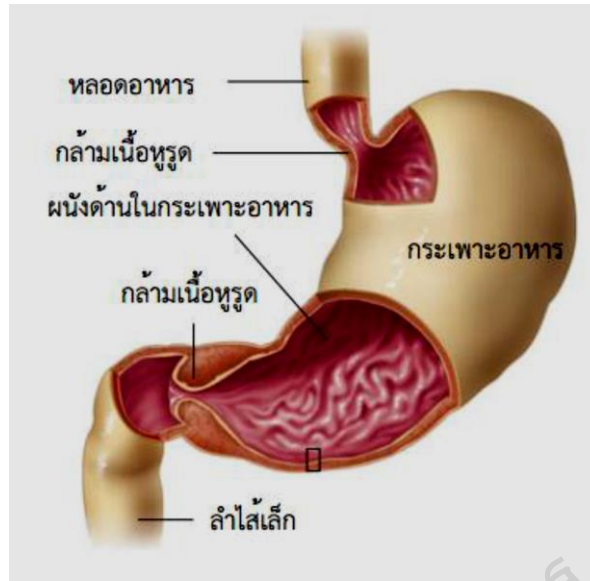
เมื่ออาหารผ่านลงสู่หลอดอาหารจะทำให้เกิดการหดตัวติดต่อกันเป็นลูกคลื่นของผนังกล้ามเนื้อหลอดอาหาร ซึ่งเรียกว่า เพอริสตัลซิส (Peristalsis) ไล่ให้อาหารตกลงสู่กระเพาะอาหาร



ภาพที่ 2 แสดงกลไกการกลืนอาหาร

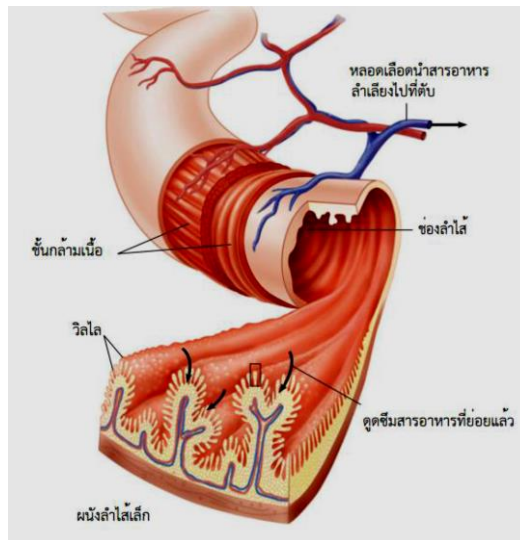
ที่มา : Jane B. Reece . . . [et al.], 2012, p. 434

**2.5 กระเพาะอาหาร (Stomach)** อยู่ภายในช่องท้องด้านซ้ายใต้กะบังลม เป็นถุงกล้ามเนื้อที่ยืดขยายได้ดี แข็งแรงมากภายในไม่เรียบมีลักษณะคล้ายลูกคลื่น สามารถขยายความจุได้ถึง 500 – 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำหน้าที่ย่อยอาหาร ประเภทโปรตีน มีกล้ามเนื้อหูรูดอยู่ 2 แห่ง คือ กล้ามเนื้อหูรูด ที่ต่อกับหลอดอาหาร และ กล้ามเนื้อหูรูดที่ต่อกับลำไส้เล็ก ภายในกระเพาะอาหารมีต่อมสร้างกรดเกลือ น้ำเมือก รวมทั้งน้ำย่อยอีก 2 ชนิด ครั้งแรกจะอยู่ในสภาพที่ยังไม่พร้อมที่จะทำงานได้ แต่เมื่อรวมกับกรดเกลือแล้ว น้ำย่อยจึงเปลี่ยนสภาพให้พร้อมที่จะย่อยอาหารได้ กระเพาะอาหารจะหลั่งกรดเกลือ เปลี่ยนเพปซิโนเจนและโพรเรนนินให้เป็นเพปซินและเรนินซึ่งเพปซินและเรนินจะย่อยโมเลกุลของโปรตีนให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง อาหารจะคลุกเคล้ากับน้ำย่อยในกระเพาะอาหารประมาณ 1–6 ชั่วโมง จึงถูกส่งผ่านเข้าสู่ลำไส้เล็ก นักวิทยาศาสตร์พบว่า น้ำย่อยที่สร้างขึ้นจากต่อมในกระเพาะอาหารนี้ น้ำย่อยรวมตัวกับอาหารจนเหลวและเข้ากันดีคล้ายซूपข้น ๆ เรียกว่า ไคม์ (Chyme) จะถูกส่งเข้าสู่ลำไส้เล็กต่อไป เพื่อส่งต่อไปยังดูโอดีนัม



ภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างของกระเพาะอาหาร  
ที่มา : Jane B. Reece . . . [et al.], 2012, p. 436

**2.6 ลำไส้เล็ก (Small intestine)** เป็นส่วนที่ต่อจากกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็กมีลักษณะเป็นท่อยาวประมาณ 6-7 เมตร ขดอยู่ในช่องท้อง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนต้นเรียก ดูโอดินัม (Duodenum) ยาวประมาณ 25 เซนติเมตร เป็นที่มีการย่อยอาหารทุกประเภท ส่วนถัดไป เรียกว่า เจจูนัม (Jejunum) ยาวประมาณ 2.50 เมตร เป็นส่วนที่มีการดูดซึมสารอาหารที่ย่อยแล้ว โดยมีวิลไล ดังภาพที่ 4 ทำหน้าที่ดูดซึม ส่วนท้ายเรียก ไอลีียม (Ileum) ยาวประมาณ 4 เมตร ทำหน้าที่ดูดซึมสารอาหาร วิตามิน เกลือแร่ เหมือนเจจูนัม



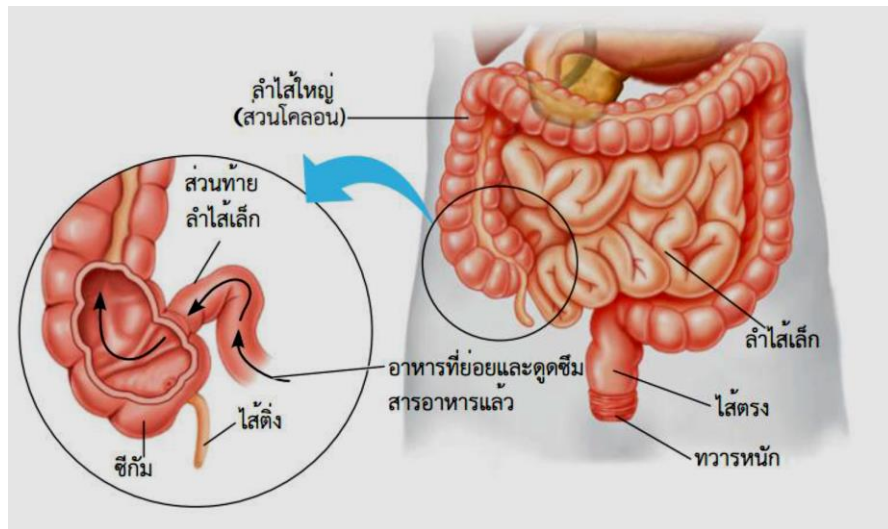
ภาพที่ 4 แสดงการดูดซึมสารอาหารโดยวิลโลในลำไส้เล็ก

ที่มา : Jane B. Reece . . . [et al.], 2012, p. 439

**2.7 ลำไส้ใหญ่ (Large intestine)** อาหารที่ย่อยไม่หมดหรือย่อยไม่ได้ เรียกว่ากากอาหาร รวมทั้งน้ำ วิตามิน และแร่ธาตุบางส่วนที่ไม่ถูกดูดซึมจากลำไส้เล็ก จะเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ผ่านทางรูรูดที่กั้นระหว่างลำไส้ใหญ่กับโวลีเยียม ลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ ประมาณ 1.50 เมตร ประกอบด้วย ซีกัม (Caecum) โคลอน (Colon) และไส้ตรง (Rectum) ลำไส้ใหญ่มีหน้าที่ดูดซึมน้ำและวิตามินบี 12 ที่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่สร้างขึ้น และส่งกากอาหารออกทางไส้ตรงต่อไปส่วนซีกัมจะมีไส้ติ่ง (Appendix) ยื่นออกจากซีกัม ลำไส้ใหญ่ ไม่มีหน้าที่เกี่ยวกับการย่อยอาหาร

**2.8 ไส้ตรง (Rectum)** เมื่อกากอาหารถูกส่งเข้าสู่ไส้ตรงซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายของทางเดินอาหาร ปฏิกริยาริเฟล็กซ์กระตุ้นให้ขับอุจจาระออกจากร่างกาย

**2.9 ทวารหนัก (Anus)** เป็นกล้ามเนื้อหูรูด 2 ชั้น กล้ามเนื้อหูรูดทวารหนัก อันในทำงานนอกอำนาจจิตใจ แต่กล้ามเนื้อหูรูดทวารหนักอันนอกเปิดออกเมื่อร่างกาย ต้องการ ทวารหนักอยู่ต่อกับไส้ตรงมีกล้ามเนื้อแข็งแรงบีบตัวช่วยในการขับถ่ายกากอาหาร



ภาพที่ 5 แสดงการดูดซึมสารอาหารโดยวิลไลในลำไส้เล็ก

ที่มา : Jane B. Reece . . . [et al.], 2012, p. 439

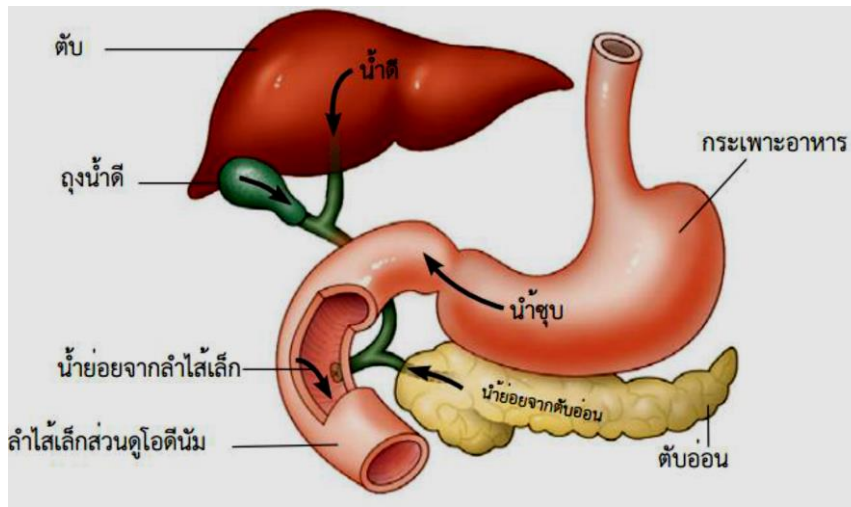
**3. อวัยวะช่วยย่อยอาหาร (Accessory organs)** เป็นอวัยวะที่ไม่ใช่ทางเดินของอาหาร แต่มีหน้าที่ช่วยให้การย่อยอาหารมีประสิทธิภาพ เช่นสร้างเอนไซม์ น้ำดี เมื่อกัดได้แก่

**3.1 ต่อมน้ำลาย (Salivary gland)** ผลิตน้ำย่อยอะไมเลส (amylase) หรือไทยาลิน (ptyalin) ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลมอลโทส

**3.2 ตับ (Liver)** ผลิตน้ำดี ย่อยไขมันให้เป็นไขมันแตกตัวเป็นเม็ดเล็ก ๆ จัดเป็นการย่อยเชิงกล

**3.3 ตับอ่อน (Pancreas)** ผลิตน้ำย่อยลิเพส ซึ่งทำหน้าที่ย่อยไขมันแตกตัวให้เป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล น้ำย่อยทริปซิน จะย่อยโปรตีนให้เป็นพอลิเปปไทด์และไดเปปไทด์ น้ำย่อยคาร์บอกซิ-เพปติเดสย่อยเปปไทด์ให้เป็นกรดอะมิโน น้ำย่อยอะไมเลสย่อยเช่นเดียวกับน้ำย่อยอะไมเลสในปาก





ภาพที่ 1.6 แสดงอวัยวะช่วยย่อยอาหาร

ที่มา : Jane B. Reece . . . [et al.], 2012, p. 434

#### 4. การดูดซึมสารอาหาร (Absorption)

4.1 ปาก มีการดูดซึมน้อยมาก จนไม่ถือว่าเป็นเลยก็ได้

4.2 กระเพาะอาหาร มีการดูดซึมอาหารเข้ากระแสเลือดบ้างเล็กน้อย ในจำพวกสารอาหารต่าง ๆ ที่ดูดซึมในกระเพาะอาหารนี้ แอลกอฮอล์เท่านั้นที่ถูกดูดซึมมากกว่าสารอื่น คือ ประมาณ 30-40 % ของแอลกอฮอล์ที่ดื่มเข้าไป จึงเป็นเหตุผลอธิบายได้ว่าคนดื่มสุราขณะท้องว่างจะเมาเร็ว นอกจากนี้ในกระเพาะอาหารยังมีการดูดซึมน้ำ น้ำตาลกลูโคส เกลือแร่ที่มีคุณสมบัติละลายน้ำ เช่น เกลือ วิตามินประเภทละลายน้ำ เช่น วิตามินบีและซี และยาบางชนิด (พวกฝิ่น เฮโรอีน จะดูดซึมทางกระเพาะอาหารเข้าสู่กระแสเลือดได้มาก)

4.3 ลำไส้เล็ก อาหารต่าง ๆ เมื่อถูกย่อยแล้ว จะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กเกือบทั้งหมด คือประมาณ 95% ทั้งนี้เพราะเยื่อเมือกของผนังลำไส้เล็กนอกจากจะยื่นพับไปมาแล้ว ยังมีส่วนที่เรียกว่า ปุ่มซิม (Villi) ยื่นออกมาจากผนังลำไส้ มีลักษณะคล้ายนิ้วมือ ในคนมีประมาณ 18 ถึง 40 ปุ่ม ต่อพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร หรือประมาณ 4-5 ล้านปุ่ม ตลอดผนังลำไส้เล็กทั้งหมด เป็นการเพิ่มพื้นผิวของลำไส้เล็กประมาณ 3-18 เท่า ทำให้เกิดเนื้อที่มากมายที่อาหารจะมาสัมผัสเพื่อถูกดูดซึมได้มากขึ้นและเร็วขึ้น

5. ลำดับและเวลาที่ใช้ในการย่อยอาหาร ตั้งแต่เรารับประทานอาหารเข้าไป ในปากจนถึงออกทางทวารหนัก เราเรียกทางที่อาหารผ่านทั้งหมดนี้ว่า “ระบบทางเดิน



อาหาร” หรือ “ระบบย่อยอาหาร” ซึ่งจะมีความยาวประมาณ 6 เท่าของความสูงของคน ส่วนระยะเวลานับตั้งแต่อาหารเริ่มเข้าไปทางปาก จนกระทั่งถ่ายออกมานั้นอยู่กับชนิดของอาหาร แต่จะอยู่ระหว่าง 16–28 ชั่วโมง

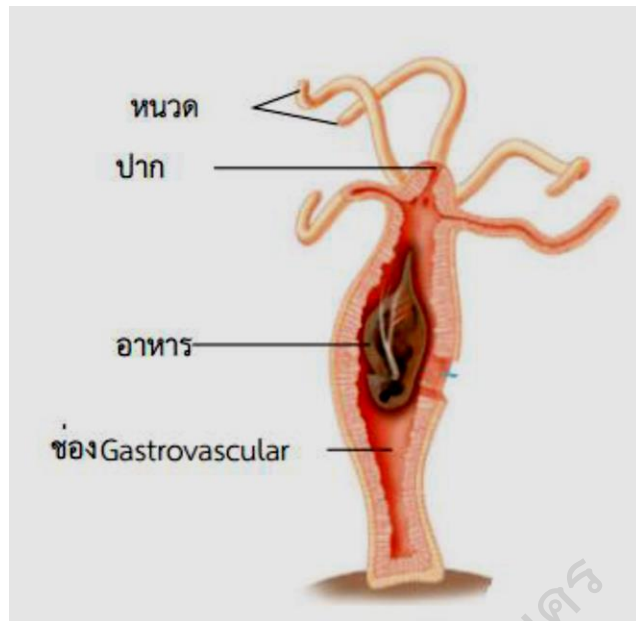
## 6. ระบบย่อยอาหารในสัตว์บางชนิด

6.1 สัตว์ที่มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ (Incomplete digestive tract) มีปากและทวารหนักเป็นช่องเปิดร่วมกัน ได้แก่ ไฮดรา และพลานาเรีย

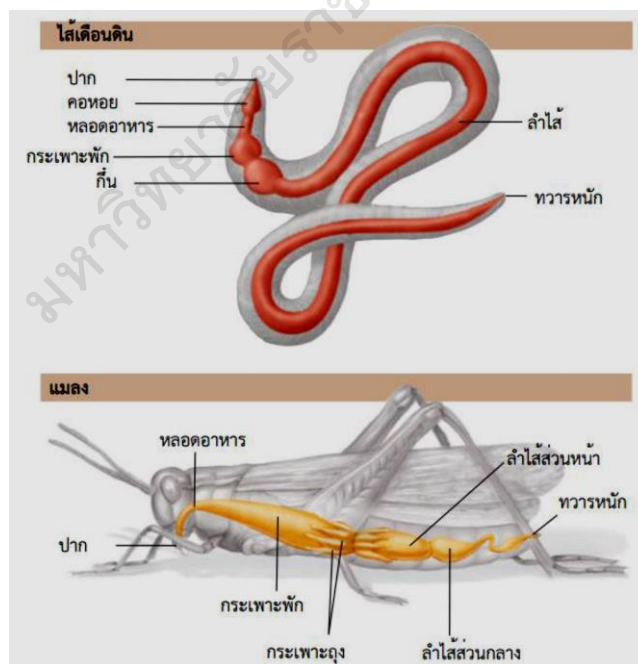
6.1.1 ไฮดรา (Hydra) ดังรูปที่ 1.7 โดยที่หนวดมีเข็มพิษ ซึ่งจะปล่อยพิษออกมาทำร้ายเหยื่อในน้ำ แล้วจับเหยื่อส่งเข้าสู่ปากผ่านเข้าสู่ช่องกลางลำตัว (Gastrovascular cavity) แล้วปล่อยน้ำย่อยมาย่อยนอกเซลล์ จากนั้นจึงดูดซึมสารอาหารเข้าไปในเซลล์ และขับกากอาหารออกทางปาก

6.1.2 พลานาเรีย (Planaria) โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการกินและการย่อยอาหารของพลานาเรียสูงกว่าไฮดราเล็กน้อย เริ่มต้นจากช่องปาก ซึ่งเป็นช่องเปิดรับอาหาร และขับถ่ายกากอาหาร ต่อจากปากเป็นคอหอย ซึ่งมีลักษณะคล้ายวงยาว มีเซลล์กล้ามเนื้อแข็งแรงยืดตัวและหดตัวได้ สามารถยื่นออกมาจับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและอินทรีย์สารเป็นอาหารได้ เมื่ออาหารผ่านเข้าสู่ปากจะเข้าสู่ทางเดินอาหารที่มีแขนงแยกออกไปสองข้างของลำตัวและแตกแขนงไปทั่วร่างกาย ทำหน้าที่ย่อยอาหารโดยเฉพาะ อาหารที่ย่อยแล้วจะถูกดูดซึมผ่านเข้าสู่เซลล์ไปทั่วร่างกาย

6.2 สัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์ (Complete Digestive Tract) สัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์ คือมีปากและทวารหนัก ได้แก่ ไส้เดือนดิน แมลง ปลา สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ดังรูปที่ 1.7–1.8 ทางเดินอาหารมีลักษณะเป็นท่อยาว เมื่อสัตว์มีวิวัฒนาการสูงขึ้น ระบบทางเดินอาหารจึงมีความซับซ้อน บางส่วนขยายตัวโป่งพองทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เช่น กระเพาะอาหาร กิ่ง เป็นต้น



รูปที่ 1.7 แสดงโครงสร้างของระบบย่อยอาหารในสัตว์บางชนิด  
ที่มา : Jane B. Reece . . . [et al.], 2012, p. 432



รูปที่ 1.8 แสดงโครงสร้างของระบบย่อยอาหารในสัตว์บางชนิด  
ที่มา : Jane B. Reece . . . [et al.], 2012, p. 432

**กิจกรรมการทดลอง**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์**  
**เรื่อง ขนาดของอนุภาคของแป้งและน้ำตาล**

**จุดประสงค์**

1. ทดลอง และสรุปผลเกี่ยวกับขนาดของอนุภาคของแป้งและน้ำตาลได้  
**คำชี้แจง** ศึกษากลุ่มรับอุปกรณ์จากครูผู้สอน และอ่านขั้นตอนการทำกิจกรรม  
 ให้สมาชิกทราบดังนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ขนาดของ  
 อนุภาคของแป้งและน้ำตาล สังเกตและบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

2. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม

**อุปกรณ์**

1. น้ำ	100	ลบ.ซม.
2. น้ำแป้งสุก	10	ลบ.ซม.
3. สารละลายน้ำตาลกลูโคส 5%	10	ลบ.ซม.
4. สารละลายไอโอดีน	1	ลบ.ซม.
5. สารละลายเบเนดิกต์	1	ลบ.ซม.
6. กระดาษเซลโลเฟนขนาด 15 ซม. x 15 ซม.	1	แผ่น
7. กระจกนูน	1	ใบ
8. ยางรัด	1	เส้น
9. กล่องพลาสติกเบอร์ 1	1	ใบ
10. หลอดทดลองขนาดกลาง	2	หลอด
11. ไม้ขีดไฟ	1	ก้าน
12. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1	ดวง
13. ที่กั้นลมและตะแกรงลวด	1	ชุด
14. ที่จับหลอดทดลอง	1	อัน
15. หลอดหยด	1	หลอด
16. หลอดฉีดยาขนาด 12 ลบ.ซม.	1	หลอด

### วิธีการทดลอง

1. นำกระดาษเซลโลเฟนที่เตรียมมาชุบน้ำให้เปียก และบุลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 1

2. ใส่น้ำแข็งสุก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร และสารละลายน้ำตาลกลูโคส 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงบนกระดาษเซลโลเฟนที่บุอยู่ในกล่องพลาสติก รวบรวมบนของกระดาษให้เป็นถุงเล็ก รััดด้วยยางให้แน่น ยกออกมาล้างนอกถุงด้วยน้ำให้สะอาด

3. ใส่น้ำประมาณ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 นำถุงกระดาษเซลโลเฟนในข้อ 2 แช่วลงในกล่อง ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที

4. ยกถุงกระดาษเซลโลเฟนออก เทน้ำในกล่องพลาสติกใส่หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด หลอดละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นหยดสารละลายไอโอดีน 2 หยด ลงในหลอดที่ 1 และหยดสารละลายเบเนดิกต์ 3 หยด ลงในหลอดที่ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผลใส่น้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในกระป๋องนม ต้มให้เดือด จุ่มหลอดทดลองที่ 2 ลงไปต้มต่อไปอีกประมาณ 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ผลที่สังเกตได้
1. น้ำแช่ถุงเซลโลเฟน + สารละลายไอโอดีน	
2. น้ำแช่ถุงเซลโลเฟน + สารละลายเบเนดิกต์	

### ผลการทดลอง

.....

.....

### คำถามท้ายกิจกรรม

1. ผลการทดสอบของเหลวที่ได้จากการแช่ถุงเซลโลเฟนด้วยสารละลายไอโอดีน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

2. น้ำตาลมีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าแป้ง เพราะเหตุใด

.....

3. ถ้าเปรียบเทียบแผ่นเซลโลเฟนเป็นเยื่อหุ้มเซลล์ รูแผ่นเซลโลเฟนจะเปรียบได้กับอะไร

.....

## แนวเฉลย

### กิจกรรมการทดลอง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์

### เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

#### จุดประสงค์

1. ทดลอง และสรุปผลเกี่ยวกับขนาดของอนุภาคของแป้งและน้ำตาลได้  
คำชี้แจง ประธานกลุ่มรับอุปกรณ์จากครูผู้สอน และอ่านขั้นตอนการทำกิจกรรม  
ให้สมาชิกทราบดังนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ขนาดของ  
อนุภาคของแป้งและน้ำตาล สังเกตและบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

2. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม

#### อุปกรณ์

1. น้ำ	100	ลบ.ซม.
2. น้ำแป้งสุก	10	ลบ.ซม.
3. สารละลายน้ำตาลกลูโคส 5%	10	ลบ.ซม.
4. สารละลายไอโอดีน	1	ลบ.ซม.
5. สารละลายเบเนดิกต์	1	ลบ.ซม.
6. กระดาษเซลลูลอสขนาด 15 ซม. x 15 ซม.	1	แผ่น
7. กระจกนูน	1	ใบ
8. ยางรัด	1	เส้น
9. กล่องพลาสติกเบอร์ 1	1	ใบ
10. หลอดทดลองขนาดกลาง	2	หลอด
11. ไม้ขีดไฟ	1	ก้าน
12. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1	ดวง
13. ที่กั้นลมและตะแกรงลวด	1	ชุด
14. ที่จับหลอดทดลอง	1	อัน

- |                             |   |      |
|-----------------------------|---|------|
| 15. หลอดหยด                 | 1 | หลอด |
| 16. หลอดฉีดยาขนาด 12 ลบ.ซม. | 1 | หลอด |

### วิธีการทดลอง

- นำกระดาษเซลโลเฟนที่เตรียมมาชุบน้ำให้เปียก และบุลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 1
  - ใส่น้ำแป้งสุก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร และสารละลายน้ำตาลกลูโคส 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงบนกระดาษเซลโลเฟนที่บุอยู่ในกล่องพลาสติก รวบรวมบนของกระดาษให้เป็นถุงเล็ก รัดด้วยยางให้แน่น ยกออกมาล้างนอกถุงด้วยน้ำให้สะอาด
  - ใส่น้ำประมาณ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 นำถุงกระดาษเซลโลเฟนในข้อ 2 แฉลงในกล่อง ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที
  - ยกถุงกระดาษเซลโลเฟนออก เทน้ำในกล่องพลาสติกให้หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด หลอดละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นหยดสารละลายไอโอดีน 2 หยด ลงในหลอดที่ 1 และหยดสารละลายเบเนดิกต์ 3 หยด ลงในหลอดที่ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผล ใส่น้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในกระป๋องนม ต้มให้เดือด จุ่มหลอดทดลองที่ 2 ลงไปต้มต่อไปอีกประมาณ 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
- ตารางบันทึกผลการทดลอง**

การทดลอง	ผลที่สังเกตได้
1. น้ำแช่ถุงเซลโลเฟน + สารละลายไอโอดีน	1. สีของสารละลายไม่เปลี่ยนแปลง
2. น้ำแช่ถุงเซลโลเฟน + สารละลายเบเนดิกต์	2. สีของสารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้า เป็นสีแดงอิฐ

### ผลการทดลอง

ตอบ ผลการทดลองสรุปได้ว่าขนาดโมเลกุลของแป้งมีขนาดใหญ่กว่าโมเลกุลของน้ำตาล เพราะไม่สามารถผ่านรูของแผ่นเซลโลเฟน ออกมาได้

### คำถามท้ายกิจกรรม

1. ผลการทดสอบของเหลวที่ได้จากการแช่ถุงเซลโลเฟนด้วยสารละลายไอโอดีน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนของเหลวที่ทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์ เปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นตะกอนสีแดงอิฐ

2. น้ำตาลมีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าแป้ง เพราะเหตุใด

ตอบ เพราะน้ำตาลสามารถแพร่ผ่านรูเล็ก ๆ ของแผ่นเซลโลเฟนได้

3. ถ้าเปรียบแผ่นเซลโลเฟนเป็นเยื่อหุ้มเซลล์ รูแผ่นเซลโลเฟนจะเปรียบได้กับอะไร

ตอบ ถ้าเปรียบแผ่นเซลโลเฟนเป็นเยื่อหุ้มเซลล์ รูแผ่นเซลโลเฟนจะเปรียบได้กับรูเยื่อหุ้มเซลล์ และสารอาหารขนาดใหญ่ผ่านเข้าสู่เซลล์ไม่ได้ เพราะมีขนาดใหญ่กว่ารูเยื่อหุ้มเซลล์


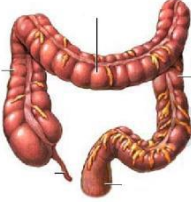
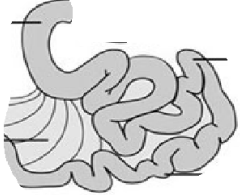
**กิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์**  
**เรื่อง ระบบย่อยอาหาร**

**จุดประสงค์**


1. ให้นักเรียนช่วยกันบอกชื่อหน้าที่และวิธีดูแลอวัยวะในระบบย่อยอาหารให้ทำงานได้อย่างเป็นปกติ

**คำชี้แจง**

1. ให้นักเรียนสังเกตภาพอวัยวะในระบบย่อยอาหาร จากนั้นระดมความคิดช่วยกันเขียนบอกชื่อหน้าที่และวิธีดูแลอวัยวะในระบบย่อยอาหารมนุษย์ (วิเคราะห์หลักการ), (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ภาพ	ชื่ออวัยวะ	หน้าที่
		
		
		



ภาพ	ชื่ออวัยวะ	หน้าที่
		

### คำถามท้ายกิจกรรม

- นักเรียนมีวิธีดูแลสุขภาพอย่างไร ให้มีสุขภาพดี ไม่เป็นโรคระบบทางเดินอาหาร (วิเคราะห์ความสำคัญ)

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

## แนวเฉลย


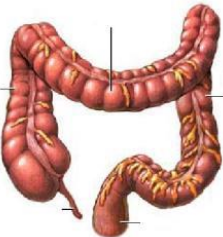
กิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์  
 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

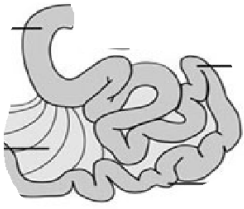

### จุดประสงค์

1. ให้นักเรียนช่วยกันบอกชื่อหน้าที่และวิธีดูแลอวัยวะในระบบย่อยอาหารให้ทำงานได้อย่างเป็นปกติ

### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนสังเกตภาพอวัยวะในระบบย่อยอาหาร จากนั้นระดมความคิดช่วยกันเขียนบอกชื่อหน้าที่และวิธีดูแลอวัยวะในระบบย่อยอาหารมนุษย์ (วิเคราะห์หลักการ), (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ภาพ	ชื่ออวัยวะ	หน้าที่
	กระเพาะอาหาร	ย่อยอาหารประเภทโปรตีน
	ลำไส้ใหญ่	ดูดซึมวิตามิน แร่ธาตุ น้ำ

ภาพ	ชื่ออวัยวะ	หน้าที่
	ลำไส้เล็ก	ย่อยอาหารทุกประเภท และมีวิลไลเป็นส่วนที่มีการดูดซึมสารอาหารที่เรียบร้อยแล้ว
	ฟัน	ตัด ฉีก และบดอาหาร

### คำถามท้ายกิจกรรม

1. นักเรียนมีวิธีดูแลสุขภาพอย่างไร ให้มีสุขภาพดี ไม่เป็นโรคระบบทางเดินอาหาร

(วิเคราะห์ความสำคัญ)

ตอบ รับประทานอาหารให้ตรงเวลา หลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารรสจัด ผักผ่อนให้เพียงพอ ออกกำลังกาย

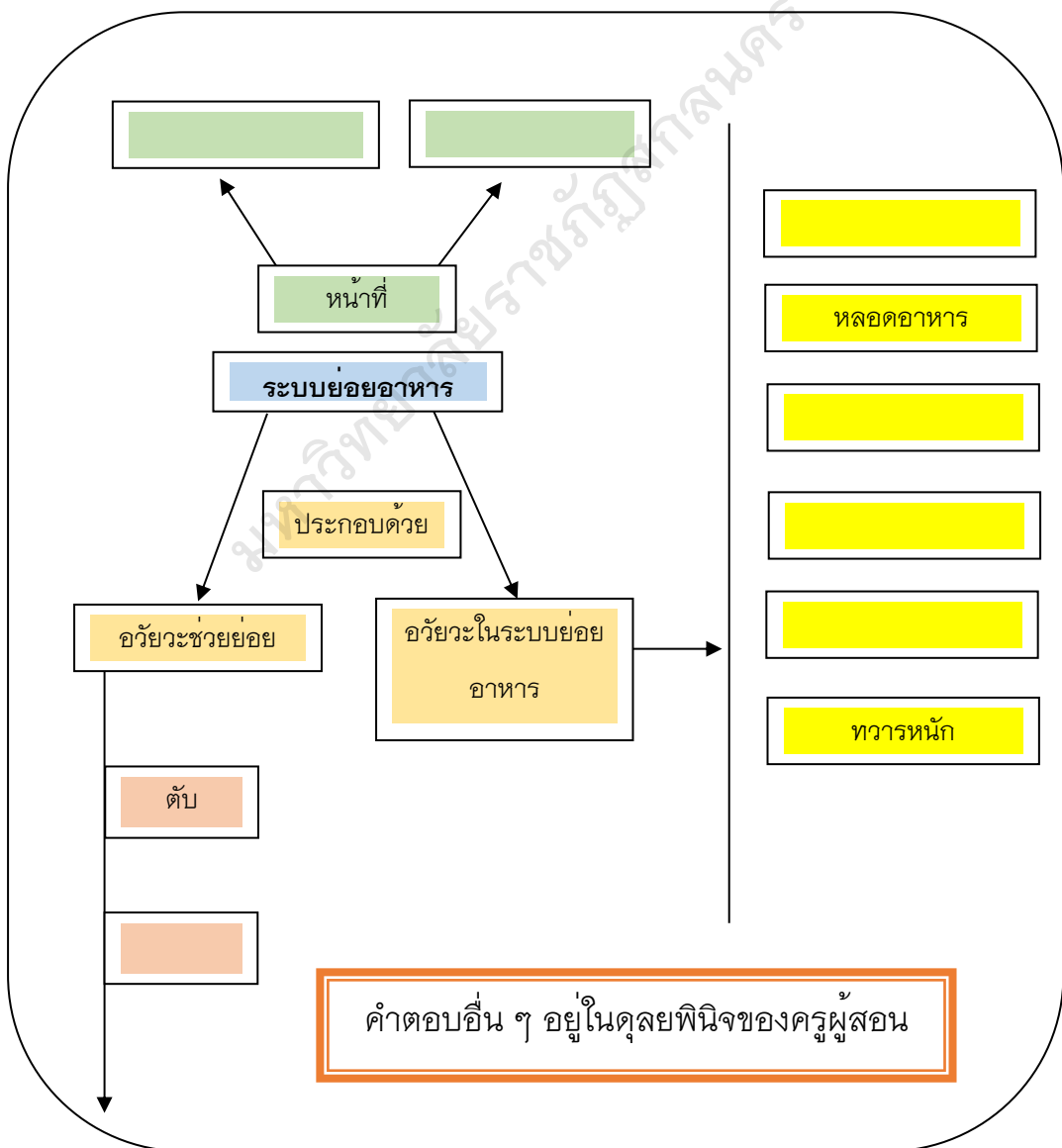
**ใบงาน ผังมโนทัศน์**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์**  
**เรื่อง ระบบย่อยอาหาร**

**จุดประสงค์**

- อธิบายความสัมพันธ์ของระบบย่อยอาหาร และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**คำชี้แจง**

- ให้นักเรียนศึกษาระบบย่อยอาหาร
- สรุปเป็นผังมโนทัศน์ ในหัวข้อระบบย่อยอาหาร



## แนวเฉลย

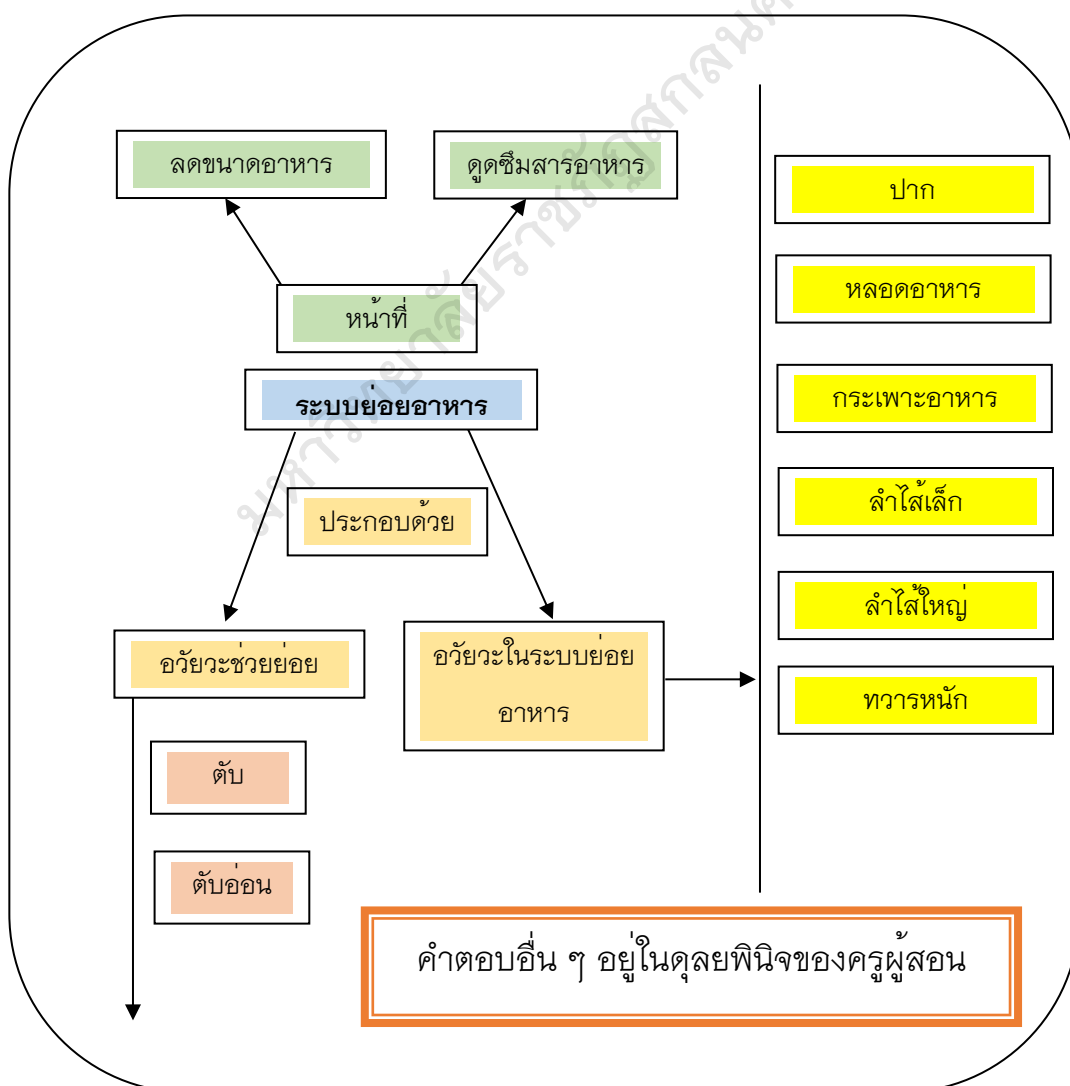
ใบงาน ฟังมโนทัศน์  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์  
เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

### จุดประสงค์

- อธิบายความสัมพันธ์ของระบบย่อยอาหาร และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### คำชี้แจง

- ให้นักเรียนศึกษาระบบย่อยอาหาร
- สรุปเป็นฟังมโนทัศน์ ในหัวข้อระบบย่อยอาหาร



**แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์**  
**เรื่อง ระบบย่อยอาหาร**

**คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 เลือก จำนวน 10 ข้อ คะแนน 10 คะแนน

2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)

ลงในกระดาษ

1. อวัยวะส่วนใดของมนุษย์ที่ไม่มีการย่อยอาหารเกิดขึ้น (ความรู้ความจำ)

- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| ก. ปาก          | ข. ลำไส้เล็ก |
| ค. กระเพาะอาหาร | ง. ลำไส้ใหญ่ |

2. สัตว์เคี้ยวเอื้อง จะสำรอกอาหารจากกระเพาะในข้อใดออกมาเคี้ยวเอื้อง (ความรู้ความจำ)

- |            |               |
|------------|---------------|
| ก. รูเมน   | ข. เรติคิวลัม |
| ค. โอมาซัม | ง. แอบโอมาซัม |

3. กระเพาะอาหารมีการย่อยอาหารประเภทใด ในภาวะใด (ความเข้าใจ)

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| ก. แป้ง ภาวะเป็นกรด   | ข. โปรตีน ภาวะเป็นเบส  |
| ค. โปรตีน ภาวะเป็นกรด | ง. โปรตีน ภาวะเป็นกลาง |

4. ถ้าตับอักเสบส่งผลกระทบต่อการย่อยอาหารประเภทใด (การนำไปใช้)

- |                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| ก. โปรตีน       | ข. ไขมัน              |
| ค. คาร์โบไฮเดรต | ง. วิตามินและเกลือแร่ |

5. เพราะเหตุใดเวลาเราเคี้ยวข้าวนาน ๆ จะรู้สึกข้านั้นหวาน (วิเคราะห์)

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| ก. เกิดความรู้สึกรู้สึกไปเอง       | ข. เพราะในข้าวมีน้ำตาลปนอยู่                |
| ค. เพราะข้าวถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล | ง. ในปากมีเอนไซม์ที่มีความหวานอยู่ในตัวแล้ว |

6. อวัยวะใดในระบบย่อยอาหารของสัตว์ปีกที่มีลักษณะเป็นถุงที่มีผนังกล้ามเนื้อหนา ทำหน้าที่บดอาหาร ให้ละเอียด (กระเพาะบด) (วิเคราะห์)

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| ก. ตับ         | ข. กิ่ง         |
| ค. ถุงพักอาหาร | ง. กระเพาะอาหาร |



เฉลย แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์  
 เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

ข้อที่	คำตอบ
1.	ง
2.	ก
3.	ค
4.	ข
5.	ค
6.	ข
7.	ก
8.	ง
9.	ก
10.	ง



**แบบทดสอบคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังเรียน**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์**  
**เรื่อง ระบบย่อยอาหาร**

1. อาหารที่ถูกย่อยจะเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดจะดูดซึมเข้าสู่เส้นเลือดที่บริเวณใดของทางเดินอาหารเพื่อส่งไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (วิเคราะห์ความสำคัญ)
 

ก. ปาก	ข. กระเพาะอาหาร
ค. หลอดอาหาร	ง. ลำไส้เล็ก
2. ถ้าไม่มีกระเพาะอาหารอาหารประเภทใดที่ได้รับความกระทบกระเทือนต่อกระบวนการย่อยมากที่สุด (วิเคราะห์ความสำคัญ)
 

ก. คาร์โบไฮเดรต	ข. โปรตีน
ค. ไขมัน	ง. อาหารทุกประเภท
3. ผลที่ได้จากการย่อยอาหารด้วยเอนไซม์ไลเปสจากตับอ่อน ทำให้ได้สารอาหารตามข้อใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
 

ก. กรดไขมัน	ข. กรดอะมิโน
ค. น้ำตาลโมเลกุลคู่	ง. น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว
4. วิตามินเป็นส่วนหนึ่งของอวัยวะในข้อใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
 

ก. ไต	ข. ปอด
ค. ลำไส้เล็ก	ง. กระเพาะอาหาร
5. น้ำดี มีหน้าที่อย่างไร (วิเคราะห์หลักการ)
 

ก. ย่อยไขมันในลำไส้เล็ก	ข. ทำให้ไขมันแตกตัวเป็นเม็ดเล็ก ๆ
ค. เป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการย่อยไขมัน	ง. ย่อยโปรตีนที่ย่อยในกระเพาะไม่หมด
6. การที่อาหารเคลื่อนที่จากส่วนหนึ่งไปอีกส่วนหนึ่งของระบบทางเดินอาหารได้โดยการบีบตัวเป็นช่วง ๆ เรียกว่าอะไร (วิเคราะห์หลักการ)
 

ก. Digestion	ข. Peristalsis
ค. Diaphragm	ง. Oesophagus

เฉลย แบบทดสอบคิดวิเคราะห์ ก่อนและหลังเรียน  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์  
เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

ข้อที่	คำตอบ
1.	ง
2.	ข
3.	ก
4.	ค
5.	ข
6.	ข

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์	จำนวน 21 ชั่วโมง
เรื่อง ระบบขับถ่าย	จำนวน 3 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวกิตติยา เกษลี	
สอน สัปดาห์ที่.....วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ 2561 ห้อง ม.2/... ชั่วโมงที่.....เวลา.....	
สอน สัปดาห์ที่.....วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ 2561 ห้อง ม.2/... ชั่วโมงที่.....เวลา.....	

#### สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

##### มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

**มาตรฐาน ว 1.1** เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

**ตัวชี้วัด** อธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย ระบบสืบพันธุ์ ของมนุษย์และสัตว์ รวมทั้งระบบประสาทของมนุษย์

**มาตรฐาน ว 8.1** ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

##### สาระการเรียนรู้

ระบบขับถ่าย

##### สาระสำคัญ

การสลายสารอาหารภายในเซลล์ รวมถึงการสังเคราะห์สารต่าง ๆ ทำให้เกิดสารหลายชนิดทั้งที่

ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้ และของเสียที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย การกำจัดของเสียต่าง ๆ เรียกว่า การขับถ่าย

### จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้และความสามารถ ดังนี้

#### ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายวิธีการกำจัดของเสียของร่างกายทางไตของมนุษย์ได้
2. บอกโครงสร้างสำคัญที่ใช้ในการขับถ่ายของเสียของสัตว์บางชนิดได้

#### ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

##### ทักษะการคิดวิเคราะห์

1. ด้านด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ
2. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์
3. ด้านการวิเคราะห์หลักการ

##### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการจำแนกประเภท
3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

#### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตสาธารณะ

#### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์

ส่วนที่ 1 ( Why ) เรียนรู้จากประสบการณ์และจากการเฝ้าสังเกต

ขั้นที่ 1 สร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (10 นาที)

นักเรียนดูวีดิทัศน์ที่ครูเปิดให้ เรื่องระบบขับถ่าย

## ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ (15 นาที)

ครูตั้งคำถามเพื่อเพื่อกระตุ้นการคิด โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- วันนี้นักเรียนได้ออกกำลังกายแล้วหรือไม่ (ออกแล้วครับ/ค่ะ)
- หลังจากออกกำลังกายแล้ว ร่างกายกำจัดสิ่งใดออกนอกร่างกาย และกำจัดออกทางใด (กำจัดเหงื่อ โดยกำจัดออกทางผิวหนัง)
- นอกจากการกำจัดของเสียในรูปของเหงื่อแล้ว ร่างกายยังกำจัดของเสียออกนอกร่างกายในรูปใดได้อีก (การกำจัดของเสียทางไต ในรูปปัสสาวะ)

ครูนำอภิปรายในหัวข้อระบบขับถ่าย โดยการกำจัดของเสียทางไต โดยไตทำหน้าที่กำจัดของเสียในรูปของน้ำปัสสาวะ

## ส่วนที่ 2 (What) การสร้างความคิดรวบยอด

### ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (20 นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเรื่องระบบขับถ่าย เป็นระบบที่ทำหน้าที่ขับถ่ายของเสียออกนอกร่างกาย โดยของเสียคือสิ่งที่ร่างกายขับออกมาหรือของส่วนเกินต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึม ที่ร่างกายไม่ต้องการใช้แล้ว และไม่มีประโยชน์ จึงขับออกไปนอกร่างกาย โดยการขับถ่ายของเสียจะขับถ่ายออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ เหงื่อขับถ่ายออกทางผิวหนัง ปัสสาวะขับถ่ายออกทางไต ลมหายใจขับถ่ายออกทางปอด และอุจจาระขับถ่ายออกทางลำไส้ใหญ่ โดยการขับถ่ายของเสียในรูปปัสสาวะนั้นโดยไตไตมี 2 ข้าง มีลักษณะคล้ายเม็ดถั่วดำสีแดงแกมน้ำตาล อยู่บริเวณช่องท้องด้านหลังสองข้างใกล้กระดูกสันหลังระดับเอว มีขนาดโดยประมาณ ยาว 10 เซนติเมตร กว้าง 6 เซนติเมตร และหนา 3 เซนติเมตร

### ขั้นที่ 4 พัฒนาการความคิดรวบยอด (30 นาที)

ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน คละกันตามความสามารถและเพศ ให้แต่ละกลุ่มศึกษาความรู้จากหนังสือเรียน ใบความรู้ เพาเวอร์พอยต์เรื่อง ระบบขับถ่าย จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามและสังเกตภาพ บอกชื่อหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่าย จากกิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องระบบขับถ่าย แล้วสังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ส่วนที่ 3 (How) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากความคิดรวบยอดไปสู่การปฏิบัติ  
 ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (15 นาที)

ครูสุ่มเรียกตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม ออกมานำเสนอผลงานที่หน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (40 นาที)

ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเรื่อง การทำงานของไต พร้อมทั้งสังเกตผล  
 ที่เกิดขึ้น เก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการทดลอง เมื่อเสร็จแล้วช่วยกันเขียนรายงาน  
 ผลการทดลอง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 4 (If) การบูรณาการประสบการณ์และประยุกต์ใช้

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณค่าและประยุกต์ใช้ ร่วมกับผังมโนทัศน์ (30 นาที)

ให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์เรื่อง ระบบขับถ่าย

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (20 นาที)

เมื่อแต่ละกลุ่มเขียนผังมโนทัศน์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ส่งตัวแทนออกมานำเสนอ  
 ผลงานที่หน้าชั้นเรียน จนครบทุกกลุ่ม ครูกล่าวชมเชยกลุ่มที่ปฏิบัติได้ดี และแนะนำเพิ่มเติม  
 สำหรับกลุ่มที่ยังปฏิบัติไม่ถูกต้อง

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

- หนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- วิดีทัศน์เรื่อง ระบบขับถ่าย
- เพาเวอร์พอยต์เรื่อง ระบบขับถ่าย
- กิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่อง ระบบขับถ่าย
- กิจกรรมการทดลองเรื่อง การทำงานของไต
- ใบงานผังมโนทัศน์เรื่อง ระบบขับถ่าย

แหล่งการเรียนรู้

- ห้องสมุด
- ห้องปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์

## การวัดและการประเมินผล

การวัดผล ประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การผ่านการ ประเมิน
1. ด้านความรู้ (K)	- ตรวจสอบแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลัง เรียนเรื่อง ระบบ ขับถ่าย	- แบบทดสอบก่อน เรียนและหลังเรียน เรื่อง ระบบขับถ่าย	- นักเรียนสามารถ ตอบคำถามได้อย่าง ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
	- ตรวจสอบใบงาน ผังมโนทัศน์เรื่อง ระบบขับถ่าย	- ใบงานผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบขับถ่าย	- ผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับดีเยี่ยมขึ้นไป
2. ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)	- ตรวจสอบแบบทดสอบ คิดวิเคราะห์ ก่อน เรียนและหลังเรียน เรื่อง ระบบขับถ่าย	- แบบทดสอบคิด วิเคราะห์ ก่อนเรียน และหลังเรียนเรื่อง ระบบขับถ่าย	- นักเรียนสามารถ ตอบคำถามได้อย่าง ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
	- ตรวจสอบกิจกรรมฝึก ทักษะการคิด วิเคราะห์เรื่อง ระบบ ขับถ่าย	- กิจกรรมฝึกทักษะ การคิดวิเคราะห์เรื่อง ระบบขับถ่าย	- ผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับดีเยี่ยมขึ้นไป
	- ตรวจสอบกิจกรรม การทดลองเรื่อง การทำงานของไต	- กิจกรรมการทดลอง เรื่อง การทำงานของไต	- ผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับดีเยี่ยมขึ้นไป
3. ด้าน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ (A)	- สังเกตพฤติกรรม จากสภาพจริง	- แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	- ผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับดีเยี่ยมขึ้นไป

8. บันทึกหลังการสอน

8.1 ผลการสอน

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

8.2 ปัญหา / อุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

8.3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวกิตติยา เกษลี้)



แบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ เรื่อง ระบบขับถ่าย  
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	จำนวนข้อที่ตอบถูก (10 ข้อ)	ผลการประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1				
2				
3				

ข้อสังเกต

.....

.....

.....

(ลงชื่อ)

ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการทำงาน

คะแนน	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
10-8	ดีเยี่ยม	ผ่าน
7-5	ดี	ไม่ผ่าน
4-0	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน

แบบบันทึกคะแนนกิจกรรมการทดลอง  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์  
 เรื่อง การทำงานของไต  
 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน
		3	2	1	
1	การคิดวิเคราะห์				
2	การเขียนสื่อความ				
3	มีความคิดสร้างสรรค์				
4	ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้				
รวม					
ระดับคุณภาพ					

(ลงชื่อ)

ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการทำงาน

คะแนน	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
12-9	ดีเยี่ยม	ผ่าน
8-5	ดี	ไม่ผ่าน
4-0	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน

## เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรมการทดลอง

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การคิดวิเคราะห์	มีการจับประเด็นสำคัญ ขยายความ ยกตัวอย่าง เปรียบเทียบและสรุปความคิดรวบยอดได้ดี	มีการจับประเด็นสำคัญได้ แต่ขยายความหรือยกตัวอย่างไม่ได้	มีการจับประเด็นสำคัญได้น้อย
2. การเขียนสื่อความ	เขียนสื่อความได้ถูกต้องตามอักขรวิธี ตรงประเด็นและเข้าใจง่าย	เขียนสื่อความไม่ถูกต้องตามอักขรวิธี 2-3 แห่ง ตรงประเด็น	เขียนสื่อความได้น้อย ไม่ตรงประเด็น
3. มีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานมีรูปแบบน่าสนใจ มีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด ระบายสีได้สวยงาม	ผลงานมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด แต่ไม่ดึงดูดความสนใจ	ผลงานมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนดน้อยมาก
4. ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้	สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม	สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้บ้าง	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก

**แบบบันทึกคะแนนกิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ เรื่อง ระบบขับถ่าย**  
**สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน
		3	2	1	
1	การคิดวิเคราะห์				
2	การเขียนสื่อความ				
3	มีความคิดสร้างสรรค์				
4	ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้				
<b>รวม</b>					
<b>ระดับคุณภาพ</b>					

(ลงชื่อ) \_\_\_\_\_ ผู้ประเมิน  
 (.....)  
 ...../...../.....

**เกณฑ์การประเมินการทำงาน**

คะแนน	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
12-9	ดีเยี่ยม	ผ่าน
8-5	ดี	ไม่ผ่าน
4-0	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน

## เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. การคิดวิเคราะห์	มีการจับประเด็นสำคัญ ขยายความ ยกตัวอย่าง เปรียบเทียบและสรุป ความคิดรวบยอดได้ดี	มีการจับประเด็นสำคัญได้ แต่ขยายความหรือยกตัวอย่างไม่ได้	มีการจับประเด็นสำคัญได้น้อย
2. การเขียนข้อความ	เขียนข้อความได้ถูกต้องตามอักขรวิธี ตรงประเด็นและ เข้าใจง่าย	เขียนข้อความไม่ถูกต้องตามอักขรวิธี 2-3 แห่ง ตรงประเด็น	เขียนข้อความได้น้อย ไม่ตรงประเด็น
3. มีความคิดสร้างสรรค์	ผลงานมีรูปแบบน่าสนใจ มีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด ระบายสีได้สวยงาม	ผลงานมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด แต่ไม่ดึงดูดความสนใจ	ผลงานมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด น้อยมาก
4. ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้	สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม	สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้บ้าง	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก

**แบบบันทึกผลการประเมินผังมโนทัศน์**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ เรื่อง ระบบขับถ่าย**  
**สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

**คำชี้แจง** ให้ผู้ประเมินขีดเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน
		3	2	1	
1	มีชื่อฟังก์กราฟิกพร้อมรายละเอียดเหมาะสม				
2	การระบุใจความสำคัญและรายละเอียดของเนื้อหาถูกต้องตรงประเด็น				
3	ข้อมูลที่เสนอมีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงได้ชัดเจนและถูกต้อง				
4	การสะกดคำ และการใช้ภาษาของข้อความในผังมโนทัศน์ มีความถูกต้อง				
5	มีความประณีตสวยงามในการพัฒนาผังมโนทัศน์				
<b>รวม</b>					
<b>ระดับคุณภาพ</b>					

(ลงชื่อ)

ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

**เกณฑ์การประเมินผังมโนทัศน์**

ผลงานสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	3 คะแนน
ผลงานมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	2 คะแนน
ผลงานมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	1 คะแนน

**เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ**

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดีเยี่ยม
5-10	ดี
ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง

แบบประเมินผลงานด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ เรื่อง ระบบขับถ่าย  
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม												รวม 12	
		มีวินัย			ใฝ่เรียนรู้			มุ่งมั่นในการทำงาน			มีจิตสาธารณะ				
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															

(ลงชื่อ)

ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

## เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12-9	ดีเยี่ยม
8-5	ดี
4-0	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	4	2	1
1. มีวินัย	ทำงานเรียบร้อย มีวินัยในตนเอง ควบคุมตัวเองได้ โดยไม่มีครูควบคุม และปฏิบัติจนเป็น นิสัย	ทำงานเรียบร้อย มีวินัยในตนเอง ควบคุมตัวเองได้ ในบางครั้ง	ทำงานไม่เรียบร้อย ขาดวินัยในตนเอง ควบคุมตัวเองไม่ได้
2. ใฝ่เรียนรู้	มีความสนใจ กระตือรือร้น ตอบคำถาม ค้นคว้า หาความรู้เพิ่มเติม	มีความสนใจ กระตือรือร้น ไม่ตอบ คำถาม ไม่ค้นคว้าหา ความรู้เพิ่มเติม	ไม่มีความสนใจ ไม่กระตือรือร้น ไม่ตอบคำถาม ไม่ค้นคว้าหาความรู้ เพิ่มเติม
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจ และ รับผิดชอบในหน้าที่ การงาน มีความ เพียรพยายาม อดทน ทำงานเสร็จ ตามเวลาที่กำหนด	ตั้งใจ และรับผิดชอบ ในหน้าที่การงาน ไม่มี ความเพียรพยายาม อดทน ทำงานเสร็จไม่ ทันตามเวลาที่ กำหนด	ไม่ตั้งใจ และ รับผิดชอบในหน้าที่ การงาน ไม่มีความ เพียรพยายาม อดทน ทำงานเสร็จไม่ทันตาม เวลาที่กำหนด
4. มีจิตสาธารณะ	ช่วยเหลือเพื่อน รักษาความสะอาด ห้องเรียน รักษาของ ส่วนรวม ปิดไฟ และพัดลมก่อนออก จากห้องเรียน	ช่วยเหลือเพื่อนรักษา ความสะอาด ห้องเรียน ไม่รักษา ของส่วนรวม ไม่ปิด ไฟ และพัดลมก่อน ออกจากห้องเรียน	ไม่ช่วยเหลือเพื่อน รักษาความสะอาด ห้องเรียน ไม่รักษา ของส่วนรวม ไม่ปิดไฟ และพัดลมก่อนออก จากห้องเรียน



**ใบความรู้ที่ 4**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์**  
**เรื่อง ระบบขับถ่าย**

การขับถ่าย (Excretion) คือกลไกการกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ ได้แก่ สารประกอบไนโตรเจนที่เกิดจากการสลายโปรตีน แอมโมเนีย ยูเรีย ยูริก รวมถึงสารบางอย่างที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นพิษกับเซลล์ สารที่มีมากเกินไปในร่างกายต้องกำจัดทิ้ง เช่น น้ำ เกลือแร่ ส่วนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นั้นร่างกายขับทิ้งออกทางระบบหายใจ

**1. ส่วนประกอบของระบบขับถ่าย**

1.1 ไต (Kidney) เป็นอวัยวะสำคัญที่สุดของระบบนี้ มี 2 อัน รูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วดำขนาด 10 x 5.5 เซนติเมตร อยู่บริเวณในช่องท้องสองข้างของกระดูกสันหลังระดับเอว ทำหน้าที่กรองสารดูดซับน้ำ ไอออน และสารอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อร่างกายกลับเข้าสู่กระแสเลือด และขับไอออน และสารอื่น ๆ ที่ร่างกายไม่ต้องการ หรือมากเกินไปออกจากร่างกาย เพื่อการปรับสมดุล ความเป็นกรด-ด่างของร่างกาย โดยไตจะขับปัสสาวะออกมาเรื่อย ๆ ประมาณ 1 มิลลิลิตร/นาที สู่ท่อไตทั้งสองข้าง

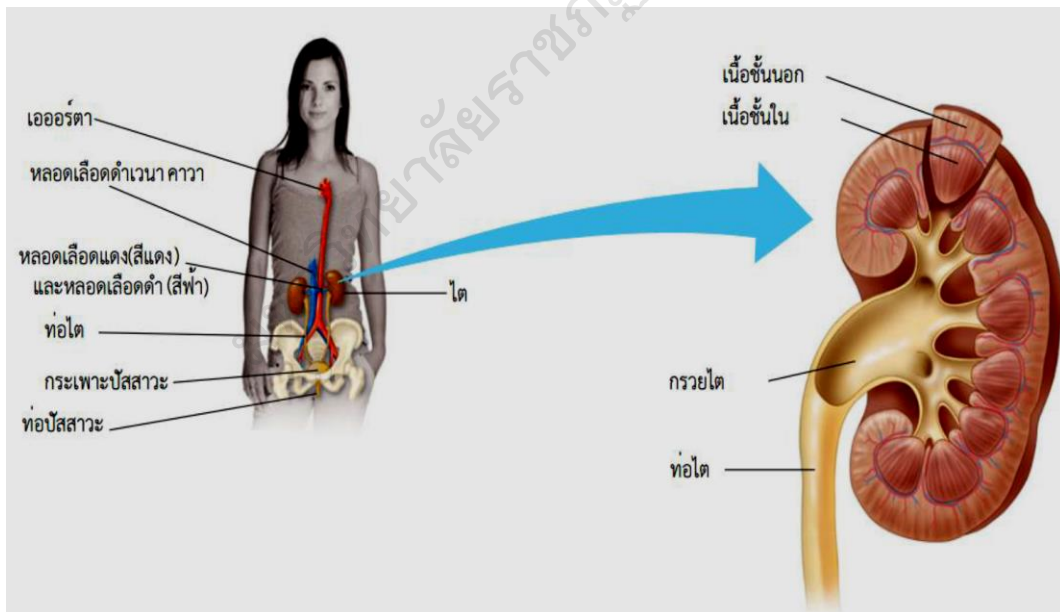
1.2 ท่อไต (Ureters) เป็นท่อ 2 อัน ที่นำน้ำปัสสาวะออกมาจากไตไปสู่กระเพาะปัสสาวะ

1.3 กระเพาะปัสสาวะ (Urinary bladder) เป็นถุงที่เก็บสะสมน้ำปัสสาวะ ผิวด้านในมีรอยย่นเรียก รูแก็ ซึ่งจะขยายออกได้ กระเพาะปัสสาวะปกติมีความจุได้ประมาณ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อมีปัสสาวะประมาณ 210-300 มิลลิลิตร จะรู้สึกปวดอยากถ่ายปัสสาวะเนื่องจากปัสสาวะไปกระตุ้นปลายประสาทที่ผนังกระเพาะปัสสาวะ ทำให้กระเพาะปัสสาวะหดและบีบตัวเอาปัสสาวะออกมาทางท่อปัสสาวะ urethra เพื่อขับออกนอกร่างกาย ผู้ใหญ่ปกติจะถ่ายปัสสาวะ 600-1600 มิลลิลิตร/วัน ในเด็กไม่สามารถกลั้นปัสสาวะได้ เพราะระบบประสาทยังไม่สมบูรณ์

1.4 ท่อปัสสาวะ (Urethra) เป็นท่อที่นำปัสสาวะจากกระเพาะปัสสาวะออกจากร่างกาย

## 2. ไต (Kidney)

การอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมใด ๆ ต้องมีการรักษาสมดุลระหว่างการนำเข้าสู่สารที่เป็นปัจจัยจำเป็น และมีการกำจัดของเสีย ไต เป็นอวัยวะที่สำคัญของระบบขับถ่าย มีบทบาทสำคัญในการควบคุมปริมาณของน้ำและสารที่อยู่ในของเหลวในร่างกาย ในมนุษย์ ดังรูปที่ 1.1 มนุษย์มีไตสองอัน ขนาดเท่ากำปั้นมือไต มีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่ว ยาวประมาณ 1-13 เซนติเมตร กว้าง 6 เซนติเมตร หนา 3 เซนติเมตร เมื่อผ่าตามยาวจะเห็นข้างในกลวงผนังช่องกลวง คือ เนื้อไตช่องในไตเป็นรูปกรวยเรียก กรวยไต ก้านของกรวยไตคือท่อไต จากท่อนี้จะนำของเหลวไปรวมกันที่กระเพาะปัสสาวะ เนื้อไตแบ่งเป็น 2 ชั้น คือเนื้อไตชั้นนอก Cortex และเนื้อไตชั้นใน Medulla ภายในเนื้อไตประกอบด้วยหน่วยไตจำนวนมาก ไตแต่ละข้างมีหน่วยไตประมาณ 1 ล้านหน่วย โดยมีท่อขนาดเล็กยาวถึง 80 กิโลเมตร และมีหลอดเลือดฝอยจำนวนมาก แม้ร่างกายมนุษย์จะมีเลือดเพียงประมาณ 5 ลิตร แต่เพราะเลือดหมุนเวียนนี้ในร่างกายซ้ำแล้วซ้ำอีก โดยผ่านเลือดผ่านการกรองที่ไตประมาณ 180 ลิตร ทุกวัน



ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งของไต กระเพาะปัสสาวะ และท่อออกปัสสาวะ

ที่มา : Jane B. Reece . . . [et al.], 2012, p. 510

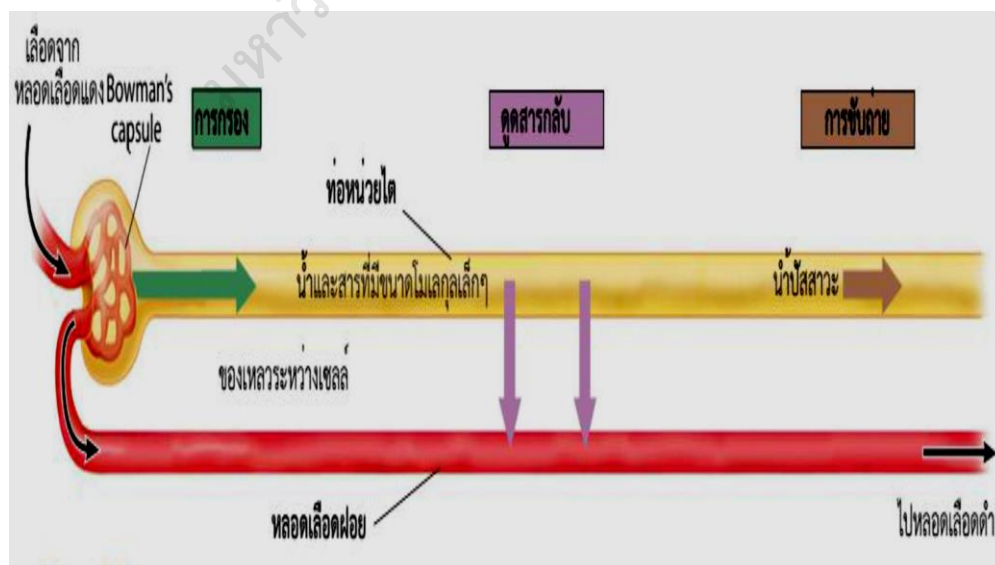
### 3. การทำงานของไต

หน่วยไตทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือด และกำจัดออกเป็นน้ำปัสสาวะ กระบวนการเกิดน้ำปัสสาวะคือ

3.1 การกรองที่โกลเมอรูลัส (Glomerulus filtration) หลอดเลือดที่นำเลือดเข้าสู่ไตนั้น คือรีนัลอาร์เทอร์รี่ รับของเสียที่เกิดจากเมแทบอลิซึมของเซลล์ทั่วร่างกายปะปนมาด้วย เมื่อหลอดเลือดนี้เข้าไตจะแตกแขนงเป็นหลอดเลือดฝอยซึ่งแต่ละเส้นจะขดเป็นโกลเมอรูลัส อยู่ในโบว์แมนส์แคปซูล เลือดในโกลเมอรูลัสจะถูกกรองโดยใช้ผนังหลอดเลือดฝอยทำหน้าที่ เป็นเยื่อกรอง โดยมีแรงดันเลือดและประสิทธิภาพของหลอดเลือดฝอยเป็นตัวทำให้เกิดการกรองทำให้ของเหลวหลายชนิดออกมาสู่โบว์แมนส์แคปซูลได้ของเหลวและสารโมเลกุลเล็ก ๆ ที่ละลายในพลาสมาผ่านออกมาได้ ได้แก่ น้ำ กลูโคส กรดอะมิโน วิตามิน เกสโตรเจน เช่น โซเดียม โพแทสเซียม คลอไรด์ไบคาร์บอเนต และยูเรีย แต่ไม่ยอมให้สารโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ไขมัน และเม็ดเลือดผ่านออกมาได้

3.2 การดูดกลับ (Reabsorption) สารที่ดูดกลับสารที่เป็นประโยชน์จะเป็นบริเวณไตชั้นนอก ได้แก่ สารอาหารพวกกลูโคส กรดอะมิโน และวิตามิน และดูดกลับ NaCl ทั้งสารอาหารและ NaCl ถูกดูดกลับแบบแอคทีฟทรานสปอร์ต ส่วน น้ำ  $K^+$  และ  $HCO_3^-$  ถูกดูดกลับแบบพาสซีฟทรานสปอร์ต

3.3 การขับถ่าย (Excretion) ทำให้ของเหลวมีความเข้มข้น กลายเป็นน้ำปัสสาวะ ไปตามท่อไต เก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะ



ภาพที่ 2 แสดงการทำงานของไต

ที่มา : Jane B. Reece . . . [et al.], 2012, p. 511

#### 4. ปัสสาวะ (Urine)

หรือ urine (มาจากภาษาละติน คือ urina แปลว่า น้ำจากไต) คือ ของเหลวจากร่างกายที่ผ่านการกรองจากไตเพื่อกำจัดออกจากร่างกายโดยการขับถ่ายผ่านระบบทางเดินปัสสาวะ คือ จากไตสู่ท่อไต สู่กระเพาะปัสสาวะ ท่อปัสสาวะ และขับออกนอกร่างกายในที่สุด น้ำปัสสาวะเป็นของเหลวที่ผลิตจากไต มีสีค่อนข้างเหลือง มีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 95% และมีของแข็งประมาณ 5% ในของแข็งที่เป็นส่วนประกอบมีทั้งส่วนที่เป็นสารอินทรีย์และ ส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ ได้แก่ ยูเรีย แอมโมเนีย น้ำตาล โซเดียมคลอไรด์ แคลเซียมและแมกนีเซียม เป็นต้น สีของน้ำปัสสาวะเป็นสีที่เกิดจากน้ำดี ปัสสาวะปกติจะค่อนข้างเป็นกรดอ่อน ๆ โดยค่า pH ประมาณ 5.5–6.5 แต่อาจมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.6–8 ได้ และเช่นเดียวกับ สีและกลิ่น ค่า pH ขึ้นกับปริมาณน้ำที่ดื่ม อาหาร และยาที่บริโภค การเปลี่ยนแปลงของค่า pH จะเปลี่ยนแปลงไปตามกระบวนการเผาผลาญอาหารชนิดของอาหาร โรค และการใช้ยา ค่าความเป็นกรด และค่าของปัสสาวะมีผลต่อการออกฤทธิ์ของยาบางอย่าง และการตกตะกอนของสารบางอย่าง ในปัสสาวะทำให้เกิดนิ่วได้ ปัสสาวะเป็นกรดพบในภาวะอดอาหาร รับประทานโปรตีนมากไป การติดเชื้อ ยาบางชนิด หากปัสสาวะเป็นด่าง พบในภาวะกินเจ ยาบางชนิด ในคนปกติจะตรวจไม่พบโปรตีนหรือไข่ขาวในปัสสาวะ และผู้ป่วยโรคเบาหวานปัสสาวะจะเป็นกรดเนื่องจากมีน้ำตาลในปัสสาวะ คนปกติจะไม่พบโปรตีน เม็ดเลือด กลูโคส ดังภาพที่ 3

สาร	ปริมาณ (ร้อยละ)	
	น้ำเลือด	ปัสสาวะ
น้ำ	92	95
โปรตีน	7	0
ยูเรีย	0.03	2
กลูโคส	0.1	0
คลอไรด์	0.37	0.6

ภาพที่ 3 แสดงปริมาณสารที่อยู่ในเลือดและในปัสสาวะ  
ที่มา : <http://www.scimath.org/ebook/sci/m2-2/student/>

## 5. การตรวจหาสารในปัสสาวะ

โดยทั่วไปแล้วสำหรับวิธีการตรวจหาสารเสพติดในร่างกาย ยกเว้นแอลกอฮอล์ และสารระเหย จะใช้การตรวจในปัสสาวะซึ่งจะได้ผลดีที่สุด เพราะเมื่อเสพยาเสพติด เข้าสู่ร่างกายแล้วไม่ว่าโดยวิธีใด ยาจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดหลังจากนั้นไม่กี่ชั่วโมง ร่างกายจะขับยาออกมากับปัสสาวะซึ่งมีความเข้มข้นมากพอทำให้ตรวจพบได้ง่าย และยาเสพติดจะตกค้างในปัสสาวะได้นานหลายวัน ส่วนในเลือดนั้นยาเสพติดจะตกค้างอยู่ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ และมีปริมาณน้อยทำให้ตรวจพบได้ยาก การตรวจในเลือดจะทำเฉพาะการตรวจหาแอลกอฮอล์สารระเหย และการตรวจกรณีพิเศษ เช่น การตรวจทางนิติเวช หรือในงานวิจัยเท่านั้น ไม่นิยมตรวจในงานปกติอีกทั้งการเก็บปัสสาวะทำได้ง่ายกว่าเลือดที่ต้องเจาะจากหลอดเลือดดำ และน้ำยาที่ใช้ตรวจสารเสพติดโดยทั่วไปนั้นจะระบุทำให้ใช้ปัสสาวะเป็นตัวอย่างตรวจ

## 6. วิธีการดูแลไต

6.1 ดื่มน้ำให้เพียงพอต่อร่างกายการดื่มน้ำที่เพียงพอั้นเปรียบเสมือนการช่วยให้ไตไม่ต้องทำงานหนัก เนื่องจากไม่ต้องกรองน้ำเลือดที่ข้นหนืด คำแนะนำทั่วไปคือควรดื่มน้ำ 8-10 แก้ว ประมาณ 2 ลิตรต่อวัน หรือตามที่ Institute of Medicine (IOM) ประเทศสหรัฐอเมริกาแนะนำ คือ ควรดื่มน้ำเฉลี่ย 3.7 ลิตรต่อวันในผู้ชาย และเฉลี่ย 2.7 ลิตรต่อวันในผู้หญิงรับประทานอาหารและใช้อาหารเสริมอย่างเหมาะสม

6.2 การรับประทานอาหารที่เหมาะสม ไม่ทานอาหารรสจัดโดยเฉพาะอาหารที่เค็มจัดเกิดผลเสียต่อไตจากการที่มีการคั่งของน้ำและความดันเลือดสูง ทำให้ไตทำงานหนักขึ้น เพื่อเพิ่มการกรองโซเดียมและน้ำส่วนเกินของร่างกาย ผลที่ตามมาคือเกิดความดันในหน่วยไตสูงขึ้น และเกิดการรั่วของโปรตีนในปัสสาวะมากขึ้น นอกจากนี้ยังกระตุ้นให้ร่างกายสร้างสารบางอย่างซึ่งมีผลทำให้ไตเสื่อมเร็วขึ้น

6.3 ป้องกันการกระทบกระแทกบริเวณสีข้างการถูกตีหรือได้รับบาดเจ็บบริเวณสีข้าง อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคไตวายได้เนื่องจากเป็นตำแหน่งของไต ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงอันตรายหรืออุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น เช่น การเหยียบหรือการต่อตัวโดยใช้บริเวณหลังของร่างกายเป็นฐาน เป็นต้น

6.4 ตรวจสุขภาพเป็นประจำการตรวจร่างกายเป็นประจำเป็นสิ่งที่ดีควรกระทำอยู่แล้วในการดูแลสุขภาพ สำหรับผู้ที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคเบาหวาน หรือโรคความดันเลือดสูง ควรปฏิบัติตามคำแนะนำของโรคนั้น ๆ ใช้ยาควบคุมโรคอย่างสม่ำเสมอ

เนื่องจากยาส่วนใหญ่ ไม่ได้รักษาที่ต้นเหตุของโรค และการไม่ดูแลรักษาโรคประจำตัวที่ ยกตัวอย่างไปนั้น จะส่งผลให้ไตทำงานได้แย่ง

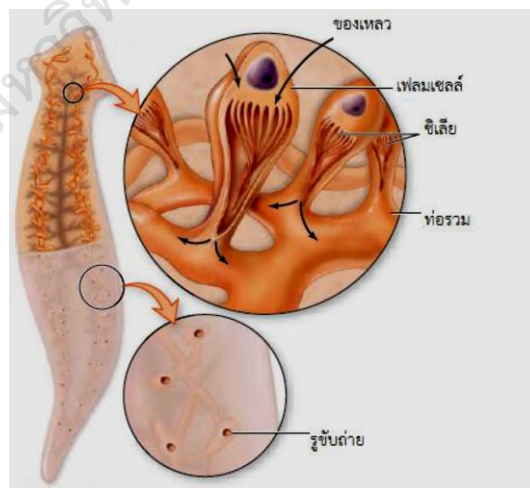
6.5 งดบุหรี่ เครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ และเครื่องดื่มที่มี ส่วนประกอบของคาเฟอีนสารนิโคติน (Nicotine) ในบุหรี่ และคาเฟอีนในขนาดสูง มีผลทำให้ความดันเลือดเพิ่มสูงขึ้นซึ่งเป็นหนึ่งในอีกหลายๆ กลไกที่ทำให้เกิดพิษต่อไต และ เช่นเดียวกับคาเฟอีน การดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ในปริมาณมาก ๆ ทำให้เกิดการสลายตัวของกล้ามเนื้อและเกิดไตวายเฉียบพลันตามมาใช้อย่างระมัดระวัง

### ระบบขับถ่ายของสัตว์

สัตว์ความหลากหลายของการพัฒนากลไกที่จะรับมือกับปัญหาของความสมดุล ของน้ำส่วนเกิน การกำจัดของเสีย เกลือออกจากร่างกาย

#### 1. ระบบขับถ่ายของสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง

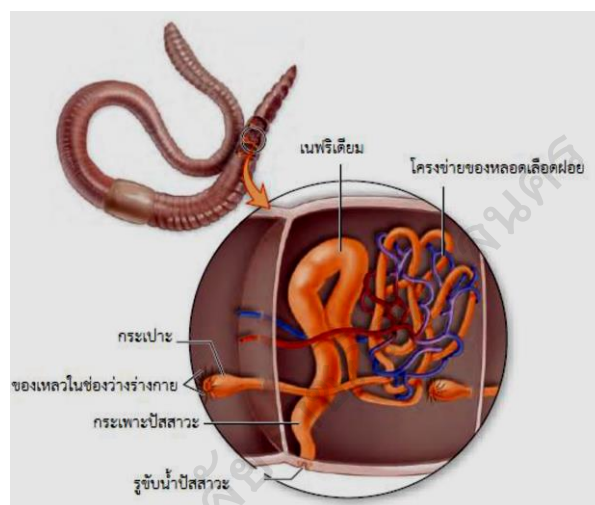
1.1 เฟลมเซลล์ (Flame Cell) เป็นระบบขับถ่ายระบบแรกที่มีท่อเป็นทางออก พบใน พวงตัวพลาเนเรีย พยาธิใบไม้และพยาธิตัวดีด ซึ่งเป็นสัตว์ขนาดเล็กมาก ไม่มีหลอด เลือดและไม่มีช่องว่างของลำตัวที่แท้จริง ระบบขับถ่ายนี้โดยทั่ว ๆ ไปประกอบไปด้วย หลอดที่มีกิ่งก้านสาขาอยู่ 2 ข้าง ตลอดความยาวของลำตัว ในพลาเนเรียซึ่งเป็นหนอนตัว แบนที่หากินเป็นอิสระอยู่ในน้ำจืดและดินชื้นๆ หลอดเหล่านี้ จะมาเปิดเป็นท่อมากมาย ที่บริเวณผิวของลำตัว ดังรูปที่ 1.4 แสดงโครงสร้างของเฟลมเซลล์ ในพลาเนเรีย



ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างของเฟลมเซลล์ในพลาเนเรีย

ที่มา : Mason Raven & Johnson. 2011, p. 1,040

1.2 เนฟริเดียม (Nephridium) พบในสัตว์ที่มีลำตัวเป็นปล้อง ได้แก่ ไส้เดือนดิน โดยจะมีเนฟริเดียม ปล้องละ 1 คู่ เป็นท่อขดไปมา มีปลายเปิดสองข้าง ปลายข้างหนึ่งอยู่ในช่องของลำตัวมีลักษณะเหมือนทำหน้าที่รับของเหลวจากช่องของลำตัว ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งเป็นช่องเปิดออกสู่ภายนอกทางผิวหนัง เนฟริเดียมนี้จะทำหน้าที่ขับถ่ายของเสียพวกแอมโมเนีย และยูเรีย ส่วนน้ำและแร่ธาตุบางชนิดมีประโยชน์จะถูกดูดกลับโดยผนังท่อของเนฟริเดียมเข้าสู่กระแสเลือด เนฟริเดียมจึงทำหน้าที่ทั้งกรองและดูดสารกลับ ซึ่งลักษณะการทำงานของเนฟริเดียมคล้ายคลึงกับหน่วยไตของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

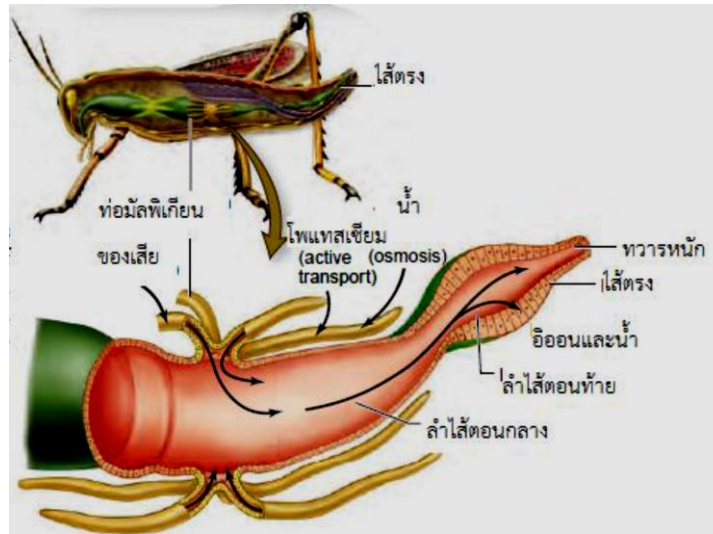


ภาพที่ 5 แสดงโครงสร้างของเนฟริเดียมในไส้เดือนดิน

ที่มา : Mason Raven & Johnson. 2011, p. 1,041

1.3 ท่อมัลพิเกียน (Malpighian tubule) ประกอบด้วยท่อเล็ก ๆ จำนวนมาก ท่อเหล่านี้มีลักษณะคล้ายถุงยื่นออกมาจากทางเดินอาหารตรงบริเวณรอยต่อของทางเดินอาหารตอนกลางกับตอนท้าย ปลายของต่อมัลพิเกียนจะลอยเป็นอิสระอยู่ในช่องเหลวภายในช่องของลำตัว ในช่องเหลวจะมีของเสีย น้ำ และสารต่าง ๆ ซึ่งจะถูกกลืนเข้าสู่ต่อมัลพิเกียนไปยังทางเดินอาหารโดยจะมีการดูดสารที่มีประโยชน์กลับเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด ส่วนของเสียพวกสารประกอบไนโตรเจนจะเปลี่ยนเป็นผลึกกรดยูริกขับออกมาพร้อมกากอาหาร





ภาพที่ 6 แสดงโครงสร้างของมัลพิเกียนในแมลง  
ที่มา : Mason Raven & Johnson. 2011, p. 1,041

## 2. ระบบขับถ่ายของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

จะใช้่วัยวะที่เรียกว่าไต ในการกำจัดของเสีย แต่ชนิดของเสียที่เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่มาจากโปรตีนจะแตกต่างกัน ดังนี้คือ

2.1 แอมโมเนีย จะพบในสัตว์น้ำเป็นส่วนใหญ่ เช่น ปลา

2.2 ยูเรีย พบในสัตว์จำพวกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

2.3 กรดยูริก พบในพวกนกและสัตว์เลื้อยคลาน ส่วนใหญ่มีการป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย โดยจะมีโครงสร้างร่างกายที่ป้องกันการสูญเสียน้ำ เช่น มีผิวหนังหนา มีเกล็ดหรือมีขนปกคลุมร่างกาย นอกจากนี้ยังมีการขับถ่ายของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบในรูปกรดยูริก ซึ่งใช้น้ำในการกำจัดน้อยมาก หากสังเกตอุจจาระของจิ้งจกจะเห็นว่ามี 2 สี ต่างกัน คือ สีดำและสีขาว ส่วนที่มีสีดำเป็นกากอาหารที่ย่อยไม่ได้ สีขาวเป็นกรดยูริก



**กิจกรรมการทดลอง**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์**  
**เรื่อง การทำงานของไต**

**จุดประสงค์**

1. นักเรียนอธิบายบทบาทของไตเกี่ยวกับการกรองของเสียออกจากเลือดได้
2. นักเรียนอธิบายผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขับถ่ายได้
3. นักเรียนยกตัวอย่างหลักการกรองของเสียของไต ที่ออกแบบโดยวิศวกร เช่น เครื่องฟอกไตได้

**คำชี้แจง**

1. ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง เรื่องการทำงานของไต จากนั้นสังเกตและบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมการทดลอง

**วัสดุอุปกรณ์**

1. ตาข่ายลวดหรือพลาสติกที่มีความถี่ของตาข่ายไม่เท่ากัน ขนาด 15 x 15 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่น
2. ผ้าขาวบาง ขนาด 15 x 15 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
3. กระดาษแข็ง ขนาด 15 x 15 เซนติเมตร ตัดด้านในขนาด 10 x 10 เซนติเมตร จำนวน 8 แผ่น
4. เทปกาว หรือตัวเย็บกระดาษ 1 ม้วน
5. กรวด 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
6. ทรายหยาบ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. ทรายละเอียด 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. ผงแป้ง 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
9. ถาดกระดาษ 1 ถาด
10. ส้อม 1 อัน
11. น้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
12. ถ้วย 1 ใบ

### ก่อนทำกิจกรรม

1. ตัดตาข่ายลวดและผ้าขาวบาง นำแผ่นกระดาษแข็งที่ตัดแล้วมาประกบตาข่ายทั้งสองด้าน ใช้เทปกาวพันขอบกับกระดาษแข็ง

### การดำเนินกิจกรรม

#### ตอนที่ 1 การจำลองการทำงานของไต

1. นักเรียนดูแผนภาพแสดงระบบขับถ่าย นักเรียนระบุตำแหน่งของไต กระเพาะปัสสาวะ และท่อปัสสาวะ ว่าอยู่ส่วนใดของร่างกาย

2. ให้นักเรียนเขียนคำเหล่านี้จากแผนภาพลงในกิจกรรมตอนที่ 1 ส่วนคำศัพท์ของบทความ ให้นักเรียนเขียนประโยคบางอย่างเกี่ยวกับวิธีการทำงานของไตในหัวข้อ "ฉันได้เรียนรู้" ในแผ่นบันทึกของนักเรียน

3. กิจกรรมนี้เป็นการแสดงวิธีการของไตในการทำความสะอาดเลือด โดยเป็นเพียงแค่วิธีการเท่านั้นไม่ใช่ไตจริง ๆ ส่วนไตจะกรองของแข็งยกเว้นเซลล์เม็ดเลือด สารที่กรองผ่านตะแกรงในกิจกรรมนี้ เป็นตัวแทนของเสียในเลือดซึ่งจะขับออกมาในปัสสาวะ ในปัสสาวะมีโซเดียม เกลือ โปแทสเซียม-ไบคาร์บอเนต, น้ำ, และยูเรีย ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้ปัสสาวะสีเหลือง

4. นักเรียนผสมทรายกรวดและแป้ง เติมน้ำลงในถ้วยหรือชาม

5. นักเรียนผสมกรวด ทราย และน้ำ ผ่านตาข่ายลวด และผ้าขาวบางที่มีขนาดแตกต่างกันลงในถาด นักเรียนลองสังเกตการกรองผ่านของแข็งในตาข่าย ขนาดของแข็งที่ไม่ผ่านตาข่ายลงมาข้างล่าง เปรียบเทียบว่าเป็นส่วนประกอบใดของเลือด เลือดมีสีแดงแต่ทำไมปัสสาวะจึงใส หรือมีสีเหลือง

6. ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น และสิ่งที่ฉันสงสัย ลงในแบบบันทึกตอนที่ 1

7. นักเรียนดูวิดีโอที่อธิบายเรื่องการทำงานของไต แล้วร่วมกันสรุปความแตกต่างระหว่างการทำงานของไตกับการกรองของไต

## ตอนที่ 2 การกรองของไต

นักเรียนทำกิจกรรม ตอนที่ 2 การกรองของไต

### ตารางบันทึกผล

ศัพท์	ฉันได้เรียนรู้
สิ่งที่ฉันสังเกตเห็นได้	สิ่งที่ฉันสงสัย

## ตอนที่ 2 การกรองของไต

ไตเกือบจะเรียกได้ว่าทำงานไม่มีวันหยุดเหมือนกับหัวใจ โดยกรองเลือด 180 ลิตร ต่อวัน และขับของเสียประมาณ 1.5 ลิตรต่อวัน ตั้งแต่เกิดจนตลอดชีวิตของเรา

1) อยากทราบว่าเลือดถูกกรองโดยไตปีละเท่าไร

นักเรียนจำเป็นต้องใช้ตัวคูณของจำนวนเลือดที่ผ่านการกรองโดยไต จำนวนลิตรในหนึ่งวัน \_\_\_\_\_ และจำนวนวันในหนึ่งปี \_\_\_\_\_ จากนั้นนำจำนวนเลือดที่กรองในหนึ่งวันคูณกับจำนวนวันในหนึ่งปี ดังนี้ \_\_\_\_\_ × \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ ลิตร

2) อยากทราบจำนวนของเสียจากเลือดถูกขับออกทางไตในหนึ่งปี นักเรียนจำเป็นต้องใช้ตัวคูณของจำนวนของเสียจากเลือดที่ถูกขับโดยไต จำนวนลิตรในหนึ่งวัน \_\_\_\_\_ และจำนวนวันในหนึ่งปี \_\_\_\_\_ จากนั้นนำจำนวนเลือดที่กรองในหนึ่งวันคูณกับจำนวนวันในหนึ่งปี ดังนี้

\_\_\_\_\_ × \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ ลิตร

3) สมมติว่าถ้านักเรียนมีอายุขัย 100 ปี เลือดจะผ่านการกรองของไตทั้งหมดกี่ลิตร

\_\_\_\_\_ × \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ ลิตร

4) สมมติว่าถ้านักเรียนมีอายุขัย 100 ปี ไตจะขับของเสียออกจากเลือดทั้งหมดกี่ลิตร

\_\_\_\_\_ × \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ ลิตร

## แนวเฉลย

### กิจกรรมการทดลอง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์

เรื่อง การทำงานของไต

### จุดประสงค์

1. นักเรียนอธิบายบทบาทของไตเกี่ยวกับการกรองของเสียออกจากเลือดได้
2. นักเรียนอธิบายผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขับถ่ายได้
3. นักเรียนยกตัวอย่างหลักการกรองของเสียของไต ที่ออกแบบโดยวิศวกรเช่น เครื่องฟอกไตได้

### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง เรื่องการทำงานของไต จากนั้นสังเกตและบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมการทดลอง

### วัสดุอุปกรณ์

1. ตาข่ายลวดหรือพลาสติกที่มีความถี่ของตาข่ายไม่เท่ากัน ขนาด 15 x 15 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่น
2. ผ้าขาวบาง ขนาด 15 x 15 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
3. กระดาษแข็ง ขนาด 15 x 15 เซนติเมตร ตัดด้านในขนาด 10 x 10 เซนติเมตร จำนวน 8 แผ่น
4. เทปกาว หรือด้ายเย็บกระดาษ 1 ม้วน
5. กรวด 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
6. ทรายหยาบ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. ทรายละเอียด 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. ผงแป้ง 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
9. ถาดกระดาษ 1 ถาด
10. ส้อม 1 อัน
11. น้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
12. ถ้วย 1 ใบ

## ก่อนทำกิจกรรม

1. ตัดตาข่ายลวดและผ้าขาวบาง นำแผ่นกระดาษแข็งที่ตัดแล้วมาประกบตาข่ายทั้งสองด้าน ใช้เทปกาวพันขอบกับกระดาษแข็ง

## การดำเนินกิจกรรม

### ตอนที่ 1 การจำลองการทำงานของไต

1. นักเรียนดูแผนภาพแสดงระบบขับถ่าย นักเรียนระบุตำแหน่งของไต กระเพาะปัสสาวะและท่อปัสสาวะ ว่าอยู่ส่วนใดของร่างกาย

2. ให้นักเรียนเขียนคำเหล่านี้จากแผนภาพลงในกิจกรรมตอนที่ 1 ส่วนคำศัพท์ของบทความ ให้นักเรียนเขียนประโยคบางอย่างเกี่ยวกับวิธีการทำงานของไตในหัวข้อ "ฉันได้เรียนรู้" ในแผ่นบันทึกของนักเรียน

3. กิจกรรมนี้เป็นการแสดงวิธีการของไตในการทำความสะอาดเลือด โดยเป็นเพียงแค่วิธีการเท่านั้นไม่ใช่ไตจริง ๆ ส่วนไตจะกรองของแข็งยกเว้นเซลล์เม็ดเลือด สารที่กรองผ่านตะแกรงในกิจกรรมนี้ เป็นตัวแทนของเสียในเลือดซึ่งจะขับออกมาในปัสสาวะ ในปัสสาวะมีโซเดียม เกลือ โพแทสเซียม-ไบคาร์บอเนต, น้ำ, และยูเรีย ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้ปัสสาวะสีเหลือง

4. นักเรียนผสมทรายกรวดและแป้ง เติมน้ำลงในถ้วยหรือชาม

5. นักเรียนผสมกรวด ทราย และน้ำ ผ่านตาข่ายลวด และผ้าขาวบางที่มีขนาดแตกต่างกันลงในถาด นักเรียนลองสังเกตการกรองผ่านของแข็งในตาข่าย ขนาดของแข็งที่ไม่ผ่านตาข่ายลงมาข้างล่าง เปรียบเทียบว่าเป็นส่วนประกอบใดของเลือด เลือดมีสีแดงแต่ทำไมปัสสาวะจึงใส หรือมีสีเหลือง

6. ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น และสิ่งที่ฉันสงสัย ลงในแบบบันทึกตอนที่ 1

7. นักเรียนดูวิดีโอที่อธิบายการทำงานของไต แล้วร่วมกันสรุปความแตกต่างระหว่างการทำงานของไตกับการกรองของไต

## ตอนที่ 2 การกรองของไต

นักเรียนทำกิจกรรม ตอนที่ 2 การกรองของไต

### ตารางบันทึกผล

<p><b>ศัพท์</b></p> <p>ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน นักเรียนสามารถเขียนศัพท์ได้ไม่น้อยกว่า 4 คำ เช่น การกรอง ไต น้ำปัสสาวะ ของเสียการฟอกเลือด</p>	<p><b>ฉันได้เรียนรู้</b></p> <p>ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอนนักเรียน สามารถเขียนสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ เช่น ในชีวิตประจำวันเราใช้การกรองตลอดเวลา การกรองเป็นการคัดแยกสิ่งที่ไม่ต้องการ ออกไป โดยวิศวกรเป็นผู้ประดิษฐ์เครื่องมือ ดังกล่าว ไต ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่กรอง เอาของเสียออกจากเลือดโดยมากับน้ำ กลายเป็นน้ำ น้ำปัสสาวะการฟอกเลือด ใช้เครื่องมือที่ทำงานเหมือนไตช่วยผู้ป่วย โรคไต</p>
<p><b>สิ่งที่ฉันสังเกตได้</b></p> <p>เครื่องมือในการกรองคล้ายตาข่าย หลาย ๆ ชั้นที่กรองเอาอนุภาคขนาด ต่าง ๆ ที่มีขนาดใหญ่กว่าตาข่าย ไม่ให้ผ่าน ออกไป จนมีแต่น้ำและอนุภาคสารที่เล็ก กว่าตาข่ายที่ละเอียดที่สุดที่ผ่านลงมาได้</p>	<p><b>สิ่งที่ฉันสงสัย</b></p> <p>ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน แต่ นักเรียนต้องมีประเด็นที่สงสัยไม่น้อยกว่า 1 ประเด็น</p>

## ตอนที่ 2 การกรองของไต

ไตเกือบจะเรียกได้ว่าทำงานไม่มีวันหยุดเหมือนกับหัวใจ โดยกรองเลือด 180 ลิตร  
ต่อวัน และขับของเสียประมาณ 1.5 ลิตรต่อวัน ตั้งแต่เกิดจนตลอดชีวิตของเรา

- 1) อยากทราบว่าเลือดถูกกรองโดยไตปีละเท่าไรให้นักเรียนจำเป็นต้องใช้ตัวคูณของจำนวน  
เลือดที่ผ่านการกรองโดยไต จำนวนลิตรในหนึ่งวัน 180 และจำนวนวันในหนึ่งปี  
365 จากนั้นนำจำนวนเลือดที่กรองในหนึ่งวันคูณกับจำนวนวันในหนึ่งปี ดังนี้  
180 x 365 = 65,700 ลิตร

2) อยากรหาปริมาณของเสียจากเลือดถูกขับออกทางไตในหนึ่งปี นักเรียนจำเป็นต้องใช้ตัวคูณของปริมาณของเสียจากเลือดที่ถูกขับโดยไต ปริมาณลิตรในหนึ่งวัน 1.5 และจำนวนวันในหนึ่งปี 365 จากนั้นนำปริมาณเลือดที่กรองในหนึ่งวันคูณกับจำนวนวันในหนึ่งปี ดังนี้

$$\underline{1.5} \times \underline{365} = \underline{547.5} \text{ ลิตร}$$

3) สมมติว่าถ้านักเรียนมีอายุขัย 100 ปี เลือดจะผ่านการกรองของไตทั้งหมดกี่ลิตร

$$\underline{65,700} \times \underline{100} = \underline{6,570,000} \text{ ลิตร}$$

4) สมมติว่าถ้านักเรียนมีอายุขัย 100 ปี ไตจะขับของเสียออกจากเลือดทั้งหมดกี่ลิตร

$$\underline{547.5} \times \underline{100} = \underline{54,750} \text{ ลิตร}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

กิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์  
 เรื่อง ระบบขับถ่าย

**จุดประสงค์**

1. ให้นักเรียนช่วยกันบอกชื่อหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่าย

**คำชี้แจง**

1. ให้นักเรียนตอบคำถามและสังเกตภาพอวัยวะในระบบขับถ่าย จากนั้นบอกชื่อหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่าย

1. การขับถ่าย หมายถึงอะไร (ความสำคัญ)

.....

.....

2. การทำงานของไตประกอบด้วยกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง (หลักการ)

.....

.....

3. ให้นักเรียนเติมชื่ออวัยวะขับถ่ายกับชนิดของสัตว์ให้ถูกต้อง (ความสัมพันธ์)

ไต      เนฟริเดียม      ท่อมัลพิเกียน





## แนวเฉลย

กิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์  
 เรื่อง ระบบหายใจ

### จุดประสงค์

1. ให้นักเรียนช่วยกันบอกชื่อหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่าย

### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนตอบคำถามและสังเกตภาพอวัยวะในระบบขับถ่าย จากนั้นบอกชื่อหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่าย

#### 1. การขับถ่าย หมายถึงอะไร (ความสำคัญ)

ตอบ การกำจัดของเสียซึ่งเกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในร่างกายสิ่งมีชีวิต สารบางอย่างที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ เก็บไว้ก็ไม่ได้ เพราะเป็นอันตรายต่อเซลล์ของร่างกาย จึงจำเป็นต้องกำจัดออก เช่น ยูเรีย แอมโมเนีย กรดยูริก การกำจัดของเสียเหล่านี้มักจะต้องมีการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายด้วย

#### 2. การทำงานของไตประกอบด้วยกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง (หลักการ)

ตอบ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การกรอง การดูดกลับ และการขับถ่าย

#### 3. ให้นักเรียนเติมชื่ออวัยวะขับถ่ายกับชนิดของสัตว์ให้ถูกต้อง (ความสัมพันธ์)

ไต    เนฟริเดียม    ท่อมัลพิเกียน



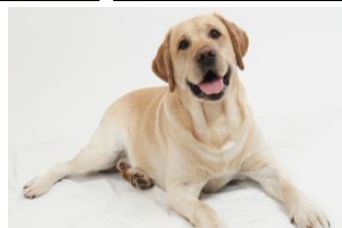
ไต

ไต

เนฟริเดียม



ท่อมัลพิเกียน



ไต

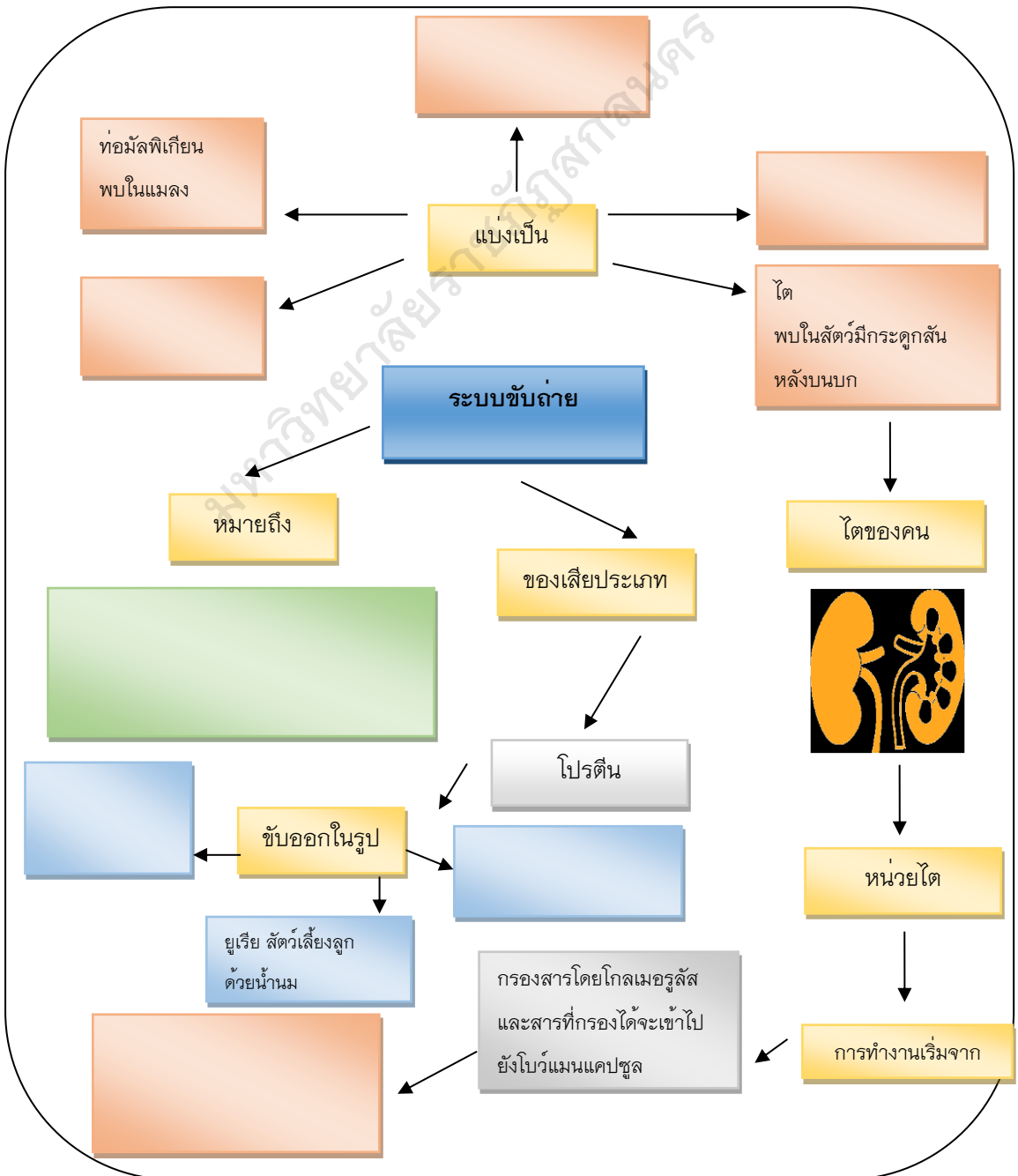
**ใบงาน ฟังมโนทัศน์**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์**  
**เรื่อง ระบบขับถ่าย**

**จุดประสงค์**

- อธิบายกลไกของระบบขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ได้

**คำชี้แจง**

- ให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษา เรื่องระบบขับถ่าย ในรูปแบบของฟังมโนทัศน์ และตกแต่งให้สวยงาม



## แนวเฉลย

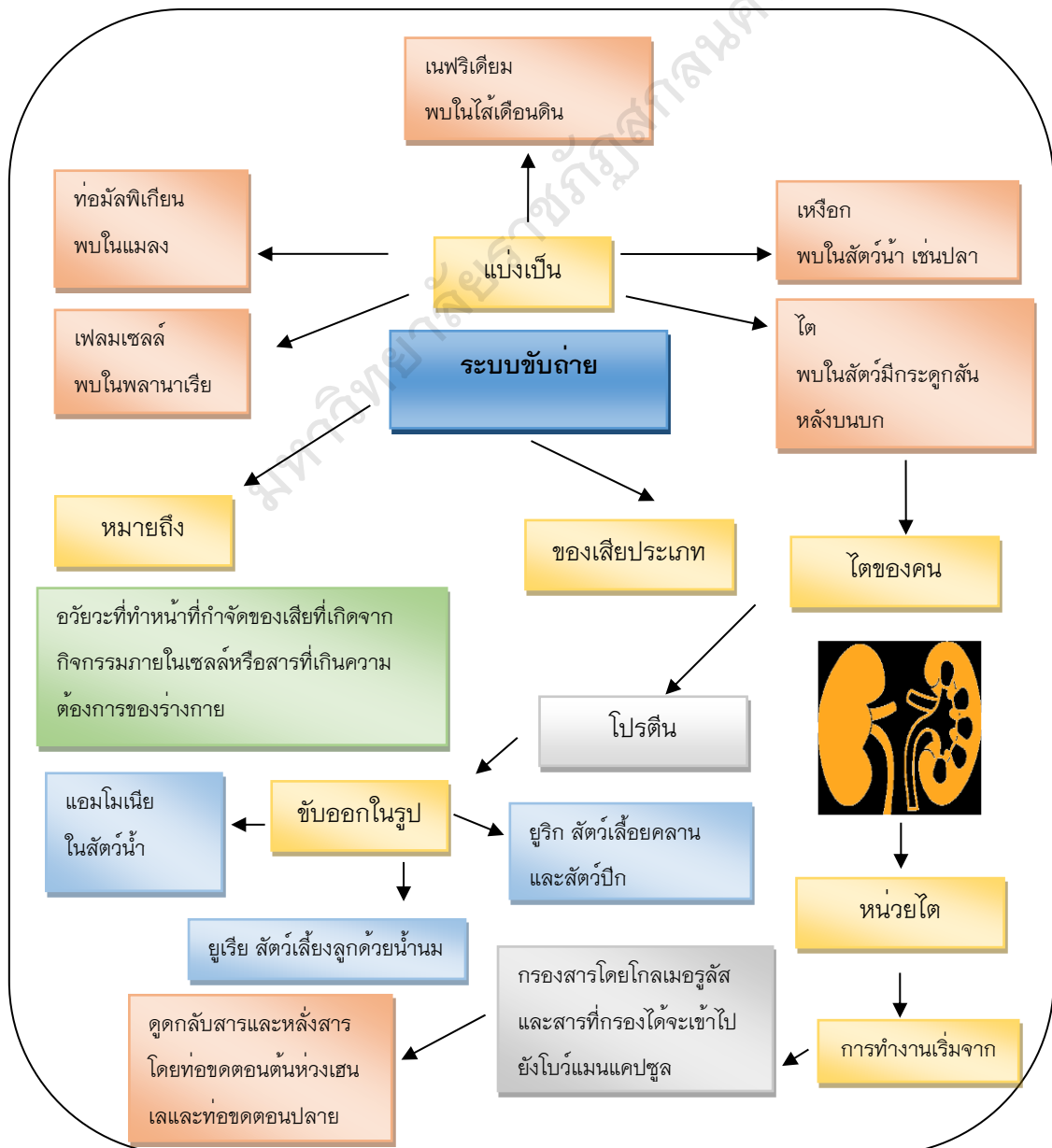
ใบงาน ผังมโนทัศน์  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์  
 เรื่อง ระบบขับถ่าย

### จุดประสงค์

- อธิบายกลไกของระบบขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ได้

### คำชี้แจง

- ให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษา เรื่องระบบขับถ่าย ในรูปแบบของผังมโนทัศน์ และตกแต่งให้สวยงาม



**แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์**  
**เรื่อง ระบบขับถ่าย**

**คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 เลือก จำนวน 10 ข้อ  
คะแนน 10 คะแนน

2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)  
ลงในกระดาษ

1. เนฟริเดียม เป็นโครงสร้างในการขับถ่ายของเสียในสัตว์ใด (ความรู้ความจำ)

- |            |                |
|------------|----------------|
| ก. คน      | ข. กบ          |
| ค. แมลงสาบ | ง. ไส้เดือนดิน |

2. ท่อมัลพิเกียน เป็นโครงสร้างในการขับถ่ายของเสียในสัตว์ใด (ความรู้ความจำ)

- |            |                |
|------------|----------------|
| ก. คน      | ข. กบ          |
| ค. ตั๊กแตน | ง. ไส้เดือนดิน |

3. ข้อความใดต่อไปนี้นี้กล่าวเกี่ยวกับผิวหนังได้ไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

- |   |
|---|
| ก. ผิวหนังทำหน้าที่ระบายความร้อน            |
| ข. ผิวหนังทำหน้าที่ป้องกันเชื้อโรค          |
| ค. ผิวหนังทำหน้าที่กำจัดของเสียในรูปเหงื่อ  |
| ง. ผิวหนังทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สเข้า - ออก |

4. ถ้าไส้ใหญ่นอกจากจะทำหน้าที่ขับถ่ายของเสียแล้วยังสามารถดูดซึ่มสารบางอย่างกลับสู่ร่างกายได้สารนั้นได้แก่ (ความเข้าใจ)

- |                              |
|------------------------------|
| ก. น้ำ เกลือแร่ และวิตามิน   |
| ข. โปรตีน น้ำ และเกลือแร่    |
| ค. กลูโคส โปรตีน และกรดไขมัน |
| ง. โปรตีน กลูโคส และน้ำ      |

5. อาหารประเภทใดที่มีผลทำให้ไตวายได้มากที่สุด (นำไปใช้)

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| ก. อาหารหวานจัด | ข. อาหารเค็มจัด |
| ค. อาหารเผ็ดจัด | ง. อาหารมันจัด  |

6. นักเรียนคนใดสามารถบรรเทาอาการท้องผูกของตนได้อย่างถูกต้องวิธี (นำไปใช้)
- นกตี๋มีซาเขียววันละ 2 ขวด
  - นิซารับประทานอาหารที่มีกากใยมาก
  - สมชายสูบบุหรี่เพิ่มขึ้นวันละ 1 มวน
  - ก้องฟ้ารับประทานอาหารรสจัดเป็นประจำ
7. เมื่อไตมีอาการผิดปกติจะมีสารใดปนออกมากับปัสสาวะบ้าง (วิเคราะห์)
- เม็ดเลือดแดง กรดอะมิโน และโซเดียม
  - เม็ดเลือดแดง ยูเรีย และกรดแลคติก
  - เม็ดเลือดแดง กรดอะมิโน และกลูโคส
  - คลอรีน เม็ดเลือดแดง และโซเดียม
8. ข้อใดเป็นอวัยวะระบบขับถ่ายทั้งหมด (วิเคราะห์)
- ไต ต่อมเหงื่อ ลำไส้ใหญ่ ปอด
  - ไต ต่อมเหงื่อ ลำไส้ใหญ่ ลำไส้เล็ก
  - ไต ต่อมเหงื่อ ลำไส้ใหญ่ ตับ
  - ไต ต่อมเหงื่อ ลำไส้ใหญ่ กระเพาะอาหาร
9. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง (สังเคราะห์)
- ไตมีรูปร่างคล้ายเม็ดถั่ว ประกอบด้วยหน่วยไตนับล้านหน่วย
  - ของเหลวทั้งหมดที่ผ่านการกรองจากไตแล้วคือ น้ำปัสสาวะ
  - น้ำ น้ำตาล และโปรตีนบางชนิด จะถูกดูดซึมกลับเข้าหลอดเลือดได้อีก
- 1
  - 2
  - 3
  - 2 และ 3
10. การขับถ่ายปัสสาวะเป็นการทำงานร่วมกันของอวัยวะใดบ้าง (ประเมินค่า)
- ไต หลอดไต กระเพาะปัสสาวะ กระเพาะอาหาร
  - ไต หลอดไต กระเพาะปัสสาวะ ท่อปัสสาวะ
  - ไต หลอดไต กระเพาะปัสสาวะ ต่อมเหงื่อ
  - ไต หลอดไต กระเพาะปัสสาวะ ปอด

เฉลย แบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์  
 เรื่อง ระบบขับถ่าย

ข้อที่	คำตอบ
1.	ง
2.	ค
3.	ง
4.	ก
5.	ข
6.	ข
7.	ค
8.	ก
9.	ข
10.	ข

**แบบทดสอบคิดวิเคราะห์**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์**  
**เรื่อง ระบบขับถ่าย**

**คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 เลือก จำนวน 6 ข้อ  
คะแนน 6 คะแนน

2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)  
ลงในกระดาษ

1. ข้อใดจัดเป็นของเสียที่ร่างกายจำเป็นต้องกำจัดทิ้ง (วิเคราะห์ความสำคัญ)

- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| ก. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ | ข. ยูเรีย        |
| ค. เกล็ดแร่ส่วนเกิน     | ง. ถูกต้องทุกข้อ |

2. ปัสสาวะประกอบด้วยสารใดเป็นหลัก (วิเคราะห์ความสำคัญ)

- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| ก. น้ำกับเกลือแร่  | ข. น้ำกับยูเรีย  |
| ค. น้ำกับแอมโมเนีย | ง. น้ำกับโซเดียม |

3. ของเสียในเลือดถูกรองโดยอวัยวะใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

- |            |                       |
|------------|-----------------------|
| ก. หน่วยไต | ข. หลอดเลือดอาร์เทอรี |
| ค. หลอดไต  | ง. กระเพาะปัสสาวะ     |

4. สัตว์จำพวกนก และสัตว์เลื้อยคลานขับถ่ายของเสียจากโปรตีนออกมาในรูปแบบใด  
(วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

- |             |                |
|-------------|----------------|
| ก. ยูเรีย   | ข. แอมโมเนีย   |
| ค. กรดยูริก | ง. แอนแลนตอยล์ |

5. หลอดเลือดที่นำเลือดผ่านเข้ามายังไตเป็นหลอดเลือดชนิดใด (วิเคราะห์หลักการ)

- |                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| ก. หลอดเลือดเวน | ข. หลอดเลือดอาร์เทอรี |
| ค. หลอดเลือดฝอย | ง. ข้อ ก และ ค        |

6. ห่วงเฮนเล เป็นบริเวณที่ทำหน้าที่ใด (วิเคราะห์หลักการ)

- |  |
|--|
| ก. สร้างฮอร์โมนบางชนิดได้                |
| ข. มีการสร้างสารบางอย่างปล่อยลงสู่หลอดไต |
| ค. มีการดูดสารต่าง ๆ มากที่สุด           |
| ง. มีการดูดน้ำกลับมากที่สุด              |

เฉลย แบบทดสอบคิดวิเคราะห์  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์  
เรื่อง ระบบขับถ่าย

ข้อที่	คำตอบ
1.	ง
2.	ข
3.	ก
4.	ค
5.	ข
6.	ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร