

คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม

ชีววิทยา

เล่ม ๑

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๖
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์



กระทรวงศึกษาธิการ



ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

๑๖๕.-





คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม ๑

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ

ISBN 978-974-01-6298-8

พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง ๕,๐๐๐ เล่ม

พ.ศ. ๒๕๕๓

องค์การค้ำของ สกสศ. จัดพิมพ์จำหน่าย

พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว

๒๒๔๙ ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ





ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ
เรื่อง อนุญาตให้ใช้หนังสือในสถานศึกษา

ด้วยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำคู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม
ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการพิจารณาแล้ว อนุญาตให้ใช้หนังสือนี้
ในสถานศึกษาได้

ประกาศ ณ วันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2553

(นายชินภัทร ภูมิรัตน)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

สถาบันส่งเสริม การสอน วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี มีอำนาจหน้าที่ในการพัฒนาหลักสูตร วิธีการเรียนรู้ การประเมินผล การจัดทำคู่มือครู แบบฝึกหัด และสื่อการเรียนรู้ทุกประเภทที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 นี้ จัดทำตามสาระและมาตรฐาน การเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งจะเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ จิตวิทยาศาสตร์ และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือครูเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนบุคคล และหน่วยงานอื่นๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้



(นายชินภัทร ภูมิรัตน)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

22 มกราคม 2553

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการ ให้ดำเนินการจัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยสาระหลัก 8 สาระ คือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงแและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รวมทั้งตัวชี้วัดชั้นปีและตัวชี้วัดช่วงชั้น ซึ่งเป็นเป้าหมายสำหรับผู้เรียนทุกคนที่ได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสม โดยมุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล ตั้งแต่ปีการศึกษา 2553 เป็นต้นไป โรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงจำเป็นต้องมีสื่อการเรียนการสอนที่ได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสมและเป็นไปตามเป้าหมายของหลักสูตรดังกล่าว

คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 นี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล รวมทั้งข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้ต่างๆ

ในการจัดทำคู่มือครูเล่มนี้ ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ นักวิชาการ และครูผู้สอนจากสถาบันต่างๆ จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือครูเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่ครูผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้คู่มือครูเล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นโปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จักขอบคุณยิ่ง



(นางพรพรรณ ไวยายกอร์)

ผู้อำนวยการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



สารบัญ

| | หน้า |
|---------------------------------------|------|
| การจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา | 1 |
| วิสัยทัศน์การเรียนรู้อชีววิทยา | 1 |
| แนวทางการจัดการเรียนรู้อชีววิทยา | 2 |
| การประเมินผล | 4 |
| การใช้ Homepage ของสาขาชีววิทยา | |
| ในการสื่อสารค้นคว้าหาความรู้ | 17 |
| หน่วยที่ 1 สิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต | 19 |
| สาระสำคัญ | 20 |
| ผังมโนทัศน์ | 22 |
| แนวทางการจัดการเรียนรู้ | 23 |



บทที่ 1

ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต

| | |
|------------------------------------|----|
| เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน | 25 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 25 |
| สาระสำคัญ | 25 |
| ผังมโนทัศน์ | 27 |
| 1.1 สิ่งมีชีวิตคืออะไร | 28 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 28 |
| แนวทางการจัดการเรียนรู้ | 28 |
| 1.1.1 สิ่งมีชีวิตมีการสืบพันธุ์ | 28 |
| 1.1.2 สิ่งมีชีวิตต้องการสารอาหาร | |
| และพลังงาน | 29 |
| 1.1.3 สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต | |
| มีอายุขัย และขนาดจำกัด | 30 |
| 1.1.4 สิ่งมีชีวิตมีการตอบสนอง | |
| ต่อสิ่งเร้า | 31 |
| 1.1.5 สิ่งมีชีวิตมีการรักษาดุลยภาพ | |
| ของร่างกาย | 33 |

1.1.6 สิ่งมีชีวิตมีลักษณะจำเพาะ 35

1.1.7 สิ่งมีชีวิตมีการจัดระบบ 35

1.2 ชีววิทยาคืออะไร 36

จุดประสงค์การเรียนรู้ 36

แนวทางการจัดการเรียนรู้ 36

1.3 ชีววิทยากับการดำรงชีวิต 37

จุดประสงค์การเรียนรู้ 37

แนวทางการจัดการเรียนรู้ 37

1.4 ชีวิตริยธรรม 38

จุดประสงค์การเรียนรู้ 38

แนวทางการจัดการเรียนรู้ 38

1.5 การศึกษาชีววิทยา 38

จุดประสงค์การเรียนรู้ 38

แนวทางการจัดการเรียนรู้ 39

1.5.1 การตั้งสมมติฐาน 42

1.5.2 การตรวจสอบสมมติฐาน 43

1.5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
และวิเคราะห์ข้อมูล 44

1.5.4 การสรุปผลการทดลอง 45

แนวทางการตอบคำถามท้ายบทที่ 1 48

แหล่งเรียนรู้ 52



บทที่ 2

เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

| | |
|----------------------------|----|
| เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน | 53 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 53 |
| สาระสำคัญ | 54 |
| ผังมโนทัศน์ | 55 |
| 2.1 สารอินทรีย์ 56 | |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ 56 | |
| แนวทางการจัดการเรียนรู้ 56 | |

| | | |
|-------|------------------------------------|----|
| 2.1.1 | น้ำ | 57 |
| 2.1.2 | แร่ธาตุ | 60 |
| 2.2 | สารอินทรีย์ | 65 |
| | จุดประสงค์การเรียนรู้ | 65 |
| | แนวการจัดการเรียนรู้ | 65 |
| 2.2.1 | คาร์โบไฮเดรต | 65 |
| 2.2.2 | โปรตีน | 66 |
| 2.2.3 | ลิพิด | 68 |
| 2.2.4 | กรดนิวคลีอิก | 70 |
| 2.2.5 | วิตามิน | 70 |
| 2.3 | ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต | 73 |
| | จุดประสงค์การเรียนรู้ | 73 |
| | แนวการจัดการเรียนรู้ | 74 |
| | แนวการตอบคำถามท้ายบทที่ 2 | 79 |
| | แหล่งเรียนรู้ | 81 |

บทที่ 3

เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

| | |
|-------------------------------|----|
| เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน | 83 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 83 |
| สาระสำคัญ | 83 |
| ผังมโนทัศน์ | 84 |
| 3.1 เซลล์และทฤษฎีเซลล์ | 85 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 85 |
| แนวการจัดการเรียนรู้ | 85 |
| 3.2 โครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษา | |
| ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน | 91 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 91 |
| แนวการจัดการเรียนรู้ | 91 |
| 3.2.1 ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ | 93 |
| 3.2.2 ไซโทพลาซึม | 94 |

| | |
|-----------------|----|
| 3.2.3 นิวเคลียส | 96 |
|-----------------|----|

3.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์

| | |
|-----------------------|-----|
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 101 |
|-----------------------|-----|

| | |
|----------------------|-----|
| แนวการจัดการเรียนรู้ | 101 |
|----------------------|-----|

3.4 การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์

| | |
|----------------------|-----|
| และการชราภาพของเซลล์ | 102 |
|----------------------|-----|

| | |
|-----------------------|-----|
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 102 |
|-----------------------|-----|

| | |
|----------------------|-----|
| แนวการจัดการเรียนรู้ | 102 |
|----------------------|-----|

แนวการตอบคำถามท้ายบทที่ 3

| | |
|---------------|-----|
| แหล่งเรียนรู้ | 106 |
|---------------|-----|



บทที่ 4

ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์

| | |
|-------------------------|-----|
| เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน | 107 |
|-------------------------|-----|

| | |
|-----------------------|-----|
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 107 |
|-----------------------|-----|

| | |
|-----------|-----|
| สาระสำคัญ | 108 |
|-----------|-----|

| | |
|-------------|-----|
| ผังมโนทัศน์ | 109 |
|-------------|-----|

4.1 อาหารและการย่อยอาหาร

| | |
|-----------------------|-----|
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 110 |
|-----------------------|-----|

| | |
|----------------------|-----|
| แนวการจัดการเรียนรู้ | 110 |
|----------------------|-----|

| | |
|---------------------------------|-----|
| 4.1.1 การย่อยอาหารของจุลินทรีย์ | 111 |
|---------------------------------|-----|

| | |
|----------------------------------|--|
| 4.1.2 การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต | |
|----------------------------------|--|

| | |
|------------|-----|
| เซลล์เดียว | 116 |
|------------|-----|

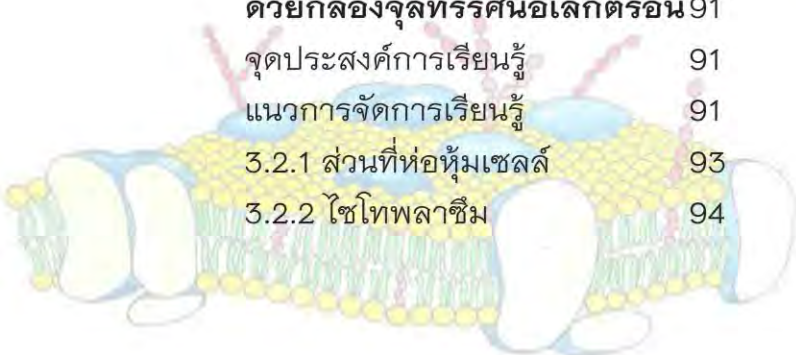
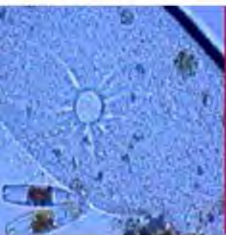
| | |
|----------------------------|-----|
| 4.1.3 การย่อยอาหารของสัตว์ | 117 |
|----------------------------|-----|

| | |
|-------------------------|-----|
| 4.1.4 การย่อยอาหารของคน | 124 |
|-------------------------|-----|

4.2 การสลายสารอาหารระดับเซลล์

| | |
|-----------------------|-----|
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 134 |
|-----------------------|-----|

| | |
|----------------------|-----|
| แนวการจัดการเรียนรู้ | 134 |
|----------------------|-----|



| | |
|--|-----|
| 4.2.1 การสลายสารอาหารแบบ ใช้ออกซิเจน | 136 |
| 4.2.2 การสลายสารอาหารแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน | 140 |
| แนวการตอบคำถามท้ายบทที่ 4 | 146 |
| แหล่งเรียนรู้ | 151 |



บทที่ 5

การสืบพันธุ์และ การเจริญเติบโตของสัตว์

| | |
|--|-----|
| เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน | 153 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 153 |
| สาระสำคัญ | 154 |
| ผังมโนทัศน์ | 155 |
| 5.1 การสืบพันธุ์ | 156 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 156 |
| แนวการจัดการเรียนรู้ | 156 |
| 5.1.1 การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต เซลล์เดียว | 156 |
| 5.1.2 การสืบพันธุ์ของสัตว์ | 157 |
| 5.1.3 การสืบพันธุ์ของคน | 160 |
| 5.2 การเจริญเติบโตของสัตว์ | 166 |
| จุดประสงค์การเรียนรู้ | 166 |
| แนวการจัดการเรียนรู้ | 166 |
| 5.2.1 การเจริญเติบโตของกบ | 168 |
| 5.2.2 การเจริญเติบโตของไก่ | 171 |
| 5.2.3 การเจริญเติบโตของคน | 173 |
| แนวการตอบคำถามท้ายบทที่ 5 | 177 |
| แหล่งเรียนรู้ | 179 |
| ภาคผนวก | 181 |





การจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา

วิชาชีววิทยามีบทบาทสำคัญยิ่งสำหรับสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะชีววิทยาเกี่ยวข้องกับคน สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม การสาธารณสุข และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่

ในการเรียนการสอนวิชาชีววิทยามุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา

การจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาจึงมีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิชาชีววิทยา
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติและข้อจำกัดของวิชาชีววิทยา
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยีชีวภาพ
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ความรู้และเทคโนโลยีชีวภาพอย่างสร้างสรรค์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิชาชีววิทยา มีดังนี้



การเรียนรู้วิชาชีววิทยาเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้



การเรียนรู้วิชาชีววิทยาเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว จำเป็นที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น ทำท่ายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นๆ และชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์ สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน

แนวการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา



เน้นการเรียนรู้ที่ผ่านกระบวนการคิด กระบวนการปฏิบัติ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายรูปแบบ เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและสิ่งแวดล้อม ครูต้องปรับบทบาทจากผู้บอข้อมูล (instructor) เป็นผู้ให้คำแนะนำ (coaching) และผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (facilitator) เนื่องจากมีวิธีการที่ผู้เรียนสามารถหาความรู้ซึ่งมีอยู่มากมายได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำกัดอยู่แค่เพียงความรู้ที่ครูถ่ายทอดให้เท่านั้น ในลักษณะนี้ครูจึงทำหน้าที่ในการชี้แนะ สำหรับการแสวงหาหรือนำความรู้จากแหล่งต่างๆ มาใช้ประโยชน์ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการและแหล่งที่จะได้มาซึ่งข้อมูลในการชี้แนะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองนั้น ครูควรใช้วิธีการจัดกิจกรรมหรือใช้สื่อประกอบ ให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ในการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ อย่างกว้างขวาง ผึกให้คิดตั้งคำถามและแสวงหาคำตอบอย่างมีเหตุผล การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิด และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

จิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ

1. ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นต่อเมื่อผู้เรียนได้มีส่วนในการค้นหาความรู้ต่างๆ โดยตรงมากกว่าครูบอกให้ผู้เรียนรู้
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุดเมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้ผู้เรียนอยากรเรียนไม่ใช่บีบบังคับผู้เรียน และครูต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าทดลอง
3. วิธีการนำเสนอของครูจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด

ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนทำการสำรวจ ตรวจสอบ จะต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและผู้เรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ โดยกิจกรรมที่จัดควรเป็นกิจกรรมนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ หรือแสวงหาความรู้ใหม่

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูมีหน้าที่จัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจจะเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าวหรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่คุณเคยรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

เมื่อผู้เรียนได้กำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ ครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหา และให้ผู้เรียนดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจ ตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลสนเทศ เป็นต้น

เมื่อได้ข้อมูลจากการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล ขั้นตอนนี้ครูมีหน้าที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน แล้วนำเสนอผลงาน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้สร้างความรู้ใหม่ ครูต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายความคิดด้วยตัวของผู้เรียนเอง พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและเหตุผลประกอบการอธิบาย และให้ผู้เรียนตรวจสอบผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่ อย่างไร

เพื่อให้ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเองจากการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองสมบูรณ์ ชัดเจน และลึกซึ้งยิ่งขึ้น ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีความรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ขยายกรอบความคิดได้กว้างขวางยิ่งขึ้น เชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่ นำไปสู่การศึกษาค้นคว้าทดลองเพิ่มขึ้น อาจจะทำให้ได้โดยตั้งประเด็นเพื่อให้ผู้เรียนชี้แจง หรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามผู้เรียนให้เกิดความชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ เชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม ให้ค้นคว้าเพิ่มเติมในประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ

ขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็น คือ การส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่หรือนำไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินจุดเด่นและจุดด้อยในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อจะปรับปรุงในโอกาสต่อไป แล้วควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีโอกาสตรวจสอบซึ่งกันและกัน โดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการสำรวจตรวจสอบ



การประเมินผล



การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ควบคู่กัน เป็นกระบวนการที่จะได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน รวมทั้งได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ตามศักยภาพ การประเมินผลเป็นกลไกหนึ่งในการประกันคุณภาพการศึกษาทั้งภายในและภายนอก

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้ระบุถึงวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ไว้ว่า ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผลผู้เรียน โดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติกการสังเกต พฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติดังกล่าวทำให้เห็นแนวทางการวัดผลและประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. การวัดผลและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้จะต้องดำเนินการควบคู่กันไปอย่างสอดคล้องและต่อเนื่อง
2. ในการจัดการเรียนรู้มุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การประเมินพัฒนาการของผู้เรียนจึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน
3. เพื่อให้การประเมินครอบคลุมทุกด้านและได้ข้อมูลเพียงพอที่จะประเมินพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน จะต้องใช้กระบวนการและวิธีการประเมินผลหลากหลายวิธี และต่อเนื่องทั้งการสังเกตพฤติกรรมการเรียนและการเข้าร่วมกิจกรรม ฯลฯ

การวัดผลและประเมินผลของการศึกษาขั้นพื้นฐาน เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริง และที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัวครู ที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรจะได้รับการแก้ไข รวมทั้งครูผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล



การประเมินจากสภาพจริงคืออะไร

การประเมินจากสภาพจริง (authentic assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้

การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

1. การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลายๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลายๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
2. สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง
3. เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นประเมินศักยภาพโดยรวมของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่างๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฯลฯ
4. เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลายๆ ด้าน และหลากหลายวิธี สามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้ส่งเสริมและวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล
5. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของครูว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ครูสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป
6. เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเอง และสามารถพัฒนาตนเองได้
7. เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้



วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
 2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
 3. การสัมภาษณ์
 4. บันทึกของผู้เรียน
 5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
 6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (practical assessment)
 7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)
 8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (portfolio assessment)
 9. การทดสอบ
- ฯลฯ

การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)

ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูง และผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมสถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การมอบหมายงานให้ทำ งานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

ตัวอย่างงานที่มอบหมายให้ทำ เช่น

- บทความในเรื่องที่กำลังเป็นประเด็นที่น่าสนใจและมีความสำคัญอยู่ในขณะนั้น เช่น GMOs การโคลนสิ่งมีชีวิต
- รายงานสิ่ง que ผู้เรียนสนใจโดยเฉพาะ เช่น การศึกษาวัฏจักรชีวิตแมลงวันทอง การสำรวจความหลากหลายของพืชในบริเวณโรงเรียน
- สิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่สนใจ เช่น การสร้างระบบนิเวศจำลอง

2. การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบ และกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

ตัวอย่าง จากการศึกษาการสลายน้ำตาลของยีสต์ ผู้เรียนคนหนึ่งออกแบบการทดลอง ดังในภาพ



1. การทดลองนี้ถ้านำน้ำออกจากหลอดทดลองจะเกิดปฏิกิริยาในระยะเวลาหนึ่งแล้วจะหยุดชะงัก ทั้งๆ ที่น้ำตาลในผลไม้ยังมีพอเพียง เพราะเหตุใด

2. ถ้าผู้เรียนจะผลิตแอลกอฮอล์เป็นการค้า
 - 2.1 ต้องดัดแปลงอุปกรณ์อะไรบ้าง
 - 2.2 ถ้าจะให้ผลผลิตสูงและต้นทุนที่ต่ำ ผู้เรียนจะต้องศึกษาในเรื่องใดบ้าง
 - 2.3 ผู้เรียนจะตรวจสอบความคิดของผู้เรียนในข้อ 2.1 และ 2.2 ได้อย่างไร
 - 2.4 ลงมือปฏิบัติตามข้อ 2.3 และรายงานผล

ลักษณะงานที่นำมาใช้ในการปฏิบัติการควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นงานที่มีความหมายต่อชีวิตจริง และการเรียนรู้สามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

2. สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและการเรียนการสอน
3. ควรจะเน้นในด้านลึกมากกว่าเน้นด้านกว้างโดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์เดิม
4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดอย่างอิสระ
5. กิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนควรมีความหลากหลาย ทั้งรูปแบบของกิจกรรม เทคนิค วิธีการ

และผู้เรียนจะต้องใช้ความสามารถหลายด้านในการปฏิบัติการ

การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงผลออก กระบวนการทำงานและ ผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่า ผลสำเร็จของงาน

การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกัน ระหว่างครูและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของครู



3. การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตามขั้นตอน ให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การทำเฮอริบาเรียม การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

4. การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 1

จงศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้



มีลำไยซึ่งเก็บมาจากสวน 4 สวน ถ้าจะตรวจสอบว่าลำไยจากสวนใดมีความหวานมากที่สุด โดยใช้หลักการออสโมซิสจะตรวจสอบอย่างไร

จากสถานการณ์ให้ผู้เรียนปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. จงคิดวิธีการตรวจสอบหลายๆ วิธี และบอกขั้นตอนของวิธีการตรวจสอบของแต่ละวิธี
2. ระบุวิธีการเก็บข้อมูลของแต่ละวิธี
3. จงเลือกวิธีการในข้อ 1 มาหนึ่งวิธีและบอกเหตุผลที่เลือกใช้วิธีนั้นๆ
4. ดำเนินการตรวจสอบโดยใช้วิธีการที่เลือกไว้ในข้อ 3 แปลผลและสรุปผลการทดลอง

ตัวอย่างสถานการณ์ที่ 2

จงศึกษาสถานการณ์ข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถาม



ในการตรวจสอบว่าความเข้มแสงมีผลต่อการเจริญของต้นถั่วเขียว โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด แต่ละชุดควบคุมทุกอย่างให้เหมือนกัน แตกต่างที่ชุดที่ 1 มีความเข้มชั้นของแสงมากกว่าชุดที่ 2 ปัญหาที่พบความขึ้นและอุณหภูมิของการทดลองทั้ง 2 ชุด ไม่สามารถจะควบคุมให้เท่ากันได้ ผู้เรียนจะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

5. การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังคงมีความจำเป็นเนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ ความเข้าใจในหลักการต่างๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วย โดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

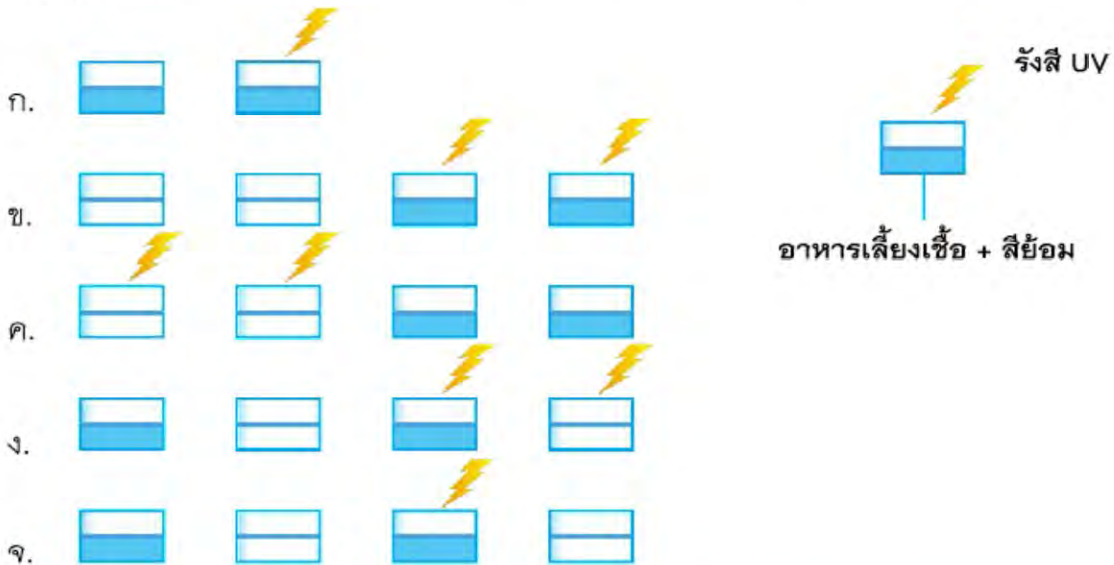
1. ตัวอย่างข้อสอบแบบเลือกตอบ

จงศึกษาสถานการณ์ข้างล่างนี้แล้วตอบคำถาม



ผู้เรียนคนหนึ่งศึกษาการเจริญของแบคทีเรียในจานเลี้ยงเชื้อ เขาได้ทำสีย้อมหมกบนจานเลี้ยงเชื้อ ต่อมาพบว่าแบคทีเรียในจานเลี้ยงเชื้ออื่นๆ เมื่อได้รับแสงอาทิตย์จะไม่เจริญ แต่แบคทีเรียในจานเลี้ยงเชื้อที่มีสีเจือปนอยู่เจริญเติบโตดีมาก เขาคิดว่าสีน่าจะป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตจากแสงอาทิตย์ได้

ผู้เรียนคิดว่าผู้เรียนคนนี้ควรเลือกการทดลองในข้อใดเพื่อตรวจสอบความคิดของเขา ข้อมูลที่ได้จึงจะน่าเชื่อถือ



สนใจเพาะเมล็ดพืชชนิดหนึ่งในกระถาง กระถางละ 12 ต้น โดยกระถางที่ 1 เติบโตปุ๋ยไนโตรเจน กระถางที่ 2 เติบโตปุ๋ยฟอสฟอรัส และรดน้ำในปริมาณเท่าๆ กัน ถ้าสนใจต้องการทดสอบผลของปุ๋ยแต่ละชนิดที่มีต่อการเจริญของต้นไม้ ผู้เรียนคิดว่าสมใจควรเพิ่มอะไรในการทดลองนี้

- ก. เพิ่มกระถางที่เติบโตปุ๋ยทั้งสองชนิด
- ค. เพิ่มกระถางที่เติบโตปุ๋ยฟอสฟอรัส

- ข. เพิ่มกระถางที่ไม่เติบโตปุ๋ยเลย
- ง. เพิ่มกระถางที่เติบโตปุ๋ยไนโตรเจน





การชันสูตรศพของผู้ที่เสียชีวิตอย่างกะทันหันโดยไม่ทราบสาเหตุ แพทย์พบว่าในกระเพาะอาหารของผู้เสียชีวิตมีโมเลกุลเล็กๆ ของสารอาหาร A และบางส่วนของสารอาหาร A ที่ยังไม่ได้ย่อย และพบว่าบางส่วนของสารอาหาร B ถูกย่อยเกือบหมด แต่สารอาหาร C ยังไม่ได้ย่อยเลย อาหารที่ชายคนนี้รับประทาน คือ

- | | |
|---------------------|---------------|
| ก. เนื้อตุ๋นยาจิ้น | ข. ข้าวขาหมู |
| ค. ส้มตำ ตับไก่ย่าง | ง. ก๋วยเตี๋ยว |



ชายผู้นี้เสียชีวิตเมื่อเวลา 19.00 น. ผู้เรียนคิดว่าเขาจะรับประทานอาหารเช้าเมื่อเวลาประมาณเท่าใด

- | | |
|-------------|-------------|
| ก. 11.00 น. | ข. 12.00 น. |
| ค. 15.00 น. | ง. 17.00 น. |



หญิงที่แต่งงานแล้วตีมีสุราเป็นประจำต้องการมีบุตรมาก แพทย์แนะนำว่าไม่ควรตีมีสุรา เพราะจะทำให้ไข่ไม่ตก แสดงว่าแอลกอฮอล์จะไปรบกวนในข้อใด

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| ก. การหลั่ง LH | ข. การหลั่งโพรเจสเทอโรน |
| ค. การหลั่งอีสโตรเจน | ง. การสร้างคอร์ปัสลูเทียม |

2. ตัวอย่างข้อสอบแบบเขียนตอบ



ถ้าผู้เรียนไปทำงานเป็นผู้ช่วยคนดูแลสวนสัตว์แห่งหนึ่ง ผู้เรียนมีอาหารของนก เช่น เมล็ดพืช ผลไม้ ปลาตัวเล็ก แหน ปู และหอยตัวเล็กๆ ถ้าไปพบนกในสวนสัตว์ดังในภาพ ผู้เรียนจะให้อะไรเป็นอาหาร



จงระบุอาหารของนกเหล่านี้ลงในตารางข้างล่างนี้

| ชนิดของนก | อาหาร |
|-----------|-------|
| ก | |
| ข | |
| ค | |
| ง | |
| จ | |



จากการศึกษาการเลี้ยงสาหร่ายทางกระจกในสารละลายที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) ต่างกันในขณะที่มีแสงได้ข้อมูลดังนี้

| การทดลองที่ | ความเข้มข้นของ HCO_3^- (%) | ปริมาตรของ O_2 ที่สาหร่ายทางกระจกปล่อยออกมา (cm^3/s) |
|-------------|-------------------------------------|---|
| 1 | 0.10 | 0.0 |
| 2 | 0.25 | 0.2 |
| 3 | 0.50 | 1.2 |
| 4 | 0.75 | 3.0 |
| 5 | 1.00 | 3.2 |
| 6 | 1.25 | 3.2 |
| 7 | 2.50 | 2.0 |

- จงนำข้อมูลจากผลการทดลองนี้มาเขียนกราฟ
- จากผลการทดลองนี้จะสรุปการทดลองได้อย่างไร

จงศึกษาสถานการณ์ข้างล่างนี้แล้วตอบคำถาม



ปัจจุบันนี้มีการนำการโคลน (cloning) มาใช้ในการขยายพันธุ์แกะ โดยการนำเอานิวเคลียสจากเซลล์เต้านมของแกะตัวหนึ่งมาใส่ในเซลล์ไข่ของแกะอีกตัวหนึ่งซึ่งนำนิวเคลียสออกแล้ว หลังจากนั้นนำเซลล์ไข่นี้ไปถ่ายฝากตัวอ่อนในแกะตัวที่สามเมื่อลูกแกะคลอดออกมาจะมีลักษณะเหมือนแกะตัวแรกก็นำนิวเคลียสไปใส่ในเซลล์ไข่ทุกประการ

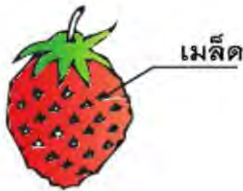


- เหตุใดแกะตัวใหม่ที่ได้จากการโคลนจึงมีลักษณะเหมือนแกะตัวแรกทุกประการ
- การโคลนถ้านำมาใช้กับมนุษย์ ผู้เรียนคิดว่าจะมีผลดีหรือผลเสียอย่างไร จงให้เหตุผล

จงศึกษาสถานการณ์ข้างล่างนี้แล้วตอบคำถาม



ผลไม้ชนิดหนึ่งเป็นผลกลุ่ม ประกอบด้วยผลเล็กๆ อยู่เป็นจำนวนมาก จากการสังเกตขณะที่ผลไม้ชนิดนี้เจริญเติบโตพบว่า ถ้าเมล็ดของผลที่ยอดหลุดไปขนาดของผลกลุ่มจะเล็กกว่าปกติและผลเล็กๆ ในบริเวณดังกล่าวจะไม่เจริญ ถ้าผลเล็กๆ ทุกผลเมล็ดหลุดไปหมด ผลกลุ่มจะหยุดการเจริญเติบโต ดังภาพ



ผลกลุ่มที่เจริญตามปกติ



ผลกลุ่มที่เมล็ดของผลที่ยอดหลุดไป



ผลกลุ่มที่เมล็ดหลุดไปหมด

จากสถานการณ์นี้ท่านคิดว่าปัญหาคืออะไร ถ้าท่านจะตรวจสอบปัญหานี้ ท่านควรออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหาอย่างไร

แนวการประเมินตามสภาพจริง

จากที่กล่าวมาแล้วว่าการประเมินตามสภาพจริงให้ความสำคัญต่อการประเมินโดยใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบน้อยมาก แต่จะให้ความสำคัญต่อการแสดงออกที่แท้จริงของผู้เรียนขณะทำกิจกรรมงานหรือกิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนทำ ซึ่งมีแนวทางไปสู่ความสำเร็จของงานและมีวิธีการหาคำตอบหลายแนวทาง คำตอบที่ได้อาจมิใช่แนวทางที่กำหนดไว้เสมอไป จึงทำให้การตรวจให้คะแนนไม่สามารถให้ได้อย่างชัดเจนแน่นอนเหมือนการตรวจให้คะแนนแบบข้อสอบเลือกตอบ ดังนั้นการประเมินตามสภาพจริงจึงต้องมีการกำหนดแนวทางการให้คะแนนอย่างชัดเจน การกำหนดแนวทางอาจจัดทำโดยครู คณะครูหรือครูและผู้เรียนกำหนดร่วมกัน แนวทางการประเมินนั้นจะต้องมีมาตรฐานวัดว่า ผู้เรียนทำอะไรได้สำเร็จ และระดับความสำเร็จอยู่ในระดับใด แนวทางการประเมินที่มีมาตรฐานวัดนี้ เรียกว่า Rubric

การประเมินโดยอิง Rubric นี้โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

1. การประเมินเป็นภาพรวม (holistic score)
2. การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (analytic score)

การประเมินเป็นภาพรวม

การประเมินแบบนี้เป็นการประเมินภาพรวมของงาน จะไม่เก็บเป็นคะแนน แม้ว่าจะใช้การให้คะแนนในการประเมินก็ต้องให้ความหมายของภาพรวมให้ได้

ตัวอย่างมาตรวัดการประเมินเป็นภาพรวมในการประเมินโครงการ

| มาตรวัดในการประเมินโครงการ | ระดับคะแนน |
|--|------------|
| - ไม่เข้าใจปัญหา การออกแบบและการทดลองใช้เทคนิคไม่ถูกต้อง ทำโครงการได้แต่ไม่สมบูรณ์ การเขียนรายงานต้องช่วยเหลืออย่างมาก | 1 |
| - เข้าใจปัญหาแต่ใช้เวลานานมาก ต้องอาศัยการแนะนำในการออกแบบ การทดลอง มีความยากลำบากในการปฏิบัติ ต้องได้รับคำแนะนำในการเขียนรายงาน | 2 |
| - แสดงถึงความเข้าใจปัญหาการออกแบบการทดลองและเทคนิควิธียังไม่ถูกต้อง งานประสบความสำเร็จบางส่วน การนำเสนอรายงานเป็นลำดับ | 3 |
| - แสดงถึงความเข้าใจปัญหา สามารถออกแบบการทดลองและเทคนิควิธีต่างๆ จนโครงการประสบความสำเร็จ การนำเสนอรายงานเป็นลำดับดี | 4 |
| - แสดงถึงความเข้าใจปัญหา มีความคิดริเริ่มในการออกแบบการทดลองและเทคนิควิธีต่างๆ จนโครงการประสบความสำเร็จ การนำเสนอรายงานเป็นลำดับดี | 5 |

การกำหนดระดับคะแนนที่กล่าวข้างต้น เป็นการกำหนดระดับการยอมรับประกอบคำอธิบายว่าผู้เรียนทำอะไรได้บ้าง อย่างไร

การกำหนดระดับคะแนนอาจกำหนดตามระดับความผิดพลาด ตัวอย่างเช่น ถ้าการประเมินโครงการจะประเมิน 6 ประเด็นด้วยกัน คือ

1. การกำหนดปัญหาและสมมติฐานถูกต้อง
2. การออกแบบการทดลองถูกต้อง
3. การดำเนินการทดลองถูกต้อง
4. การจัดทำข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลถูกต้อง
5. การสรุปผลการทดลองถูกต้อง
6. การนำเสนอโครงการถูกต้อง



การกำหนดระดับคะแนนอาจเป็นดังนี้

- ระดับคะแนน 1 ปฏิบัติถูกต้องเพียงประเด็นเดียว
- ระดับคะแนน 2 ปฏิบัติถูกต้อง 2-3 ประเด็น
- ระดับคะแนน 3 ปฏิบัติถูกต้อง 4-5 ประเด็น
- ระดับคะแนน 4 ปฏิบัติถูกต้องทุกประเด็น

การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ

การประเมินแบบแยกองค์ประกอบจะมีการวิเคราะห์ว่า ผลงานของผู้เรียนสามารถประเมินอะไรได้บ้าง แต่ละประเด็นผู้เรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใด ดังตัวอย่างการประเมินโครงงานและการประเมินการปฏิบัติการ

| ระดับ คะแนน | เกณฑ์การประเมิน | | |
|----------------|---|---|--|
| | การออกแบบการทดลอง | การดำเนินการทดลอง | การนำเสนอ |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา และออกแบบการทดลอง และใช้เทคนิควิธีถูกต้อง แสดงถึงความคิดริเริ่ม | <ul style="list-style-type: none"> - การดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง มีการทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลได้ละเอียดรอบคอบ ครบถ้วนตามที่ต้องการวัด | <ul style="list-style-type: none"> - ดูง่ายเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วนเหมาะสม การสรุปผลการทดลองถูกต้อง มีการนำเหตุผล และความรู้มาอ้างอิง ประกอบการสรุปผลการทดลอง |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง ออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธีถูกต้อง | <ul style="list-style-type: none"> - การดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง แต่ไม่มีการทำซ้ำ การเก็บข้อมูลครบถ้วนตามที่ต้องการวัด | <ul style="list-style-type: none"> - การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง ครบถ้วน วิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วน การสรุปการทดลองถูกต้อง มีการนำเหตุผล และความรู้มาอ้างอิงประกอบ |

| ระดับ คะแนน | เกณฑ์การประเมิน | | |
|----------------|---|--|---|
| | การออกแบบการทดลอง | การดำเนินการทดลอง | การนำเสนอ |
| 2 | - เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง การออกแบบการทดลอง และเทคนิควิธียังไม่ถูกต้อง | - การดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนถูกต้องเป็นส่วนใหญ่มาก การเก็บข้อมูลครบถ้วนตามที่ต้องการวัด | - การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง การวิเคราะห์ข้อมูลครบถ้วน การนำเสนอผลการทดลองถูกต้อง |
| 1 | - เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐานถูกต้อง ต้องอาศัยการแนะนำในการออกแบบการทดลอง | - การดำเนินการทดลอง ไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่มาก การเก็บข้อมูลไม่ครบถ้วน | - การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง การวิเคราะห์ข้อมูลไม่ครบถ้วน การสรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง |

ตัวอย่างแบบประเมินการปฏิบัติการ

| รายงาน | ปฏิบัติ | รวม |
|--------|---------|-----|
| | | |

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1. 2.
 3. 4.
 5. 6.
 วันที่ประเมิน

| รายการที่ประเมิน | คะแนนที่ได้ | | | | หมายเหตุ |
|--|-------------|---|---|---|----------|
| | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| วิธีดำเนินการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ การนำเสนอ | | | | | |
| รวม | | | | | |
| ระดับคะแนนที่ได้ | | | | | |



ตัวอย่างมาตรฐานวัดการประเมินปฏิบัติการ

| ประเด็นที่ประเมิน | ระดับคะแนน |
|---|------------|
| 1. วิธีดำเนินการทดลอง | |
| - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการกำหนดวิธีการ ขั้นตอน และการใช้เครื่องมือ | 1 |
| - กำหนดวิธีการและขั้นตอนไม่ถูกต้อง ต้องให้ความช่วยเหลือ | 2 |
| - กำหนดวิธีการและขั้นตอนถูกต้อง การใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม | 3 |
| - กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง เลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองเหมาะสม | 4 |
| 2. การปฏิบัติการทดลอง | |
| - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ | 1 |
| - ต้องให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ | 2 |
| - ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องถ้าให้คำแนะนำ | 3 |
| - ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง | 4 |
| 3. ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ | |
| - ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้แตกหักเสียหาย | 1 |
| - ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด เนื่องจากขาดความคล่องแคล่วในการใช้อุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง | 2 |
| - มีความคล่องแคล่วในการทำการทดลอง และการใช้อุปกรณ์ แต่ต้องชี้แนะเรื่องการใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย | 3 |
| - มีความคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง และใช้อุปกรณ์ดำเนินการทดลองได้อย่างปลอดภัย เสร็จทันเวลา | 4 |
| 4. การนำเสนอ | |
| - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง สรุปผล และการนำเสนอ | 1 |
| - ต้องให้คำชี้แนะในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง และการนำเสนอจึงปฏิบัติได้ | 2 |
| - บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง แต่การนำเสนอยังไม่เป็นขั้นตอน | 3 |
| - บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง รัดกุม บันทึกการนำเสนอเป็นขั้นตอนชัดเจน | 4 |

การใช้ Homepage ของสาขาชีววิทยาในการสื่อสารค้นคว้าหาความรู้



คำกล่าวที่ว่า “การเรียนรู้ไม่มีวันสิ้นสุด” ยังเป็นจริงถึงทุกวันนี้ ดังจะเห็นได้ว่า ในโลกปัจจุบัน มีองค์ความรู้ใหม่ๆ เกิดขึ้นมากมาย โดยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวได้จากการสังเกตด้วยตัวเอง คำบอกกล่าวของผู้อื่น หรือสื่ออื่นๆ เช่น หนังสือต่างๆ วิทยุ โทรทัศน์ หรือแม้กระทั่งทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถเรียนรู้ในเรื่องที่อยากรู้ได้อย่างรวดเร็ว ถ้าเป็นคนที่ไม่หยุดนิ่งต้องการแสวงหาความรู้ใหม่อยู่เสมอๆ สาขาชีววิทยาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้จัดทำเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่ความรู้และสื่อต่างๆ ประกอบการเรียนการสอนชีววิทยา สามารถเข้าไปดูได้ที่ <http://www.ipst.ac.th/biology> ในเว็บไซต์นี้มีบทความทางวิชาการที่น่าสนใจอยู่หลายเรื่อง รวมทั้งวิดีโอคลิป ที่เกี่ยวกับการทดลองหรือปฏิบัติการต่างๆ รวมทั้งภาพและลิงค์แหล่งเรียนรู้ออนไลน์ที่เกี่ยวข้อง เว็บไซต์นี้มีประโยชน์ต่อครูผู้สอนมากในการเรียนการสอน ซึ่งครูสามารถให้ผู้เรียนมาหาความรู้เพิ่มเติมที่สัมพันธ์กับเรื่องที่เรียนได้





หน่วยที่ 1 สิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต



หน่วยการเรียนรู้ 1.5 หน่วยกิต

| | | | |
|------------|--|-----------|----------------|
| บทที่ 1 | ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต | 6 | ชั่วโมง |
| บทที่ 2 | เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต | 9 | ชั่วโมง |
| บทที่ 3 | เซลล์ของสิ่งมีชีวิต | 11 | ชั่วโมง |
| บทที่ 4 | ระบบย่อยอาหาร และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ | 20 | ชั่วโมง |
| บทที่ 5 | การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต | 14 | ชั่วโมง |
| รวม | | 60 | ชั่วโมง |

| ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ |
|--|--|
| 1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต | 1. ลักษณะที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วย สิ่งมีชีวิตมีการสืบพันธุ์ ต้องการสารอาหารและพลังงาน มีการเจริญเติบโต มีอายุขัยและขนาดจำกัด มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า มีการรักษาคุณภาพของร่างกาย มีลักษณะจำเพาะและมีการจัดระบบ |
| 2. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับกระบวนการทางชีววิทยาที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม | 2. การปรับปรุงพันธุ์ การขยายพันธุ์พืชและสัตว์ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ความรู้ทางด้าน การแพทย์ การป้องกันปัญหาการพังทลายของดิน และการเกิดอุทกภัย เป็นตัวอย่างการใช้ความรู้และกระบวนการทางชีววิทยาที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยต้องคำนึงถึงชีวจริยธรรม |
| 3. นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาออกแบบการทดลอง ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับชีววิทยา | 3. การศึกษาทางชีววิทยาอาจใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเริ่มจากปัญหาหรือคำถาม มีการตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลอง |
| 4. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของสารเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต | 4. สารเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยสารอินทรีย์ เช่น น้ำและแร่ธาตุ และสารอินทรีย์ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิก และวิตามิน สารเหล่านี้บางชนิดเป็นองค์ประกอบ และบางชนิดเกี่ยวข้องกับการทำงานของเซลล์ |
| 5. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบภายในเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ | 5. โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ประกอบด้วย ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส ส่วนต่างๆ เหล่านี้ทำหน้าที่ที่แตกต่างกันและทำงานประสานร่วมกัน |
| 6. อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ และการชราภาพของเซลล์ | 6. เซลล์มีการสื่อสารซึ่งกันและกันเพื่อให้กิจกรรมต่างๆ ภายในเซลล์ดำเนินไปได้ สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เมื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์และมีการปฏิสนธิได้เป็นไซโกต จะมีการแบ่งเซลล์และเพิ่มจำนวน และเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์เพื่อไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างเกิดเป็นเนื้อเยื่อและอวัยวะ เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีอายุขัยจำกัด ซึ่งเกิดจากการชราภาพของเซลล์ ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเซลล์ลดลง |



| ผลการเรียนรู้ | สาระการเรียนรู้ |
|--|--|
| 7. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ในร่างกายของสัตว์และมนุษย์ | 7. สัตว์และมนุษย์มีโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหารที่แตกต่างกัน การย่อยอาหารทำให้อาหารโมเลกุลใหญ่มีโมเลกุลเล็กลง เพื่อที่เซลล์จะได้นำไปใช้ในการสลายสารอาหารระดับเซลล์ ได้เป็นพลังงานในรูปของ ATP |
| 8. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของสัตว์ และมนุษย์ | 8. สัตว์และมนุษย์มีระบบสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน การสืบพันธุ์เป็นกระบวนการที่ทำให้ได้สิ่งมีชีวิตตัวใหม่เกิดขึ้น โดยต้องมีการเจริญเติบโตและพัฒนาต่อไปจนเป็นตัวเต็มวัย ซึ่งแบบแผนการเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์มีรูปแบบที่แตกต่างกัน |
| 9. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและนำความรู้เกี่ยวกับชีววิทยา มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน | 9. ความรู้เกี่ยวกับชีววิทยา สามารถนำมาใช้ประยุกต์ในการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ในหลายด้าน โดยใช้ในการดูแลสุขภาพ การผลิตอาหาร การประกอบอาชีพ รวมทั้งการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม |

สาระสำคัญ



สิ่งมีชีวิตต้องมีการสืบพันธุ์ มีความต้องการสารอาหารและพลังงาน มีการเจริญเติบโต มีอายุขัย และมีขนาดจำกัด สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้า มีการรักษาคุณภาพของร่างกาย มีลักษณะจำเพาะและมีการจัดระบบตั้งแต่ระดับเซลล์ไปจนถึงกลุ่มของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น การศึกษาสิ่งมีชีวิตทำให้เกิดความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ในด้านต่างๆ รวมทั้งการนำไปใช้ในการดูแลสุขภาพสิ่งแวดล้อม ในการศึกษาชีววิทยาและการนำชีววิทยาไปใช้ประโยชน์ต้องคำนึงถึงชีวจริยธรรม

การศึกษาชีววิทยาประกอบด้วยส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการ การสังเกตของนักชีววิทยาจะนำไปสู่การหาคำตอบ โดยการสำรวจ ตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะทำให้มีการค้นพบความรู้ใหม่ๆ อยู่เสมอ

สิ่งมีชีวิตประกอบด้วยสารเคมีซึ่งมีทั้งสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ที่สำคัญคือน้ำและแร่ธาตุต่างๆ ที่จำเป็นต่อกระบวนการทางเคมี สารอินทรีย์ที่สำคัญ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิก และวิตามิน เป็นต้น สารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ดังกล่าวเป็นส่วนประกอบของเซลล์และโครงสร้างของเซลล์

สิ่งมีชีวิตประกอบด้วยหน่วยพื้นฐานคือเซลล์ ในเซลล์มีออร์แกเนลล์ต่างๆ ที่มีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกัน เซลล์สามารถสื่อสารระหว่างกันได้ มีการเปลี่ยนแปลงสภาพทำให้เซลล์มีโครงสร้างและหน้าที่การทำงานเฉพาะ มีอายุขัยจำกัด ความชราภาพของเซลล์เกิดจากการสะสมสารบางชนิดและการที่ส่วนปลายของโครโมโซมสั้นลงเนื่องจากการแบ่งเซลล์หลายๆ ครั้ง



เซลล์หลายๆ ชนิดรวมกันเป็นเนื้อเยื่อของร่างกาย เนื้อเยื่อหลายๆ ชนิดทำหน้าที่ร่วมกันรวมเป็นอวัยวะ อวัยวะต่างๆ ทำหน้าที่ร่วมกันในแต่ละระบบของร่างกาย ระบบต่างๆ รวมเป็นร่างกายของสิ่งมีชีวิต

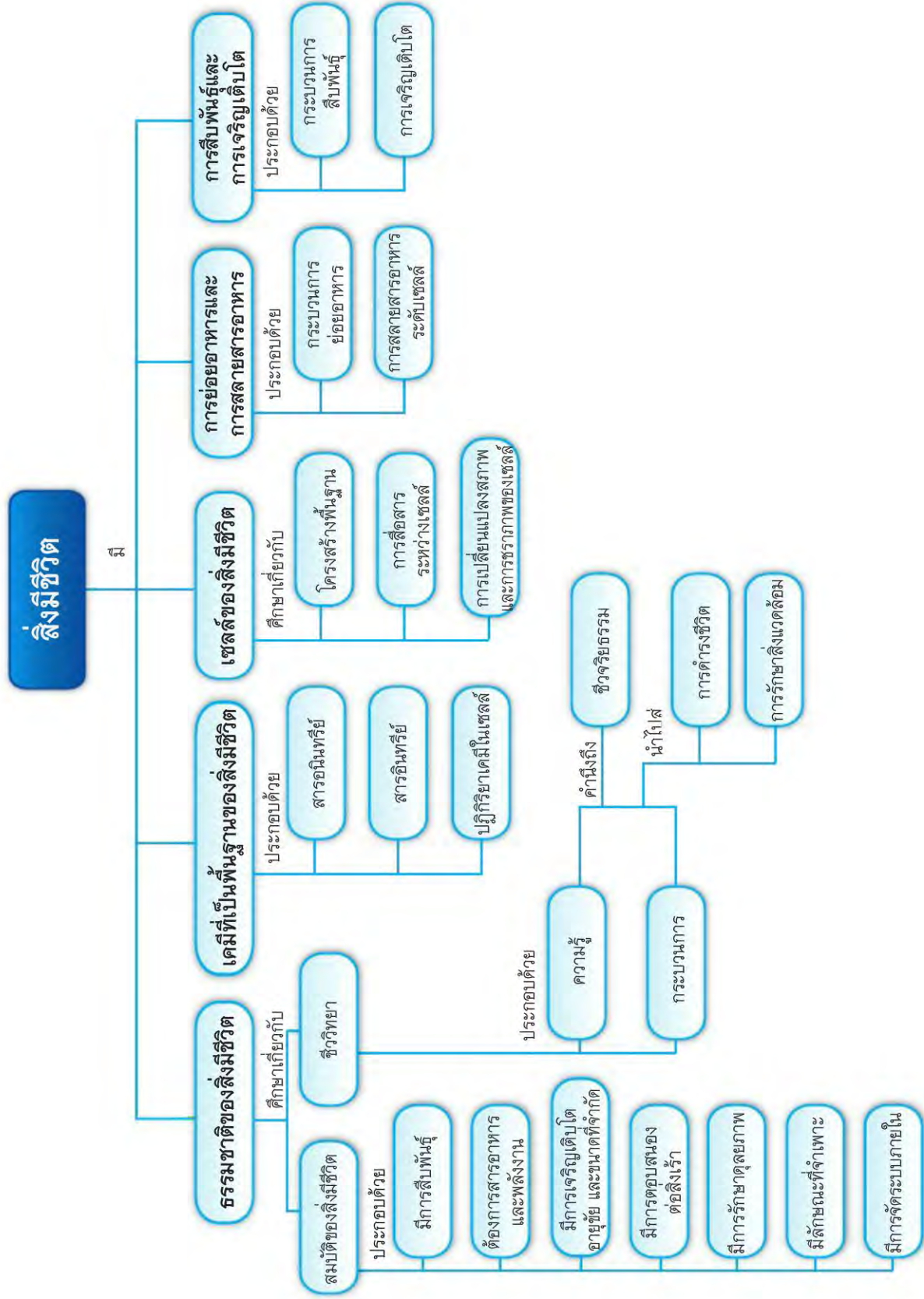
สัตว์และมนุษย์จะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกตินั้นย่อมต้องการพลังงานสำหรับใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ของชีวิต พลังงานเหล่านี้ได้มาจากกระบวนการสลายสารอาหารระดับเซลล์ สารอาหารที่ใช้ในกระบวนการสลายสารอาหารได้จากกระบวนการย่อยอาหาร การสลายสารอาหารมีทั้งแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การสืบพันธุ์เป็นสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ทำให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่จากสิ่งมีชีวิตเดิมเพื่อดำรงพันธุ์ให้คงไว้ การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตมี 2 แบบ คือ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

หลังจากการปฏิสนธิของสัตว์จะได้ไซโกตซึ่งเจริญเติบโตเป็นเอ็มบริโอ และมีกระบวนการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันขึ้นกับชนิดของสิ่งมีชีวิต



ผังมโนทัศน์
หน่วยที่ 1 สิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต



แนวการจัดการเรียนรู้



การศึกษาวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเล่ม 1 ครูควรให้นักเรียนดูภาพของสิ่งมีชีวิต หรือศึกษาการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในท้องถิ่น เพื่อจูงใจให้เกิดความรู้สึกว่าโลกของสิ่งมีชีวิตมีความมหัศจรรย์น่าสงสัยที่จะศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ



บทที่ 1

ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต

เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

| | | |
|-------------------------------|----------|----------------|
| 1.1 สิ่งมีชีวิตคืออะไร | 0.5 | ชั่วโมง |
| 1.2 ชีวิตวิทยาคืออะไร | 0.5 | ชั่วโมง |
| 1.3 ชีวิตวิทยากับการดำรงชีวิต | 0.5 | ชั่วโมง |
| 1.4 ชีวิตจริยธรรม | 0.5 | ชั่วโมง |
| 1.5 การศึกษาชีววิทยา | 4 | ชั่วโมง |
| รวม | 6 | ชั่วโมง |

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายลักษณะและสมบัติของสิ่งมีชีวิต
2. ออกแบบ ทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต
3. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปขอบข่ายของศาสตร์ต่างๆ ทางด้านชีววิทยา
4. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและยกตัวอย่างประโยชน์ของการศึกษาชีววิทยาต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
5. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับชีวิตจริยธรรม
6. อธิบายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และยกตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ของไทยและผลงานที่ศึกษา
7. อภิปรายและระบุความสำคัญของการตั้งปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐานและวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน
8. ออกแบบและดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตมีการสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวน และดำรงเผ่าพันธุ์ ต้องการสารอาหารและพลังงานเพื่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโต สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีอายุขัยและขนาดแตกต่างกันและมีลักษณะจำเพาะสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ มีกลไกในการรักษาอุณหภูมิภายในของร่างกายให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต และมีการจัดระบบตั้งแต่ระดับเซลล์ไปจนถึงระดับกลุ่มสิ่งมีชีวิต

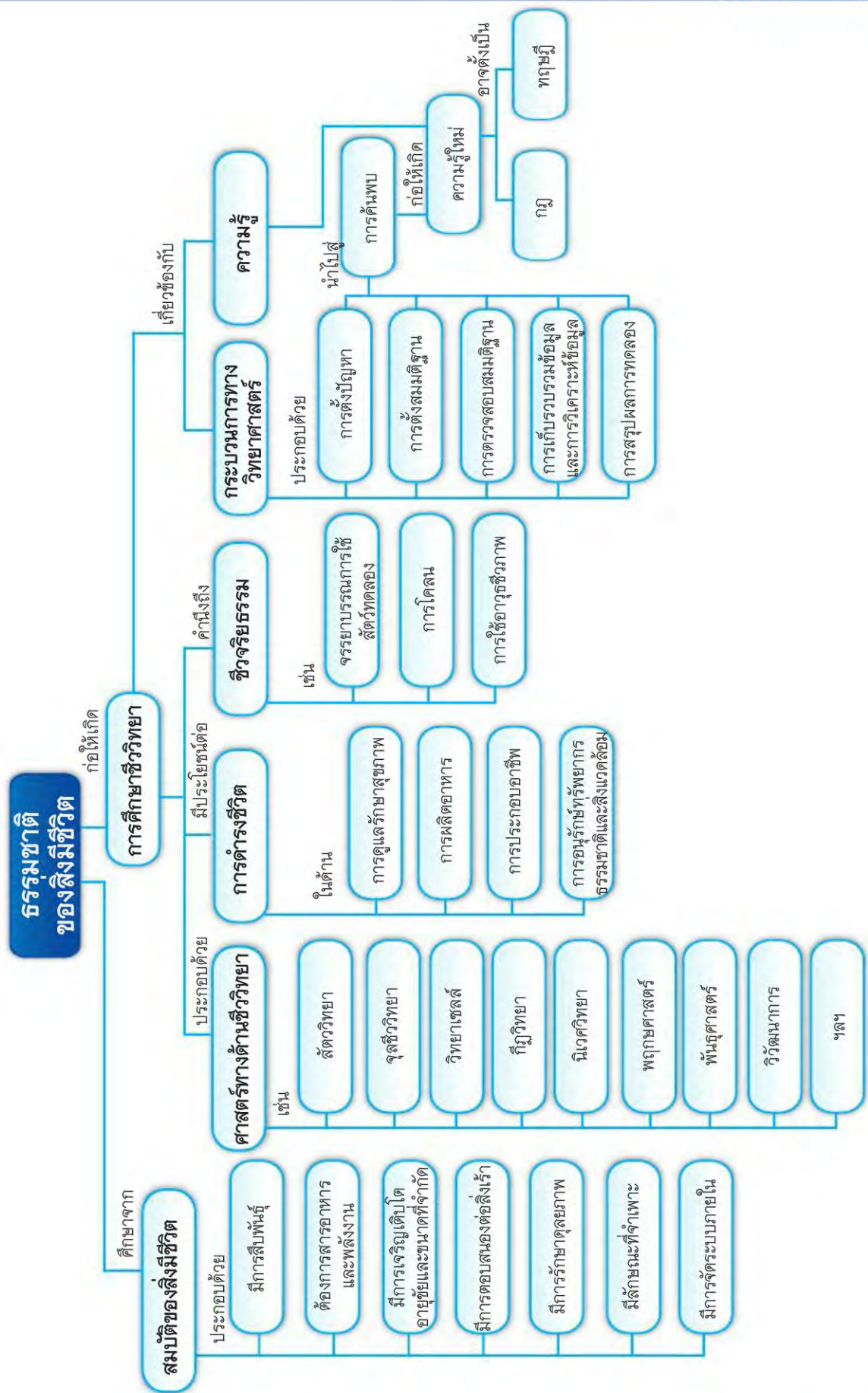


การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตก่อให้เกิดวิชาเฉพาะด้านทางชีววิทยา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การศึกษาและการใช้ประโยชน์เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตต้องคำนึงถึงชีวจริยธรรม

การสังเกตเป็นทักษะสำคัญที่นำไปสู่การตั้งปัญหาและรวบรวมข้อมูล ความเป็นคนช่างสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดการค้นพบความรู้ทางชีววิทยา

นักชีววิทยาใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาซึ่งประกอบด้วย การตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การตรวจสอบสมมติฐาน การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลการทดลอง ความรู้ทางชีววิทยาอาจได้จากการสำรวจและการศึกษาทั้งในและนอกห้องปฏิบัติการ ดังนั้นชีววิทยาจึงประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการค้นหาความรู้

ผังมโนทัศน์
บทที่ 1 ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต



1.1 สิ่งมีชีวิตคืออะไร

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของสิ่งมีชีวิต
2. ออกแบบ ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต
3. สืบค้นข้อมูล ออกแบบและทดลองเกี่ยวกับคุณสมบัติของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

แนวการจัดการเรียนรู้

การนำเข้าสู่บทเรียนในหัวข้อนี้ ครูอาจใช้คำถามนำในหนังสือเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสงสัยใคร่รู้ หรือใช้ภาพนำจากหนังสือเรียนหรือภาพอื่นๆ หรือของจริงประกอบการตั้งคำถาม เช่นถามว่า **สิ่งที่นักเรียนเห็นในภาพนี้เป็นสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิต จะรู้ได้อย่างไรว่าสิ่งที่เห็นเป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่** ให้นักเรียนตอบพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ แล้วอภิปรายว่าสิ่งมีชีวิตมีลักษณะแตกต่างจากสิ่งไม่มีชีวิตอย่างไร จากนั้นตั้งประเด็นเพื่อศึกษาลักษณะของสิ่งมีชีวิต และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติหรือลักษณะของสิ่งมีชีวิตโดยใช้ภาพของจริงหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน นอกจากนี้อาจให้นักเรียน สืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียนและแหล่งเรียนรู้อื่นๆ เพิ่มเติม สำหรับภาพนำบทที่ 1 ครูเฉลยคำตอบว่าเป็นภาพของ กระสุนพระอินทร์ หรือกิ่งก้อกระสุน ซึ่งเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง แล้วนำเข้าสู่เรื่องสมบัติของสิ่งมีชีวิตต่อไป

1.1.1 สิ่งมีชีวิตมีการสืบพันธุ์

ครูอาจหาภาพของสัตว์ที่มีทั้งพ่อ แม่ และลูก หรือภาพอื่นๆ เช่น ภาพการแตกหน่อของต้นกล้วย ภาพของแมงดาทะเลที่มารวมตัวกันในฤดูสืบพันธุ์เพื่อนำเข้าสู่หัวข้อนี้ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของแห่นในอ่าง ในภาพที่ 1-2 จากหนังสือเรียนแล้วตอบคำถาม ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

แห่นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร โดยวิธีใด

แห่นมีจำนวนเพิ่มขึ้น โดยการแตกหน่อ

ก่อนสอนหัวข้อนี้ครูอาจเตรียมแห่นมาเลี้ยงไว้แล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา 2-4 สัปดาห์ หรืออาจมอบหมายให้นักเรียนบางกลุ่มเลี้ยงแห่นหลังจากที่เรียนหัวข้อนี้ได้ เพื่อให้นักเรียนสังเกตการเพิ่มจำนวนของแห่นโดยการแตกหน่อ หรือครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่องการแตกหน่อของแห่นในบทความที่เผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ สาขาชีววิทยา สสวท.

ครูควรให้นักเรียนที่เคยเลี้ยงปลาหางนกยูงแล้วถึงวิธีการเลี้ยงและการเพิ่มจำนวนของลูกปลา เพื่อเพิ่มบรรยากาศให้น่าเรียนและปลูกฝังกระบวนการเรียนรู้และความเมตตาต่อสัตว์ทำให้นักเรียนมีจิตใจอ่อนโยน จากนั้นจึงให้นักเรียนสรุปเกี่ยวกับความหมายของการสืบพันธุ์และอภิปรายเกี่ยวกับ

ประเภทของการสืบพันธุ์ที่พบในปลาหางนกยูงและแห่น อภิปรายความสำคัญของการสืบพันธุ์ และการที่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีรูปร่างลักษณะคล้ายคลึงกัน จากนั้นจึงให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1.1

กิจกรรมที่ 1.1 การงอกใหม่

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า การงอกใหม่เป็นการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ในกิจกรรมนี้ครูให้นักเรียนสังเกตภาพดาวทะเลและจิ้งจก แล้วอภิปรายว่าสิ่งมีชีวิตชนิดใดมีการสืบพันธุ์แบบการงอกใหม่ แล้วตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตในภาพ ก. และ ข. มีลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



ลักษณะที่เหมือนกันคือ ดาวทะเลและจิ้งจกสามารถงอกส่วนของร่างกายที่ขาดไปให้ครบสมบูรณ์ได้ ลักษณะที่แตกต่างกันคือ ดาวทะเลสามารถงอกเป็นตัวใหม่ได้ 2 ตัว ส่วนจิ้งจกงอกเฉพาะส่วนหางที่ขาดหายไป ไม่มีการเพิ่มจำนวนของจิ้งจก



การงอกใหม่ของสัตว์ชนิดใดถือว่าการสืบพันธุ์ เพราะเหตุใด



การงอกใหม่ของดาวทะเลเป็นการสืบพันธุ์ เพราะมีจำนวนเพิ่มขึ้นและมีลักษณะเหมือนตัวเดิม

1.1.2 สิ่งมีชีวิตต้องการสารอาหารและพลังงาน

ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้ข้อมูลจากการทดลอง ขาวเกี่ยวกับภาวะทุโภชนาการ รูปภาพ เช่น ภาพแสดงการเจริญเติบโตของพืชในที่ที่มีแสงสว่างเปรียบเทียบกับบริเวณที่ไม่มีแสง รูปเด็กขาดสารอาหารโปรตีนจนผอมโซ รูปคนเป็นโรคคอกพอกเนื่องจากขาดธาตุไอโอดีน เป็นต้น เพื่อจูงใจให้นักเรียนทราบว่าสิ่งมีชีวิตจะดำรงชีวิตอยู่ได้ต้องอาศัยสารอาหารและพลังงาน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของพลังงานต่อสิ่งมีชีวิต แหล่งกำเนิดของพลังงาน การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสารอาหารกับพลังงาน ประโยชน์ของอาหาร ความหมายของเมแทบอลิซึม ซึ่งจากการอภิปรายควรจะสามารถสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตต้องการพลังงานเพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ ภายในเซลล์ มีปฏิกิริยามากมายเพื่อสลายสารและสังเคราะห์สาร ปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้ต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น ในพืชได้พลังงานจากการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีในรูปของสารอาหาร คือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์สารอาหารอื่นๆ ได้ เช่น โปรตีน ลิพิด สัตว์ไม่สามารถสร้างอาหารได้เองแต่จะได้พลังงานจากการกินพืชหรือกินสัตว์อีกต่อหนึ่ง ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเซลล์ เรียกว่า เมแทบอลิซึม

นอกจากนี้ครูเชื่อมโยงหัวข้อนี้กับวิชาฟิสิกส์ โดยให้นักเรียนทบทวนกฎการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งกล่าวไว้ว่าพลังงานไม่สูญหายไปไหนแต่สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานได้ และสามารถสรุปได้ว่าพลังงานแสงถูกพืชสีเขียวเปลี่ยนรูปให้เป็นพลังงานเคมี และพลังงานเคมีเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานกล ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวต่างๆ



1.1.3 สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต มีอายุขัยและขนาดจำกัด


การสอนหัวข้อการเจริญเติบโต ครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกำเนิดของเซลล์แรกคือ ไซโกต ก่อให้เกิดชีวิตและกระบวนการที่ทำให้มีร่างกายเติบโตสูงใหญ่เช่นในปัจจุบัน เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต จากนั้นร่วมกันวิเคราะห์ว่าในขณะที่เจริญเติบโตจากไซโกตจนเป็นตัวเต็มวัยนั้น เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. มีการเพิ่มจำนวน (cell division)
2. มีการเจริญเติบโต (growth and development) เช่น มีการเพิ่มขนาดของเซลล์และขนาดของร่างกาย
3. มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง (differentiation) ทำให้มีรูปร่างของอวัยวะและรูปร่างของร่างกายเป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด


ครูให้นักเรียนศึกษาวัฏจักรชีวิตของผีเสื้อไหม และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนและแหล่งเรียนรู้อื่นๆ เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) หลังจากฟักจากไข่

การสอนหัวข้ออายุขัย ครูควรให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของอายุขัย และศึกษาข้อมูลอายุขัยของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ จากตารางที่ 1.1 แล้วตอบคำถาม ซึ่งมีแนวในการตอบคำถามดังนี้

? จากตารางที่ 1.1 นักเรียนสรุปได้ว่าอย่างไร ?

 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีอายุขัยต่างกัน

? สัตว์พวกใดมีอายุขัยสั้น และสัตว์ชนิดใดบ้างที่มีอายุขัยยาวกว่าสัตว์อื่นๆ ?

 สัตว์ที่มีอายุขัยสั้น ได้แก่ หนูมีอายุ 3 ปี และสัตว์ที่มีอายุขัยยาวนาน ได้แก่ เต่ากาลาปากอสซึ่งมีอายุ ตั้งแต่ 152 ปีขึ้นไป และคนบางคนมีอายุได้ถึง 120 ปี

จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับอายุขัยของพืชและการจำแนกพืชตามช่วงอายุต่างๆ พร้อมทั้งยกตัวอย่างพืชในท้องถิ่นจากประสบการณ์และการสืบค้นข้อมูลของนักเรียน

การสอนหัวข้อขนาดของสิ่งมีชีวิต ครูควรให้นักเรียนเปรียบเทียบขนาดร่างกายของสัตว์ที่โตเต็มที่จากภาพที่ 1-4 และจากตัวอย่างของจริงที่นักเรียนคุ้นเคย เช่น หนู กระต่าย ม้า ซึ่งเมื่อโตเต็มที่แล้วหนูจะมีขนาดเล็กกว่ากระต่าย และกระต่ายจะมีขนาดเล็กกว่าม้า ถึงแม้สัตว์ที่มีลักษณะเหมือนกันมาก เช่น แมวกับเสือ แมวจะมีขนาดเล็กกว่าเสือ ในพืช เช่น ต้นข้าวจะมีขนาดเล็กกว่าต้นอ้อย และต้นอ้อยจะมีขนาดเล็กกว่าต้นไผ่ เป็นต้น จากตัวอย่างนักเรียนควรสรุปได้ว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีขนาดจำกัด จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับขนาดของลำต้นพืช และการจำแนกพืชตามความสูง

1.1.4 สิ่งมีชีวิตมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า

ครูอาจให้นักเรียนศึกษาจากของจริงในสภาพแวดล้อมรอบโรงเรียนหรือยกตัวอย่างจากสถานการณ์จริงที่นักเรียนคุ้นเคย เช่น แมลงเม่า (ตัวเต็มวัยของปลวก) จะบินเข้าหาดวงไฟ แต่ถ้าดับไฟ แมลงเม่าก็จะบินหนีไปหมด หรือมดที่เดินตามกันไปยังแหล่งอาหารเพื่อขนอาหารกลับเข้าสู่รัง แต่ถ้าเอาอาหารนั้นออกไป มดก็จะเดินกลับรังตามปกติ


จากสถานการณ์ที่ยกตัวอย่าง ครูอาจตั้งคำถามได้ดังนี้

- แมลงเม่าและมดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หรือไม่
- สิ่งเร้าจากสถานการณ์นี้คืออะไร
- นอกจากแมลงเม่าและมดแล้ว สัตว์อื่นมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หรือไม่ และสิ่งเร้า นั้นคืออะไร
- นอกจากสัตว์แล้ว พืชสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หรือไม่ และสิ่งเร้า นั้นคืออะไร

จากคำถามดังกล่าว นักเรียนจะนำประสบการณ์ที่ตนเคยพบเห็นมาแล้วสู่กันฟัง ทำให้นักเรียนมีความรู้กว้างขวางยิ่งขึ้น


ครูควรให้ความรู้เพิ่มเติมว่า สิ่งเร้ามีทั้งสิ่งเร้าภายในร่างกายและสิ่งเร้าภายนอกร่างกาย จากนั้น ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อตอบคำถามดังต่อไปนี้

? สิ่งแวดล้อมภายนอกและสิ่งแวดล้อมภายในที่เป็นสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตมีอะไรบ้าง ?

 สิ่งแวดล้อมภายนอกที่เป็นสิ่งเร้า เช่น แสง เสียง อุณหภูมิ กระแสลม ความชื้น แรงโน้มถ่วง ธาตุอาหารของพืช พื้นที่ที่อาศัย เป็นต้น

สิ่งแวดล้อมภายในที่เป็นสิ่งเร้า เช่น ความเครียด ความหิว ระดับของฮอร์โมน ระดับของน้ำตาล และระดับของน้ำในเลือด เป็นต้น

? นักเรียนคิดว่า การพัฒนาของระบบประสาทของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆ อย่างไร ?

 มีความสัมพันธ์กันมาก ถ้าระบบประสาทมีการพัฒนาต่ำ การตอบสนองต่อสิ่งเร้าก็จะเป็นไปอย่างง่าย ๆ ถ้าระบบประสาทมีการพัฒนามากขึ้น จะมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ซับซ้อนขึ้น

? จากภาพที่ 1-5 นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า รากและลำต้นของหัวหอมตอบสนองต่อสิ่งเร้าใด ปลายรากและปลายยอดมีทิศทางการตอบสนองต่างกันอย่างไร ?

 ตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วง ปลายรากเจริญเข้าหาแรงโน้มถ่วง แต่ปลายยอดเจริญหนีแรงโน้มถ่วง



จากการอภิปรายที่ผ่านมานักเรียนควรสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อหาอาหาร และหลบหลีกภัยหรือศัตรู

กิจกรรมที่ 1.2 การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถออกแบบและดำเนินการทดลอง เพื่อศึกษาการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต

ถ้านักเรียนสนใจศึกษาสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง และอยากจะตรวจสอบว่าสิ่งมีชีวิตนั้นๆ มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หรือไม่ นักเรียนจะออกแบบและดำเนินการทดลองอย่างไร

ในการทำกิจกรรมที่ 1.2 นี้ ครูควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดชนิดของสิ่งเร้าและเลือกชนิดของพืชหรือสัตว์ที่จะศึกษา โดยไม่ให้ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆ ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ออกแบบการทดลอง และนำเสนอหน้าชั้นเรียนแล้วให้เพื่อนนักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น ควรแนะนำนักเรียนให้กำหนดปัญหาที่จะศึกษาให้ชัดเจน ทบทวนเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ควบคุม และควรแนะนำเกี่ยวกับจำนวนสิ่งมีชีวิตที่ใช้ทดลองว่าควรมีปริมาณมาก ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและน่าเชื่อถือซึ่งจะนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

ครูควรตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 1.2 ว่าจะตรวจสอบได้อย่างไรว่าสิ่งมีชีวิตนั้นๆ มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ซึ่งตัวอย่างการออกแบบการทดลองมีดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสัตว์

- ปัญหา : ชนิดของอาหารมีผลต่อการเคลื่อนที่เข้าหาอาหารของมดหรือไม่
- สมมติฐาน : ถ้าชนิดของอาหารมีผลต่อการเคลื่อนที่เข้าหาอาหารของมด ดังนั้นถ้าใช้น้ำตาลเป็นอาหาร มดจะมีการเคลื่อนที่เข้าหาได้เร็วกว่าอาหารชนิดอื่น
- ตัวแปรต้น : อาหารชนิดต่างๆ เช่น น้ำตาล เนื้อสัตว์ ข้าว ผลไม้
- ตัวแปรตาม : ระยะเวลาในการเคลื่อนที่เข้าหาอาหารของมด
- ตัวแปรที่ควบคุม : ปริมาณอาหาร ชนิดและขนาดของมด ระยะทาง ภาชนะที่ใส่ อุณหภูมิ

การออกแบบการทดลอง

1. นำกล่องพลาสติกใสทรงกลมขนาดใหญ่ 1 กล่อง แบ่งช่องต่างๆ ภายในกล่องตามชนิดของอาหาร แล้วนำอาหารชนิดต่างๆ ไปใส่ไว้ในแต่ละช่องตามขอบกล่อง
2. นำมด 1 ตัว ไปวางไว้กลางกล่อง จับเวลา และสังเกตการเคลื่อนที่เข้าหาอาหาร
3. ชุดควบคุมคือ เหมือนข้อ 1 แต่ไม่ใส่อาหาร

ตัวอย่างที่ 2 การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

- ปัญหา : เสียงเพลงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นผักทองหรือไม่
- สมมติฐาน : ถ้าเสียงเพลงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นผักทอง ดังนั้นต้นผักทองที่ได้รับเสียงเพลงจะเจริญเติบโตดีกว่าต้นผักทองที่ไม่ได้รับเสียงเพลง



ตัวแปรต้น : เสียงเพลง

ตัวแปรตาม : การเจริญเติบโตของต้นผักทอง

ตัวแปรที่ควบคุม : พันธุ์ของต้นผักทอง จำนวนต้น อายุของต้นกล้า ปริมาณแสง อุณหภูมิ ปุ๋ย ปริมาณน้ำ

การออกแบบการทดลอง

1. แบ่งต้นผักทองเป็น 2 ชุด ชุดละ 10 ต้น ปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกัน
2. ชุดที่ 1 เป็นชุดควบคุม ไม่ได้เปิดเพลงให้ฟัง
3. ชุดที่ 2 เป็นชุดทดลอง เปิดเพลงให้ฟังวันละ 6 ชั่วโมง
4. สังเกตการเจริญเติบโต โดยนับจำนวนใบ วัดความยาวของลำต้น และความอวบของโคนลำต้น บันทึกผลเป็นเวลาประมาณ 1 เดือน หาค่าเฉลี่ยของแต่ละชุด

จากนั้นนำผลการทดลองมานำเสนอในชั้นเรียน ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าการทดลองของเพื่อนๆ ที่นำเสนอ ปัจจัยใดที่นำมาผลต่อการทดลอง ซึ่งอาจจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้ ควรจะปรับปรุงการทดลองอย่างไร และมีตัวแปรใดที่ควรจะต้องศึกษาเพิ่มเติมอีกครั้ง ต่อจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม

? สิ่งมีชีวิตที่นักเรียนศึกษาตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หรือไม่ อย่างไร

? ผลการทดลองของนักเรียนและของกลุ่มอื่นๆ สรุปได้ว่าอย่างไร

สำหรับแนวการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1.2 นี้ ขึ้นอยู่กับการกำหนดชนิดของสิ่งเร้าและการเลือกชนิดของพืชหรือสัตว์ที่จะศึกษาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

1.1.5 สิ่งมีชีวิตมีการรักษาคุณภาพของร่างกาย



คอนแท็กโซเชียล

ครูพบทวนเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต ซึ่งนักเรียนได้ศึกษามาแล้วในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เช่น

- การรักษาคุณภาพในเซลล์ของพารามีเซียมซึ่งมีคอนแท็กโซเชียล ช่วยทำหน้าที่ในการรักษาสมดุลของน้ำ
 - การรักษาสมดุลของอุณหภูมิในร่างกายของสัตว์และมนุษย์
 - การรักษาความเป็นกรด-เบส ในเลือดของคน
- โดยอาจใช้คำถามดังนี้

? เมื่ออุณหภูมิของสภาพแวดล้อมต่ำ เหตุใดร่างกายจึงขับถ่ายปัสสาวะมากกว่าเมื่ออุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูง

? ขณะที่นักเรียนออกกำลังกายมากๆ อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าปกติเพราะเหตุใด

จากประเด็นในการอภิปรายดังกล่าว นักเรียนควรใช้พื้นความรู้ที่เรียนมาแล้วในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน มาใช้ในการอภิปราย ซึ่งควรจะสรุปได้ดังนี้



เมื่ออุณหภูมิของสภาพแวดล้อมต่ำ ร่างกายขับเหงื่อได้น้อยน้ำในเลือดมีมาก เพื่อรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย จึงมีการกำจัดน้ำออกทางปัสสาวะมากกว่าปกติ และในขณะที่ออกกำลังกายร่างกายต้องใช้พลังงานมาก จึงต้องนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายอย่างรวดเร็ว และนำคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกาย เพื่อรักษาสมดุลของกรด-เบส ของเลือด จึงต้องมีอัตราการหายใจสูง เพื่อลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือด และเพิ่มออกซิเจนในเลือด

จากนั้นครูนำเข้าสู่กิจกรรมเสนอแนะ โดยนำอภิปรายเพื่อเข้าสู่ประเด็นปัญหาดังนี้

นักเรียนได้ทราบมาแล้วว่า ปัจจัยทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ถ้าอุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนไปจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ เช่น ปลา อย่างไร

กิจกรรมเสนอแนะ อุณหภูมิกับการรักษาคุณภาพของปลา

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถออกแบบและดำเนินการทดลองเพื่อแสดงว่า อุณหภูมิมีผลต่อการรักษาคุณภาพของปลา

ในหัวข้อนี้ ครูควรแจ้งให้นักเรียนทราบจุดประสงค์ของกิจกรรม และกระตุ้นให้นักเรียนทราบว่า มีอุปกรณ์ใดบ้างที่โจทย์กำหนดให้ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบและดำเนินการทดลอง ซึ่งนักเรียนควรออกแบบได้ดังนี้

1. เตรียมปลาน้ำจืดที่มีเกล็ด 3 ตัว เลี้ยงไว้ในอ่าง
2. เตรียมน้ำใส่บีกเกอร์จำนวน 3 ใบ วัดอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 25°C นำปลาใส่ลงในบีกเกอร์ใบละ 1 ตัว ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที นับจำนวนครั้งของการขับแผ่นปิดเหงือกต่อนาทีของปลาในแต่ละบีกเกอร์ แล้วหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำปลาไปใส่ในอ่างเดิมทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที
3. ทำซ้ำข้อ 2 แต่ปรับอุณหภูมิของน้ำให้ได้ประมาณ 15°C และ 40°C โดยการเติมน้ำแข็ง 1-2 ก้อน และน้ำอุ่น ตามลำดับ

ข้อควรระวัง: หลังจากทำการทดลองควรนำปลาไปปล่อยในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม

ผลการทดลอง ควรเป็นดังนี้

| อุณหภูมิของน้ำ ($^{\circ}\text{C}$) | อัตราการขับแผ่นปิดเหงือก (ครั้งต่อนาที) |
|---------------------------------------|---|
| 15 | 74 |
| 25 | 95 |
| 40 | 110 |

หมายเหตุ : ผลการทดลองอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของปลา

ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



อัตราการขยับแผ่นปิดเหงือก (operculum) ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ แตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด



แตกต่างกัน โดยจากผลการทดลองควรสรุปได้ว่า อุณหภูมิของน้ำมีผลต่ออัตราการขยับแผ่นปิดเหงือกของปลา น้ำเย็นทำให้อัตราการขยับแผ่นปิดเหงือกลดลง ส่วนน้ำอุ่นทำให้อัตราการขยับแผ่นปิดเหงือกสูงขึ้น



นักเรียนอธิบายได้หรือไม่ว่า การขยับแผ่นปิดเหงือกของปลาเกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของปลาอย่างไร



ผลจากการทดลองควรนำไปเชื่อมโยงกับการรักษาคุณภาพ คือ เมื่ออุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูง อัตราเมแทบอลิซึมภายในร่างกายของปลาจะเพิ่มสูงขึ้นไปด้วย ปลาจึงต้องการออกซิเจนจากน้ำในปริมาณสูงขึ้น จึงต้องเพิ่มอัตราการหายใจ โดยขยับแผ่นปิดเหงือกให้น้ำไหลผ่านเหงือกมากขึ้น เพื่อให้ออกซิเจนแพร่เข้าสู่หลอดเลือดฝอยในเหงือกมากขึ้น และคาร์บอนไดออกไซด์ที่ร่างกายไม่ต้องการจะแพร่เข้าสู่ได้มากเช่นกัน

1.1.6 สิ่งมีชีวิตมีลักษณะจำเพาะ

ครูควรให้นักเรียนเล่นทายปัญหาโดยกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต แล้วให้นักเรียนระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต โดยอาศัยประสบการณ์เดิมของนักเรียนหรือให้ศึกษาภาพที่ 1-7 จากหนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีลักษณะที่จำเพาะ จากนั้นระบุชนิดของสัตว์หรือพืช ที่พบในชีวิตประจำวัน แล้วให้นักเรียนอธิบายลักษณะของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆ เช่น เบ็ดกับไก่ วัวกับควาย แพะกับแกะ สุนัขกับแมว โหระพากับกระเพรา มะเขือยาวกับบวบ มะนาวกับมะกรูด ลองกองกับกลางสาด ปลาไหลกับงู กบกับคางคก เป็นต้น จากการทำกิจกรรมนักเรียนควรสรุปได้ว่า การที่จะสามารถระบุ สิ่งมีชีวิตนั้นๆ ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดใดได้เนื่องจากสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีลักษณะจำเพาะ

1.1.7 สิ่งมีชีวิตมีการจัดระบบ

ครูควรให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการจัดระบบในสิ่งมีชีวิตโดยใช้ความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า มีการจัดระบบของสิ่งมีชีวิตในระดับเซลล์ ระดับร่างกาย ระดับประชากร และระดับกลุ่มสิ่งมีชีวิต ควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าระบบนิเวศและโลกของสิ่งมีชีวิต ไม่ใช่การจัดระบบของสิ่งมีชีวิต แต่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ครูควรให้นักเรียนยกตัวอย่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตในชุมชนของนักเรียน นอกเหนือจากที่พบในโรงเรียน แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม ซึ่งมีแนวในการตอบคำถามดังนี้





การจัดระบบภายในเซลล์ หรือภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตนั้นอย่างไร



การจัดระบบภายในเซลล์หรือร่างกาย ทำให้มีการแบ่งหน้าที่ในการทำงานของโครงสร้างต่างๆ ทำให้การทำงานของเซลล์หรือร่างกายมีประสิทธิภาพดีขึ้น

1.2 ชีววิทยาคืออะไร



จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของวิชาชีววิทยา
2. ระบุแขนงวิชาต่างๆ ในสาขาชีววิทยา
3. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายถึงขอบเขตของการศึกษาชีววิทยา

แนวการจัดการเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายของชีววิทยา ครูอาจถามนักเรียนว่าชีววิทยาคืออะไร ให้นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตน จากนั้นครูควรบอกรากศัพท์ของคำว่า ชีววิทยา (biology) ว่าเป็นคำที่มาจากภาษากรีก 2 คำ คือ bios หมายถึง ชีวิต และ logos หมายถึง ความคิดและเหตุผล สำหรับคำภาษาไทยมาจากคำว่า ชีวะ และ วิทยา จากนั้นให้นักเรียนสรุปความหมายของคำว่า biology และชีววิทยาอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่าชีววิทยาเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ว่าองค์ประกอบของชีววิทยาควรแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการค้นหาคำตอบ จากนั้นจึงให้นักเรียนร่วมกันบอกชื่อแขนงวิชาต่างๆ ในสาขาชีววิทยาจากภาพที่ 1-9 และจากประสบการณ์ของนักเรียน ให้นักเรียนอภิปรายถึงประโยชน์ของชีววิทยา และผู้ที่ใช้วิชาชีววิทยาเป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพ แล้วให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตอบคำถาม



มีแขนงวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมอีกหรือไม่ ถ้ามีแขนงวิชานั้นคืออะไรบ้าง



ยังมีแขนงวิชาอื่นๆ อีก เช่น

มีนวิทยา (ichthyology) ศึกษาเกี่ยวกับปลา

ปักษีวิทยา (ornithology) ศึกษาเกี่ยวกับนก

วิทยาเห็ดรา (mycology) ศึกษาเกี่ยวกับเห็ด และรา

วิทยาสัตว์เลื้อยคานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (herpetology) ศึกษาเกี่ยวกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคาน

วิทยาสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (mammalogy) ศึกษาเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

ไบรโอโลยี (bryology) ศึกษาเกี่ยวกับพวกมอส



วิทยาเฟิน (pteridology) ศึกษาเกี่ยวกับเฟิน

วิทยาสาหร่าย (algology หรือ phycology) ศึกษาเกี่ยวกับสาหร่าย

ฯลฯ

1.3 ชีวิตวิทยากับการดำรงชีวิต



จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายถึงความสำคัญของชีวิตวิทยากับการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
2. ตระหนักถึงความสำคัญของชีวิตวิทยาต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูอาจถามคำถามนำว่า **ชีวิตวิทยาสำคัญต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร** แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำชีวิตวิทยามาใช้ในการดำรงชีวิตในด้านต่างๆ เช่น ด้านการเกษตร การแพทย์ และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หรือมอบหมายงานให้นักเรียนบางกลุ่มรายงานหน้าชั้นเรียน ครูอาจอำนวยความสะดวกโดยการหาภาพหรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับโครงการสวนพระองค์ หรือโครงการหลวงและอาจวางแผนร่วมกับนักเรียนพาไปทัศนศึกษาและเยี่ยมชมโครงการต่างๆ เช่น โครงการสวนพระองค์ที่พระตำหนักจิตรลดารโหฐาน โครงการหลวงตามจังหวัดต่างๆ โครงการสาธิตพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นต้น สำหรับคำถามในหนังสือเรียนมีแนวการตอบดังนี้



การศึกษาทางชีวิตวิทยานอกจากนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ทางการเกษตรแล้วยังนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านใดได้อีกบ้าง



ด้านการแพทย์ สิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรม สาธารณสุข ฯลฯ



ในปัจจุบันนี้มีสัตว์ประเภทใดบ้างที่มีการโคลนและประสบความสำเร็จ ยกตัวอย่างมา 2 ชนิด



1. แพะ จากมหาวิทยาลัยสุรนารี ประเทศไทย

(<http://thainews.prd.go.th/en/news.php?id=255008020079> : Retrieved 11/09/09)

2. สุนัขพันธุ์ลาบาดอร์ จาก Seoul National University ประเทศเกาหลีใต้

(<http://www.scientificamerican.com/blog/60-second-science/post.cfm?id=cloned-dogs-sniff-out-contraband-in-2009-07-20> : Retrieved 11/09/09)



1.4 ชีวจริยธรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับชีวจริยธรรม
2. ตระหนักถึงการนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ว่าต้องคำนึงถึงจริยธรรมและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

แนวการจัดการเรียนรู้

การนำเข้าสู่หัวข้อนี้ ครูอาจโยนเข้าสู่กิจกรรมการรักษาคุณภาพของปลาที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้ว แล้วตั้งคำถาม ถามนักเรียนว่า **นักเรียนทำอย่างไรกับปลาก่อนและหลังการทดลอง** เพื่อให้ นักเรียนอภิปรายร่วมกัน แล้วครูสรุปเข้าสู่เรื่องชีวจริยธรรม เพื่อให้ นักเรียนตระหนักว่าการนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ต้องคำนึงถึงชีวจริยธรรม (bioethics) ซึ่งหมายถึง การปฏิบัติต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมีคุณธรรมไม่ทำร้ายหรือทำอันตรายสิ่งมีชีวิต จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงจรรยาบรรณในการใช้สัตว์ทดลอง การใช้อาวุธชีวภาพ การบริโภคผลิตภัณฑ์ของสิ่งมีชีวิต GMOs เป็นต้น โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ในส่วนที่เป็นประโยชน์และส่วนที่อาจเป็นโทษ โดยนำหลักวิชาการมาอ้างอิงในการให้เหตุผลประกอบการอภิปราย

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล โดยเปิดเว็บไซต์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนหัวข้อชีวจริยธรรม แล้วให้นักเรียนนำเสนอต่อชั้นเรียน นอกจากนี้ในการสอนเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต GMOs ซึ่งมีมุมมองได้ทั้งเชิงบวกและเชิงลบ ครูอาจให้นักเรียนไปศึกษาข้อมูลจากวารสารต่างๆ เพิ่มเติม แล้วใช้เทคนิค Fisherman ring ช่วยในการสอน โดยจัดให้นักเรียนนั่งหรือยืน 2 แถว หันหน้าเข้าหากัน ครูผู้สอนอาจกำหนดให้นักเรียนที่นั่งทางซีกซ้าย พูดถึงประโยชน์ของสิ่งมีชีวิต GMOs ให้เพื่อนที่นั่งตรงข้ามฟัง โดยกำหนดเวลาให้พูด 1 นาที แล้วให้นักเรียนที่นั่งซีกขวาเป็นฝ่ายพูดถึงโทษของสิ่งมีชีวิต GMOs ให้คู่ของตนฟัง โดยใช้เวลาเท่ากัน ผลัดกันพูดเช่นนี้ 2-3 ครั้ง นักเรียนที่พูดจะมีทักษะในการพูดและรวบรวมเรื่องที่จะพูดได้ครบถ้วนกว่าเดิม และได้แลกเปลี่ยนทัศนคติในเชิงบวกและเชิงลบของเรื่องที่ศึกษา รวมทั้งได้เสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้สนุกขึ้น

1.5 การศึกษาชีววิทยา

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. อธิบายวิธีการที่นักชีววิทยาใช้ในการศึกษาธรรมชาติและสิ่งมีชีวิต
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา สมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน
3. เปรียบเทียบสมมติฐานกับทฤษฎีและกฎ
4. ออกแบบและดำเนินการทดลองตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูอาจใช้คำถามนำประกอบการอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการที่นักชีววิทยา นักเรียน นักศึกษา บุคคลทั่วไป ที่สนใจทางด้านชีววิทยาใช้ในการศึกษาชีววิทยาในแขนงต่างๆ ซึ่งได้แก่ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method)

ให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการทำงานและลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ และเน้นให้นักเรียนได้ทราบว่าการเป็นคนช่างสังเกตช่วยให้นักเรียนเก็บข้อมูลได้ละเอียดและมีความรอบคอบ สามารถตั้งคำถามได้รัดกุม จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ ที่นักเรียนประทับใจและบรรยายผลงานวิจัยอย่างคร่าวๆ เพื่อนำข้อมูลมาอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้แล้วให้นักเรียนสังเกตลักษณะของสิ่งมีชีวิตตามกิจกรรมที่ 1.4

ครูชี้แจงว่า ถ้านักเรียนอยากทราบว่าตนเองเป็นคนช่างสังเกตมากน้อยแค่ไหน จะทราบได้โดยการทำกิจกรรมที่ 1.4

กิจกรรมที่ 1.4 การสังเกตและการตั้งคำถาม

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สังเกตและบันทึกเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งมีชีวิต
2. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้
3. เปรียบเทียบข้อมูลและคำถามของนักเรียนกับเพื่อน

ในหัวข้อนี้ครูอาจนัดหมายกับนักเรียนในการสังเกตลักษณะของสิ่งมีชีวิตล่วงหน้า ควรสังเกตจากสิ่งมีชีวิตในสภาพธรรมชาติจริงๆ ซึ่งอาจเป็นพืชหรือสัตว์ก็ได้ คนละ 1 ชนิด โดยใช้เวลาส่งเกตประมาณ 5 นาที แล้วตั้งคำถามอย่างน้อย 2-3 ข้อ เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ ครูและนักเรียนอาจนำตัวอย่างของจริงหรือภาพของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ มาในวันที่กำหนดให้นักเรียนนำเสนอ อาจให้นักเรียนนำบันทึกสิ่งที่สังเกตได้และคำถามวางไว้ใกล้ๆ กับสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนศึกษา แล้วจึงวิเคราะห์เกี่ยวกับการบันทึกของนักเรียนแต่ละคน โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบข้อมูลของตนกับเพื่อนคนอื่นๆ แล้วตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



ข้อมูลที่นักเรียนบันทึกได้จากการสังเกต เมื่อเปรียบเทียบกับคนอื่นๆ แล้วมีข้อมูลละเอียดครบถ้วนหรือไม่ อย่างไร



นักเรียนบางคนอาจบันทึกได้ละเอียดครบถ้วน บางคนอาจบันทึกไม่ครบถ้วน



คำถามที่นักเรียนตั้งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อนๆ แล้วเป็นอย่างไร



คำถามบางคำถามอาจนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่น่าสนใจ บางคำถามอาจไม่น่าสนใจ



ตัวอย่าง สิ่งมีชีวิตที่เลือกศึกษา คือ ไส้ตราบ

การบันทึกเกี่ยวกับลักษณะของไส้ตราบในอ่างน้ำ

1. ไส้ตราบมีสีเขียว
 2. ไส้ตราบเกาะอยู่ข้างภาชนะ
 3. ไส้ตราบมีลำตัวพอม มีควมยาวประมาณ 0.5–0.8 เซนติเมตร ความกว้างประมาณ 0.1–0.2 เซนติเมตร
 4. ไส้ตราบางตัวกำลังแตกหน่อ
 5. ส่วนที่อยู่ตรงข้ามกับฐานของไส้ตราบที่ยึดเกาะข้างขอบอ่าง มีลักษณะแตกออกเป็นเส้นหลายเส้น
 6. เมื่ออ่างน้ำสั่นสะเทือนไส้ตราบหดตัวสั้นลง
- ฯลฯ

การตั้งคำถาม

1. ไส้ตราบสีบพันธุ์อย่างไร
 2. ไส้ตราบที่เห็นเป็นเพศผู้หรือเพศเมีย
 3. ทำไมไส้ตราบจึงมีสีเขียว
 4. ไส้ตราบกินอะไรเป็นอาหาร
- ฯลฯ

ครูควรยกย่องชมเชยนักเรียนที่สามารถบันทึกสิ่งที่นักเรียนสังเกตเห็นได้อย่างละเอียดและสร้างสรรค์หรือบันทึกลักษณะที่ผู้อื่นสังเกตเห็น และเน้นให้นักเรียนทั้งหมดตระหนักว่าการสังเกตเป็นทักษะที่สำคัญนำไปสู่การค้นพบปัญหาและการรวบรวมข้อมูล ดังนั้นนักเรียนจึงควรฝึกให้เป็นคนช่างสังเกต สนใจธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรอบตัว

จากนั้นครูจึงยกตัวอย่างการค้นพบยาเพนิซิลลิน ยาปฏิชีวนะชนิดแรกของโลก ซึ่งได้มาจากการเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างวิเคราะห์ และความอยากรู้อยากเห็นของอเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง นักจุลชีววิทยาชาวอังกฤษ โดยชี้ให้เห็นว่าการค้นพบนี้เป็นการค้นพบโดยบังเอิญ แต่ก่อให้เกิดคุณประโยชน์อย่างมหาศาล

ให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าปัญหาได้มาอย่างไร ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์และความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายและตอบคำถามเกี่ยวกับคำกล่าวของแอลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ที่กล่าวว่า “การตั้งปัญหาสำคัญกว่าการแก้ปัญหา เพราะการแก้ปัญหาอาศัยเพียงทักษะทางคณิตศาสตร์และการทดลองเท่านั้น ส่วนการตั้งปัญหาใหม่ๆ และการกำหนดแนวทางที่อาจเป็นไปได้จากปัญหาเก่าๆ ในทักษะใหม่ย่อมต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งถือว่าเป็นความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง” สำหรับคำถามในหนังสือเรียนมีแนวคำตอบดังนี้



จากตัวอย่างการค้นพบเชื้อราเพนิซิลเลียมของเพลมิง นักเรียนเกิดความคิดอย่างไรบ้าง



การเป็นคนช่างสังเกต สามารถค้นพบปัญหา ซึ่งนำไปสู่การค้นหาคำตอบของปัญหา



นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวของไอน์สไตน์หรือไม่ เพราะเหตุใด



ควรให้นักเรียนตอบอย่างอิสระ โดยควรให้เหตุผลทางวิชาการมาสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน

กิจกรรมที่ 1.5 การตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

ในหัวข้อนี้ต้องการให้นักเรียนวิเคราะห์เปรียบเทียบปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในน้ำสับปะรดและน้ำเชื่อมที่นักเรียน 2 คนบรรจุไว้ในขวดคนละใบ ใบที่หนึ่งมีฟองอากาศเกิดมากกว่าอีกใบหนึ่งและมีกลิ่นแอลกอฮอล์มากกว่าด้วย เนื่องจากในน้ำสับปะรดมีเอนไซม์ช่วยสลายน้ำตาลในน้ำสับปะรด ทำให้เกิดแก๊ส CO_2 และแอลกอฮอล์

ครูควรถามเพื่อให้นักเรียนทราบประเด็นปัญหาของสถานการณ์ คือ ขวดบรรจุของเหลวทั้ง 2 ใบ เกิดปริมาณแก๊ส CO_2 และแอลกอฮอล์ไม่เท่ากัน แล้วให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา



จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าคำถามที่อาจเป็นไปได้มีอะไรบ้าง



คำถามที่อาจเป็นไปได้ คือ

1. อุณหภูมิของสถานที่เก็บมีผลต่อการสลายน้ำตาลของเอนไซม์หรือไม่
2. ความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำสับปะรดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของเอนไซม์หรือไม่
3. ปริมาณน้ำสับปะรดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของเอนไซม์หรือไม่
4. ปริมาตรอากาศในขวดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของเอนไซม์หรือไม่
5. ปริมาณเอนไซม์ในน้ำสับปะรดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของเอนไซม์หรือไม่

ฯลฯ

ครูควรชี้แจงให้เห็นว่าหลังจากเก็บข้อมูลเพิ่มเติม นักเรียนทั้ง 2 คนพบว่าขวดน้ำสับปะรดทั้ง 2 ขวดตั้งอยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิเท่ากัน มีขนาดขวดและรูปร่างของขวดเหมือนกัน ดังนั้นนักเรียนจึงอาจตัดคำถามเรื่องอุณหภูมิและปริมาตรของอากาศในขวดออกไป แล้วตอบคำถาม





จากข้อมูลเพิ่มเติมดังกล่าว นักเรียนคิดว่ามีข้อมูลเพียงพอที่จะตั้งคำถามชัดเจนแล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่ชัดเจนนักเรียนควรจะหาข้อมูลเพิ่มเติม แต่ถ้านักเรียนคิดว่าสามารถตั้งคำถามได้ชัดเจนแล้ว จงระบุคำถามว่า คำถามมีอะไรบ้าง



คำถามอาจเกี่ยวข้องกับ

1. ความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำสับปะรดผสมน้ำเชื่อม
2. ปริมาณยีสต์ในน้ำสับปะรด
3. พันธุ์ของสับปะรด
4. อายุของผลสับปะรด
5. สถานที่ปลูกสับปะรด

1.5.1 การตั้งสมมติฐาน

ให้นักเรียนทบทวนความหมายของสมมติฐาน ซึ่งนักเรียนคงทราบแล้วว่าสมมติฐานคือคำตอบที่อาจเป็นไปได้ของคำถามหรือปัญหา ดังนั้นการตั้งสมมติฐานจึงต้องยึดปัญหาและข้อเท็จจริงเป็นหลัก ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจมีคำตอบได้หลายแนวทาง ดังนั้นจึงอาจมีสมมติฐานได้หลายข้อ เป็นการฝึกให้นักเรียนมีใจกว้าง รอบคอบ สุขุม ไม่รีบตัดสินใจว่าสมมติฐานแรกเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ในหัวข้อนี้ต้องการให้นักเรียนฝึกกำหนดปัญหาให้ชัดเจนจากข้อมูลที่กำหนดให้แล้วจึงฝึกตั้งสมมติฐาน โดยใช้ คำว่า ถ้า..... ดังนั้น.....

เมื่อให้นักเรียนสังเกตปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตแล้วจึงให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



นักเรียนคิดว่าปัญหาคืออะไร และควรตั้งสมมติฐานอย่างไร



เมื่อนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลแล้วพบว่าความชื้นและธาตุอาหารในดินไม่น่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้พืชเจริญเติบโตแตกต่างกัน ดังนั้นนักเรียนควรมุ่งประเด็นไปที่ปริมาณแสง

ปัญหาจึงควรเป็นดังนี้


ความเข้มของแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่

สมมติฐาน ควรเป็นดังที่ปรากฏจากข้อมูลในหนังสือเรียน จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถาม



นักเรียนจงวิเคราะห์สมมติฐานของนักเรียนทั้ง 2 คน ว่ามีข้อที่เหมือนและแตกต่างกันอย่างไร



 ข้อที่เหมือนกันคือ สมมติฐานของนักเรียนทั้ง 2 คน ในส่วนที่เป็น **ดังนั้น** จะแนะแนวทางในการออกแบบการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้พืชเจริญเติบโตในที่แจ้ง อีกกลุ่มให้พืชเจริญเติบโตในที่ร่ม ส่วนข้อที่แตกต่างกัน คือ นักเรียนคนแรกไม่ได้ระบุนิยามปฏิบัติการของการเจริญเติบโตของพืชว่าจะวัดจากความสูง หรือความอวบ หรือจำนวนใบ หรือน้ำหนักแห้ง ส่วนสมมติฐานของนักเรียนคนที่ 2 ระบุนิยามปฏิบัติการของการเจริญเติบโตว่าจะวัดจากความสูง ดังนั้นสมมติฐานของนักเรียนคนที่ 2 ซึ่งแนะวิธีวัดผลการทดลองด้วย

ครูควรเน้นให้นักเรียนทราบว่า การตั้งสมมติฐานที่ดีจะช่วยแนะแนวทางในการตรวจสอบสมมติฐาน และวิธีวัดผลการทดลอง

ครูที่แจ่มเพิ่มเติมว่านักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ดี โดยปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.6

กิจกรรมที่ 1.6 การตั้งสมมติฐาน

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดขึ้น

ตัวอย่าง

ปัญหา : ความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำสับปะรดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์หรือไม่

สมมติฐาน : ถ้าความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำสับปะรดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์ **ดังนั้น** ในน้ำสับปะรดที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงจะเกิดแก๊ส CO₂ มากกว่าในน้ำสับปะรดที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำ

ปัญหา : ปริมาณยีสต์ในน้ำสับปะรดมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์หรือไม่

สมมติฐาน : ถ้าปริมาณยีสต์ในน้ำสับปะรดมีผลต่อการสลายน้ำตาล **ดังนั้น** ในน้ำสับปะรดที่มีปริมาณยีสต์มาก ย่อมเกิดแก๊ส CO₂ มากกว่าในน้ำสับปะรดที่มีปริมาณยีสต์น้อย จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายและตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



สมมติฐานมีความสำคัญในการแก้ข้อสงสัยทางวิทยาศาสตร์ อย่างไร



สมมติฐานมีความสำคัญในการแก้ข้อสงสัยทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือเป็นคำตอบที่คาดคะเนว่าน่าจะเป็นคำตอบของปัญหาที่สงสัย ส่วนจะใช้คำตอบที่แท้จริงหรือไม่จะต้องผ่านการตรวจสอบอย่างรอบคอบ

1.5.2 การตรวจสอบสมมติฐาน

ครูควรให้นักเรียนสืบค้นและอภิปรายข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน ซึ่งมีได้หลายวิธี เช่น การสังเกต การตอบแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสำรวจ และการทดลอง เป็นต้น



ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าการตรวจสอบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ควรใช้วิธีใด ซึ่งนักเรียนควรเลือกใช้วิธีการทดลองที่มีการควบคุมเพราะสามารถควบคุมตัวแปรได้ ซึ่งทำให้ได้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ จากนั้นจึงให้นักเรียนศึกษาข้อมูลการดำเนินการทดลองจากหนังสือเรียนแล้วตอบคำถาม ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



จากการทดลองนี้ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรที่ควบคุม คืออะไร



ตัวแปรต้น คือ ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลที่แตกต่างกัน

ตัวแปรตาม คือ ปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น

ตัวแปรที่ควบคุม คือ ปริมาณของยีสต์ ปริมาณน้ำสับปะรด ขนาดของขวดรูปชมพู่ อุณหภูมิ

1.5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับบันทึกผลการทดลองและการเก็บข้อมูล ซึ่งอาจจัดกระทำข้อมูลได้หลายแบบ เช่น การเขียนเป็นตารางหรือกราฟ เป็นต้น ซึ่งต้องสอดคล้องกับผลการทดลอง และข้อมูลจากตัวอย่างในหนังสือเรียนได้เลือกบันทึกลงในรูปของตาราง จากนั้นฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล โดยตอบคำถาม ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



นักเรียนจะอธิบายผลการทดลองนี้ได้อย่างไร



เมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำสับปะรดเพิ่มขึ้น ปริมาณแก๊ส CO_2 จะมากขึ้น



นักเรียนคิดว่าผลการทดลองนี้เชื่อถือได้หรือไม่ อย่างไร



น่าจะเชื่อถือได้ เพราะได้ทดลองซ้ำถึง 3 ครั้ง



ทำไมจึงทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จึงอธิบาย



เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ จะต้องทำการทดลองหลายๆ ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย เนื่องจากผลการทดลองแต่ละครั้งมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนของการวัด



ถ้าทำการทดลองอีกครั้ง ข้อมูลจะเหมือนเดิมหรือไม่ อย่างไร



อาจไม่เหมือนเดิม เพราะเป็นการทดลองคนละครั้งอาจมีการคลาดเคลื่อนจากการวัด การสังเกต แต่ควรได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน





นักเรียนคิดว่าการทดลองนี้ ขั้นตอนใดน่าจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนและควรแก้ไขอย่างไร



การชั่งยีสต์และน้ำตาล อาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนควรแก้ไขโดยใช้เครื่องชั่งเครื่องเดียวกัน ผู้ชั่งคนเดียวกัน หรือการปิดฝาจากถ้าปิดไม่แน่น แก๊สที่เกิดขึ้นอาจรั่วไปได้ อาจแก้ไขโดยใช้วาสลินทาขอบๆ จุกยางบริเวณปากขวดรูปชมพู่ และหลอดน้ำแก๊สบริเวณปากขวดรูปชมพู่ เพื่อไม่ให้แก๊สรั่วออกมา

1.5.4 การสรุปผลการทดลอง

ให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการสรุปผลการทดลอง โดยยึดความสอดคล้องกับสมมติฐานเป็นหลักแล้วตอบคำถาม ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



การสรุปเช่นนี้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่



สอดคล้องกัน



ผลการทดลองจำเป็นต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เสมอไปหรือไม่



ผลการทดลองที่เกิดขึ้นอาจจะสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับสมมติฐานก็ได้



ถ้าผลการทดลองไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนควรจะดำเนินการอย่างไร



พิจารณาหาข้อผิดพลาดแล้วดำเนินการทดลองซ้ำ ถ้าทดลองซ้ำหลายครั้งผลการทดลองไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ควรตั้งสมมติฐานใหม่ และดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานอีกครั้ง

กิจกรรมที่ 1.7 วิธีการทางวิทยาศาสตร์และการรายงานผลการทดลอง

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ตั้งสมมติฐานในรูปแบบ “ถ้า..... ดังนั้น.....”
2. ตรวจสอบสมมติฐานและรายงานผล

ครูนำอภิปรายให้นักเรียนสรุปขั้นตอนในการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ และจงใจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแบบเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ นับตั้งแต่การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองและการดำเนินการทดลอง และการสรุปผล กำหนดเวลานัดหมายให้แต่ละกลุ่มนำผลการทดลองเสนอต่อชั้นเรียน แล้วตอบคำถาม



ตัวอย่าง

ปัญหา : อุณหภูมิมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์ในน้ำสับปะรดหรือไม่

สมมติฐาน : ถ้าอุณหภูมิมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์ในน้ำสับปะรด **ดังนั้น** อุณหภูมิที่แตกต่างกันย่อมมีผลต่ออัตราการเกิดแก๊ส CO_2 ที่ได้จากการสลายน้ำตาลของยีสต์แตกต่างกัน

การออกแบบการทดลอง

1. ตัวแปรต้น คือ อุณหภูมิที่แตกต่างกัน
2. ตัวแปรตาม คือ อัตราการเกิดแก๊ส CO_2
3. ตัวแปรที่ควบคุม คือ
 - ขนาดของขวดรูปชมพู่
 - ปริมาณน้ำสับปะรด
 - ปริมาณยีสต์

การดำเนินการทดลอง

1. ปอกสับปะรดแล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ คั้นเอาแต่น้ำสับปะรด
2. ตวงน้ำสับปะรด 10 cm^3 ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 cm^3 ทำเช่นเดียวกันนี้ 3 ขวด
3. ชั่งยีสต์ 2.5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ในข้อ 2 ทั้ง 3 ขวด
4. นำชุดที่ 1 ไปแช่ในบีกเกอร์ที่ปรับอุณหภูมิเป็น 0°C
ชุดที่ 2 ไปแช่ในบีกเกอร์ที่ปรับอุณหภูมิเป็น 25°C
ชุดที่ 3 ไปแช่ในบีกเกอร์ที่ปรับอุณหภูมิเป็น 40°C
5. แต่ละชุดปิดด้วยจุกยางที่มีหลอดนำแก๊สเสียบอยู่ เพื่อเก็บแก๊สโดยการแทนที่น้ำ
6. ตั้งชุดการทดลองไว้ประมาณ 10 นาที สังเกตปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น
7. ทำการทดลองข้อ 2-6 ซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำผลการทดลองที่ได้ทั้ง 3 ครั้งมาหาค่าเฉลี่ย

ตารางบันทึกผลการทดลอง

| อุณหภูมิ ($^\circ \text{C}$) | ปริมาณแก๊ส CO_2 ที่เกิดขึ้น (cm^3) | | | ค่าเฉลี่ย |
|--------------------------------|--|------------|------------|-----------|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | |
| 0 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.33 |
| 25 | 1.5 | 1.5 | 1 | 1.33 |
| 40 | 2.2 | 2.3 | 2.1 | 2.20 |

สรุปผลการทดลอง : อุณหภูมิมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์ในน้ำสับปะรด



คำถามของกิจกรรมที่ 1.7 ควรมีแนวการตอบดังนี้



จากผลการทดลองของนักเรียนและผลการทดลองของเพื่อน นักเรียนจะสรุปได้ว่าอย่างไร



อุณหภูมิมีผลต่อการสลายน้ำตาลของยีสต์ในน้ำสัปดาห์ละ



จากการทดลองนี้ น่าจะศึกษาในเรื่องใดเพิ่มเติมอีกบ้าง



ให้นักเรียนตอบอย่างอิสระ แต่ครูควรพิจารณาว่าสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับปัญหาเดิมหรือไม่อย่างไร

ข้อเสนอแนะ : ถ้านักเรียนสนใจปัญหาอื่นและต้องการศึกษาปัญหานั้นๆ ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนดำเนินการตรวจสอบตามที่สนใจ

หลังจากทำกิจกรรมที่ 1.7 แล้วครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าการตรวจสอบสมมติฐานอาจทำโดยผู้ตรวจสอบคนเดียวหรือหลายคนก็ได้

ครูควรให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าการศึกษาชีววิทยาประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการค้นหาความรู้ จากนั้นจึงให้นักเรียนคิดวิเคราะห์แล้วตอบคำถามซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



จากกิจกรรมที่ 1.7 นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ส่วนใดบ้างที่จัดว่าเป็นความรู้และส่วนใดบ้างที่จัดว่าเป็นกระบวนการ



ส่วนที่เป็นความรู้จากกิจกรรมที่ 1.7 พบว่าการสลายน้ำตาลของยีสต์จะได้แอลกอฮอล์ ส่วนที่เป็นกระบวนการ คือ การตั้งสมมติฐาน การตรวจสอบสมมติฐาน ทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลการทดลอง ซึ่งในหัวข้อนี้ครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบเพิ่มเติมว่าความรู้ที่ได้จากการทดลองยังต้องผ่านการตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์หลายๆ ท่าน จนกระทั่งได้ข้อสรุปที่เป็นหลักการเดียวกัน ความรู้ส่วนนี้จึงสามารถนำไปตั้งเป็นกฎ และทฤษฎี เช่น กฎของเมนเดล และทฤษฎีเซลล์ เป็นต้น



สมมติฐานต่างจากทฤษฎีอย่างไร



สมมติฐานเป็นคำตอบที่คาดคะเนไว้ยังไม่ได้ตรวจสอบ ส่วนทฤษฎี คือ สมมติฐานที่ได้ผ่านการตรวจสอบแล้วหลายครั้งว่าเป็นจริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง

จากนั้นครูควรชี้ให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีประโยชน์ต่อตัวนักเรียน ประเทศชาติ และมวลมนุษยชาติ

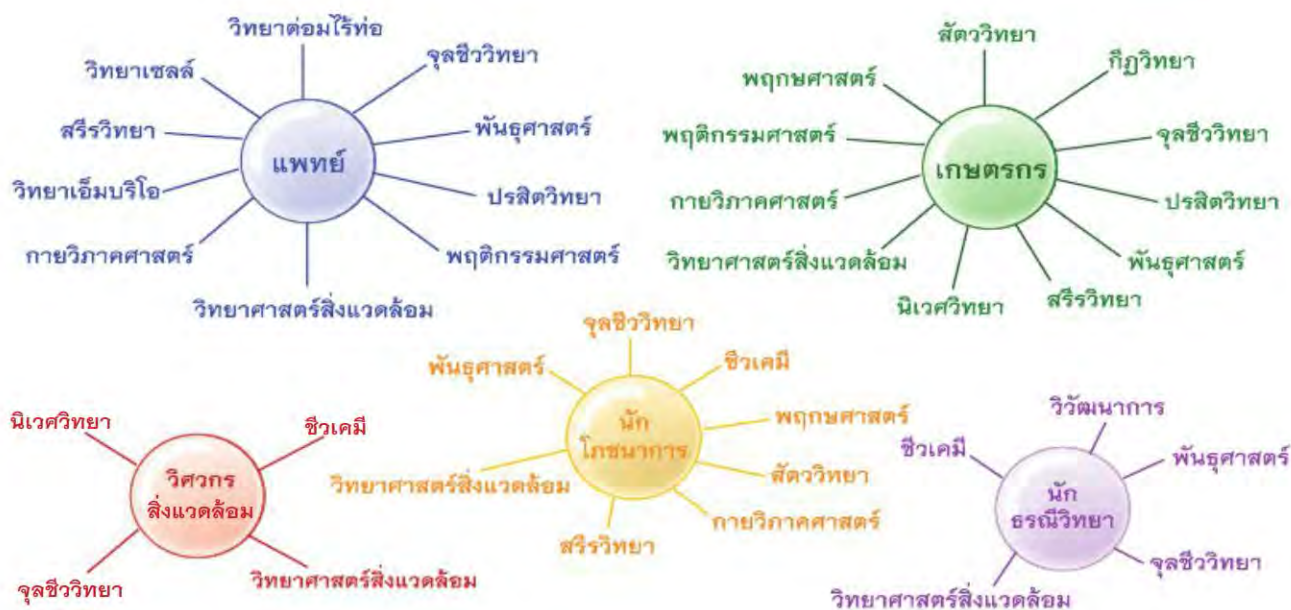


แนวการตอบคำถามท้ายบทที่ 1



1. จงเขียนอาชีพที่เกี่ยวข้องกับแขนงวิชาชีววิทยาต่างๆ มาประมาณ 5 อาชีพ

อาชีพที่เกี่ยวข้องกับแขนงวิชาชีววิทยา เช่น แพทย์ วิศวกรสิ่งแวดล้อม เกษตรกร นักโภชนาการ นักธรณีวิทยา เป็นต้น ตัวอย่างแผนผังแต่ละอาชีพมีดังนี้



2. ยานอวกาศที่ส่งไปดาวอังคาร ได้เก็บวัตถุที่เชื่อว่าเป็นสิ่งมีชีวิตกลับมายังโลก ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบวัตถุนั้น หลักฐานใดที่แสดงว่าวัตถุนั้นเป็นสิ่งมีชีวิต



ถ้าเป็นสิ่งมีชีวิตจะสามารถตรวจสอบได้โดยสังเกตว่าสิ่งมีชีวิตนั้นมีการหายใจ กินอาหาร ขับถ่าย สืบพันธุ์ และเพิ่มจำนวนหรือไม่ หรืออาจตรวจสอบจากสารพันธุกรรม

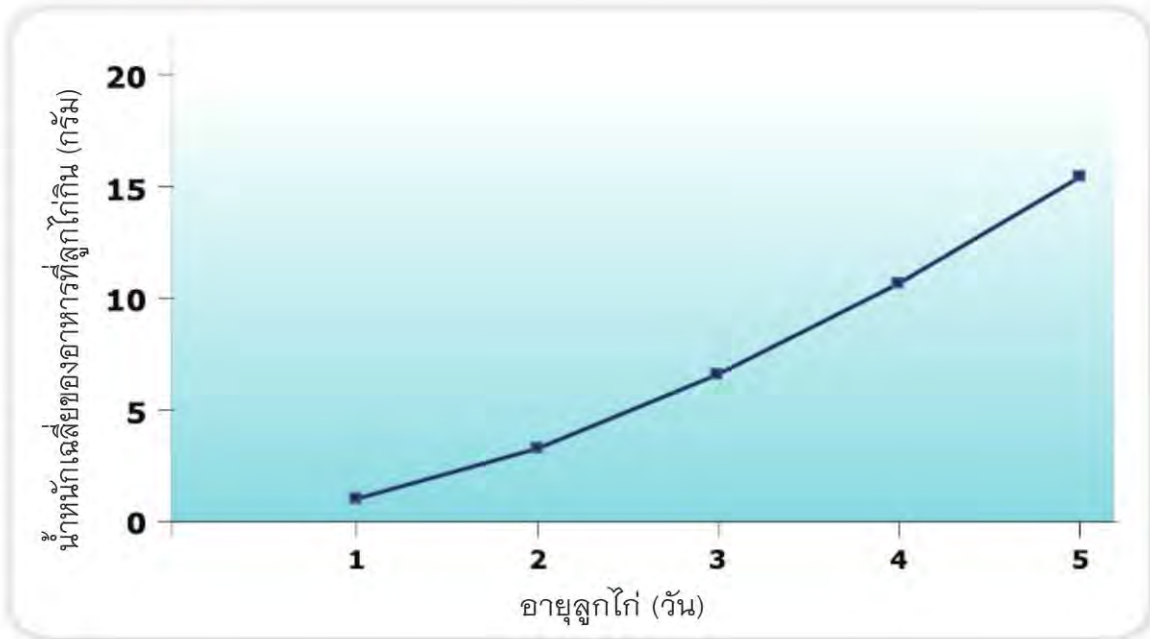


3. จงศึกษาปริมาณอาหารที่ลูกไก่กินในแต่ละวัน ดังนี้

| อายุลูกไก่ (วัน) | น้ำหนักเฉลี่ยของอาหารที่ลูกไก่กิน (กรัม) |
|------------------|--|
| 1 | 1.0 |
| 2 | 3.2 |
| 3 | 6.5 |
| 4 | 10.6 |
| 5 | 15.4 |



? 3.1 จงเขียนกราฟแสดงน้ำหนักเฉลี่ยของอาหารที่ลูกไก่กิน



? 3.2 น้ำหนักเฉลี่ยของอาหารที่ลูกไก่ที่มีอายุ 6 และ 7 วันกิน น่าจะมีน้ำหนักเท่าใด
ลูกไก่อายุ 6 และ 7 วันจะกินอาหารมากกว่า 15 กรัมขึ้นไป

? 3.3 จงอธิบายว่าเหตุใดลูกไก่จึงกินอาหารเพิ่มขึ้นทุกวัน


ลูกไก่จะกินอาหารเพิ่มขึ้นทุกวัน เพื่อนำพลังงานจากอาหารไปใช้ในการกระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกาย และเพื่อไปใช้ในการเจริญเติบโต

? 4. จงเขียนแผนผังแสดงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ลงในแผนภาพที่กำหนดให้สมบูรณ์



? 5. จากการสังเกตของนักเรียนคนหนึ่งพบว่า เมื่อนำหัวหอมแดงที่วางอยู่เหนือระดับน้ำในแก้วดังภาพ บังเอิญนำแก้วน้ำที่มีกาแฟอยู่ที่ก้นแก้วมาทำการทดลอง พร้อมกับแก้วอื่นๆ พบว่าในแก้วน้ำที่มีกาแฟละลายอยู่รากของหัวหอมแดงจะมีจำนวนมากและยาวกว่าหัวหอมแดงในแก้วอื่นๆ จึงสันนิษฐานว่าคาเฟอีนมีผลต่อการเกิดรากและความยาวของรากหัวหอมแดง ถ้านักเรียนจะช่วยตรวจสอบความคิดนี้ นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร



 ทำการทดลองเช่นเดียวกับในภาพโดยใช้บีกเกอร์ 9 ใบ แบ่งเป็น 3 ชุด

ชุดที่ 1 หยดน้ำกาแฟลงไปในน้ำที่เพาะรากหอม 2 หยด

ชุดที่ 2 หยดน้ำกาแฟลงไปในน้ำที่เพาะรากหอม 10 หยด

ชุดที่ 3 ไม่ต้องหยดน้ำกาแฟในน้ำที่เพาะรากหอม

ควบคุมปริมาณน้ำ ขนาดของหัวหอม ขนาดของบีกเกอร์ให้เท่าๆ กัน วางการทดลองทั้ง 3 ชุด ในห้องทดลอง และให้รับแสงในปริมาณเท่าๆ กัน

? 6. มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับการงอกของเมล็ด โดยนำเมล็ดพืชไปแช่น้ำค้างคืน 1 คืน และเพาะในจานเพาะเชื้อที่มีกระดาษเยื่อชุ่มน้ำ แล้วแบ่งการทดลองเป็น 2 ชุด ทั้ง 2 ชุดตั้งไว้ในที่อุณหภูมิห้อง

ชุดที่ 1 ตั้งอยู่ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

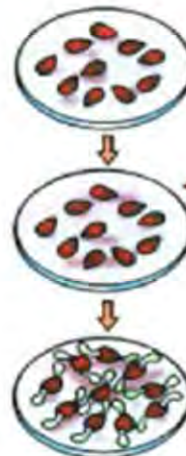
ชุดที่ 2 ตั้งอยู่ในที่มืด 4 ชั่วโมง แล้วให้แสง 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปไว้ในที่มืดอีก 19 ชั่วโมง ผลการทดลองเป็นดังภาพ

ชุดที่ 1



ตั้งไว้ในที่มืด 24 ชั่วโมง

ชุดที่ 2



ตั้งไว้ในที่มืด 4 ชั่วโมง

ให้แสง 1 ชั่วโมง

ตั้งไว้ในที่มืด
อีก 19 ชั่วโมง

? 6.1 นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร



แสงมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืช

? 6.2 จากการทดลองให้นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยมากที่สุดเท่าที่จะมากได้



คำถามอาจเป็นดังนี้

- เมล็ดพืชทุกชนิดจำเป็นต้องใช้แสงในการงอกหรือไม่
 - ถ้าเพิ่มเวลาในการให้แสงมากขึ้นเมล็ดจะงอกเร็วขึ้นหรือไม่
 - ถ้าให้แสงตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ด เมล็ดจะงอกหรือไม่
 - เป็นไปได้หรือไม่ว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการให้แสงมีผลต่อการงอกของเมล็ด
- ฯลฯ

? 6.3 ถ้าไม่มีการทดลองในชุดที่ 1 นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้หรือไม่ เพราะเหตุใด



ไม่ได้ เพราะไม่มีการทดลองเปรียบเทียบว่าเมื่อไม่ให้แสงเมล็ดไม่งอก

? 6.4 นักเรียนคนหนึ่งสรุปว่าการงอกของเมล็ดจำเป็นต้องใช้แสง นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ ถ้าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย จงออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์ความคิดของนักเรียนว่าถูกต้อง



ทำการทดลองเช่นเดียวกันนี้ซ้ำ แต่ใช้เมล็ดพืชต่างชนิดกันหลายชนิดมาทำการ

ทดลอง

? 6.5 ถ้าการทดลองชุดที่ 1 เมล็ดงอก แต่การทดลองชุดที่ 2 เมล็ดไม่งอก จะสรุปผลการทดลองอย่างไร



การงอกของเมล็ดไม่จำเป็นต้องใช้แสง หรือแสงยับยั้งการงอกของเมล็ดพืช



แหล่งเรียนรู้



หนังสือประกอบการค้นคว้า

วงจันทร์ วงศ์แก้ว. **หลักสูตรวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนพลับลิชชิง, 2535.

สุพจน์ ไร่เทียมวงศ์ และคณะ. **หลักชีววิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2539.

Biggs, A. and et al. **Biology : The Dynamics of Life**. Teacher Wraparound ed. McGraw–Hill, Inc. 1996.

Hopson, J.L. and Norman, K.W. **Essential of Biology**. McGraw–Hill, Inc. 1990.

Hopson, J.L. and Norman, K.W. **The Nature of Life**. 3rd ed. McGraw– Hill, Inc. 1995.

Kaskel, A., Hammer, P.J. and Daniel, L. **Glencoe Biology : An Everyday Experience**. Glencoe/McGraw–Hill, New York. 1999.

Mader, S.S. **Inquiry into Life**. 11th ed. Wm.C.Brown Publishers, New York. 2006.

Raven, P.H. and Johnson, G.B. **Biology**. 2nd ed. Wm.C.Brown Publishers, Iowa. 1998.

Raven, P.H. and Johnson, G.B. **Understanding Biology**. Wm.C.Brown Publishers, 1998.

Scharaer, W.D. and Herbert, S.J. **Biology : The Study Life**. Annotated Teachers 5th ed. Practice–Hall, Inc. Ohio. 1993.



อินเทอร์เน็ต (Internet)

1. [http:// www.sarakadee.com](http://www.sarakadee.com) มีข้อมูลเกี่ยวกับข่าวสาร บทความทางวิทยาศาสตร์



บทที่ 2

เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต



เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

| | | |
|--|----------|----------------|
| 2.1 สารอินทรีย์ | 0.5 | ชั่วโมง |
| 2.2 สารอินทรีย์ | 4.5 | ชั่วโมง |
| 2.3 ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต | 4 | ชั่วโมง |
| รวม | 9 | ชั่วโมง |

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับธาตุ และสารประกอบที่เป็นองค์ประกอบภายในเซลล์สิ่งมีชีวิต
2. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุความสำคัญของสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบในสิ่งมีชีวิต
3. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุความสำคัญของสารอินทรีย์ในสิ่งมีชีวิตประเภทที่ให้พลังงาน และประเภทที่ไม่ให้พลังงาน
4. อธิบายองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต และระบุชนิดของคาร์โบไฮเดรต
5. อธิบายองค์ประกอบของโปรตีน และระบุชนิดของกรดอะมิโนที่จำเป็นและกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น
6. อธิบายองค์ประกอบของลิพิด และระบุชนิดของลิพิดตามโครงสร้าง
7. อธิบายองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิกและระบุชนิดของกรดนิวคลีอิก
8. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
9. อธิบายกลไกการทำงานของเอนไซม์ในการช่วยเร่งปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์





สาระสำคัญ

ในร่างกายของคนประกอบด้วยสารเคมี 2 ประเภท คือ สารอนินทรีย์ และสารอินทรีย์

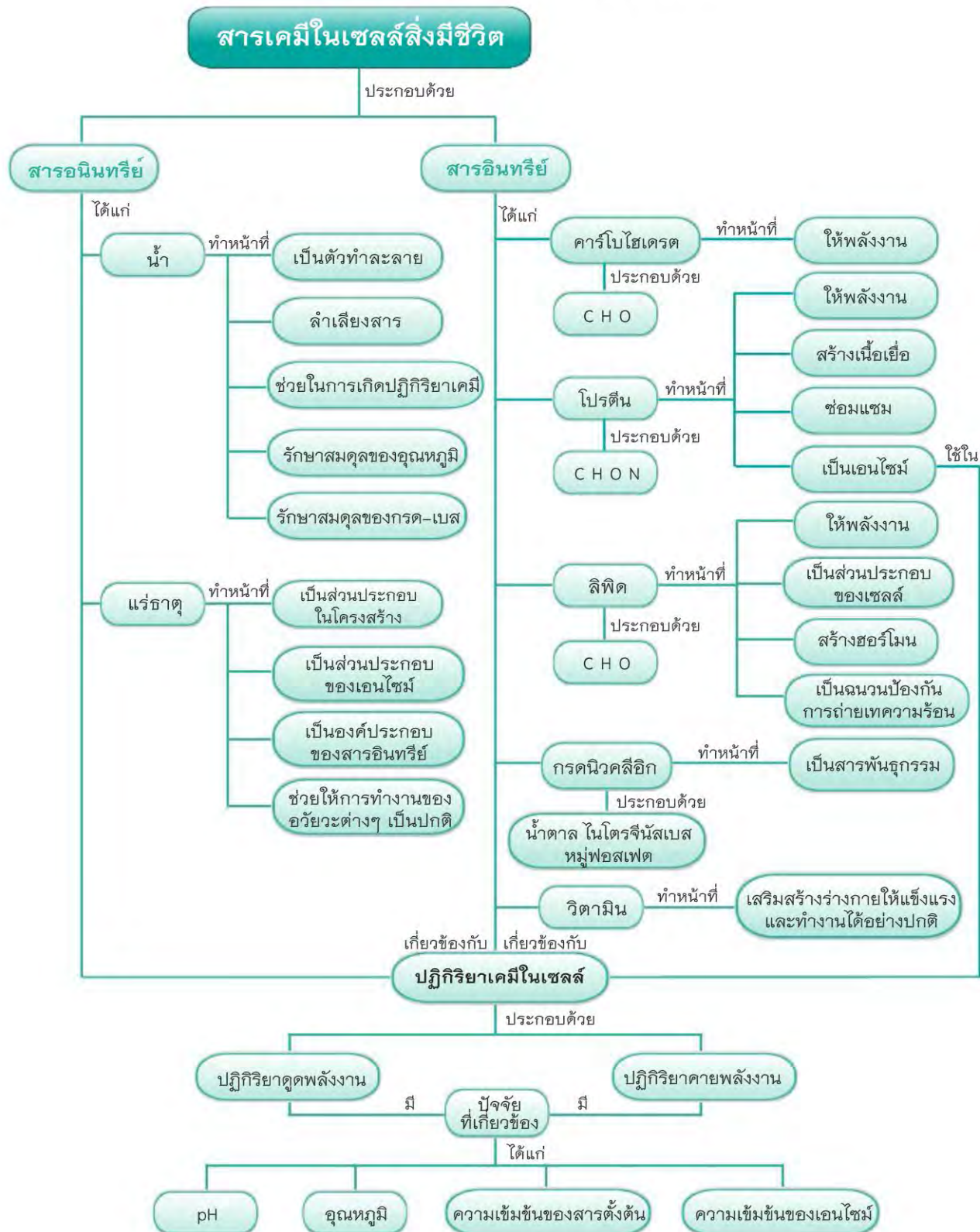
สารอนินทรีย์ที่สำคัญ คือ น้ำ และแร่ธาตุบางชนิด ในร่างกายมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากที่สุด น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี ช่วยลำเลียงสารต่างๆ ไปทั่วร่างกาย น้ำมีความจุความร้อนสูงจึงช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ สำหรับแร่ธาตุเป็นส่วนประกอบของเซลล์และเนื้อเยื่อ และช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ

สารอินทรีย์มีธาตุคาร์บอนและธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก สารอินทรีย์ที่พบมากในสิ่งมีชีวิตมี 4 กลุ่ม ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด และกรดนิวคลีอิก สารเหล่านี้เป็นโครงสร้างของเซลล์ ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต เป็นสารที่ให้พลังงาน กรดนิวคลีอิกทำหน้าที่เก็บและถ่ายถอดข้อมูลทางพันธุกรรม นอกจากนี้ยังมีวิตามินซึ่งไม่ให้พลังงาน แต่ร่างกายจำเป็นต้องได้รับจึงจะดำรงชีวิตได้อย่างปกติ

ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มี 2 ประเภท คือ ปฏิกิริยาคายพลังงานและปฏิกิริยาดูดพลังงาน ปฏิกิริยาเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ช่วยเร่งการเกิดปฏิกิริยา ความเป็นกรด – เบส อุณหภูมิ ความเข้มข้นของสารตั้งต้น และความเข้มข้นของเอนไซม์มีผลต่อปฏิกิริยาต่างๆ ในเซลล์ ปฏิกิริยาอาจชะงักหรือหยุดไปถ้ามีสารที่มีสมบัติยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เข้าร่วมกับเอนไซม์หรือสารตั้งต้น



ผังมโนทัศน์ บทที่ 2 เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต



2.1 สารอินทรีย์


จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ระบุชนิดและหน้าที่ของสารอินทรีย์บางชนิด
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแร่ธาตุบางชนิดที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในสิ่งมีชีวิต

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูอาจใช้ภาพหน้าบทที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่า โครงสร้างของพืชและสัตว์ประกอบด้วยอวัยวะที่ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ และอวัยวะเหล่านี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่างๆ ทำงานร่วมกัน และเนื้อเยื่อเหล่านั้นประกอบด้วยหน่วยย่อย คือ เซลล์ ซึ่งเซลล์ยังประกอบด้วยโมเลกุลและอะตอม ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติม เช่น


? เซลล์ของเห็ดรา หรือสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ประกอบด้วยอะตอมและโมเลกุลของสารเช่นเดียวกับพืชและสัตว์หรือไม่

 ให้นักเรียนตอบอย่างอิสระ ครูควรซักถามนักเรียนให้อธิบายเหตุผล โดยใช้หลักวิชาการสนับสนุนคำตอบ (คำตอบที่ถูกต้องคือน่าจะเป็นเช่นเดียวกัน) ครูฟังเหตุผลการตอบของนักเรียนแล้วชี้แจงว่า เพื่อตรวจสอบความคิดของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ จะได้ศึกษาต่อไปในบทเรียนนี้

ครูควรชี้ให้เห็นว่า บทนี้เป็นบูรณาการเชื่อมโยงภายในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระหว่างสาขาเคมีกับสาขาชีววิทยา จากนั้นให้นักเรียนศึกษาปริมาณของสารต่างๆ ในร่างกายของคนจากภาพที่ 2 - 1 แล้วให้นักเรียนสืบค้นการจำแนกสารเคมีเป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

จากการวิเคราะห์ภาพที่ 2 - 1 ให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสารอินทรีย์ที่นักเรียนสนใจศึกษา ซึ่งอาจเป็นดังนี้

? สารอินทรีย์ในสิ่งมีชีวิตมีอะไรบ้าง
น้ำและแร่ธาตุ

? สารอินทรีย์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอย่างไร
 นักเรียนคงตอบได้แตกต่างกัน ครูควรเขียนคำตอบเหล่านั้นไว้บนกระดาน เพื่อแสดงว่าครูสนใจคำตอบของนักเรียน และแจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะให้นักเรียนศึกษาเรื่องน้ำก่อน ตามหัวข้อ 2.1.1

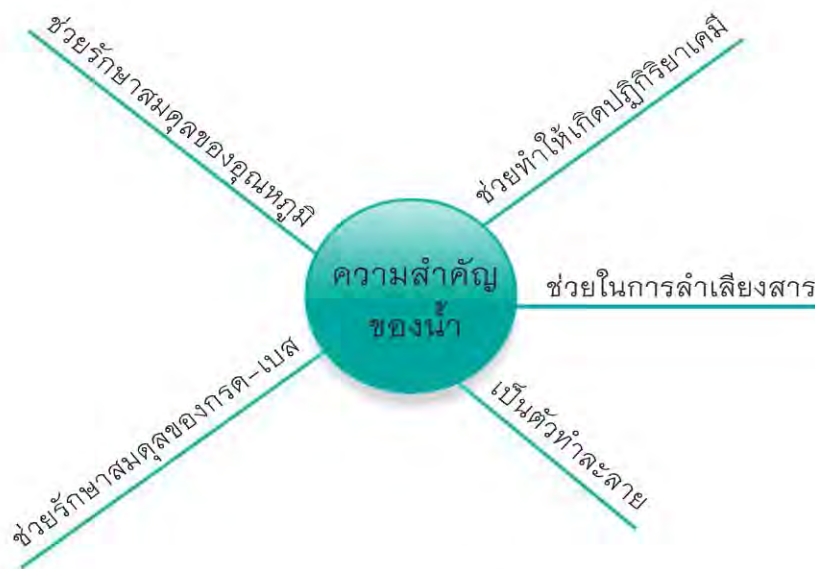
2.1.1 น้ำ

ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรื่องน้ำ โดยใช้ภาพที่ 2-1 ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนของน้ำในร่างกายของคนเมื่อเทียบกับสารอื่นๆ

จากภาพที่ 2-1 นักเรียนควรตระหนักได้ว่า จากการที่พบว่าน้ำเป็นองค์ประกอบที่พบมากที่สุดในร่างกายของคน แสดงว่าน้ำมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อร่างกาย ดังนั้นจึงควรดื่มน้ำมากๆ โดยปฏิบัติตามสุขบัญญัติ 10 ประการ ที่กำหนดให้ดื่มน้ำอย่างน้อยวันละ 8-10 แก้ว นอกจากนี้ควรดื่มน้ำหลังจากออกกำลังกายและหลังจากการรับประทานอาหารอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงบทบาทที่สำคัญของน้ำ โดยครูอาจตั้งคำถามดังนี้

- น้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร
- สมบัติของน้ำเกี่ยวข้องกับโครงสร้างโมเลกุลของน้ำอย่างไร

สำหรับคำถามเรื่องความสำคัญของน้ำ ครูอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียนหรือจากประสบการณ์ของตน ระดมสมอง แล้วเขียนเป็นผังความคิด ซึ่งนักเรียนอาจเขียนผังความคิดแบบ mind mapping ได้ดังนี้



ครูแจกกระดาษให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มเขียนความสำคัญของน้ำต่อสิ่งมีชีวิต คนละ 1 ข้อ ไม่ซ้ำกัน

จากเทคนิคการเขียนรอบโต๊ะ (round table) นักเรียนอาจเขียนได้ดังนี้

1. น้ำช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเคมี
2. น้ำช่วยในการลำเลียงสาร
3. น้ำช่วยรักษาสมดุลของอุณหภูมิในร่างกาย



4. น้ำช่วยรักษาสมดุลของกรด-เบส

5. น้ำเป็นตัวทำละลาย

จากนั้นครูให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ว่าการที่น้ำมีบทบาทดังกล่าวเนื่องจากน้ำมีสมบัติอย่างไร ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ดังนี้

1. น้ำเป็นโมเลกุลที่มีขั้ว

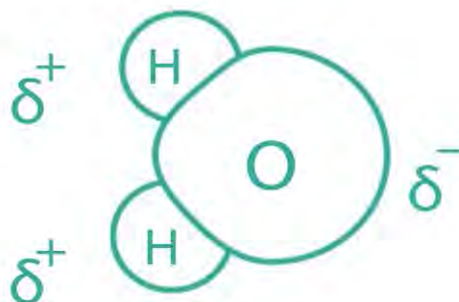
2. น้ำเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียนชีววิทยาหรือหนังสือเรียนเคมี หรือใบความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของโมเลกุลของน้ำและพันธะโคเวเลนต์ แล้วให้อธิบายการเกิดโมเลกุลที่มีขั้วของน้ำ รวมทั้งการเขียนสัญลักษณ์แทนขั้วบวก และขั้วลบ โดยนำเสนอในชั้นเรียน

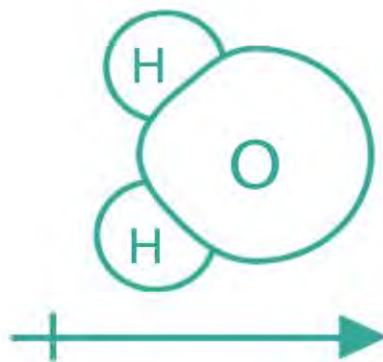
ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการแสดงประจุของน้ำ ดังนี้

การเกิดโมเลกุลที่มีขั้วของน้ำ เกิดขึ้นเนื่องจากอิเล็กตรอนวงนอกของอะตอมออกซิเจนยังเหลืออีก 4 อิเล็กตรอนที่ไม่ได้ใช้ร่วมกับอะตอมของไฮโดรเจนจึงแสดงขั้วลบ และทำให้อะตอมของไฮโดรเจน 2 อะตอมที่สร้างพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมของออกซิเจนแสดงขั้วบวกทั้ง 2 อะตอมดังรูป และควรเพิ่มเติมให้นักเรียนทราบว่า การเขียนสัญลักษณ์นั้นสามารถเขียนได้ 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1



แบบที่ 2



เนื่องจากอะตอมของ H และ O ที่อยู่ในสภาพโมเลกุลของน้ำไม่มีประจุ แต่สามารถแสดงประจุได้ โดยทางด้านไฮโดรเจนแสดงประจุบวก และด้านออกซิเจนแสดงประจุลบ เมื่อโมเลกุลของน้ำแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออน (H^+) และ ไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) จึงจะมีประจุ

ครูอาจวัดความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้แผนภาพข้างล่างนี้ ซึ่งเป็นแผนภาพแสดงโมเลกุลของตัวละลายซึ่งล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำ



เมื่อนักเรียนศึกษาแผนภาพแล้ว ครูตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ซึ่งอาจเป็นดังนี้



จากแผนภาพโมเลกุลของตัวละลายควรมีประจุอะไร
ประจุบวก



สารทุกชนิดละลายน้ำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด จงยกตัวอย่าง
ไม่ได้ทุกชนิด เพราะสารบางชนิดเป็นสารที่ไม่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ และสารบางชนิดเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว เช่น น้ำมัน แป้ง

ส่วนคำถามในบทเรียนมีแนวคำตอบดังนี้



นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า สารใดบ้างเป็นไฮโดรโฟบิก




สารที่เป็นไฮโดรโฟบิกเป็นสารที่ไม่สามารถแตกตัวได้เมื่อละลายในน้ำ เช่น ลิพิด





สมบัติของน้ำเกี่ยวข้องกับกาเกิดปฏิกิริยาภายในเซลล์อย่างไร

 เนื่องจากน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีและสารหลายชนิดสามารถแตกตัวเป็นไอออนในน้ำได้ทำให้เกิดปฏิกิริยาในเซลล์ได้ดี

2.1.2 แร่ธาตุ

ในหัวข้อนี้ครูอาจจูงใจให้นักเรียนสนใจโดยใช้ภาพแสดงอาการขาดแร่ธาตุในพืช ดังภาพที่ 2-5 ในหนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นประเด็นที่จะศึกษาว่าแร่ธาตุมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต คำถามที่ครูควรใช้ถามนักเรียน เช่น



ต้นแตงกวาที่นักเรียนเห็นดังภาพที่ 2-5 ขาดแร่ธาตุอะไร และมีอาการผิดปกติอย่างไร ครูควรหยุดรอคำตอบ ถ้านักเรียนยังตอบไม่ได้ ควรถามให้นักเรียนสังเกตเพิ่มเติม



รูปทรงของใบมีลักษณะอย่างไร ใบมีสีอะไร

นักเรียนควรตอบได้ว่า ขาดแร่ธาตุแมกนีเซียม ใบแก่จะมีสีเหลืองที่ปลายใบและขอบใบม่วงเป็นรูปถ้วย

จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายถึงอาการของพืชที่ขาดแร่ธาตุต่างๆ จากประสบการณ์ของนักเรียน เช่น ขาดไนโตรเจน ใบแก่ของพืชจะมีสีเหลืองโดยที่เส้นใบยังมีสีเขียวอยู่ จากนั้นครูนำภาพคนเป็นโรคคอกพอก ให้นักเรียนศึกษาแล้วถามนักเรียนดังนี้



บุคคลในภาพนี้เป็นโรคอะไร มีสาเหตุจากการขาดแร่ธาตุชนิดใด โรคคอกพอก สาเหตุเกิดจากการขาดแร่ธาตุไอโอดีน



ทำไมจึงเรียกว่าโรคคอกพอก

เพราะบริเวณคอมีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากต่อมไทรอยด์โตขึ้น

ครูควรให้นักเรียนทุกคนสำรวจคอของตน ถ้าใครมีอาการคอโตควรให้ไปพบแพทย์เพื่อตรวจ สอบ ว่าเป็นโรคคอกพอกหรือไม่



ครูให้ข้อมูลเพิ่มเติมดังตารางข้างล่างนี้ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ถึงการขาดแร่ธาตุที่เป็นสาเหตุของโรคต่างๆ

| โรค | อาการ | สาเหตุ |
|----------------------|---|--------------------------------|
| โรคเครตินิซึม (เอ่อ) | มีภาวะปัญญาอ่อน | ขาดแร่ธาตุไอโอดีนในวัยเด็ก |
| โรคโลหิตจาง | ไม่มีแรง ตัวเหลืองซีด | ขาดแร่ธาตุเหล็ก |
| โรคกระดูกอ่อน | กระดูกไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของร่างกาย | ขาดแร่ธาตุแคลเซียมและวิตามินดี |

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางนักเรียนควรได้ข้อสรุปว่าแร่ธาตุมีผลต่อการดำรงชีวิต ปัญหาที่น่าจะเกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูล คือ แร่ธาตุเหล่านี้มีบทบาทต่อการดำรงชีวิตอย่างไร และยังมีแร่ธาตุอะไรอีกบ้างที่มีผลต่อการดำรงชีวิต

ครูควรมอบหมายให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแร่ธาตุจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เพื่อตอบคำถามดังกล่าว แล้วนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลกันในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนควรได้สาระการเรียนรู้ตามหนังสือเรียนที่เกี่ยวกับการนำแร่ธาตุไปใช้ต้องอยู่ในรูปของไอออนและสามารถอธิบายหน้าที่ของแร่ธาตุต่างๆ ได้ ครูอาจมอบหมายงานให้นักเรียนบางกลุ่มค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีการป้องกันโรคเอ่อและโรคคอกพอก หรือศึกษาวิธีการทำไข่เค็มเสริมไอโอดีน แล้วนำมาจัดป้ายนิเทศในชั้นเรียน

ครูอาจเพิ่มเติมหน้าที่ของแร่ธาตุแต่ละชนิดในพืชและในคน โดยศึกษาจากใบความรู้ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างตารางแสดงหน้าที่ของแร่ธาตุบางชนิด

| ชนิดของแร่ธาตุ | หน้าที่ |
|--------------------------------|--|
| ก. แร่ธาตุในพืช 1. ไนโตรเจน | เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน โคเอนไซม์ กรดนิวคลีอิก สารสี เช่น คลอโรฟิลล์ |
| 2. ฟอสฟอรัส | เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอโปรตีนและฟอสโฟลิพิด เยื่อหุ้มเซลล์ |
| 3. โพแทสเซียม | เป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์หลายชนิด ช่วยปิด-เปิดปากใบของพืช เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ของกระบวนการหายใจ ช่วยให้พืชดูดน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ |
| 4. แคลเซียม | เป็นองค์ประกอบในการสร้างแผ่นกั้นเซลล์ จำเป็นต่อการสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด |



| ชนิดของแร่ธาตุ | หน้าที่ |
|-----------------------|---|
| 5. แมกนีเซียม | เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ เป็นตัวเร่งกระบวนการเมแทบอลิซึมของแป้ง กรดนิวคลีอิก และฟอสเฟต |
| 6. กำมะถัน | เป็นองค์ประกอบของโปรตีน และเป็นโคเอนไซม์ |
| ข. แร่ธาตุในคน | |
| 1. แคลเซียม | เป็นองค์ประกอบของกระดูก ฟัน ช่วยในการแข็งตัวของเลือดและการหดตัวของกล้ามเนื้อ |
| 2. ฟอสฟอรัส | เกี่ยวข้องกับการเจริญของกระดูก การสร้าง DNA และกระบวนการเมแทบอลิซึม |
| 3. แมกนีเซียม | เป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์ ช่วยในการทำงานของเซลล์ประสาทและกล้ามเนื้อ |
| 4. โพแทสเซียม | รักษาสสมดุลของออสโมซิสภายในเซลล์ ช่วยการถ่ายเทกระแสประสาท และการหดตัวของกล้ามเนื้อ |
| 5. คลอรีน | รักษาสสมดุลของความเป็นกรด-เบส เป็นองค์ประกอบของกรดไฮโดรคลอริกในกระเพาะอาหาร |
| 6. ไอโอดีน | เป็นองค์ประกอบของฮอร์โมนไทรอกซินจากต่อมไทรอยด์ |
| 7. เหล็ก | เป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดงช่วยลำเลียงออกซิเจนไปยังเซลล์ต่างๆ |
| 8. โคบอลต์ | เป็นองค์ประกอบของวิตามิน B ₁₂ |
| 9. โซเดียม | รักษาคุณภาพของความเป็นกรด-เบส สมดุลของน้ำในร่างกาย ช่วยถ่ายเทกระแสประสาทร่วมกับโพแทสเซียม |
| 10. ฟลูออรีน | ป้องกันฟันผุ |
| 11. ทองแดง | มีความสำคัญในการสร้างฮีโมโกลบินและเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์บางชนิดที่จำเป็นต่อการสร้าง ATP |

เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของแร่ธาตุ ครูอาจนำข่าวหรือบทความมาติดป้ายนิเทศ เพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของแร่ธาตุ ข่าวหรือบทความอาจเป็นดังนี้



การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมไทยด้วยข้าวกล้อง เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม (Improved Nutritional Quality of Thai Desserts Using Brown Rice)

ข้าวกล้อง (Brown rice) คือ ข้าวที่ผ่านการกระเทาะเปลือกโดยการตำหรือสีเพียงครั้งเดียว เพื่อเอาเปลือกสีน้ำตาล (แกลบ) ออก เมล็ดข้าวที่ได้จึงมีสีคล้ำออกน้ำตาลอ่อน เพราะยังมีเยื่อหุ้มเมล็ด (รำ) ซึ่งมีสีชมพูเคลือบอยู่ รวมทั้งจมูกข้าวซึ่งมีสารสีเข้มอยู่บริเวณหัวข้าว ทั้ง 2 ส่วนนี้พบว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาก เนื่องจากอุดมไปด้วยสารอาหารที่สำคัญคือ โยใยอาหารและกรดไขมันที่จำเป็นเช่น กรดโอเลอิก กรดลิพอเลอิก และกรดปาล์มมิติก รวมทั้งแร่ธาตุหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม และเหล็ก ฯลฯ ในขณะที่วิตามิน เช่น วิตามินบี1 บี2 บี5 บี6 และวิตามินอี จะพบทั้งในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดและจมูกข้าวเช่นกัน จากคุณค่าทางโภชนาการดังกล่าวของข้าวกล้อง การวิจัยโดยนำข้าวกล้องมาแปรรูปหรือใช้ทดแทนในส่วนของข้าวหรือแป้งขัดสีในส่วนผสมของขนมไทย สูตรดั้งเดิม จึงน่าเป็นหนทางที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าของข้าวกล้องและสร้างความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ขนมหวานให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค รวมถึงตอบสนองนโยบายของรัฐในการสร้างครัวไทยให้เป็นครัวโลก และเพื่อสร้างโอกาสในการส่งออกของขนมไทยให้มากขึ้น น.ส.ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์ และคณะ โดยทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จึงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากการใช้ข้าวกล้องหอมมะลิพันธุ์ 105 ทดแทนหรือแทนที่ในส่วนที่เป็นแป้งขัดสีของผลิตภัณฑ์ เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการและช่วยเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ โดยปรับสูตรของส่วนผสมให้พอเหมาะ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี รวมทั้งปริมาณ โยใยอาหารและศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น จากการศึกษาพบว่าสามารถนำข้าวกล้องและแป้งข้าวกล้องมาใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมหวานที่พัฒนาขึ้นในปริมาณระหว่าง 30–100% และพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 10 ชนิดให้พลังงานอยู่ในช่วง 8.0 ถึง 534.7 กิโลแคลอรี ในขณะที่ปริมาณของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1–22.1, 1–34.7, 6.6–70.8 และ 0.02–3.9 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ผลการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมดอกจอกข้าวกล้อง ข้าวเกียบข้าวกล้องรสต้มยำ รสแกงเสียง และกระเบื้องทิพย์ได้รับการยอมรับ (ความชอบ) อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงมากคือ ช่วง 64–100% ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ข้าวตูที่ผลิตจากแป้งข้าวตู ข้าวสำเร็จรูป แป้งขูปกล้วยทอดสำเร็จรูป น้ำข้าวกล้อง และเยลลี่ มีเกณฑ์การยอมรับอยู่ในระดับปานกลางคืออยู่ในช่วง 50–67% (ที่มา : วารสารอาหาร บทความข่าวในประเทศ ปีที่ 35 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม 2548 หน้า 45)

เปิดตำรับอาหารไทยเสริมแคลเซียม “ถูก-อร่อย-กันกระดูกพรุน”

เผยอาหารไทยท้องถิ่น 4 ภาค แทนบ๊วยเน่า แทนปลากุ้งฝอย ปลาแก้วแห้ง ปลาฉิ่งฉ้าง ปลาร้าลับ แหล่งแคลเซียมป้องกันโรคกระดูกพรุนแบบประหยัดและอร่อย

ผศ.ดร.วงสวาท โกศลวัฒน์ และคณะ เปิดเผยว่าสืบเนื่องจากปัญหา “โรคกระดูกพรุน” ที่กลายเป็นมหันตภัยร้ายที่รุมเร้าผู้สูงอายุไทยอย่างเงียบๆ ดังผลการวิจัยที่ระบุว่า 1 ใน 3 และ 1 ใน 8 ของผู้สูงอายุไทยเพศหญิง และเพศชายป่วยเป็นโรคกระดูกพรุน ตามลำดับ และได้ทำการศึกษาชนิดของอาหารที่มี



ศักยภาพพอที่จะเป็นแหล่งของแคลเซียมจากอาหารท้องถิ่นในแต่ละภูมิภาคของไทย เพื่อนำมาพัฒนาสูตรอาหารที่มีแคลเซียมสูง เนื่องจากอาหารไทยหลายตำรับอุดมด้วยแคลเซียมสูงมาก ผลจากการศึกษา ภายใต้การสนับสนุนของเครือข่ายวิจัยสุขภาพ สกว. โดยมูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติ (มสช.) สำนักงาน กองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โดยการร่วมตัวอย่างจากทุกภาคพบว่า

ภาคเหนือ เก็บตัวอย่างวัตถุดิบ 4 ชนิด จากจังหวัดลำปาง คือ กุ้งฝอย ปลาชิว เขียดแห้ง และน้ำปู จาก 10 ชนิดอาหารปรุงสำเร็จ ทั้งกุ้งฝอยชุบแป้งทอด เขียดชุบแป้งทอด แหนบถั่วเน่า แหนบปลา แหนบกุ้ง แกงหอยขม แกงผักกาดจอบ แกงผักกาดน้อย น้ำพริกกบ และน้ำพริกปลา ทู พบว่า กุ้งฝอยชุบแป้งทอด เขียดชุบแป้งทอด แหนบกุ้ง แหนบปลา และน้ำปู มีปริมาณแคลเซียมระหว่าง 426.8–2,006.6 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม โดยตำรับอาหารเหล่านี้ มีค่าแคลเซียมที่ผู้บริโภคสามารถเลือกบริโภคได้ทันที โดยไม่ต้องเติมแหล่งอาหารแคลเซียมลงไปอีก ขณะที่อาหารกลุ่มที่เหลือ ควรจะมีการพัฒนาสูตรต่อไปเพื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียม

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เก็บตัวอย่างวัตถุดิบ 6 ชนิดจากจังหวัดอุบลราชธานี โดยศึกษา คือ กุ้งฝอย ปลาแก้วแห้ง ปลาขาวแห้ง ปลาดำแห้ง เขียดแห้ง และกบแห้ง จาก 7 ชนิดอาหารปรุงสำเร็จทั้งป่นปลา อุปลา อุปลารวม หมกปลาแก้ว แจ่วปลาร้า ป่นกบ และหมวกสวก (ลูกฮึด) มีปริมาณแคลเซียมระดับปานกลาง ขณะที่ป่นปลาจะมีปริมาณแคลเซียมค่อนข้างต่ำ เนื่องจากทำจากเนื้อปลาล้วน อย่างไรก็ตามสามารถพัฒนาสูตรให้มีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นได้

ภาคใต้ เก็บตัวอย่างวัตถุดิบ 5 ชนิดจากจังหวัดสงขลาและยะลา คือปลาแห้งแดง ปลาฉิ่งฉาง กุ้งส้ม กุ้งแก้ว และกุ้งแห้งขนาดต่างๆ จาก 4 ชนิดอาหารสำเร็จทั้งแกงผักกูดใส่กุ้ง แกงคั่วหอยขม ข้าวยำ และหัวข้าวเกรียบ พบว่าปลาฉิ่งฉางมีปริมาณแคลเซียม 537.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนแกงคั่วหอยขมและหัวข้าวเกรียบจะมีปริมาณแคลเซียม 293.2 และ 185.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ขณะที่ข้าวยำที่คนภาคใต้นิยมบริโภคกันมากกลับพบว่าปริมาณแคลเซียมต่ำ แต่สามารถเพิ่มแคลเซียมได้ด้วยการเติมกุ้งแก้วป่นหรือปลาฉิ่งฉางเข้าไป

ภาคกลางและกรุงเทพมหานคร เก็บตัวอย่างวัตถุดิบ 3 ชนิด ซึ่งเป็นตำรับอาหารท้องถิ่น จากจังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม และกรุงเทพมหานคร คือ กุ้งแห้งขนาดต่างๆ และเต้าหู้ชนิดต่างๆ จากอาหารปรุงสำเร็จ 5 ชนิด ทั้งแกงคั่วหอยขม ปลาร้าสับ กุ้งจ่อม หอยลายผัด และกุ้งชุบแป้งทอด โดยพบว่าปลาร้าสับ กุ้งจ่อม หมกเคย กุ้งฝอยชุบแป้งทอด จะมีปริมาณแคลเซียมระหว่าง 393.6–915.3 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนผัดหอยลายมีปริมาณแคลเซียมไม่สูงนัก

สาเหตุที่ทำให้คนไทยป่วยเป็นโรคกระดูกพรุน นอกจากเกิดจากคนไทยบริโภคแคลเซียมไม่เพียงพอแล้วยังออกกำลังกายน้อย ซึ่งทั้งสองปัจจัยนี้แก้ไขได้ง่ายมากเพียงออกกำลังกายสม่ำเสมอควบคู่กับการบริโภคอาหารไทยตำรับท้องถิ่นเป็นประจำก็จะทำให้ชีวิตห่างไกลจากโรคกระดูกพรุนได้แบบประหยัดและอร่อยถูกปาก ไม่ว่าจะอยู่ภาคไหนของประเทศ ที่สำคัญยังไร้ผลข้างเคียง ดังชื่อผลิตภัณฑ์แคลเซียมสำเร็จรูปราคาแพงต่างๆ มาบริโภค

(ที่มา : วารสารอาหาร บทความข่าวในประเทศ ปีที่ 37 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม 2550 หน้า 332)

2.2 สารอินทรีย์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างความสำคัญและชนิดของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิก และวิตามิน

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูอาจทบทวนความหมายของสารอินทรีย์ โดยถามนักเรียนว่าสารอินทรีย์แตกต่างจากสารอนินทรีย์อย่างไร พร้อมทั้งให้นักเรียนยกตัวอย่างสารอินทรีย์ จากนั้นจึงให้ความหมายของสารชีวโมเลกุล ใช้คำถามนำของหัวข้อนี้กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ แล้วให้นักเรียนอภิปรายโดยใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนถึงความสำคัญของสารอินทรีย์แต่ละชนิดที่มีต่อร่างกาย

ให้นักเรียนสังเกตการจัดเรียงตัวของอะตอมของคาร์บอนจากภาพที่ 2-6 เพื่อให้สรุปได้ว่าการจัดเรียงตัวของอะตอมของคาร์บอนด้วยตนเองและไฮโดรเจนได้หลายแบบ โดยการสร้างพันธะโคเวเลนต์ที่เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม เนื่องจากคาร์บอนมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 จึงทำให้เกิดสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายรูปแบบ

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมายและตัวอย่างของหมู่ฟังก์ชัน การเขียนโครงสร้างและแหล่งที่พบ ควรให้นักเรียนเข้าใจสัญลักษณ์ของสูตรทั่วไปเกี่ยวกับโครงสร้างเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

ครูควรตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อนำเข้าสู่เรื่องสารอินทรีย์โดยใช้คำถามดังนี้

- สารอินทรีย์มีโครงสร้างอย่างไร และมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอย่างไร

2.2.1 คาร์โบไฮเดรต

ครูอาจนำตัวอย่างอาหารที่มีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตมาให้นักเรียนดู เพื่อกระตุ้นให้สนใจศึกษาเกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรต และถามนักเรียนว่าอาหารเหล่านี้เป็นแหล่งของสารอาหารประเภทใดและทบทวนความรู้เดิมโดยถามเกี่ยวกับธาตุที่เป็นองค์ประกอบและสูตรโมเลกุลทั่วไป คือ $C_x(H_2O)_y$ โดยเน้นให้นักเรียนทราบว่า x มีค่าตั้งแต่ 3 ขึ้นไป และสัดส่วนระหว่างไฮโดรเจนต่อออกซิเจน เท่ากับ 2 : 1 จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการจำแนกคาร์โบไฮเดรตเป็นชนิดต่างๆ ตามขนาดของโมเลกุล คือ มอโนแซ็กคาไรด์ โอลิโกแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างของคาร์โบไฮเดรตแต่ละชนิดและบอกประโยชน์และแหล่งที่พบ

ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการเรียกชื่อของน้ำตาลตามจำนวนอะตอมของคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบ ส่วนน้ำตาลโอลิโกแซ็กคาไรด์ควรให้นักเรียนสังเกตตำแหน่งของพันธะไกลโคซิดิกในน้ำตาลมอลโทส ซึ่งแตกต่างจากพันธะไกลโคซิดิกของน้ำตาลแลกโทส ซึ่งเรียกก่ายๆ ว่า แบบ α และ β การสร้างพันธะไกลโคซิดิก ทำให้เกิดน้ำ 1 โมเลกุล ส่วนพอลิแซ็กคาไรด์ ควรถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตการจัดเรียงตัวของกลูโคสในแป้ง ไกลโคเจน และเซลลูโลสว่ามี การแตกแขนงและรูปแบบของพันธะไกลโคซิดิกแตกต่างกันอย่างไร



ครูควรให้ความรู้เพิ่มเติมว่า แป้งจากพืชส่วนใหญ่มีอะไมโลสและอะไมโลเพกทินแตกต่างกัน เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวมีสมบัติในการหุงต้มและความนุ่มเหนียวแตกต่างกัน แป้งบางชนิด เช่น ข้าวเหนียวและข้าวโพดข้าวเหนียว ประกอบด้วยอะไมโลเพกทินประมาณร้อยละ 99 มีอะไมโลสเพียงร้อยละ 1 ข้าวเจ้ามีอะไมโลสประมาณร้อยละ 7-33 สำหรับข้าวหอมมะลิจะมีอะไมโลเพกทินสูงกว่าข้าวเจ้าทั่วไป จึงทำให้ข้าวหอมมะลิมีลักษณะนุ่มและเหนียว

ไกลโคเจน พบในเซลล์สัตว์สะสมที่ตับ กล้ามเนื้อ เซลลูโลสเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์พืช ร่างกายของคนไม่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ แต่การรับประทานเซลลูโลสมีประโยชน์คือ ทำให้เป็นกากอาหารในลำไส้ใหญ่ ช่วยให้การขับถ่ายเป็นไปได้ง่ายขึ้น

ครูควรให้นักเรียนสรุปหน้าที่สำคัญของคาร์โบไฮเดรต ซึ่งได้แก่

1. เป็นแหล่งของพลังงานในเซลล์ เช่น กลูโคส
2. เป็นอาหารสะสมของพืชและสัตว์ เช่น แป้ง และไกลโคเจน
3. เป็นส่วนประกอบของเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เช่น น้ำตาลไรโบส น้ำตาลดีออกซีไรโบส

โอลิโกแซ็กคาไรด์ และเซลลูโลส

สำหรับคำถามในหนังสือเรียนมีแนวการตอบดังนี้



ไกลโคเจนและเซลลูโลส พบที่ส่วนใดในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต



ไกลโคเจนพบในไซโทพลาซึมของเซลล์สัตว์ เซลลูโลสพบที่ผนังเซลล์ของเซลล์พืช

2.2.2 โปรตีน

ครูอาจสร้างความสนใจให้นักเรียนด้วยภาพอาหารที่มีสารอาหารประเภทโปรตีน หรือภาพของเด็กที่ขาดโปรตีน แล้วถามนักเรียนว่าโปรตีนสำคัญต่อร่างกายอย่างไร นักเรียนควรใช้ประสบการณ์เดิมของตนในการตอบ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตโครงสร้างของกรดอะมิโนจากภาพที่ 2 - 11 แล้วถามนักเรียนดังนี้

- จากโครงสร้างของกรดอะมิโนมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบบ้าง
- สูตรโครงสร้างทั่วไปของกรดอะมิโนเป็นอย่างไร

นักเรียนควรสรุปได้ว่า โปรตีนประกอบด้วยหน่วยย่อยๆ ที่เรียกว่ากรดอะมิโน โดยกรดอะมิโนประกอบด้วยธาตุหลัก 4 ธาตุ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน โปรตีนบางชนิดประกอบด้วยอะตอมของธาตุอื่น เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก และกำมะถัน เป็นต้น

จากนั้นให้นักเรียนสังเกตภาพที่ 2-13 การเชื่อมต่อกันของกรดอะมิโนเป็นสายเพปไทด์หรือพอลิเพปไทด์ ซึ่งเกิดจากการสร้างพันธะเพปไทด์ เชื่อมต่อหมู่คาร์บอกซิลของโมเลกุลแรกกับหมู่อะมิโนของโมเลกุลถัดมา ในการสร้างพันธะเพปไทด์จะมีการปลดปล่อยโมเลกุลของน้ำออกมา 1 โมเลกุล

ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าการที่โปรตีนแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันเนื่องมาจากสาเหตุใด ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า เนื่องมาจากการจัดเรียงตัวและจำนวนกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน



ให้นักเรียนสืบค้นหน้าที่ของโปรตีน ซึ่งควรเป็นดังนี้

1. ช่วยในการเจริญเติบโต
2. เป็นแหล่งพลังงาน
3. ทำหน้าที่เป็นเอนไซม์เร่งให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
4. เป็นโครงสร้างของเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ เป็นองค์ประกอบของโครโมโซม
5. เป็นภูมิคุ้มกันของร่างกาย

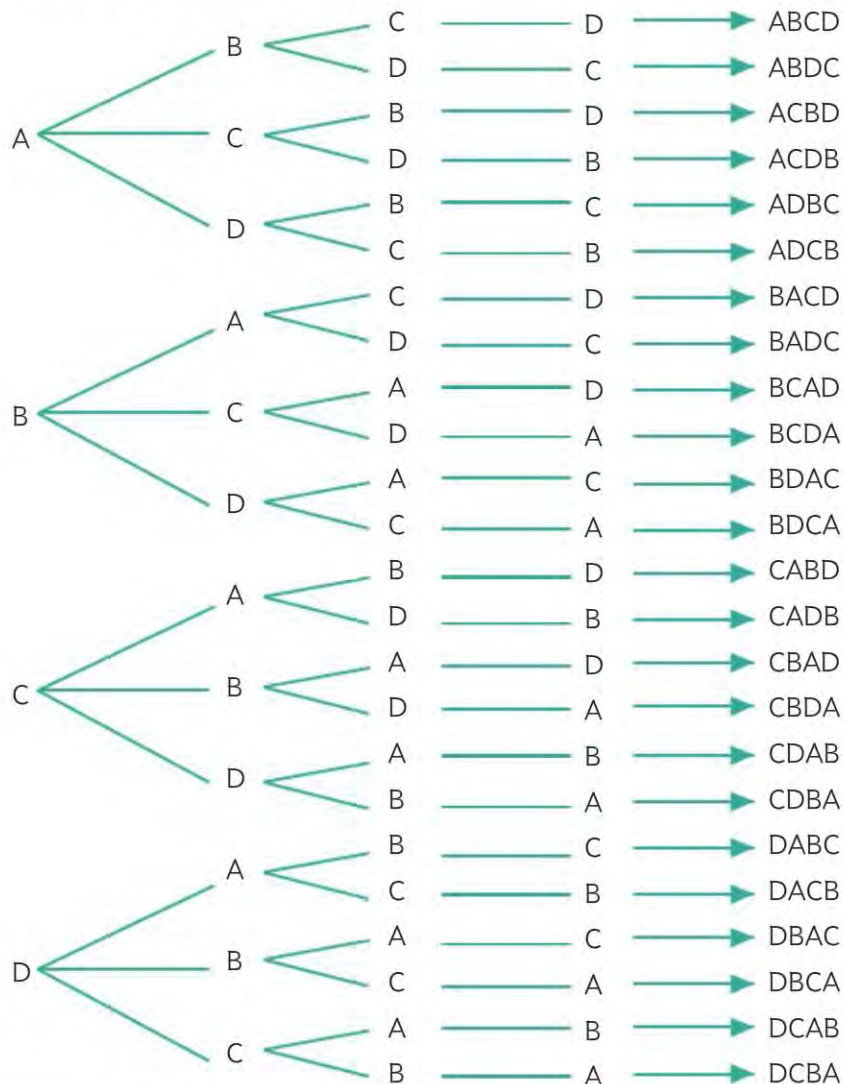
จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งควรมีแนวการตอบดังนี้



เพปไทด์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 4 ชนิด ชนิดละ 1 โมเลกุลจะสามารถมีสายเพปไทด์ที่มีลำดับของกรดอะมิโนที่แตกต่างกันได้กี่แบบ



24 แบบ ซึ่งอาจเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



เนื่องจากมีกรดอะมิโนอยู่ 4 ชนิด ดังนั้นกรดอะมิโนสามารถที่จะจัดเรียงในตำแหน่งที่ 1 ของสายเพปไทด์ได้ 4 วิธี (กรดอะมิโน 4 ชนิด) ในตำแหน่งที่ 2 สามารถที่จะจัดเรียงได้ 3 วิธี (ชนิดของกรดอะมิโนไม่ซ้ำกับตำแหน่งที่ 1) ในตำแหน่งที่ 3 สามารถที่จะจัดเรียงได้ 2 วิธี (ชนิดของกรดอะมิโนไม่ซ้ำกับตำแหน่งที่ 1 และ 2) และในตำแหน่งที่ 4 สามารถที่จะจัดเรียงได้ 1 วิธี (กรดอะมิโนไม่ซ้ำกับตำแหน่งที่ 1 2 และ 3) ดังนั้น 1 สายของเพปไทด์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 4 ชนิด จะมีลำดับของกรดอะมิโนที่แตกต่างกันคือ $4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$ ชนิด

หรือสรุปเป็นสูตรได้ดังนี้

สูตร $n!$ (อ่านว่า n factorial)

ในที่นี้ n คือ จำนวนชนิดของกรดอะมิโน ซึ่งเท่ากับ 4

แทนค่าสูตร $4! = 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$

ครูอาจให้นักเรียนเล่นเกมต่อลูกปัดหลายๆ แบบ แทนการสร้างสายเพปไทด์ โดยให้ลูกปัดแต่ละสีแทนกรดอะมิโนแต่ละชนิดและให้นักเรียนแข่งขันกัน จะทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียน

2.2.3 ลิพิด

ครูอาจกระตุ้นให้นักเรียนสนใจหัวข้อเรื่องนี้โดยนำตัวอย่างสารบางชนิด เช่น น้ำมันพืช หรือนำภาพอาหารที่เป็นแหล่งของสารอาหารและภาพโครงสร้างของลิพิดมาให้นักเรียนดู และอภิปรายเกี่ยวกับธาตุที่เป็นองค์ประกอบ รวมทั้งสืบค้นตัวอย่างสารอาหารประเภทลิพิดเกี่ยวกับสมบัติและประโยชน์และถามนักเรียนโดยใช้แนวคำถามดังนี้

- ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของลิพิดมีกี่ชนิด อะไรบ้าง และมีอัตราส่วนระหว่าง H : O เท่ากับ 2 : 1 หรือไม่

เกี่ยวกับการจำแนกชนิดของลิพิด ครูควรให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับโครงสร้างของลิพิดเชิงเดี่ยว ลิพิดเชิงซ้อน ลิพิดอนุพันธ์ กรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันที่จำเป็นและกรดไขมันที่ไม่จำเป็น แล้วนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในชั้นเรียน

ครูควรให้ความรู้เพิ่มเติมว่าการบริโภคอาหารที่ขาดกรดไขมันที่จำเป็นจะทำให้เกิดความผิดปกติขึ้นได้ เช่น มีการอักเสบของผิวหนัง มีไขมันคั่งในตับ เพลตเลตมีจำนวนลดต่ำลง ติดเชื้อง่าย บาดแผลหายช้า เส้นผมหยาบ การเจริญเติบโตหยุดชะงัก เป็นต้น ในน้ำมันจากปลาทะเลที่อาศัยอยู่ในแถบทะเลลึกบริเวณขั้วโลก มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว 2 ชนิด คือ EPA (eicosapentaenoic acid) และ DHA (docosahexaenoic acid) สามารถลดระดับไตรกลีเซอไรด์และลดระดับคอเลสเตอรอลที่มีลิโปโปรตีนชนิด LDL (low density lipoprotein) ในเลือดได้ แต่ถ้าไม่ลดปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวในอาหาร การบริโภคน้ำมันจากปลาทะเลก็ไม่สามารถลดระดับ LDL ในเลือดได้



ครูอาจตั้งคำถามที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันดังนี้



เหตุใดน้ำมันพืชบางชนิดเมื่อนำไปแช่ในตู้เย็นจึงไม่แข็งตัว

น้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว จุดหลอมเหลวจะต่ำถ้าอะตอมของคาร์บอนต่อด้วยพันธะคู่มากก็ยิ่งทำให้จุดหลอมเหลวต่ำลงมากขึ้น ส่วนใหญ่แล้วกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีจุดหลอมเหลวประมาณ -0.5 ถึง -49 °C ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิในตู้เย็นจึงไม่แข็งตัว กรดไขมันอิ่มตัวส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวประมาณ $44 - 48$ °C ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิในตู้เย็นจึงแข็งตัว



น้ำมันที่ใช้ประกอบอาหารที่ขายในตลาด มีความแตกต่างกันอย่างไร

น้ำมันที่บรรจุขวดขายมีหลายชนิด เช่น น้ำมันรำข้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันจากเมล็ดทานตะวัน เป็นต้น น้ำมันปาล์มประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว เหมาะสำหรับทอดเนื้อสัตว์ที่ต้องการให้กรอบนาน น้ำมันรำข้าวประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว ส่วนน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันจากเมล็ดทานตะวัน ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว สำหรับน้ำมันจากสัตว์ เช่น น้ำมันหมู น้ำมันไก่ ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว เพราะฉะนั้นผู้ที่ต้องระมัดระวังเกี่ยวกับปริมาณคอเลสเตอรอล ควรบริโภคน้ำมันพืชที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวและควรเว้นการบริโภคไขมันจากสัตว์



ในปัจจุบันมีเด็กอ้วนน้ำหนักเกินมาตรฐานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนักเรียนคิดว่ามีสาเหตุจากสิ่งใด

- สาเหตุอาจเป็นเพราะ
1. บริโภคอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตและลิพิดมาก
 2. ออกกำลังกายน้อย

การพิจารณาว่าร่างกายมีน้ำหนักเกินมาตรฐานหรือไม่นั้น พิจารณาได้จากดัชนีมวลกาย (body mass index)

$$\text{ดัชนีมวลกาย} = \frac{\text{น้ำหนักร่างกาย (kg)}}{\text{ส่วนสูง}^2 \text{ (m}^2\text{)}}$$

คนปกติจะมีค่ามาตรฐานของดัชนีมวลกาย $18.5 - 24.9$ kg/m² ถ้าดัชนีมวลกายน้อยกว่าค่ามาตรฐานคือ น้อยกว่า 18.5 kg/m² แสดงว่าผอมไป ถ้าดัชนีมวลกายมากกว่าค่ามาตรฐาน $25.0 - 29.9$ kg/m² แสดงว่าน้ำหนักเกิน และถ้าดัชนีมวลกายตั้งแต่ 30 kg/m² ขึ้นไป ถือว่าเป็นโรคอ้วน



2.2.4 กรดนิวคลีอิก

ในการสอนในหัวข้อนี้ ครูอาจถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนดังนี้



ลักษณะของสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมด้วยสารใดภายในเซลล์
สารพันธุกรรม หรือ DNA



นักเรียนรู้จักสารพันธุกรรมหรือไม่ สารนั้นคืออะไร มีกี่ชนิด
สารพันธุกรรมเป็นกรดนิวคลีอิก มี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA

ครูอาจกระตุ้นให้นักเรียนสนใจโครงสร้างของกรดนิวคลีอิก โดยการนำหุ่นจำลองหรือรูปภาพของ DNA มาให้นักเรียนศึกษา เพื่อให้สังเกตลักษณะของโมเลกุลและส่วนที่เป็นหน่วยย่อยแต่ละหน่วย หรือ นิวคลีโอไทด์ว่าประกอบด้วยหน่วยย่อยอีกกี่ส่วน อะไรบ้าง จากนั้นจึงให้รู้จักชื่อของหน่วยย่อยเหล่านั้น ซึ่ง ได้แก่ หมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม และเบสที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ให้นักเรียน สังเกตสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเบสว่ามีกี่แบบ เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า มีเบส 4 ชนิด อยู่ในโมเลกุลของ DNA และจับกันเป็นคู่ๆ ควรให้นักเรียนสังเกตว่าโมเลกุลของ DNA ประกอบด้วยสายยาวๆ ที่ต่อกัน ของ นิวคลีโอไทด์ จึงเรียกแต่ละสายว่าพอลินิวคลีโอไทด์ ดังนั้นโมเลกุลของ DNA จึงประกอบด้วย พอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย และซักถามนักเรียนเกี่ยวกับชนิดและหน้าที่ของกรดนิวคลีอิก

จากนั้นครูควรให้นักเรียนสังเกตโครงสร้างของ RNA ว่ามีลักษณะเหมือนหรือต่างจากโมเลกุลของ DNA อย่างไร ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า โมเลกุลของ RNA ประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์เพียง 1 สาย และมีเบส 4 ชนิด คือ ไซโทซีน กวานีน อะดีนีน และยูราซิล ให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากกรอบความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม ใน DNA และ RNA การสอนในหัวข้อนี้ยังไม่ ต้องให้นักเรียนรู้รายละเอียดของโครงสร้าง ชนิดและหน้าที่ของ DNA และ RNA เพราะนักเรียนจะได้ ศึกษาในบทเรียนพันธุศาสตร์ในหนังสือเรียนชีววิทยาเพิ่มเติมต่อไป แต่ให้ทราบเพียงว่ากรดนิวคลีอิก เป็นสารพันธุกรรมอยู่ในนิวเคลียส มีหน้าที่ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

2.2.5 วิตามิน

ครูและนักเรียนควรนำข่าวหรือสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวิตามินมาศึกษา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ และเห็นความสำคัญของวิตามิน ตัวอย่างข่าว หรือบทความที่น่าสนใจมากระตุ้นให้เกิดความสนใจ มีดังนี้

ผัก - ผลไม้ลดเสี่ยงมะเร็ง

ข้อมูลจากกระทรวงสาธารณสุขพบว่า ในแต่ละวันคนไทยกินผักผลไม้ค่อนข้างน้อย เฉลี่ยเพียงคนละ 275 กรัม หรือแค่ 2 ชตกว่าๆ เท่านั้น ในขณะที่ตามมาตรฐานสากลกำหนดการกินผักผลไม้ที่ให้ประโยชน์และป้องกันโรคได้ อย่างน้อยต้องไม่ต่ำกว่าวันละ 400 กรัม หรือ 4 ชต ที่สำคัญผลไม้สดๆ ของไทยมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีวิตามิน แร่ธาตุที่สร้างภูมิคุ้มกันโรค และมีสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ลดภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง หากกินผักผลไม้สดวันละ 500 กรัม เป็นประจำจะช่วยลดความ



เสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งที่อวัยวะต่างๆ ได้ 20% การรณรงค์ให้คนไทยดื่มน้ำผลไม้เป็นเพียงการปรับพฤติกรรมจากการเคยดื่มน้ำเปล่าไปดื่มน้ำผลไม้เท่านั้น และเมื่อวิเคราะห์ถึงผลที่จะได้ต่อสุขภาพที่จะทำให้สุขภาพดีจากน้ำผลไม้ นับว่ามีประโยชน์น้อยกว่ากินผลไม้สด

การกินส้มเขียวหวานสด 2 ผล ให้วิตามินซี 42 มิลลิกรัม ให้บีตาแคโรทีน 82 มิลลิกรัม และใยอาหาร 1.3 กรัม แต่หากกินน้ำส้มคั้น 1 แก้ว จะให้วิตามินซีเพียง 26 มิลลิกรัม ส่วนบีตาแคโรทีน และใยอาหารมีน้อยมากหรือเกือบไม่พบเลย เพราะได้แยกส่วนกากออกไปแล้ว ส่วนสับปะรดหากกิน 10 ชิ้นพอคำ ให้วิตามินซี 22 มิลลิกรัม แคลเซียม 17 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 119 มิลลิกรัม และใยอาหาร 1.2 กรัม หากเป็นน้ำสับปะรด 1 แก้ว มีวิตามินซี 8 มิลลิกรัม แคลเซียม 13 มิลลิกรัม ไม่พบใยอาหาร และโพแทสเซียมเลย ร่างกายจะไม่ได้ใยอาหารที่มีประโยชน์ในการช่วยขับถ่าย และขับไขมัน คอเลสเตอรอล ออกจากร่างกาย

จึงขอแนะนำให้คนไทยใส่ใจกินผลไม้สดตามฤดูกาลให้มากขึ้น และน้ำดื่มที่ดีที่สุดต่อสุขภาพ คือ น้ำสะอาดวันหนึ่งควรดื่มประมาณ 8-10 แก้ว ก็เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย (ที่มา : วารสารอาหาร บทความข่าวในประเทศ ปีที่ 37 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2550 หน้า 335)

นมถั่วเหลืองทางเลือกของคนแพ้นมวัว ใช้ อาหารทะเล

คนยุคใหม่ต้องใส่ใจเรื่องสุขภาพโดยเฉพาะเรื่องอาหารการกิน ซึ่งของดีราคาแพงเชื่อว่าจะมีประโยชน์ไปทุกอย่าง ยุคนี้ต้องกินอย่างฉลาด อย่าง “นมถั่วเหลือง” เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพราคาไม่แพง รสชาติอร่อย หาซื้อได้ง่ายทั้งยังเปี่ยมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการเป็นอีกทางเลือกสำหรับผู้ที่รักสุขภาพทุกคน เพื่อเป็นการย้ำคุณค่าทางอาหารของถั่วเหลือง รศ.ดร.ประไพศรี ศิริจักรวาล อาจารย์ประจำสถาบันวิจัยโภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดล ได้ให้ข้อมูลว่าถั่วเหลืองเป็นแหล่งไขมันและโปรตีนที่มีประโยชน์ต่อร่างกายรวมทั้งอุดมไปด้วยสารอาหารอีกมากมาย อาทิ คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ บี1 บี2 บี3 บี6 บี12 และไนเมล็ดถั่วเหลืองยังมีเลซิทีน ซึ่งเป็นสารบำรุงสมอง เพิ่มความทรงจำ ลดไขมันและคอเลสเตอรอลในร่างกายได้อีกด้วย

อาจารย์ประไพศรี ยังบอกอีกว่านมถั่วเหลืองเป็นเครื่องดื่มสำหรับทุกเพศทุกวัยสามารถดื่มได้ทุกวัน โดยดื่มเป็นอาหารเสริมวันละ 1-2 แก้ว เพราะสารอาหารต่างๆ เหล่านี้ล้วนมีประโยชน์ต่อร่างกายทั้งสิ้น และยังสามารถป้องกันและรักษาโรคต่างๆ ได้ เช่น ช่วยป้องกันการเกิดโรคกระดูกพรุน โรคหัวใจล้มเหลว ท้องผูก สามารถลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งในลำไส้ โรคริดสีดวง ลดระดับคอเลสเตอรอลในหลอดเลือด ทั้งนี้ควรรับประทานอาหารที่มีแคลเซียมควบคู่กันไปด้วย เช่น ปลาทอดกรอบที่รับประทานได้ทั้งกระดูก ผักใบเขียว เช่น คะน้า ขึ้นฉ่าย กวางตุ้ง เป็นต้น สำหรับผู้หญิงในวัยทอง อาจารย์ประไพศรีบอกด้วยว่า จากการศึกษาพบว่าอาหารประเภทถั่วเหลืองมีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพของหญิงวัยทอง เนื่องจากมีสารไอโซฟลาโวนที่บางคนเรียกว่าอีสโตรเจนของพืช มีสมบัติคล้ายฮอร์โมนอีสโตรเจนซึ่งเป็นฮอร์โมนของเพศหญิง แต่มีฤทธิ์อ่อนกว่า ไอโซฟลาโวน ซึ่งมีผลต่อการลดความเสี่ยงการเป็นมะเร็งเต้านม โรคหัวใจ และหลอดเลือด โรคกระดูกพรุนและลดอาการของหญิงวัยหมดประจำเดือนด้วย ขณะที่ นางกลอยตา ณ ถลาง ผู้อำนวยการฝ่ายสื่อสารองค์กร เต็ดตรา แพ้ค (ไทย) จำกัด



บริษัทผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์ชั้นนำกล่าวว่า เครื่องดื่มจากถั่วเหลืองเป็นเครื่องดื่มฉัญพีชที่ได้รับความนิยม โดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น เพราะเป็นเครื่องดื่มที่ทำได้ง่ายและยังถือเป็น meat of the field เพราะเป็นแหล่งโปรตีน วิตามินและแร่ธาตุ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้บริโภคในปัจจุบันที่มีไลฟ์สไตล์ค่อนข้างเร่งรีบ จึงมีผู้ผลิตคิดค้นและพัฒนาใช้น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุในกล่องยูเอชทีหลากหลายรูปแบบและหลายขนาด เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค พร้อมทั้งเพิ่มคุณค่าโภชนาการต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพเพิ่มขึ้นไปอีก อาทิ น้ำนมถั่วเหลืองสูตรไม่ผสมน้ำตาล น้ำนมถั่วเหลือง รสงาดำ รสงาขาว หรือน้ำนมถั่วเหลืองผสมน้ำนมข้าวโพด หรือผสมฟักทอง เป็นต้น นมถั่วเหลือง จึงกลายเป็นทางเลือกสำหรับคนที่แพ้ไข่ อาหารทะเล หรือนมวัว เพื่อที่ร่างกายจะได้รับสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน (ที่มา : วารสารอาหาร บทความข่าวในประเทศ ปีที่ 39 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม 2552 หน้า 59)

ครูควรให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของวิตามิน ซึ่งจำแนกตามความสามารถในการละลาย ชนิด และหน้าที่ ตลอดจนจนแหล่งอาหารของวิตามินแต่ละชนิด ซึ่งครูควรเพิ่มเติมข้อมูลให้ดังตารางต่อไปนี้

| ประเภท/ชนิดของวิตามิน | หน้าที่ | แหล่งอาหาร |
|---|--|--|
| ก.ประเภทที่ละลายในน้ำ 1. ไทอามีน (B ₁) | <ul style="list-style-type: none"> - เป็นโคเอนไซม์ช่วยให้เกิดเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต - ป้องกันโรคเหน็บชา - การทำงานของระบบประสาท | ข้าว เนื้อหมู ตับ ไข่ ยีสต์ |
| 2. ไรโบเฟลวิน (B ₂) | <ul style="list-style-type: none"> - เป็นโคเอนไซม์ - ป้องกันโรคปากนกกระจอก - ช่วยในการทำงานของเซลล์ประสาท | เนื้อสัตว์ ตับ ไข่ นม ยีสต์ ผักสีเขียว |
| 3. โนอะซิน (B ₃) | <ul style="list-style-type: none"> - เป็นโคเอนไซม์ - บำรุงประสาท | เนื้อสัตว์ ตับ ถั่ว ยีสต์ |
| 4. พิริดอกซีน (B ₆) | <ul style="list-style-type: none"> - เป็นโคเอนไซม์ - บำรุงประสาท | เนื้อสัตว์ ตับ ถั่ว ไข่ นม ปลา ข้าวซ้อมมือ กุ้ง ผักใบเขียว |
| 5. ไบโอดีน (B ₇) | <ul style="list-style-type: none"> - ช่วยในกระบวนการเมแทบอลิซึมของกรดไขมันและกรดอะมิโน - บำรุงผิวหนัง ผม กล้ามเนื้อ และระบบประสาท | ตับ ถั่วต่างๆ ผลไม้ มะเขือเทศ แครอท ไข่แดง ยีสต์ |
| 6. กรดโฟลิก (B ₉) | <ul style="list-style-type: none"> - ช่วยในการสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง - ควบคุมการทำงานของสมอง - ช่วยในการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก | ผักสีเขียว ตับ ฟักทอง ถั่ว ธัญพืช ยีสต์ |

| ประเภท/ชนิดของวิตามิน | หน้าที่ | แหล่งอาหาร |
|---------------------------------|---|--|
| 7. โคบาลามิน (B ₁₂) | <ul style="list-style-type: none"> - เป็นโคเอนไซม์ - การเจริญของเซลล์เม็ดเลือดแดง - การทำงานของระบบประสาท - ป้องกันโรคโลหิตจาง | เนื้อหมู ตับ ยีสต์ |
| 8. กรดแอสคอร์บิก (C) | <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน - ควบคุมเมแทบอลิซึมของคอลลาเจน - ป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟัน | ผลไม้สดที่มีรสเปรี้ยว เช่น มะเขือเทศ ส้ม สับปะรด มะขามป้อม เป็นต้น |
| ข.ประเภทที่ละลายในไขมัน | | |
| 1. เรตินอล (A) | <ul style="list-style-type: none"> - บำรุงสายตา ช่วยในการมองเห็น - การเปลี่ยนแปลงของเซลล์ บำรุงผิวหนัง กระดูก ฟัน - พัฒนาการของทารกในครรภ์ - ป้องกันโรคตาบอดกลางคืน | ไข่แดง ผลิตภัณฑ์จากนม ผักสีเขียว ผลไม้สีเหลือง เช่น มะละกอสุก ฟักทอง แครอท เป็นต้น |
| 2. แคลซิเฟอรอล (D) | <ul style="list-style-type: none"> - ช่วยในการเจริญเติบโต - ทำงานร่วมกับแคลเซียมและฟอสฟอรัสในการสร้างกระดูกและฟัน - ป้องกันโรคกระดูกอ่อน | น้ำมันตับปลา นม ไข่แดง ปลาหมึก |
| 3. โทโคฟีรอล (E) | <ul style="list-style-type: none"> - ป้องกันการแตกตัวของเซลล์เม็ดเลือดแดง - จำเป็นต่อการทำงานของเอนไซม์ | จมูกข้าวสาลี ผักสีเขียว พืชที่ให้น้ำมัน เช่น ข้าวโพด ดอกคำฝอย และธัญพืชอื่นๆ |
| 4. ฟิลาควินอน (K) | <ul style="list-style-type: none"> - ช่วยในการแข็งตัวของเลือด | ผักสีเขียว มันฝรั่ง น้ำมันพืช มะเขือเทศ |

2.3 ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาดูดพลังงานและปฏิกิริยาคายพลังงาน
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการทำงานของเอนไซม์จากเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต
3. อธิบายการทำงานของเอนไซม์ ด้วยยับยั้งเอนไซม์ และปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์



แนวการจัดการเรียนรู้

ครูควรทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนให้อธิบายปฏิกิริยาการแยกน้ำโดยใช้พลังงานไฟฟ้า แล้วให้เปรียบเทียบปฏิกิริยาการรวมกันของแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สออกซิเจนเกิดเป็นน้ำ เพื่อให้นักเรียนสรุปประเภทของปฏิกิริยามี 2 ประเภท คือ ปฏิกิริยาคูดพลังงาน และปฏิกิริยาคายพลังงาน ครูอธิบายเพิ่มเติม เกี่ยวกับพลังงานพันธะ ให้นักเรียนเปรียบเทียบพลังงานพันธะของสารตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์ และบอกความหมายของปฏิกิริยาคูดพลังงานกับปฏิกิริยาคายพลังงาน

กิจกรรมที่ 2.1 การดูและคายพลังงานในปฏิกิริยา


จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปปฏิกิริยาเคมี โดยศึกษาจากแผนภาพ

แนวการสอนกิจกรรมนี้ครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบว่าลูกศรจะแสดงทิศทางของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น เช่น สารตั้งต้น \rightarrow ผลิตภัณฑ์ จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมและตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้






? จากปฏิกิริยาที่ I พลังงานของ  จะมากหรือน้อยกว่าพลังงานของสารใน  และ 

 พลังงานของสาร  มากกว่าพลังงานของสารใน  และ 


? ปฏิกิริยาเคมีใดเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาเคมีใดเป็นปฏิกิริยาคูดพลังงาน

 I และ III เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน II เป็นปฏิกิริยาคูดพลังงาน

? จากปฏิกิริยาที่ I และ II สารใดเป็นสารตั้งต้น สารใดเป็นสารผลิตภัณฑ์

 ปฏิกิริยาที่ I  เป็นสารตั้งต้น และ  กับ  เป็นสารผลิตภัณฑ์ ส่วนปฏิกิริยาที่ II สาร  กับ  เป็นสารตั้งต้น  เป็นสารผลิตภัณฑ์ โดยใช้พลังงานที่คายมาจากปฏิกิริยาที่ I

? จากปฏิกิริยาที่ III IV และ V สรุปได้ว่าอย่างไร

 สรุปได้ว่าปฏิกิริยาเคมีมีหลายขั้นตอน สารที่เป็นผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาหนึ่งอาจเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาต่อไป และปฏิกิริยาเหล่านี้เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน



เอนไซม์และการทำงานของเอนไซม์

กิจกรรมที่ 2.2 เอนไซม์จากสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ทดลองเพื่อศึกษาการทำงานของเอนไซม์
2. บอกได้ว่าในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีเอนไซม์ และเอนไซม์เป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. บอกชนิดของแก๊สที่เกิดขึ้น วิธีการทดสอบแก๊ส และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

การเตรียมล่วงหน้า

ครูต้องวางแผนให้นักเรียนเตรียมตับหรือเนื้อเยื่อผลไม้ และส่วนของพืชที่ยังอ่อนมาทดลอง เช่น หัวผักกาดขาว (หัวไชเท้า) ตะนา กระถิน แคน สะเดา ตำลึง ถั่วงอก เป็นต้น ไม่ควรใช้พืชที่มีเมือก และพืชที่มีรสเปรี้ยว เพราะอาจมีค่า pH ไม่เหมาะสม

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในหนังสือเรียนว่าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มีข้อเท็จจริงใดบ้าง ซึ่งนักเรียนควรจะระบุข้อเท็จจริงได้ดังนี้

- H_2O_2 เป็นสารที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีของเซลล์
- H_2O_2 เป็นอันตรายต่อเซลล์ ถ้าไม่ทำลายสารนี้โดยทันทีจะทำให้เซลล์ตายได้

จากข้อเท็จจริงดังกล่าวข้างต้น นักเรียนควรจะบอกได้ว่า มีการสลาย H_2O_2 ในเซลล์จึงทำให้ เซลล์ไม่ตายและจากที่นักเรียนได้ทราบมาแล้วว่า การสลายสารเป็นปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ และ ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ทุกปฏิกิริยาต้องอาศัยเอนไซม์

จากนั้นครูพยายามให้นักเรียนนำเสนอปัญหาให้ได้ว่า **เอนไซม์มีบทบาทอย่างไรในการสลาย H_2O_2**

2. ทบทวนการอุ่นหรือต้มของเหลวในบีกเกอร์ที่มีน้ำโดยใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) และการทำให้ของเหลวเย็นลงโดยให้น้ำไหลผ่าน

3. ควรให้นักเรียนเลือกเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการทดลองเองตามความสนใจ แต่ครูควรจะซักถามว่าเหตุใดจึงเลือกเนื้อเยื่อนั้นๆ มาทดลอง และเหมาะสมที่จะนำมาทดลองหรือไม่

4. อภิปรายถึงกระบวนการทดลองว่าการทดลองหลอดที่ 1 และ 2 เป็นชุดทดลอง หลอดที่ 3 เป็นชุดควบคุม เพื่อจะใช้เปรียบเทียบกับหลอดที่ 1 และ 2 เพื่อให้เห็นว่าฟองแก๊สที่เกิดขึ้นในหลอดที่ 1 เป็นการสลายตัวของ H_2O_2 เมื่อมีเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา ส่วนหลอดที่ 2 เอนไซม์บางส่วนถูกทำให้เสียประสิทธิภาพไปโดยความร้อน และหลอดที่ 3 ไม่มีเอนไซม์



5. ให้นักเรียนลงมือทำการทดลอง ผลการทดลองที่ได้จะเป็นดังตาราง

ผลการทดลอง

| หลอดทดลองที่ | ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น |
|--------------|-----------------------|
| 1 | มาก |
| 2 | น้อย |
| 3 | น้อย |



อภิปรายหลังการทดลอง

ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งมีแนวในการตอบดังนี้



การทดลองในหลอดที่ 2 เหตุใดจึงต้องนำของเหลวที่คั้นจากยอดพืชอ่อน จากตับ หรือผลไม้ที่บดแล้วไปอุ่นจนถึงอุณหภูมิ 60–70 °C



เพื่อทำลายเอนไซม์เพราะเอนไซม์จะถูกทำลายโดยความร้อนที่อุณหภูมิเกิน 60 °C



สังเกตเห็นความแตกต่างที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอดอย่างไรบ้าง จะอธิบายผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร



ให้นักเรียนตอบตามที่นักเรียนสังเกตเห็น แต่ควรเป็นดังผลการทดลองในตารางข้างต้น จากผลการทดลองแสดงว่า ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีสารบางอย่างที่เร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของ H_2O_2 เกิดเป็นแก๊สอย่างรวดเร็ว จึงอาจจะเป็นไปได้ว่าสารดังกล่าวเป็นเอนไซม์



แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สอะไร จะทดสอบแก๊สดังกล่าวได้อย่างไร



แก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สออกซิเจน ทดสอบได้โดยใช้ก้านธูปหรือก้านไม้ขีดที่ติดไฟ แล้วดับเปลวไฟ เหลือเฉพาะถ่านแดงๆ จ่อเข้าไปในหลอดทดลอง ถ้าถ่านไม้ขีดสีแดงวาบขึ้น แสดงว่าเป็นแก๊สออกซิเจน



ถ้าปรับปรุงการทดลองนี้ให้น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น นักเรียนคิดว่าควรปรับปรุงอย่างไรบ้าง



ควรทำชุดละ 3 หลอด (3 ซ้ำ) เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อน และควรมีการเก็บแก๊สโดยการแทนที่น้ำ เพื่อจะได้ปริมาณแก๊สที่ชัดเจน การทดลองจะได้น่าเชื่อถือและเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น





จากการทดลองนี้ นักเรียนมีความประสงค์จะศึกษาในเรื่องใดเพิ่มเติมอีกบ้าง



นักเรียนอาจสนใจแตกต่างกัน เช่น บางกลุ่มอาจต้องการศึกษาปัจจัยของ pH ต่อการทำงานของ เอนไซม์ ความเข้มข้นของสารตั้งต้น (H_2O_2) และความเข้มข้นของเอนไซม์ที่อยู่ในสารที่สกัดจากเนื้อเยื่อ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความรู้จากการทำกิจกรรมที่ 2.2 ไปทดลองศึกษาปัจจัยที่สนใจต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ในสภาพธรรมชาติ H_2O_2 จะสลายเป็นแก๊สออกซิเจนและน้ำ ดังนั้นการเตรียมหรือเก็บ H_2O_2 ให้นานๆ จึงเสื่อมสภาพ จึงควรใช้ H_2O_2 ที่เตรียมขึ้นใหม่ๆ หรืออาจซื้อจากร้านขายยา

หลังจากทำกิจกรรมแล้ว ครูอาจใช้แผ่นภาพโปร่งใส แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี เมื่อมีเอนไซม์ และไม่มีเอนไซม์ ดังภาพที่ 2-25 เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจบทบาทของเอนไซม์ในการทำหน้าที่ลดพลังงานกระตุ้น จากนั้นจึงกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของเอนไซม์ในการเปลี่ยนสารตั้งต้นเป็นสารผลิตภัณฑ์ โดยใช้ภาพที่ 2-26 ในหนังสือเรียน แล้วให้นักเรียนอธิบายตามความเข้าใจ และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปฏิกิริยาย้อนกลับและปัจจัยอื่นๆ เช่น ความเข้มข้นของสารตั้งต้น ความเข้มข้นของเอนไซม์ pH ที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ จากนั้นให้นักเรียนศึกษาการทำงานของเอนไซม์ จากกราฟ ก. และกราฟ ข. ในภาพที่ 2-28 แล้วตอบคำถาม

ส่วนคำถามในหนังสือเรียนมีแนวในการตอบดังนี้



นักเรียนจะอธิบายอัตราการทำงานของเอนไซม์จากกราฟ ก. และ ข. อย่างไร



นักเรียนควรสรุปจากกราฟ ก. ได้ว่าเอนไซม์แต่ละชนิดต้องการสภาพความเป็นกรด-เบสแตกต่างกัน เช่น เพปซินทำงานได้ดีในสภาวะที่เป็นกรดมีค่า pH ประมาณ 2.5 อะไมเลสทำงานได้ดีในสภาวะที่เป็นกลางมีค่า pH ประมาณ 7 และทริปซินจะทำงานได้ดีในสภาวะที่เป็นเบสมีค่า pH ประมาณ 8.5 เป็นต้น ส่วนกราฟ ข. นักเรียนควรสรุปได้ว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ในคน ประมาณ $30-40^{\circ}C$ และค่าที่เหมาะสมสำหรับแบคทีเรียบางชนิดที่อยู่ในบ่อน้ำพุร้อน ประมาณ $70-80^{\circ}C$ เป็นต้น



จากข้อมูลในกราฟ นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าเหตุใดร่างกายจึงจำเป็นต้องมีการปรับอุณหภูมิ และ pH ให้อยู่ในระดับคงที่เสมอ



เพื่อให้เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์



คำถามจากภาพที่ 2-29 ควรมีแนวการตอบดังนี้



นักเรียนจะสรุปข้อมูลจากกราฟนี้ว่าอย่างไร

จากกราฟในภาพที่ 2-29 สรุปได้ว่า เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น จนถึงจุดหนึ่งที่ปฏิกิริยาจะคงที่ เนื่องจากปริมาณเอนไซม์เป็นข้อจำกัด

ส่วนกิจกรรมที่ 2.3 นักเรียนน่าจะใช้วิธีการทดลองจากกิจกรรมที่ 2.2 มาออกแบบการทดลองสารตั้งต้นในที่นี้คือ H_2O_2 ถ้าจะศึกษาความเข้มข้นของสารตั้งต้นว่ามีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาหรือไม่อย่างไร ควรออกแบบการทดลองหลายชุดโดยใช้สารที่สกัดได้จากเนื้อเยื่อในแต่ละชุดการทดลองในปริมาตรคงที่ แต่หยุดสาร H_2O_2 ในปริมาณไม่เท่ากัน ในทางกลับกันถ้าจะศึกษาว่าความเข้มข้นของเอนไซม์มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ควรออกแบบการทดลองหลายชุด แต่ละชุดมีสารที่สกัดได้จากเนื้อเยื่อที่มีความเข้มข้นต่างกัน โดยเติมน้ำกลั่นลงไป แล้วหยุดสารละลาย H_2O_2 ลงไปในชุดทดลองทั้งหมดเท่ากัน เก็บแก๊สที่ได้จากการทดลองโดยแทนที่น้ำ แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

ตัวยับยั้งเอนไซม์

ครูควรให้นักเรียนศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์จากภาพที่ 2 – 30 แล้วให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าเหตุใดปฏิกิริยาจึงไม่เกิดขึ้น บอกประโยชน์ในการใช้ตัวยับยั้งเอนไซม์ในการศึกษาลำดับของปฏิกิริยาเคมี แล้วให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ตามหนังสือเรียนและตอบคำถาม



จากการทดลองข้างต้น สามารถบอกได้หรือไม่ว่าลำดับของการเกิดปฏิกิริยาเป็นอย่างไร และตัวยับยั้งเอนไซม์ที่ใช้ในการทดลองไปขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ในขั้นตอนใด



ลำดับของปฏิกิริยาควรเป็นดังนี้



และตัวยับยั้งเอนไซม์ที่ใช้ในการทดลองไปขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ในขั้นที่ C เปลี่ยนไปเป็น B

ครูควรให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้สารเคมีที่เป็นประโยชน์ในการยับยั้งเอนไซม์เพื่อศึกษาการทำงานของเอนไซม์ และศึกษาลำดับขั้นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของปฏิกิริยา



แนวการตอบคำถามท้ายบทที่ 2



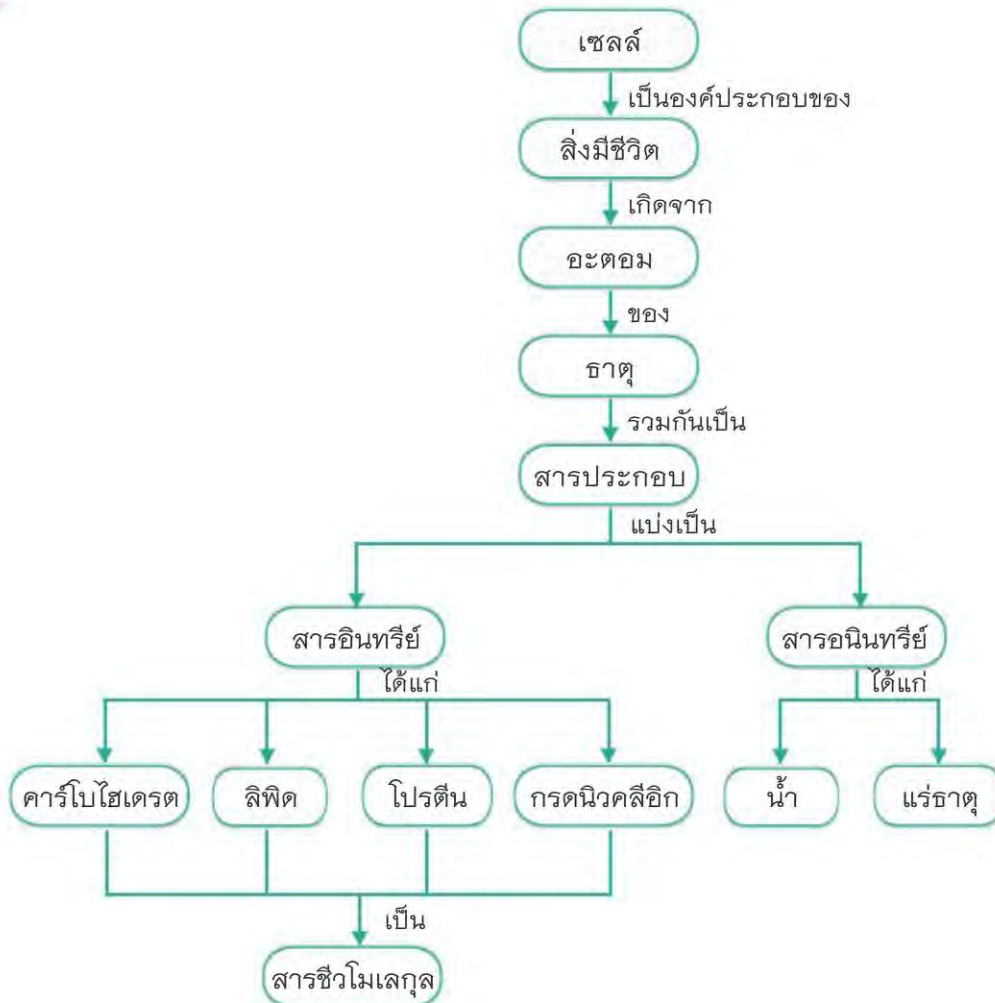
1. ลิพิดมีความสำคัญต่อโครงสร้างของเซลล์และการทำงานของเซลล์อย่างไร

ลิพิดเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มนิวเคลียส เยื่อหุ้มกอลจิคอมเพล็กซ์ เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม เวกิเคิล และแวคิวโอล และยังเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานในการทำกิจกรรมต่างๆ ในเซลล์



2. ให้ใช้คำที่กำหนดให้นี้เติมลงในกรอบ ให้ถูกต้อง

อะตอม เซลล์ แร่ธาตุ กรดนิวคลีอิก คาร์โบไฮเดรต
โปรตีน ลิพิด น้ำ สารชีวโมเลกุล สิ่งมีชีวิต สารประกอบ





3. จงให้เหตุผลว่าเหตุใดในปฏิกิริยาต่างๆ จะใช้เอนไซม์ต่างกันเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เพราะเอนไซม์มีรูปร่างจำเพาะกับสารตั้งต้น ถ้าสารตั้งต้นต่างกันก็ต้องใช้เอนไซม์แตกต่างกัน



4. อะไมเลสจะทำปฏิกิริยากับแป้งแล้วได้น้ำตาล จากการศึกษาการทำงานของอะไมเลส ในอุณหภูมิต่างๆ พบว่าเป็นดังนี้

| อุณหภูมิ (°C) | อัตราการเปลี่ยนแปลงของแป้ง (กรัม/นาที) |
|---------------|--|
| 0 | 0.0 |
| 10 | 0.4 |
| 20 | 0.6 |
| 30 | 0.8 |
| 40 | 1.0 |
| 50 | 0.4 |
| 60 | 0.2 |
| 70 | 0.0 |



4.1 ตัวแปรต้นของการทดลองนี้คืออะไร
อุณหภูมิ



4.2 นักเรียนคิดว่าผู้ทดลองตรวจสอบผลการทดลองอย่างไร
วัดจากปริมาณน้ำตาลที่เกิดขึ้น



4.3 นักเรียนจะสรุปผลการทดลองอย่างไร
อุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสในการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล



4.4 จากข้อมูลนี้อะไมเลสทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิเท่าใด
อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสประมาณ 30-40 °C



5. ในปฏิกิริยาต่างๆ เอนไซม์จะไม่มีเปลี่ยนแปลง ถ้าเอนไซม์เปลี่ยนแปลงได้ หรือเกิดเป็นสารใหม่จากปฏิกิริยาจะมีผลต่ออัตราการเร่งปฏิกิริยาอย่างไร



ถ้าเอนไซม์เปลี่ยนแปลงหรือเกิดใหม่จากปฏิกิริยา เมื่อเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ไประยะหนึ่ง ก็จะไม่เอนไซม์ที่จะเร่งปฏิกิริยานั้นๆ อีก





แหล่งเรียนรู้



หนังสือประกอบการค้นคว้า

มนตรี จุฬาวัดมนทล และคณะ. **ชีวเคมี**. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดจิวรี่ชการพิมพ์, 2543.
มหาวิทยาลัย, ทบวง. **ชีววิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์, 2530.

Campbell, N.A. **Biology**. 4th ed. The Benjamin/Cummins Publishing Company, Inc. California. 1996.

Dawis, P.W., Solomon, E.P. and Berg, L.R. **The World of biology**. 4th ed. Saunders College publishing, Philadelphia. 1990.

Mader, S.S. **Biology**. 5th ed. WCB McGraw-Hill, Inc. 1996.

Raven, P.H. and Johnson, G.B. **Understanding Biology**. Wm.C.Brown Publishers, 1998.

Wardlaw, G.M. **Contemporary Nutrition**. 3rd ed. WCB McGraw-Hill, Inc. 1997.



อินเทอร์เน็ต (Internet)

<http://www.pdb.bni.gov/> มีข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างสามมิติของโปรตีน





บทที่ 3

เซลล์ของสิ่งมีชีวิต



🕒 เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

| | | |
|---|-----------|----------------|
| 3.1 เซลล์และทฤษฎีเซลล์ | 3 | ชั่วโมง |
| 3.2 โครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน | 6 | ชั่วโมง |
| 3.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์ | 1 | ชั่วโมง |
| 3.4 การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์ | 1 | ชั่วโมง |
| รวม | 11 | ชั่วโมง |

🎯 จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ขององค์ประกอบของเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
2. ทำกิจกรรมศึกษาโครงสร้าง และขนาดของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง
3. อธิบายวิธีการสื่อสารระหว่างเซลล์ที่อยู่ใกล้กัน และเซลล์ที่อยู่ไกลกัน
4. อธิบายความจำเป็นที่เซลล์ต้องมีการเปลี่ยนแปลงสภาพ และสาเหตุของการชราภาพของเซลล์

📖 สารสำคัญ

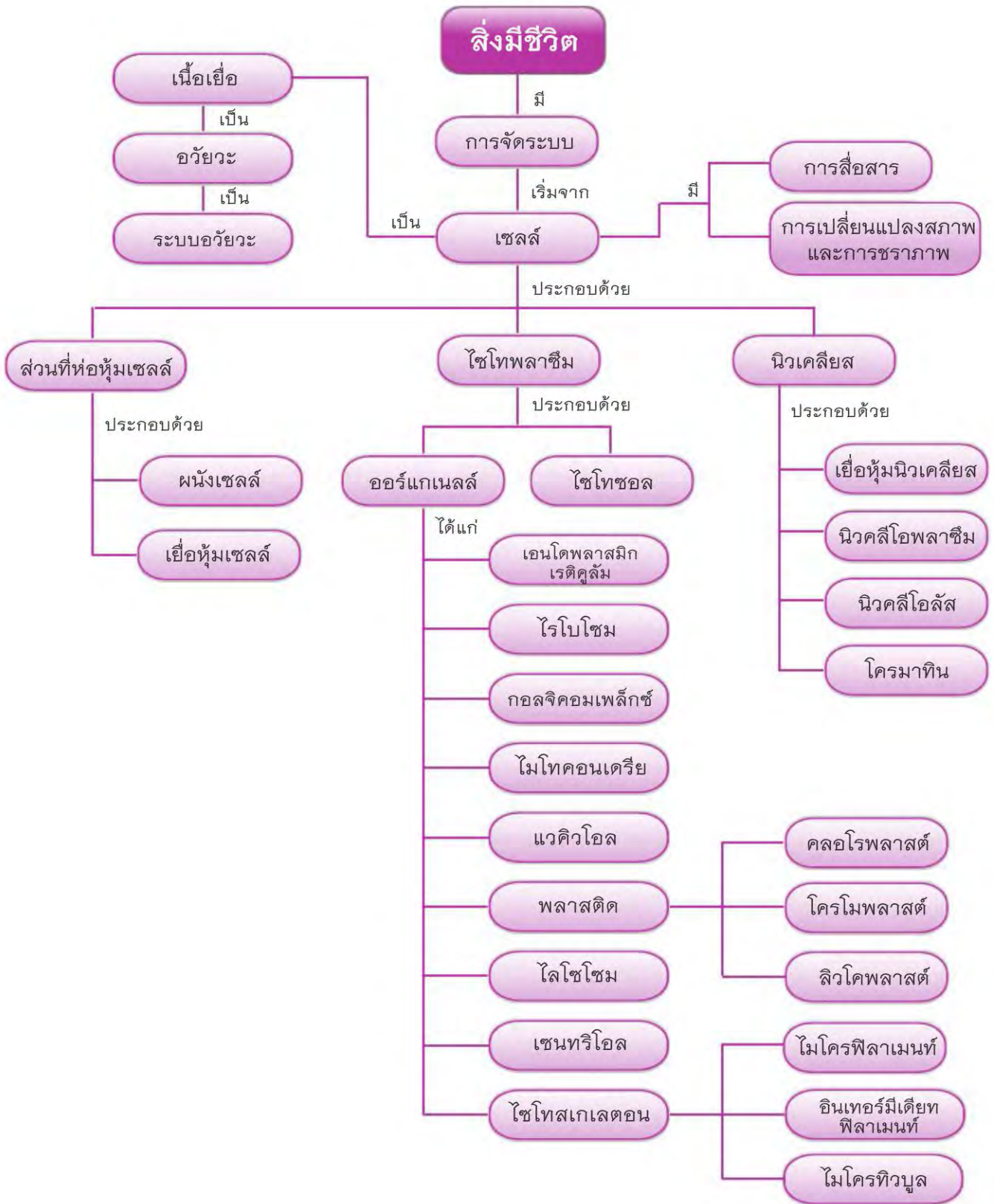
เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างของเซลล์ประกอบด้วยส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส เซลล์มีรูปร่างแตกต่างกัน ส่วนมากมีขนาดเล็กมากมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จึงต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ช่วยในการศึกษา โครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะเห็นรายละเอียดมากกว่าการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง

ทฤษฎีเซลล์มีใจความว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายประกอบด้วยเซลล์ และเซลล์คือ หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เซลล์ที่อยู่ใกล้กันหรืออยู่ห่างไกลกันมีการติดต่อสื่อสารระหว่างกันโดยมีการรับสัญญาณ การส่งสัญญาณและการตอบสนอง

เซลล์ที่เกิดจากการแบ่งเซลล์บางเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เซลล์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ที่มีการชราภาพทำให้ร่างกายเสื่อมสภาพและตายในที่สุด อายุขัยของสิ่งมีชีวิตควบคุมโดยยีนและสิ่งแวดล้อม เซลล์ประกอบขึ้นเป็นเนื้อเยื่อ เนื้อเยื่อประกอบขึ้นเป็นอวัยวะ อวัยวะต่างๆ ประกอบกันเป็นระบบ และระบบต่างๆ ทำงานประสานกันเพื่อรักษาคุณภาพของร่างกายให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้



ผังมโนทัศน์
บทที่ 3 เซลล์ของสิ่งมีชีวิต



3.1 เซลล์และทฤษฎีเซลล์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. อธิบายคำจำกัดความของเซลล์และทฤษฎีเซลล์
2. เปรียบสไลด์เพื่อศึกษาโครงสร้างของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตด้วยกล้องจุลทรรศน์
3. คำนวณหากำลังขยายของภาพ และขนาดของวัตถุ หรือขนาดของภาพจากกล้องจุลทรรศน์

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสแสดงร่างกายของคนหรือพืช หรือใช้ภาพนำบทที่ 2 เพื่อแสดงให้เห็นว่าสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยอวัยวะ เนื้อเยื่อ และเซลล์ต่างๆ นำไปสู่ข้อสรุปว่า เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

ครูอาจใช้ภาพนำบทที่ 3 ให้นักเรียนสังเกตสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่ดำรงชีวิตอย่างอิสระแล้วถามนักเรียนดังนี้



ในภาพเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกี่ชนิด มีขนาดต่างกันหรือไม่ นักเรียนทราบชนิดของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นหรือไม่



มี 2 ชนิด ขนาดแตกต่างกัน (ถ้านักเรียนไม่ทราบชื่อ ครูควรบอกให้ทราบว่าเซลล์ที่มีขนาดใหญ่คือ พารามีเซียม และเซลล์ที่มีขนาดเล็ก คือ ไดอะตอม ซึ่งเป็นสาหร่ายสีน้ำตาลแกมเหลืองชนิดหนึ่ง)

ครูควรเน้นให้นักเรียนทราบว่าเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอาจดำรงชีวิตอยู่อย่างอิสระ หรือเป็นองค์ประกอบของร่างกายของสิ่งมีชีวิต หลังจากนั้นให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของเซลล์ โดยใช้แนวคำถามดังนี้



เซลล์คืออะไร

คำตอบของนักเรียนอาจแตกต่างกัน ในขั้นนี้ครูควรให้นักเรียนสรุปว่าเซลล์เป็นหน่วยโครงสร้างพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต

ครูควรใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.1 และ 3.2 ดังนี้





นักเรียนเคยเห็นเซลล์ด้วยตาเปล่าหรือไม่

ไม่เคย เพราะเซลล์ส่วนมากมีขนาดเล็กมากต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ช่วยในการศึกษารายละเอียดต่างๆ (นักเรียนบางคนอาจตอบว่าเคย เช่น เซลล์ไข่ของสัตว์จำพวกนกและกบ ในที่นี้ครูควรชี้แจงว่า เซลล์ส่วนใหญ่มักมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น เนื่องจากมีขนาดเล็กมาก ยกเว้นเซลล์ไข่ของพวกสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และสัตว์ปีก)

ครูชี้แจงเพิ่มเติมว่า นักเรียนจะได้ศึกษาขนาดของเซลล์และรายละเอียดโดยอาศัยกล้องจุลทรรศน์จากการทำกิจกรรมที่ 3.1 และ 3.2 ต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 3.1 การศึกษาเซลล์ของสิ่งมีชีวิตด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. เตรียมสไลด์เพื่อศึกษาโครงสร้างภายในของเซลล์พืช เซลล์สัตว์ และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนด
2. บันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกตและชิ้นส่วนต่างๆ ของโครงสร้างของเซลล์
3. ศึกษาปรากฏการณ์การไหลเวียนของไซโทพลาซึมในใบสาหร่ายหางกระรอก
4. เปรียบเทียบรูปร่าง ลักษณะ ขนาดและโครงสร้างภายในของเซลล์พืช เซลล์สัตว์ และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ครูควรอธิบายการเตรียมสไลด์ให้แก่ นักเรียนก่อนทำกิจกรรม

สิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องเตรียมล่วงหน้า ได้แก่ แห่งน้ำที่มีสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ซึ่งอาจดักน้ำนั้นมาจากบ่อน้ำจืด อ่างเลี้ยงปลา โดยครูควรสำรวจดูล่วงหน้าว่ามีสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวอาศัยอยู่จริง เช่น พารามีเซียม วอร์ติเซลลา ไดอะตอม อะมีบา เป็นต้น หรือครูอาจนำดินฝักตบชวามาสับ แช่น้ำไว้ล่วงหน้า 1 – 2 วัน เพื่อเพาะเลี้ยงสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวเหล่านั้น

ส่วนที่เป็นเซลล์พืชอาจใช้หัวหอม ซึ่งใช้ได้ทั้งหัวหอมใหญ่ หรือหัวหอมแดง และสาหร่ายหางกระรอก ครูอาจให้นักเรียนช่วยจัดเตรียมโดยมอบหมายให้แต่ละกลุ่มนำมา ถ้านักเรียนไม่รู้จักสาหร่ายหางกระรอก ครูจะต้องบอกลักษณะให้ชัดเจน โดยนำรูปหรือตัวอย่างมาให้ดู หรือครูอาจต้องเตรียมหามาด้วยตนเองโดยเลี้ยงสาหร่ายหางกระรอกไว้ ให้วางไว้ในที่มีแสงส่องถึง เนื่องจากจะเห็นการไหลเวียนของไซโทพลาซึมได้ชัดเจนกว่าที่วางไว้ในที่ไม่มีแสง สำหรับเซลล์สัตว์ครูอาจใช้เซลล์เยื่อข้างแก้ม โดยให้นักเรียนใช้ไม้จิ้มฟันด้านบ้านที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วขูดเยื่อข้างแก้มภายในปากเบาๆ ครูควรชี้แนะเกี่ยวกับบทบาทของเอทิลแอลกอฮอล์ สำหรับใช้ทำความสะอาด โดยถามนักเรียนว่าควรจะใช้ในขั้นตอนใด ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ว่าควรฆ่าเชื้อโรคที่ไม้จิ้มฟันก่อนนำมาขูดเยื่อข้างแก้ม จากนั้นครูทบทวนการใช้สารละลายไอโอดีน ถามนักเรียนที่เคยทำปฏิบัติการมาจากชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นว่าควรใช้ในขั้นตอนใด เพื่อประโยชน์อะไร ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ว่าใช้ย้อมสีนิวเคลียส และใช้ย้อมเซลล์ไม่มีสี เช่น เซลล์เยื่อหอม เซลล์เยื่อข้างแก้ม เซลล์อะมีบา เป็นต้น




นอกจากนี้ครูอาจใช้เซลล์ตับเพื่อศึกษาเซลล์สัตว์ได้ โดยเตรียมชิ้นตับสดของไก่หรือหมูหรือสัตว์อื่นๆ ขนาด 1 cm ตัดลงบนแผ่นสไลด์แล้วยกออก จากนั้นหยดสารละลายไอโอดีนลงบนตำแหน่งที่มีเซลล์ตั้งอยู่ แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในการศึกษาการไหลเวียนของไซโทพลาซึมของเซลล์สาหร่ายหางกระรอก ครูควรแนะนำให้นักเรียนเลือกใช้ใบอ่อนโดยเด็ดใบอ่อน 1 ใบ วางบนสไลด์ที่มีหยดน้ำแล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

ครูควรเชื่อมโยงความรู้เรื่องเซลล์ ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐานว่า ประกอบด้วยส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส เพื่อให้นักเรียนได้สังเกตเซลล์ขณะที่มองภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แล้วให้นักเรียนบันทึกภาพลายเส้นด้วยดินสอ วาดรูปและชี้ส่วนต่างๆ ให้เป็นระเบียบ พร้อมทั้งบันทึกกำลังขยายไว้ได้ภาพ หลังจากนั้นให้นักเรียนตัวแทนกลุ่มนำเสนอในชั้นเรียน คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3.1 ตอนที่ 1 มีแนวการตอบดังนี้



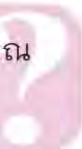
โครงสร้างของเซลล์ที่นักเรียนศึกษาเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร




 โครงสร้างที่เหมือนกัน ได้แก่ ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส โครงสร้างที่แตกต่างกัน ได้แก่ ผนังเซลล์ และคลอโรพลาสต์ พบในเซลล์ของพืช และสาหร่ายบางชนิด



เซลล์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมีขนาดเท่ากันหรือไม่ นักเรียนสามารถหาขนาดโดยประมาณของเซลล์เยื่อหุ้มได้หรือไม่




 คำตอบนี้อาจจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน โดยนักเรียนอาจจะประมาณขนาดได้หรือไม่ได้ ซึ่งครูยังไม่ควรสรุปว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด แต่บอกนักเรียนว่านักเรียนจะสามารถหาขนาดที่แท้จริงของสิ่งที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์จากสิ่งที่จะศึกษาต่อไป



เปรียบเทียบปรากฏการณ์ที่พบในไซโทพลาซึมของใบอ่อนกับใบแก่ของสาหร่ายหางกระรอก



 ในใบอ่อนที่บริเวณยอดของสาหร่ายหางกระรอกมีการไหลเวียนของไซโทพลาซึม ซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากการเคลื่อนที่ของคลอโรพลาสต์ ส่วนใบแก่อาจพบการไหลของไซโทพลาซึมได้ช้ากว่าใบอ่อน

ครูอาจถามเพิ่มเติมว่า การไหลของไซโทพลาซึมในใบอ่อน ทำไมจึงไหลได้เร็วกว่าในใบแก่ แนวในการตอบ คือ ในใบอ่อนจะมีกระบวนการเมแทบอลิซึมสูงกว่า เพราะมีกิจกรรมต่างๆ เช่น การเจริญเติบโต จึงต้องมีการสังเคราะห์สารและลำเลียงสารที่ผลิตได้ไปใช้ในส่วนต่างๆ ของเซลล์ และในขณะเดียวกันจะต้องลำเลียงสารที่ไม่ต้องการจากส่วนต่างๆ ออกมานอกเซลล์



เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 3.1 ตอนที่ 2 ครูอาจเชื่อมโยงความรู้จากที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เมื่อเซลล์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันมาแล้ว โดยอาจใช้คำถามดังนี้

- เซลล์ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์หรือไม่อย่างไร

จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายแล้วนำเข้าสู่การทำกิจกรรมที่ 3.1 ตอนที่ 2 แล้วตอบคำถามในหนังสือเรียน โดยมีแนวการตอบดังนี้



จากการทดลองนี้ พบโครงสร้างใดของเซลล์ที่ชัดเจนขึ้น



ผนังเซลล์ และเยื่อหุ้มเซลล์



ไซโทพลาซึมของเซลล์ในสไลด์ทั้ง 2 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



จากสไลด์แผ่นที่ 2 ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อพืชที่แช่ในสภาพแวดล้อมที่มีสารละลายไฮเดียมคลอไรด์ 2% ไซโทพลาซึมมีการหดตัว ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์แยกห่างจากผนังเซลล์ เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์เพราะสภาพแวดล้อมภายนอกเซลล์เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าสภาพแวดล้อมภายในเซลล์ น้ำจึงออสโมซิสออกนอกเซลล์ จึงทำให้เซลล์เหี่ยวเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **พลาสโมไลซิส** (plasmolysis)

ครูอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับรูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างของเซลล์ชนิดต่างๆ โดยศึกษาจากภาพที่ 3-1 และแหล่งเรียนรู้อื่นในห้องศูนย์วิชา ห้องสมุด หรืออินเทอร์เน็ต ครูอาจส่งเสริมให้นักเรียนกลุ่มที่มีความสนใจเป็นพิเศษทำเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทสำรวจ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ เช่น สำรวจสิ่งมีชีวิตในปอน้ำจืด สำรวจรูปร่างลักษณะละอองเรณูของพืชชนิดต่างๆ เป็นต้น

กิจกรรมที่ 3.2 การคำนวณหากำลังขยายของภาพ และขนาดของวัตถุจากกล้องจุลทรรศน์ จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถคำนวณหากำลังขยายของภาพและขนาดของวัตถุ

ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนของการทำกิจกรรม แล้วตอบคำถามตอนที่ 1 คำตอบควรเป็นดังนี้



ตอนที่ 1 การคำนวณหากำลังขยายของภาพจากกล้องจุลทรรศน์

ตัวอย่างผลการทดลองหาเส้นผ่านศูนย์กลางของจอภาพ

ค่าที่บันทึกได้ในตารางให้เป็นไปตามขนาดกำลังขยายของเลนส์ที่ใช้ในการปฏิบัติจริง เช่น

| กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา | กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ | กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ | เส้นผ่านศูนย์กลางของจอภาพ (mm) |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 10X | 4X | 40 | 3.6 |
| 10X | 10X | 100 | 1.5 |

ตอนที่ 2 การคำนวณหาขนาดของวัตถุ หรือขนาดของภาพจากกล้องจุลทรรศน์

1. การหาขนาดของวัตถุจากกำลังขยายของภาพ

1.1 นักเรียนเห็นภาพพารามีเซียมมีความยาวเพิ่มขึ้น $10 \times 10 = 100$ เท่า

$$\text{สูตร} \quad \text{กำลังขยายของภาพ} = \frac{\text{ขนาดของภาพ}}{\text{ขนาดของวัตถุ}}$$

$$100 = \frac{\text{ภาพของพารามีเซียม}}{100 \mu\text{m}}$$

$$\begin{aligned} \text{ภาพของพารามีเซียม} &= 100 \times 100 \mu\text{m} \\ &= 10,000 \mu\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{นักเรียนจะเห็นภาพของพารามีเซียมยาว} = 1 \text{ cm}$$

$$1.2 \quad \text{สูตร} \quad \text{กำลังขยายของภาพ} = \frac{\text{ขนาดของภาพ}}{\text{ขนาดของวัตถุ}}$$

$$\text{แทนค่าสูตร} = \frac{4 \times 1,000 \mu\text{m}}{4 \mu\text{m}}$$

$$= \frac{4,000 \text{ เท่า}}{4 \mu\text{m}}$$

$$\text{กล้องนี้มีกำลังขยาย} = 1,000 \text{ เท่า}$$



2. การหาขนาดของวัตถุจากเส้นผ่านศูนย์กลางของจอภาพ

2.1 สูตรเส้นผ่านศูนย์กลางของจอภาพ (ขณะที่ศึกษา)

$$= \frac{\text{กำลังขยายของเลนส์ต่ำสุด} \times \text{เส้นผ่านศูนย์กลางของจอภาพที่กำลังขยายต่ำสุด}}{\text{กำลังขยายของเลนส์}}$$

แทนค่าสูตร

$$1. \text{เส้นผ่านศูนย์กลางของจอภาพที่กำลังขยาย } 100 \times = \frac{40 \times 2,500 \text{ } \mu\text{m}}{100} = 1,000 \text{ } \mu\text{m}$$

$$2. \text{เส้นผ่านศูนย์กลางของจอภาพที่กำลังขยาย } 400 \times = \frac{40 \times 2,500 \text{ } \mu\text{m}}{400} = 250 \text{ } \mu\text{m}$$

กรณีนี้ครูให้นักเรียนวัดขนาดจากของจริงโดยใช้พารามิเทียม ครูแนะนำนักเรียนว่าเนื่องจากพารามิเทียมจะเคลื่อนที่เร็วมาก นักเรียนอาจใช้สารละลายเมทิลเซลลูโลสความเข้มข้น 0.1% หยดเทนนํ้ากลั่น เพื่อให้การเคลื่อนที่ของพารามิเทียมช้าลง จะสามารถหาขนาดของพารามิเทียมได้

ครูถามนักเรียนว่าจากการที่ได้ศึกษาโครงสร้างภายใน ขนาดของเซลล์พืช เซลล์สัตว์ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และจากประจักษ์พยานที่ได้ค้นพบสามารถตั้งเป็นทฤษฎีได้หรือไม่ ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีเซลล์ และนำเสนอในชั้นเรียนเกี่ยวกับประวัติการค้นพบผู้ก่อตั้งทฤษฎีเซลล์ ใจความสำคัญของทฤษฎีเซลล์ เพื่อเป็นการประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจทฤษฎีเซลล์หรือไม่ ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติม ดังนี้



นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่าสาหร่ายหางกระรอกประกอบด้วยเซลล์ เพราะเหตุใด

ให้นักเรียนตอบอย่างอิสระ โดยให้เหตุผลประกอบ ถ้านักเรียนนำความรู้เรื่องทฤษฎีเซลล์มาใช้ประกอบคำอธิบาย นักเรียนน่าจะตอบว่าเชื่อ โดยใช้ประจักษ์พยานจากการทำกิจกรรมมาประกอบการตอบ



ทำไมจึงเชื่อเช่นนั้น เนื่องจากนักเรียนไม่ได้ส่องดูทั่วทั้งต้น

เพราะได้มีผู้พิสูจน์จากพืชหลายชนิด และจากทุกส่วนของลำต้นเหล่านั้น และจากที่นักเรียนทำปฏิบัติการตรวจดูใบของสาหร่ายหางกระรอกพบว่าประกอบไปด้วยเซลล์ จึงไม่จำเป็นต้องตรวจดูทั่วทุกส่วนก็สามารถใช้อ้างอิงได้



3.2

โครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. บอกลักษณะของโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนต่างๆ ของเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
2. สรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่ของนิวเคลียส
3. เขียนผังมโนทัศน์สรุปโครงสร้างของเซลล์พืช และเซลล์สัตว์

แนวการจัดการเรียนรู้

ในหัวข้อนี้ต้องการให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ซึ่งมีกำลังขยายสูงกว่ากล้องจุลทรรศน์ใช้แสง จึงทำให้ทราบรายละเอียดต่างๆ ของโครงสร้างมากขึ้น รวมทั้งศึกษาการทำงานของโครงสร้างเหล่านั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหน้าที่การทำงานของเซลล์ ซึ่งเป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ครูอาจใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อนำเข้าสู่ประเด็นที่จะศึกษา



กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงสุดในปัจจุบันนี้คือกล้องชนิดใด มีกำลังขยายเท่าใด
กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน มีกำลังขยายประมาณ 500,000 เท่า



ในห้องปฏิบัติการ กล้องจุลทรรศน์ที่นักเรียนใช้มีกำลังขยายสูงสุดเท่าใด
40 หรือ 400 เท่า หรือ 600 เท่า



เมื่อศึกษาเซลล์ของสิ่งมีชีวิตด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง นักเรียนพบโครงสร้างใดของเซลล์บ้าง
นิวเคลียส ไซโทพลาซึม เยื่อหุ้มเซลล์ คลอโรพลาสต์ แวกคิวโอล



นักเรียนคิดว่าถ้าใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนศึกษาโครงสร้างของเซลล์ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
น่าจะพบโครงสร้างอื่นเพิ่มขึ้น และพบรายละเอียดของโครงสร้างที่เคยศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงมากขึ้น



ครูให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากแผนภาพโปร่งใสแสดงโครงสร้างของเซลล์สัตว์และเซลล์พืช แล้วถามนักเรียนดังนี้



นักเรียนพบโครงสร้างใดเพิ่มขึ้นอีก

พบโครงสร้างของเซลล์เพิ่มขึ้น คือ ไลโซโซม กอลจิคอมเพล็กซ์ เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม แบบผิวขรุขระและแบบผิวเรียบ ไมโทคอนเดรีย เซนทริโอล และพบรายละเอียดของโครงสร้างของ คลอโรพลาสต์ เยื่อหุ้มเซลล์ ผนังเซลล์ นิวเคลียสเพิ่มขึ้น

ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นมากขึ้น โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- โครงสร้างเหล่านี้มีรูปร่าง ลักษณะ และมีความสำคัญต่อเซลล์อย่างไร
- เซลล์มีการจัดการภายในเซลล์อย่างไร จึงดำรงชีวิตอยู่ได้
- โครงสร้างเหล่านี้มีโครงสร้างใดบ้างที่พบในเซลล์ทุกเซลล์ และโครงสร้างใดบ้างที่พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดเท่านั้น

หลังจากนั้น ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มไปสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับรูปร่าง ลักษณะหน้าที่ และชนิดของเซลล์ที่พบโครงสร้างเหล่านั้น แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน และก่อนที่จะศึกษารายละเอียดต่างๆ ครูควรทบทวนเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานของเซลล์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์
2. ไซโทพลาซึม
3. นิวเคลียส

เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานตามลำดับให้สอดคล้องกัน และควรเน้นให้นักเรียนทราบว่า ภาพที่ 3-2 และ 3-3 ในหนังสือเรียน เป็นภาพวาดของเซลล์ซึ่งไม่ใช่ภาพที่เห็นจริงๆ แต่ได้จากข้อเท็จจริง ของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ทั้งแบบส่องกราดและแบบส่องผ่าน ส่วนคำถามในหนังสือเรียนมีแนวคำตอบดังนี้



เซลล์สัตว์และเซลล์พืชในภาพที่ 3-2 และ 3-3 แตกต่างจากเซลล์ที่นักเรียนศึกษา ในกิจกรรมที่ 3.1 อย่างไร



ออร์แกเนลล์เพิ่มขึ้นและมีรายละเอียดของโครงสร้างต่างๆ มากขึ้น



3.2.1 ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์

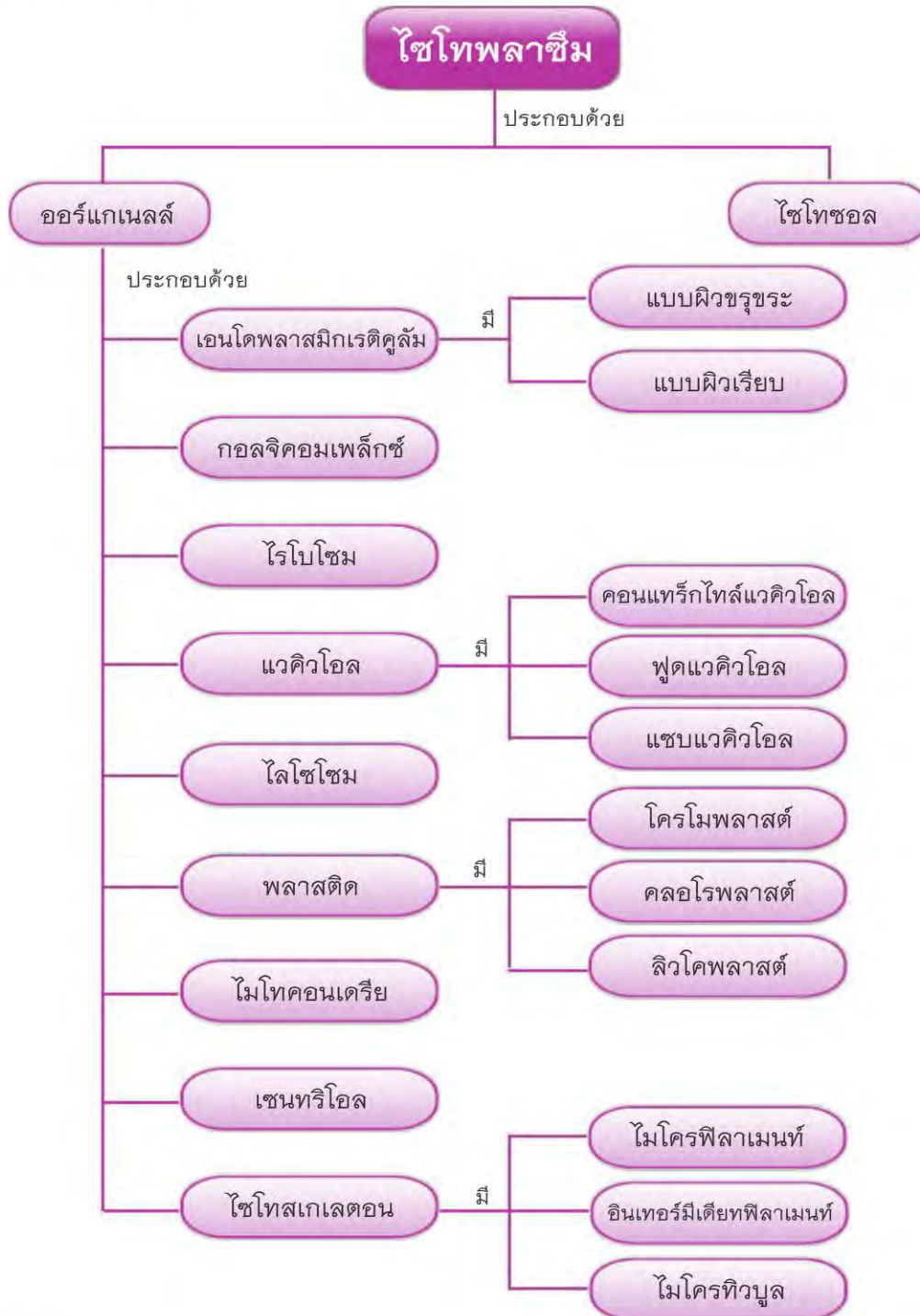
ในการสอนหัวข้อนี้ ครูควรแนะนำให้กลุ่มที่รายงานเขียนผังมโนทัศน์ประกอบการรายงานด้วย ซึ่งนักเรียนควรเขียนได้ดังนี้



ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนสนใจบทบาทของโปรตีนที่แทรกอยู่ในผิวของเยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการลำเลียงสารต่อไป

3.2.2 ไซโทพลาซึม

ในหัวข้อไซโทพลาซึม ครูควรให้นักเรียนร่วมกันเขียนผังมโนทัศน์ก่อนรายงาน เพื่อให้เกิดแนวความคิดที่ชัดเจนและต่อเนื่อง ซึ่งควรเขียนได้ดังนี้



หลังจากที่นักเรียนรายงานจบแล้ว ครูและนักเรียนต่างกลุ่มอาจเพิ่มเติมข้อมูลให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จากนั้นครูอาจถามหรือให้เพื่อนนักเรียนเล่นทายปัญหาเกี่ยวกับหน้าที่ของออร์แกเนลล์ และโครงสร้างต่างๆ ของเซลล์ เช่น เกมฉันคือใคร โดยครูให้นักเรียนออกมาหียบัตร ฉันคือใคร แล้วให้นักเรียนตอบชื่อออร์แกเนลล์หรือโครงสร้างที่ทำหน้าที่นั้นๆ ตัวอย่างเช่น

- | | |
|---|---|
| 1. ฉันเป็นโรงครัวผลิตอาหารให้พืช | (คลอโรพลาสต์) |
| 2. ฉันเป็นถุงบรรจุอาหาร | (พุดแควคิวโอล) |
| 3. ฉันเป็นแหล่งพลังงานของเซลล์ | (ไมโทคอนเดรีย) |
| 4. ฉันเป็นแหล่งสังเคราะห์โปรตีน | (ไรโบโซม) |
| 5. ฉันเป็นแหล่งพันธุกรรม | (นิวเคลียส โครโมโซม ไมโทคอนเดรีย) |
| 6. ฉันเป็นผู้รวบรวมและขนส่งสาร | (กอลจิคอมเพล็กซ์) |
| 7. ฉันมีหน้าที่สังเคราะห์ฮอร์โมนสเตอรอยด์ | (SER) |
| 8. ฉันช่วยแยกโครมาทิดออกจากกัน | (เซนทริโอล ไมโครทิวบูล สปินเดิลไฟเบอร์) |
| 9. ฉันช่วยค้าจุนรูปร่างของเซลล์ | (ไซโทสเกเลตอน) |
| 10. ฉันมีเอนไซม์ย่อยอาหารและทำลายออร์แกเนลล์ สิ่งแปลกปลอม | (ไลโซโซม) |

จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้มและไม่มีเยื่อหุ้ม ซึ่งควรสรุปได้ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

คำถามในหนังสือเรียน มีแนวการตอบดังนี้



ถ้าในเซลล์ไม่มีเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมจะมีผลอย่างไร



ไม่มีการลำเลียงสารภายในเซลล์ ขาดแหล่งสังเคราะห์และส่งโปรตีนออกนอกเซลล์ ขาดเอนไซม์เร่งการสลายตัวของสารพิษ เป็นต้น

ครูอาจถามคำถามอื่นเพิ่มเติมอีก เช่น



เซลล์ที่ต้องใช้พลังงานมาก เช่น เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ มีออร์แกเนลล์ชนิดใดมากที่สุด
ไมโทคอนเดรีย เพราะเป็นแหล่งผลิตสาร ATP ซึ่งมีพลังงานสูง




3.2.3 นิวเคลียส

ครูควรนำเสนอการทดลองในภาพที่ 3-15 ซึ่งแสดงความสำคัญของนิวเคลียส เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนต่อไป แล้วตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่ข้อสรุปดังนี้

 ในการทดลองครั้งที่ 1 เหตุใดอะมีบาจึงไม่สามารถแบ่งเซลล์และตายในที่สุด
 เพราะมีการนำนิวเคลียสออกจากเซลล์ จึงทำให้อะมีบาไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้ และตายในที่สุด


 ในการทดลองครั้งที่ 2 เหตุใดอะมีบาที่ถูกนำนิวเคลียสออกจึงมีชีวิตและแบ่งเซลล์ได้
 เพราะมีการนำนิวเคลียสของอะมีบาอีกเซลล์หนึ่งมาใส่แทน


ส่วนคำถามในหนังสือเรียน มีแนวคำตอบดังนี้


 นักเรียนจะอธิบายและสรุปผลการทดลองอย่างไร

 ควรสรุปได้ว่า นิวเคลียสมีหน้าที่ควบคุมกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิตของเซลล์ และการแบ่งเซลล์

ครูให้นักเรียนศึกษาหน้าที่ของนิวเคลียสเพิ่มเติม โดยศึกษาจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในภาพที่ 3-16 แล้วตอบคำถาม ซึ่งมีแนวในการตอบคำถามดังนี้

 ส่วนต่างๆ ของสาหร่ายอะเซตาบูลาเรียประกอบด้วยส่วนใดบ้าง
 หมวก ก้าน และส่วนโคนที่มีนิวเคลียส


 อะเซตาบูลาเรีย 2 ชนิดนี้ แตกต่างกันอย่างใด
 รูปร่างของส่วนยอดหรือหมวกแตกต่างกัน

 นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการทดลองอย่างไร
 มีการทดลองตัดส่วนยอดของเซลล์ทิ้งไปแล้วนำส่วนก้านของสาหร่ายชนิด ก. และชนิด ข. ไปต่อกับส่วนโคนสลับก้น

 ผลการทดลองเป็นอย่างไร
 สาหร่ายทั้ง 2 ชนิดงอกส่วนยอดใหม่ออกมาโดยมีรูปร่างของส่วนยอดเหมือนกับพันธุ์ที่มีนิวเคลียสของส่วนโคนนั้นๆ

ส่วนคำถามในหนังสือเรียนมีแนวคำตอบดังนี้

? จากการทดลองนี้ นักเรียนพอจะสรุปได้หรือไม่ว่า นิวเคลียสมีบทบาทในการดำรงชีวิตของเซลล์อย่างไร **?**

 มีหน้าที่ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิต และควบคุมกระบวนการต่างๆ ภายในเซลล์

ครูควรให้นักเรียนสืบค้นหน้าที่ของนิวเคลียสเพิ่มเติมและนำมาอภิปรายในชั้นเรียน ซึ่งควรจะสรุปได้ว่านิวเคลียสเป็นศูนย์การควบคุมกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ เช่น ควบคุมปฏิกิริยาภายในเซลล์ การรักษาคุณภาพ การสังเคราะห์สาร เช่น โปรตีน เป็นต้น จากนั้นจึงให้นักเรียนกลุ่มที่รับผิดชอบเรื่องนี้ รายงานเกี่ยวกับรูปร่าง โครงสร้าง และองค์ประกอบของนิวเคลียส

เมื่อจบหัวข้อเรื่องนิวเคลียส ครูอาจให้นักเรียนช่วยกันเขียนแผนผังแบบต่างๆ เพื่อแสดงโครงสร้างของนิวเคลียส ตัวอย่างเช่น



ครูควรให้นักเรียนสรุปโครงสร้างที่สำคัญ เปรียบเทียบระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ โดยให้แต่ละกลุ่มเขียนมาตามความเข้าใจและจากการสืบค้นข้อมูล แล้วให้นำเสนอหน้าชั้นเรียน ครูและเพื่อนๆ ในชั้นเรียนร่วมกันประเมิน ตัวอย่างแนวทางการสรุปควรเป็นดังนี้



| โครงสร้างสำคัญ | เซลล์พืช | เซลล์สัตว์ |
|--------------------------|----------|------------|
| 1. เยื่อหุ้มเซลล์ | มี | มี |
| 2. ผนังเซลล์ | มี | ไม่มี |
| 3. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม | มี | มี |
| 4. ไรโบโซม | มี | มี |
| 5. กอลจิคอมเพล็กซ์ | มี | มี |
| 6. ไลโซโซม | มี | มี |
| 7. เซนทริโอล | ไม่มี | มี |
| 8. แวคิวโอล | มี | มี |
| 9. ไมโทคอนเดรีย | มี | มี |
| 10. คลอโรพลาสต์ | มี | ไม่มี |
| 11. ไซโทสเกเลตอน | มี | มี |
| 12. นิวเคลียส | มี | มี |

ครูควรถามเพิ่มเติมดังนี้



จากการเปรียบเทียบโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ โครงสร้างที่แตกต่างกันนั้นมีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์อย่างไร



มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืช คือ พืชสามารถสร้างอาหารได้เองโดยใช้คลอโรฟิลล์ที่อยู่ในคลอโรพลาสต์ การมีผนังเซลล์ทำให้พืชคงรูปร่างอยู่ได้

มีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ คือ การนำสารขนาดใหญ่เข้าและออกจากเซลล์ โครงสร้างที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่โดยการไหลของไซโทพลาซึมเกิดเป็นเท้าเทียม

นอกจากนี้ครูอาจรวบรวมรายงานของนักเรียนนำมาเป็นใบความรู้เพื่อสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างลักษณะ และหน้าที่ของโครงสร้างภายในเซลล์ดังนี้

| โครงสร้างของเซลล์ | ลักษณะ | หน้าที่ |
|--|--|--|
| ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ 1. เยื่อหุ้มเซลล์ | เป็นเยื่อชั้นเดียวประกอบด้วยฟอสโฟลิพิดเรียงตัว 2 ชั้น ซึ่งมีโปรตีนแทรกอยู่ | ควบคุมการผ่านเข้าและออกของสารจากเซลล์ |
| 2. ผนังเซลล์ | ผนังเซลล์ของพืชส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลลูโลสสานกันเป็นร่างแห และมีพลาสโมเดสมาตา | เพิ่มความแข็งแรงและป้องกันอันตรายให้แก่เซลล์ |



| โครงสร้างของเซลล์ | ลักษณะ | หน้าที่ |
|---|--|---|
| ออร์แกเนลล์ในไซโทพลาซึม 1. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม - แบบผิวขรุขระ - แบบผิวเรียบ | เป็นท่อแบนๆ พับไปมา ผิวด้านนอกบางบริเวณจะมีไรโบโซมเกาะ เป็นท่อแบนๆ พับไปมา ผิวด้านนอกไม่มีไรโบโซมเกาะ | สร้างและขนส่งโปรตีนออกนอกเซลล์และลำเลียงสารภายในเซลล์ สังเคราะห์สารพวกลิพิดและทำลายสารพิษที่เข้าสู่เซลล์ |
| 2. ไรโบโซม | ขนาดเล็ก ไม่มีเยื่อหุ้ม กระจายทั่วไปในไซโทพลาซึม | สังเคราะห์โปรตีน |
| 3. กอลจิคอมเพล็กซ์ | เป็นถุงซ้อนกันเป็นชั้นๆ | สะสมและขนส่งโปรตีน |
| 4. ไลโซโซม | มีลักษณะคล้ายถุงกลมและมีเอนไซม์ต่างๆ อยู่ภายในมีเยื่อหุ้มชั้นเดียว | ย่อยอาหารและสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่เซลล์ |
| 5. แวกคิวโอล | มีเยื่อหุ้มชั้นเดียว ภายในมีของเหลวบรรจุอยู่ มีขนาดและรูปร่างไม่แน่นอน | สะสมสารต่างๆ |
| 6. ไมโทคอนเดรีย | มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น เยื่อชั้นในจะยื่นพับซ้อนเข้าไปภายในเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว | ผลิตสารที่มีพลังงานสูงให้แก่เซลล์ |
| 7. คลอโรพลาสต์ | มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น ภายในมีสารสีที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง | เป็นแหล่งสังเคราะห์ด้วยแสงของเซลล์พืชและโพรทิสต์บางชนิด |
| 8. เซนทริโอล | ประกอบขึ้นจากเส้นใยโปรตีนที่เรียกว่า ไมโครทิวบูล | ควบคุมรูปร่างและการเคลื่อนไหวของไซโทพลาซึม |



| โครงสร้างของเซลล์ | ลักษณะ | หน้าที่ |
|--|---|---|
| 9. ไซโทสเกเลตอน - ไมโครฟิลาเมนต์ - อินเตอร์มีเดียทฟิลาเมนต์ - ไมโครทิวบูล | เป็นเส้นใยเล็กๆ ประกอบด้วยโปรตีนแอกทิน เป็นเส้นใยขนาดกลาง มีลักษณะเป็นท่อรูปทรงกระบอกของโปรตีนทูบูลิน | ทั้ง 3 ชนิดทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเซลล์ |
| นิวเคลียส 1. เยื่อหุ้มนิวเคลียส | เป็นเยื่อ 2 ชั้นมีรูเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไป | |
| 2. นิวคลีโอลัส | อยู่ในนิวเคลียส เมื่อย้อมสีจะติดสีเข้มกว่าบริเวณอื่น ไม่มีเยื่อหุ้ม ประกอบด้วยโปรตีนและกรดนิวคลีอิก | เป็นแหล่งที่มีการสังเคราะห์สารที่เป็นองค์ประกอบของไรโบโซม |
| 3. โครมาติน | อยู่ในนิวเคลียส เป็นโครงสร้างที่ไม่มีเยื่อหุ้ม เป็นเส้นยาวพันกัน ประกอบด้วย DNA และโปรตีน | ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม |

3.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการสื่อสารของเซลล์ที่อยู่ใกล้กันและเซลล์ที่อยู่ไกลกัน

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูอาจยกปรากฏการณ์การสืบพันธุ์ของยีสต์ ตามหนังสือเรียน แล้วให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล ครูอาจถามนักเรียนดังนี้



ยีสต์สื่อสารกันอย่างไร

ยีสต์ α หลังสารเคมีชนิด α และมีตัวรับสาร α ยีสต์ α หลังสารเคมีชนิด α และมีตัวรับสาร α เวลายีสต์ α และ α สื่อสารกันจะมีการรับสัญญาณโดยการจับคู่กันซึ่งเป็นปฏิกิริยาจำเพาะระหว่างสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวสื่อสารกับตัวรับสาร



เซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่อยู่ใกล้กันจะมีการสื่อสารกันอย่างไร

เซลล์ของสัตว์ใช้วิธีสร้างช่องขนาดเล็ก (gap junction) มีการเคลื่อนที่ของสารผ่านช่องของเยื่อหุ้มเซลล์จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งซึ่งคล้ายกับเซลล์ของพืช แต่เซลล์ของพืชต้องส่งผ่านผนังเซลล์อีกชั้นหนึ่ง โดยการไหลของไซโทพลาซึมทางช่องที่เรียกว่า พลาสโมเดสมามาตา ดังภาพที่ 3-19 ข. นอกจากนี้ยังพบว่าเซลล์ของสัตว์ 2 เซลล์ที่อยู่ใกล้กัน สามารถสื่อสารกันได้โดยอาศัยโมเลกุล ที่ยื่นมาจากผิวเซลล์ ของเซลล์หนึ่งกับโปรตีนตัวรับของอีกเซลล์หนึ่งซึ่งมีโครงสร้างจับกันได้พอดี

ส่วนการสื่อสารของเซลล์ที่อยู่ไกลกัน ครูอาจยกสถานการณ์การสื่อสารโดยอาศัยระบบประสาทและฮอร์โมน เช่น ต่อมในตับอ่อนผลิตฮอร์โมนอินซูลินควบคุมการนำน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดเข้าสู่เซลล์ของร่างกาย ถ้าผลิตอินซูลินน้อยไปก็อาจทำให้เกิดโรคเบาหวาน

คำถามที่ควรถามนักเรียนเพิ่มเติม คือ





เซลล์ร่างกายบางเซลล์อยู่ห่างดับอ่อนมาก เซลล์ที่อยู่ห่างไกลกันเช่นนี้มีการสื่อสารกันได้อย่างไร




โดยต่อมไร้ท่อผลิตฮอร์โมนซึ่งเป็นสารเคมีลำเลียงไปตามกระแสเลือด เพื่อส่งไปยังเซลล์ของอวัยวะเป้าหมาย ทำให้สื่อสารกันได้ หรือการสื่อสารโดยระบบประสาทที่ส่งกระแสประสาทไปตามใยประสาทของเซลล์ประสาท



 กระบวนการสื่อสารระหว่างเซลล์มีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง
3 ขั้นตอน ได้แก่ การรับสัญญาณ การส่งสัญญาณ และการตอบสนอง (รายละเอียดตามสาระในหนังสือเรียน)

 เหตุใดการตอบสนองของเซลล์จึงมีความจำเพาะต่อสารเคมี
เพราะเซลล์ต่างชนิดกันประกอบด้วยโปรตีนตัวรับต่างชนิดกัน

 ในการตอบสนองต่อสัญญาณ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโปรตีนตัวรับมีความสำคัญอย่างไร
สำคัญต่อความพร้อมที่จะตอบสนองเมื่อได้รับสัญญาณใหม่

3.4 การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ


1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างในเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ
2. อธิบายสาเหตุแห่งการชราภาพของเซลล์

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นกับร่างกายเมื่อเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงสภาพไป เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ทำให้เซลล์มีโครงสร้าง และหน้าที่การทำงานเฉพาะอย่าง เช่น เซลล์ประสาทต้องมีเส้นใยประสาทเพื่อรับและส่งกระแสประสาท เซลล์ขนรากต้องมีผนังเซลล์ยื่นออกมาเพื่อสะดวกในการดูดน้ำและแร่ธาตุ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังช่วยให้สิ่งมีชีวิตที่มีความซับซ้อนดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ คำถามที่ครูควรถามนักเรียน เช่น

 การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เกิดขึ้นเมื่อใด
ภายหลังจากการแบ่งเซลล์ ขณะที่เซลล์เติบโตจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพเกิดขึ้น

 การชราภาพของเซลล์เกิดขึ้นได้อย่างไร
มีการขาดหายไปของส่วนปลายโครโมโซมทุกครั้งที่มีการแบ่งเซลล์ทำให้โครโมโซมสั้นลง



การชราภาพของเซลล์เกี่ยวข้องกับอายุขัยของเซลล์และยีนหรือไม่
เกี่ยวข้องกัน คือ เซลล์มีอายุขัยที่จำกัด ถ้าเซลล์ใช้เวลาในการแบ่งเซลล์สั้นและบ่อยจะทำให้
เซลล์เกิดการชราภาพ และอายุขัยสั้น สำหรับยีนจะเป็นตัวกำหนดให้เซลล์ตายตามอายุขัยของสิ่งมีชีวิต
นอกจากนี้เซลล์ที่ชราภาพจะมีเอนไซม์ภายในเซลล์น้อยลง ทำให้เซลล์มีการทำงานได้ช้าลง และอาจ
ตาย ในที่สุด

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความเหมาะสมของเนื้อเยื่อ หรือกลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่เฉพาะ
อย่างของอวัยวะนั้นๆ ทั้งในสัตว์และพืช นอกจากนี้ครูควรชี้ประเด็นให้เห็นถึงความมหัศจรรย์ของร่างกาย
มนุษย์และพืช ซึ่งเป็นผลมาจากการแบ่งเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ และการปรับตัวให้
เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมอันเป็นผลมาจากกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การที่สิ่งมีชีวิตจะ
ดำรงชีวิตอยู่ได้ร่างกายจะต้องได้รับสารอาหารเพื่อสลายให้ได้พลังงาน แล้วนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ
ของเซลล์ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป



แนวการตอบคำถามท้ายบทที่ 3



1. จงอธิบายว่าเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวแตกต่างจากเซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์อย่างไรบ้าง



เซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจะต้องมีโครงสร้างที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตครบถ้วน และแต่ละเซลล์จะมีลักษณะเหมือนกัน แต่เซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เช่น เซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างสารออกนอกเซลล์จะมีกอลจิคอมเพล็กซ์ ไมโทคอนเดรีย และเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมมากกว่าเซลล์อื่นๆ เป็นต้น



2. ถ้าเยื่อหุ้มเซลล์เป็นเยื่อที่ยอมให้สารทุกชนิดผ่านจะมีผลต่อเซลล์และโครงสร้างอย่างไร



ถ้าเยื่อหุ้มเซลล์ยอมให้สารทุกชนิดผ่านจะมีผลต่อเซลล์ คือ เซลล์จะไม่สามารถรักษาสภาพแวดล้อมภายในเซลล์ให้เหมาะสมต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ได้



3. ถ้าเปรียบเทียบเซลล์ว่าเป็นโรงงานหนึ่ง จะอธิบายออร์แกเนลล์และโครงสร้างใดของเซลล์ เทียบได้กับส่วนของโรงงานต่อไปนี้



3.1 หน่วยควบคุมการผลิตของโรงงาน



นิวเคลียส



3.2 หน่วยสร้างผลผลิตและหน่วยส่งออกสินค้า



หน่วยสร้าง ได้แก่ RER คลอโรพลาสต์และไรโบโซม

หน่วยส่งออก ได้แก่ RER กอลจิคอมเพล็กซ์และเยื่อหุ้มเซลล์



3.3 หน่วยรวบรวมองค์ประกอบผลิตเป็นสินค้า



กอลจิคอมเพล็กซ์



3.4 หน่วยป้องกันด้านความปลอดภัย



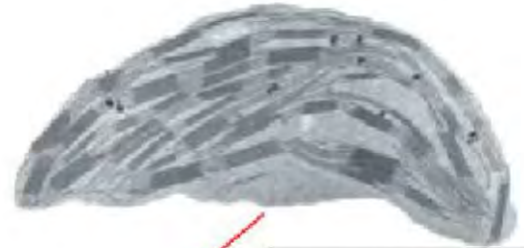
เยื่อหุ้มเซลล์ ผนังเซลล์ และไลโซโซม



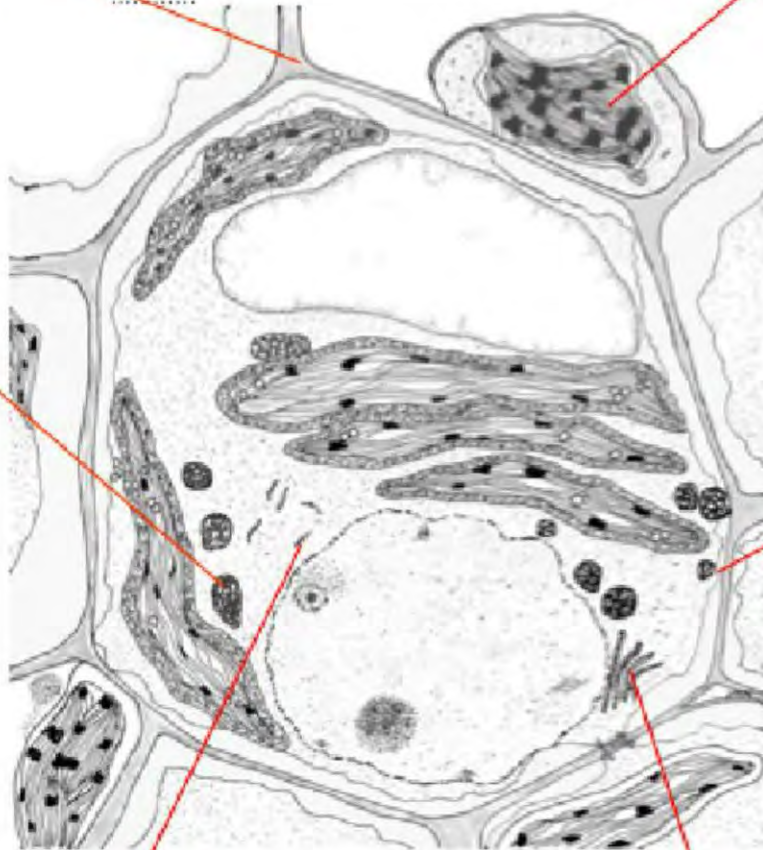
4. จงระบุหน้าที่ของออร์แกเนลล์ต่างๆ ลงในภาพต่อไปนี้



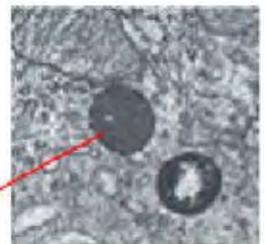
เพิ่มความแข็งแรง
และป้องกันอันตราย
ให้แก่เซลล์



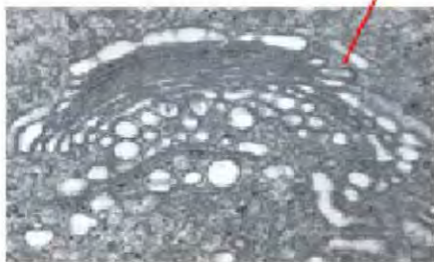
เป็นแหล่งสังเคราะห์
ด้วยแสงของเซลล์
พืชและโพรทิสต์
บางชนิด



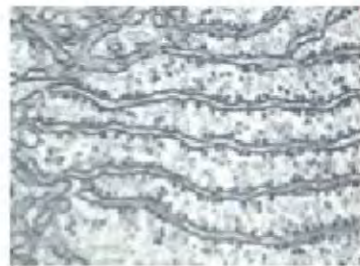
.....ผลิตสารที่มี
.....พลังงานสูง
.....ให้แก่เซลล์.....



ย่อยสารอาหาร
และสิ่งแปลกปลอม
ที่เข้าสู่เซลล์



.....สะสมอาหาร
.....และขนส่งโปรตีน.....



.....สังเคราะห์และ
.....ขนส่งโปรตีน
.....ออกนอกเซลล์.....





แหล่งเรียนรู้



หนังสือประกอบการค้นคว้า

มหาวิทยาลัย, ทบวง. **ชีววิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์, 2530.

Arms, K. and Camp, P.S. **Biology: A Journey into Life**. Saunders College publishing, Philadelphia. 1988.

Biggs, A. and et al. **Biology: The Dynamics of Life**. Teacher Wraparound ed. McGraw–Hill, Inc. 1996.

Campbell, N.A. **Biology**. 4th ed. The Benjamin/Cummins Publishing Company, Inc. California. 1996.

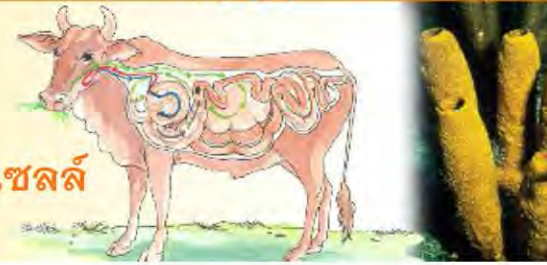
Dawis, P.W., Solomon, E.P. and Berg, L.R. **The World of biology**. 4th ed. Saunders College publishing, Philadelphia. 1990.

Raven, P.H. and Johnson, G.B. **Understanding Biology**. 3rd ed. Wm.C.Brown Publishers, Iowa, 1998.



บทที่ 4

ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์



🕒 เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

| | | | |
|-------|--------------------------------------|-----------|----------------|
| 4.1 | อาหารและการย่อยอาหาร | | |
| 4.1.1 | การย่อยอาหารของจุลินทรีย์ | 0.5 | ชั่วโมง |
| 4.1.2 | การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว | 1.5 | ชั่วโมง |
| 4.1.3 | การย่อยอาหารของสัตว์ | 6 | ชั่วโมง |
| 4.1.4 | การย่อยอาหารของคน | 4 | ชั่วโมง |
| 4.2 | การสลายสารอาหารระดับเซลล์ | | |
| 4.2.1 | การสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน | 6 | ชั่วโมง |
| 4.2.2 | การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน | 2 | ชั่วโมง |
| | รวม | 20 | ชั่วโมง |

🎯 จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปกระบวนการย่อยอาหารของจุลินทรีย์บางชนิด
2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และเปรียบเทียบแบบแผนของทางเดินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด
3. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปถึงส่วนประกอบและหน้าที่ของทางเดินอาหารแต่ละส่วนในร่างกายของคน รวมถึงกระบวนการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และระบุสาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดความผิดปกติกับทางเดินอาหารบางส่วนของคน และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ
5. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและสรุปถึงกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
6. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปถึงกระบวนการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน
7. อภิปราย และเปรียบเทียบกระบวนการสลายสารอาหารในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ กระบวนการหมักกรดแลกติก และกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน





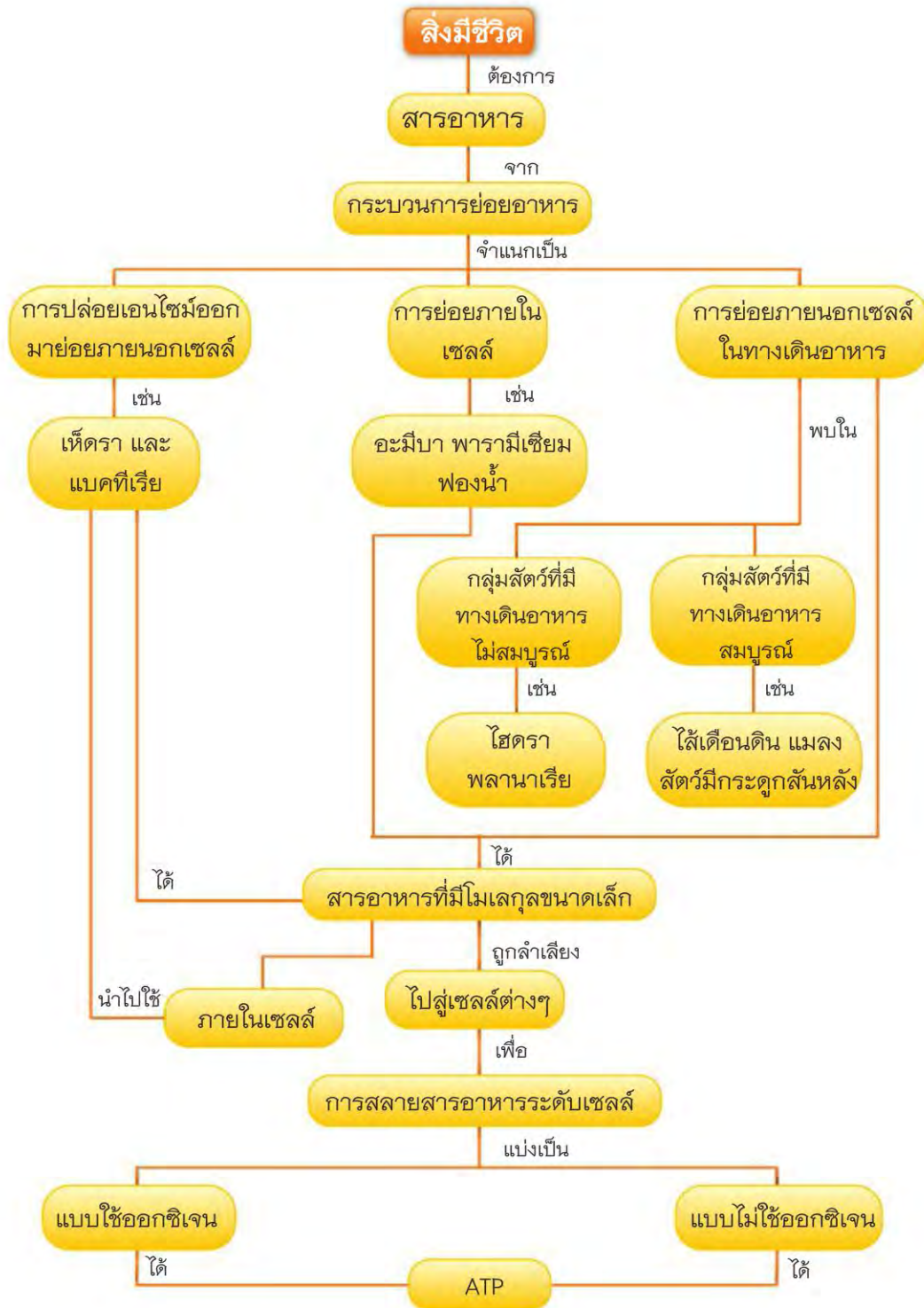
สาระสำคัญ

การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต้องอาศัยพลังงานจากการสลายสารอาหาร สารอาหารที่สิ่งมีชีวิตบริโภคเข้าไปจะถูกย่อยให้มีโมเลกุลขนาดเล็กจนถึงขั้นที่เซลล์นำไปใช้ได้ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีโครงสร้างและกระบวนการในการย่อยอาหารแตกต่างกัน เช่น รมีการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารภายนอก เซลล์ ส่วนอะมีบา พารามีเซียม มีการย่อยอาหารภายในเซลล์ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน แมลง รวมทั้ง สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น วัว ควาย จะมีระบบทางเดินอาหารที่สัมพันธ์กับการกินอาหารของสัตว์แต่ละ ประเภท การย่อยอาหารของคนเริ่มตั้งแต่ปาก กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก สารอาหารที่ย่อยแล้วจะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กและมีการลำเลียงไปยังเซลล์ต่างๆ ของร่างกาย สารอาหารที่เป็นแหล่งพลังงาน เซลล์จะนำไปใช้ในการสลายสารอาหารมีทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน



ผังมโนทัศน์

บทที่ 4 ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์



4.1 อาหารและการย่อยอาหาร



จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. อธิบายการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ของจุลินทรีย์บางชนิด
2. อธิบายการย่อยอาหารภายในเซลล์ของทางเดินอาหารของสัตว์บางชนิด
3. ทดลอง อธิบาย และเปรียบเทียบแบบแผนทางเดินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสัตว์บางชนิด
4. อธิบายส่วนประกอบและหน้าที่ของทางเดินอาหารแต่ละส่วนของคน และทดลองถึงสมบัติของน้ำดีที่ช่วยในการย่อยไขมัน

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูทบทวนความรู้ที่ได้ศึกษามาแล้วในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เกี่ยวกับเรื่อง สารอาหารและการย่อยอาหาร โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างอาหารที่นักเรียนรับประทานในแต่ละวันว่า ประกอบด้วย สารอาหารประเภทใดบ้าง นักเรียนสามารถนำอาหารที่รับประทานนั้นไปใช้ได้ทันทีหรือไม่ เพราะเหตุใด จากคำถามเหล่านี้นักเรียนควรสรุปได้ว่า สารอาหารที่รับประทานมีหลากหลาย มีทั้งประเภทที่ให้พลังงานและไม่ให้พลังงาน ประเภทที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และโมเลกุลขนาดเล็ก แต่สารอาหารที่ร่างกายจะนำไปใช้ได้ต้องมีโมเลกุลขนาดเล็กพอที่จะดูดซึมได้ ต่อจากนั้นครูตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อนำเข้าสู่หัวข้อ 4.1 ดังนี้

- ในขณะที่เล่นตะกร้อผู้เล่นต้องอาศัยพลังงานและการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่างๆ พลังงานเหล่านั้นมาจากไหน และระบบต่างๆ ทำงานสัมพันธ์กันอย่างไร

จากคำถามนี้ ให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิด เพื่อให้เห็นว่าในการทำกิจกรรมใดๆ ก็ตามต้องอาศัยการทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบต่างๆ ในร่างกาย เพื่อจะนำเข้าสู่เรื่องระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์เพื่อให้ได้พลังงาน และครูตั้งคำถามเพิ่มเติม ดังนี้

- พลังงานที่ร่างกายใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ นั้นมาจากไหน
- ร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะต้องมีวิธีการอย่างไร จึงจะสามารถเปลี่ยนสารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่เป็นโมเลกุลขนาดเล็ก
- สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีวิธีการเปลี่ยนแปลงสารอาหารโมเลกุลขนาดใหญ่เป็นโมเลกุลขนาดเล็กเหมือนกันหรือไม่

เมื่อนักเรียนเรียนจบหัวข้อ 4.1 แล้วนักเรียนควรจะตอบคำถามข้างต้นเหล่านี้ได้



4.1.1 การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

ครูนำตัวอย่างราที่ขึ้นบนขนมปังซึ่งอยู่ในถุงพลาสติกที่ปิดมิดชิดแจกให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อสังเกตขนมปังบริเวณที่มีราขึ้นว่ามีลักษณะอย่างไร และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากการสังเกต โดยใช้คำถามดังนี้



ลักษณะขนมปังบริเวณที่มีราขึ้นแตกต่างจากบริเวณใกล้เคียงอย่างไร จงอธิบาย
เนื้อขนมปังบริเวณที่มีราขึ้นจะหายไปบางส่วน



ความแตกต่างที่สังเกตได้น่าจะมาจากสาเหตุใด
เรามีการย่อยสลายแป้งขนมปัง



ราที่ขึ้นบนขนมปังมีกระบวนการอย่างไร จึงจะสามารถนำแป้งจากขนมปังไปใช้ได้
ราปล่อยเอนไซม์ออกมาจากเซลล์เพื่อย่อยแป้งแล้วจึงดูดซึมสารอาหารที่ย่อยได้ไปใช้

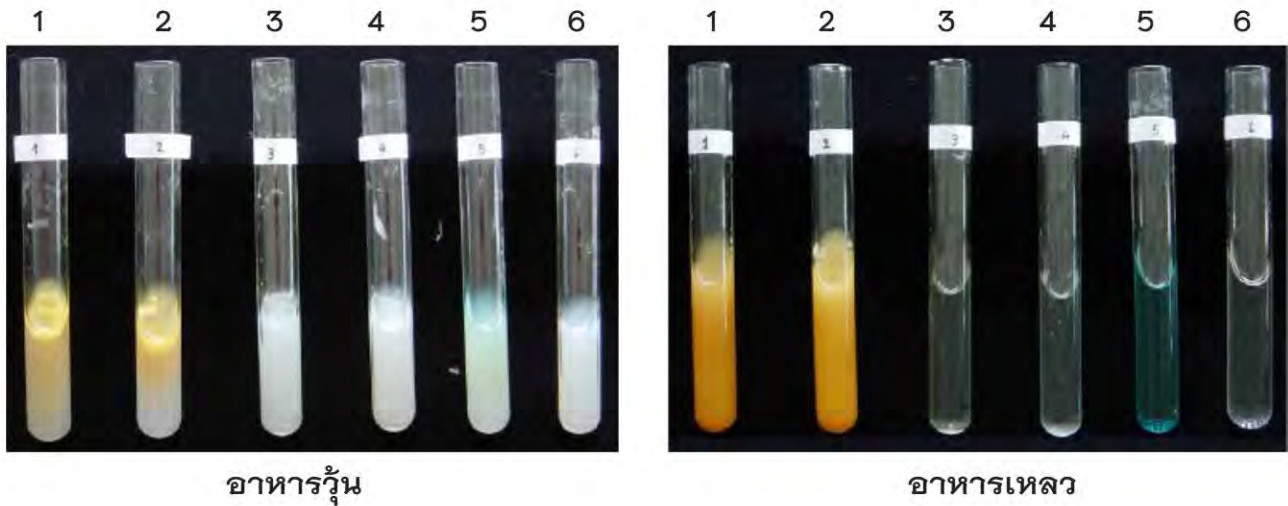
เพื่อตรวจสอบความคิดที่ว่าเรามีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ ครูควรสาธิตการทดลองโดยใช้
ยีสต์พร้อมกับให้ความรู้ว่ายีสต์จัดเป็นราชนิดหนึ่ง

ครูสาธิตการทดลองเรื่องการย่อยซูโครสของยีสต์

1. ครูนำหลอดทดลองขนาดกลาง 6 หลอดที่ใส่อาหารเลี้ยงยีสต์ประมาณ 1/3 หลอดมาให้นักเรียนดู
2. ครูชี้แจงขั้นตอนการเตรียมอาหารและการบ่มเชื้อยีสต์ ดังนี้
 - เตรียมอาหาร sucrose agar สำหรับเลี้ยงยีสต์ โดยผสมน้ำตาลทราย 5 กรัม แอมโมเนียมซัลเฟต 0.05 กรัม วุ้น 2 กรัม และน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตั้งไฟให้วุ้นละลายแล้วแบ่งใส่หลอดทดลองประมาณ 1/3 ของหลอด ทั้ง 6 หลอดทดลอง แล้วอุดด้วยจุกสำลี นำอะลูมิเนียมฟอยล์มาหุ้ม จุกสำลีไว้เพื่อกันไอน้ำเปียกจุกสำลี
 - นำอาหารที่เตรียมในข้อ 1 ไปหนึ่งฝาเชื้อในหม้อนึ่งอัตโนมัติที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หรือนึ่งด้วยหม้อนึ่งครึ่งละ 1 ชั่วโมง 3 วันติดต่อกัน แล้วนำหลอดอาหารออกมาวางเอียงไว้บนถาด ทิ้งไว้จนอาหารวุ้นแข็งตัว
 - เชื้อยีสต์ที่เตรียมไว้แต่ละบนอาหารวุ้น 4 หลอด อีก 2 หลอดไม่ต้องใส่ยีสต์ แล้ววางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง
3. ครูสาธิตโดยการใส่สารละลายเบเนดิกต์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในหลอดทดลองที่มียีสต์จำนวน 2 หลอด หลอดที่ไม่มีเชื้อยีสต์ 1 หลอด ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เทสารละลายเบเนดิกต์ออก นำหลอดทั้ง 6 วางบนไอน้ำเดือดที่ได้จากการต้มน้ำในปิ้งเกอ์



ผลการทดลอง เป็นดังภาพ



อาหารวุ้น

อาหารเหลว

ให้นักเรียนสังเกตผลการทดลอง และบันทึกผล

จากนั้นครูใช้คำถามเกี่ยวกับการทดลอง ดังนี้


? สีของอาหารวุ้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
 หลอดที่มีเชื้อยีสต์ 2 หลอดที่ใส่สารละลายเบเนดิกต์มีสีส้ม หลอดที่ 5 ที่ไม่มีเชื้อยีสต์สีของสารละลายเบเนดิกต์เป็นสีฟ้าตามเดิม ส่วนอีก 3 หลอดไม่มีการเปลี่ยนสี


? เพราะเหตุใดหลอดที่มีเชื้อยีสต์ เมื่อทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์จึงเปลี่ยนสี
 เพราะมีกลูโคสเกิดขึ้น

? กลูโคสที่พบในหลอดทดลองนั้นมาจากไหน
 กลูโคสเกิดจากการย่อยซูโครสของยีสต์


? การย่อยของยีสต์เป็นการย่อยภายนอกเซลล์หรือภายในเซลล์
 การย่อยของยีสต์เป็นการย่อยภายนอกเซลล์

? เรียกสิ่งมีชีวิตที่มีการดำรงชีวิตแบบนี้ว่าอะไร
 ผู้สลายสารอินทรีย์


 ทำไมจึงต้องใส่วุ้น น้ำตาล และแอมโมเนียมซัลเฟตในอาหารเลี้ยงยีสต์
ใส่วุ้นในอาหารเลี้ยงยีสต์เพื่อเป็นที่ยึดเกาะของยีสต์ น้ำตาลเป็นแหล่งของคาร์บอน ส่วนแอมโมเนียมซัลเฟตนั้นเพื่อเป็นแหล่งให้ไนโตรเจนแก่ยีสต์


 ทำไมจึงต้องนั่งฆ่าเชื้อ
เพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ชนิดอื่นปนเปื้อน


 ทำไมจึงนำหลอดทั้ง 6 ไปวางที่ไอน้ำเดือด
เพราะสารละลายเบเนดิกต์จะทำปฏิกิริยากับกลูโคสได้ดีเมื่อได้รับความร้อน

 จะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร
การที่สีของอาหารวุ้นในหลอดที่ใส่ยีสต์เปลี่ยนเป็นสีส้ม (สีอิฐ สีเหลือง) เมื่อทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์และวางบนไอน้ำเดือดแสดงว่ามีน้ำตาลกลูโคสเกิดขึ้น ในขณะที่หลอดที่ไม่ได้ใส่ยีสต์ไม่มีน้ำตาลกลูโคสเกิดขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะยีสต์ปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยน้ำตาลซูโครสให้เป็นกลูโคสและฟรักโทส

เพื่อให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ครูอาจจะให้นักเรียนอภิปรายในประเด็นต่างๆ ดังนี้

 การทดลองนี้ตัวแปรต้นและตัวแปรตามคืออะไร
ตัวแปรต้นคือ เอนไซม์ที่ยีสต์สร้าง ตัวแปรตามคือ กลูโคส

 จากการทดลองนี้ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมคือการทดลองในหลอดใด
กลุ่มทดลอง คือ หลอดที่ 1 และ 2
กลุ่มควบคุม คือ หลอดที่ 3 4 5 และ 6

 ทำการทดลองเพียง 2 หลอดที่ใส่ยีสต์ได้หรือไม่
ไม่ได้ เพราะจะไม่มีหลอดเปรียบเทียบ และยีสต์อาจจะเจริญเติบโตได้ดีไม่เท่ากันในแต่ละหลอดทดลอง





การเปรียบเทียบระหว่างหลอดที่ 1 และ 2 ที่ใส่สารละลายเบเนดิกต์ กับหลอดที่ 3 และ 4 ที่ไม่ใส่สารละลายเบเนดิกต์นั้น เป็นการตอบข้อสงสัยที่ว่าความร้อนทำให้สารละลายเบเนดิกต์เปลี่ยนสีหรือไม่



เหตุที่ออกแบบการทดลองโดยมีหลอดที่ใส่สารละลายเบเนดิกต์มี 2 หลอด และหลอดที่ไม่ใส่สารละลายเบเนดิกต์มี 2 หลอด เพราะเป็นการทำซ้ำ 2 ซ้ำ เพื่อให้สรุปผลได้ชัดเจนขึ้น



การเปรียบเทียบระหว่างหลอดที่ 1 2 กับ 5 เป็นการตอบข้อสงสัยที่ว่าหลอดที่ใส่ยีสต์กับหลอดที่ไม่ใส่ยีสต์มีผลต่างกันอย่างไร



การเปรียบเทียบระหว่างหลอดที่ 3 4 กับ 6 เป็นการตอบข้อสงสัยที่ว่า ยีสต์ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของอาหารหรือไม่

การออกแบบการทดลองดังกล่าวจะทำให้สรุปผลการทดลองได้ชัดเจนขึ้น

ในการอภิปรายถ้านักเรียนสรุปหรืออธิบายนอกเหนือจากนี้ เช่น ยีสต์อาจจะนำน้ำตาลซูโครสเข้าไปในเซลล์แล้วมีการย่อยให้เป็นกลูโคสกับฟรุกโทส ครูควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าเป็นไปได้หรือไม่ โดยนำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาในเรื่องการลำเลียงสารผ่านเข้าและออกจากเซลล์มาใช้ในการอภิปราย เพื่อแสดงว่านักเรียนมีความคิดวิเคราะห์ และการที่ครูนำประเด็นปัญหาของนักเรียนขึ้นมาอภิปรายเป็นการให้ความสำคัญกับความคิดของนักเรียน แนวการตอบข้อนี้ครูควรชี้ให้เห็นหลักการว่า ยีสต์เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์ ขณะเดียวกับที่ซูโครสเป็นสารโมเลกุลใหญ่ที่ไม่สามารถผ่านเข้าออกเซลล์ได้

จากการอภิปรายผลการทดลอง นักเรียนควรสรุปได้ว่า ยีสต์สามารถสร้างเอนไซม์และส่งออกมานอกเซลล์เพื่อย่อยน้ำตาลซูโครสซึ่งเป็นน้ำตาลไดแซ็กคาไรด์ให้เป็นน้ำตาลมอโนแซ็กคาไรด์ คือ กลูโคส ครูอาจจะทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนว่า น้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลไดแซ็กคาไรด์ ซึ่งเกิดจากการรวมกันของมอโนแซ็กคาไรด์ คือ กลูโคสกับฟรุกโทส ดังนั้นการย่อยน้ำตาลซูโครสจึงได้ทั้งกลูโคสกับฟรุกโทส แต่ตรวจสอบกลูโคสแต่เพียงอย่างเดียว

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเรื่องราว ซึ่งมีกระบวนการย่อยอาหารเหมือนกับยีสต์ คือ ปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารภายนอกเซลล์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถามดังนี้



นักเรียนเคยเห็นราขึ้นอยู่ที่ใดอีกบ้าง



ผลไม้สุก ข้าวโพด ฟางข้าว เป็นต้น



ราที่นักเรียนเห็นนั้นมีลักษณะแตกต่างจากราที่ขึ้นบนขนมปังหรือไม่ จงอธิบาย



มีทั้งเหมือนกันและแตกต่างกัน บางชนิดมีสีเหลือง บางชนิดมีสีดำ บางชนิดมีสีส้ม เป็นต้น





นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด ราและแบคทีเรียต่างชนิดกันจึงเจริญได้ดีในอาหารต่างชนิดกัน ราและแบคทีเรียต่างชนิดกันอาจมีเอนไซม์ต่างชนิดกัน ทำให้ย่อยสารอาหารได้ไม่เหมือนกัน

จากเรื่องการย่อยซูโครสของยีสต์ ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงการย่อยอาหารของแบคทีเรียส่วนใหญ่ ซึ่งครูอาจจะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ในชีวิตประจำวันนักเรียนเคยพบแบคทีเรียในอาหารใดบ้าง ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปกระบวนการย่อยอาหารของราและแบคทีเรีย และเพื่อเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนนี้กับการดำรงชีวิตของคนและระบบนิเวศให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตที่มีการสลายสารอินทรีย์ภายนอกเซลล์ มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร

การที่สิ่งมีชีวิตปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ที่เป็นอาหารทำให้ได้ผลผลิตบางชนิดที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ปัจจุบันมีการนำเอนไซม์ของจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์มากขึ้น โดยเฉพาะในด้านอุตสาหกรรมอาหาร เช่น จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักของอาหารที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น สามารถเก็บได้นานวัน เช่น ยีสต์ซึ่งใช้ในการหมักน้ำผลไม้เพื่อทำไวน์ ทำข้าวหมากหรือข้าวหมัก เป็นต้น พวกแบคทีเรียใช้ในการทำแหมม ทำนมเปรี้ยว แต่จุลินทรีย์บางชนิดที่เจริญในอาหารของมนุษย์ก็ทำให้เกิดความเน่าเสีย บางชนิดผลิตสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น โบทูลินัมทอกซิน (botulinum toxin) ที่พบในหน่อไม้ดองในป๊อป อะฟลาทอกซิน (aflatoxin) ที่พบในถั่วลิสง ธัญพืช ในด้านสิ่งแวดล้อมจุลินทรีย์พวกนี้จะทำหน้าที่เป็นผู้สลายสารอินทรีย์ในซากพืชและสัตว์ จึงจัดว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารบางชนิด เช่น ไนโตรเจน แต่บางครั้งจุลินทรีย์ก็ทำให้สภาพแวดล้อมเสียหายได้ เช่น ราที่ขึ้นตามฝาผนัง เครื่องใช้ภาชนะ

ครูนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรมที่ 4.1 โดยศึกษาการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว จำพวกอะมีบา และพารามีเซียม



4.1.2 การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

กิจกรรมที่ 4.1 การกินอาหารของพารามีเซียม

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สังเกตการกินอาหารของพารามีเซียม
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของอาหารเมื่อเข้าไปในเซลล์ของพารามีเซียม



การกินอาหารของพารามีเซียม

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนการทดลองถึงวิธีการทดลองที่ต้องผสมสีกองโกเรดลงในยีสต์ เพื่อต้องการให้เห็นเซลล์ของยีสต์ที่เข้าไปในเซลล์ของพารามีเซียมชัดเจนขึ้น และให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ที่เคยศึกษาไปแล้ว

การเตรียมสีกองโกเรดทำได้โดยเตรียมสารละลายกลูโคสความเข้มข้น 10% ผสมกับสีกองโกเรดประมาณ 30 มิลลิกรัม คนให้เข้ากันนำไปต้มจนเดือดนาน 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นอุณหภูมิประมาณ 40–50°C

ครูควรแนะนำนักเรียนให้ใช้สารละลายเมทิลเซลลูโลส 0.1% แทนน้ำกลั่นเพื่อให้พารามีเซียมเคลื่อนที่ช้าลง หรือครูอาจแนะนำให้นักเรียนใช้ใยสำลีที่แผ่เป็นใยบางๆ วางบนสไลด์ที่มีหยดน้ำอยู่ เพื่อให้ลำเลียงติดอยู่บนสไลด์

ในกรณีที่ไม่สามารถทำกิจกรรมนี้ได้อันเนื่องมาจากข้อจำกัดต่างๆ ให้ครูเชื่อมโยงอินเทอร์เน็ตที่ http://www.ipst.ac.th/biology/main.php?url=article_view&article_id=67 ซึ่งเป็นคลิปวิดีโอแสดงการกินอาหารของพารามีเซียม ต่อจากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองตามกิจกรรมที่ 4.1 เพื่อศึกษาการกินอาหารของพารามีเซียม เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วให้นักเรียนอภิปรายหลังการทดลองโดยใช้คำถามเพิ่มเติมดังนี้



พารามีเซียมมีวิธีการกินยีสต์อย่างไร

พารามีเซียมจะใช้ซิเลียที่อยู่บริเวณรอบๆ ร่องปากพัดโบกเอาเซลล์ยีสต์เข้าไปทางร่องปาก ต่อจากนั้นเซลล์ยีสต์จะเข้าสู่เซลล์พารามีเซียมเกิดเป็นฟูดแวคิวโอล

สำหรับคำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.1 ซึ่งมีแนวการตอบคำถามดังนี้



เซลล์ของยีสต์เมื่อเข้าสู่ภายในเซลล์ของพารามีเซียมแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร



ฟูดแวคิวโอลที่มีเซลล์ยีสต์อยู่ภายในจะมีไลโซโซมมาเชื่อมรวม และเอนไซม์ในไลโซโซมจะย่อยเซลล์ยีสต์



ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมและครูอาจจะใช้แผนภาพโปร่งใสแสดงการกินอาหารของ พารามีเซียม อธิบายเพิ่มเติมให้กับนักเรียนและให้นักเรียนร่วมกันสรุป โดยใช้คำถามดังนี้



อะมีบาและพารามีเซียมมีกระบวนการย่อยอาหารเหมือนหรือแตกต่างจากราอย่างไร

อะมีบาและพารามีเซียมมีการย่อยอาหารภายในเซลล์ ส่วนรามมีการย่อยอาหารภายนอกเซลล์

4.1.3 การย่อยอาหารของสัตว์

ครูนำเข้าสู่เรื่องการย่อยอาหารของสัตว์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตภาพของโครงสร้างภายใน ที่เกี่ยวข้องกับกรย่อยอาหารของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด ได้แก่ ฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย ไส้เดือนดิน และแมลงที่ฟ้าให้เห็นทางเดินอาหารตามยาว ให้นักเรียนสังเกตพิจารณาเปรียบเทียบและ อภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามในการอภิปรายดังนี้



สัตว์ทั้ง 5 ชนิดนี้มีทางเดินอาหารเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ฟองน้ำไม่มีปากและทวารหนักมีแต่ทางน้ำเข้าและน้ำออก ไฮดรา และพลานาเรีย มีทางเดินอาหารที่เปิดทางเดียว คือ มีปากแต่ไม่มีทวารหนัก จัดเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ ส่วน ไส้เดือนดินและแมลงมีทางเปิด 2 ทาง คือ มีปากและทวารหนัก จัดเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์

ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมต่อไปว่า ทางเดินอาหารของสัตว์ที่นำมาศึกษาแตกต่างกัน น่าจะทำให้การย่อยอาหารของสัตว์ที่นำมาศึกษาแตกต่างกันหรือไม่ และโครงสร้างทางเดินอาหารของสัตว์แต่ละชนิดน่าจะเหมาะสมกับการย่อยอาหารของสัตว์อย่างไร

ครูนำเข้าสู่การย่อยอาหารของฟองน้ำโดยตั้งคำถามนำไปสู่การอภิปรายดังนี้



การย่อยอาหารของฟองน้ำเหมือนหรือแตกต่างกับอะมีบา และพารามีเซียมอย่างไร



จากการอภิปรายควรสรุปได้ว่า ช่องเปิดของฟองน้ำด้านข้างจะเป็นช่องน้ำเข้าและด้านบนจะเป็นช่องน้ำออก เพราะฉะนั้นช่องในลำตัวไม่ได้ทำหน้าที่เป็นทางเดินอาหารจึงไม่มีการย่อยอาหารใน ช่องลำตัว เพราะถ้าเซลล์ของฟองน้ำปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารในช่องลำตัว เอนไซม์จะถูก กระแส น้ำที่เข้าและออกพัดพาออกไป ดังนั้นจึงน่าจะมีการย่อยอาหารภายในเซลล์เช่นเดียวกับอะมีบา และพารามีเซียม





จากการศึกษาการย่อยอาหารภายในเซลล์ของเซลล์โคเอโนไซต์ของพองน้ำในภาพที่ 4-3 เหมือนหรือแตกต่างจากการย่อยอาหารภายในเซลล์ของอะมีบา และพารามีเซียมอย่างไร เหมือนกัน โดยใช้วิธีฟาโกไซโทซิส



ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า สัตว์ที่มีทางเดินอาหารที่เปิดทางเดียวจัดว่าเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ แต่สัตว์ที่มีทางเดินอาหารเปิด 2 ทาง คือ มีทั้งปากและทวารหนักจัดเป็นสัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์



ครูตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายดังนี้ ทางเดินอาหารของสัตว์แบบสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มีผลต่อการกินอาหารและการย่อยอาหารของสัตว์นั้นๆ อย่างไร



นักเรียนอาจตอบแตกต่างกัน ซึ่งครูควรแนะนำนักเรียนว่า นักเรียนอาจค้นหาคำตอบได้ต่อเมื่อนักเรียนได้ศึกษารายละเอียดของสัตว์แต่ละกลุ่มไปแล้ว

จากนั้นครูนำเข้าสู่การย่อยอาหารของไฮดรา โดยนำไฮดรามาให้ให้นักเรียนศึกษาโดยใช้แว่นขยายส่องดู (ไฮดราหาได้จากแหล่งน้ำจืดที่นิ่งและสะอาด ได้แก่ บ่อ บึง คู คลอง มักเกาะอยู่ตามส่วนต่างๆ ของพืชน้ำ เช่น ราก ลำต้น กิ่ง ใบ และเศษวัสดุที่ลอยอยู่ในน้ำ) เปรียบเทียบกับแผ่นภาพโปร่งใสและภาพที่ 4-4 ในหนังสือเรียนที่เป็นภาพตัดตามยาว แล้วตั้งคำถามนำไปสู่กิจกรรมที่ 4.2 ดังนี้



เป็นไปได้หรือไม่ว่า ไฮดราจะมีการย่อยอาหารภายในช่องทางเดินอาหาร



นักเรียนควรจะบอกได้ว่าไฮดรามีช่องเปิดทางเดียว และบริเวณลำตัวไม่มีช่องเปิดอื่นๆ เหมือนพองน้ำ จึงน่าจะมีการย่อยอาหารภายในช่องทางเดินอาหาร

หลังจากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 4.2 และกิจกรรมเสนอแนะ เพื่อสำรวจตรวจสอบการกินอาหารของไฮดรา และทางเดินอาหารของพลาณาเวีย





การกินอาหารของไฮดรา

กิจกรรมที่ 4.2 การกินอาหารของไฮดรา

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สังเกตการกินอาหารและทางเดินอาหารของไฮดรา
2. อธิบายกระบวนการย่อยอาหารของไฮดรา

กิจกรรมนี้ครูควรเตรียมไฮดรา โดยปล่อยให้หอดอาหารประมาณ 2 วันก่อนทำการทดลองในการศึกษาการกินไรแดงของไฮดรานั้น อาจใช้แว่นขยาย กล้องสเตอริโอ หรือกล้องจุลทรรศน์ก็ได้ โดยใช้หลอดหยดดูดไฮดรามาวางบนสไลด์ (ถ้าเป็นชนิดหลุมจะทำให้ไฮดราอยู่ได้นาน) แล้วใช้หลอดหยดดูดไรแดงใส่ลงไปประมาณ 2-3 ตัว สังเกตขั้นตอนการกินอาหาร และบันทึกไว้ และถ้าโรงเรียนมีกล้องจุลทรรศน์ที่ต่อเข้ากับวงจรโทรทัศน์ได้ ควรให้นักเรียนดูจากจอโทรทัศน์ซึ่งจะเห็นชัดเจน และครูสามารถ อธิบายได้ง่ายและรวดเร็ว

ในการทำกิจกรรมที่ 4.2 บางครั้งนักเรียนอาจสังเกตไม่ทัน ครูอาจให้นักเรียนศึกษาจากอินเทอร์เน็ตที่ระบุไว้ในหนังสือเรียน

จากกิจกรรมที่ 4.2 จะเห็นว่าไฮดราใช้เทนท์เคลือบไรแดงเข้าสู่ปาก ซึ่งเป็นช่องเปิดเข้าสู่ภายในลำตัวเพียงช่องเดียว หลังจากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาเซลล์ที่ผนังด้านในของลำตัวซึ่งทำหน้าที่สร้างเอนไซม์เพื่อปล่อยออกสู่ทางเดินอาหาร จากภาพที่ 4-4 ค. ในหนังสือเรียน ครูควรชี้แจงเพิ่มเติมว่า นอกจากจะมีการย่อยอาหารภายในทางเดินอาหารแล้ว เซลล์บางเซลล์สามารถนำอาหารเข้าสู่เซลล์ และมีการย่อยอาหารภายในเซลล์

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.2 ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



วิธีการนำอาหารเข้าสู่ร่างกายของฟองน้ำและไฮดราแตกต่างกันอย่างไร



ฟองน้ำจะใช้วิธีนำอาหารเข้าสู่เซลล์โดยวิธีฟาโกไซโทซิส ส่วนไฮดราจะใช้เทนท์เคลือบเหยื่อแล้วส่งเข้าปาก

จากนั้นครูนำเข้าสู่การย่อยอาหารของพลาเนเรีย โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบทางเดินอาหารของพลาเนเรียว่าเหมือนหรือแตกต่างจากไฮดราอย่างไร



จากการเปรียบเทียบนักเรียนควรจะอธิบายได้ว่า ทางเดินอาหารของไฮดราและพลาณาเรียเป็นทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์เหมือนกัน แต่ของพลาณาเรียมีความซับซ้อนมากกว่า แล้วจึงให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะ

กิจกรรมเสนอแนะ ทางเดินอาหารของพลาณาเรีย


จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สังเกตการกินอาหารและศึกษาทางเดินอาหารของพลาณาเรีย
2. อธิบายกระบวนการย่อยอาหารของพลาณาเรีย

ในการศึกษาการกินอาหารของพลาณาเรีย ครูควรเตรียมพลาณาเรียไว้ โดยปล่อยให้หอดอาหารประมาณ 2 วันก่อนทำการทดลอง เมื่อพลาณาเรียกินอาหารประมาณ 10 นาที เพื่อให้เห็นทางเดินอาหารชัดเจน ควรใช้หลอดหยดดูดพลาณาเรียมาวางบนสไลด์ แล้วใช้แว่นขยายหรือกล้องจุลทรรศน์ตรวจดูลักษณะทางเดินอาหาร ซึ่งจะมองเห็นเป็นสีดำ ดังภาพที่ 4-5 ในหนังสือเรียน

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมเสนอแนะ ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้


? ทางเดินอาหารของพลาณาเรียที่นักเรียนสังเกตเห็นได้มีลักษณะแตกต่างจากฟองน้ำและไฮดราหรือไม่ อย่างไร **?**

 พลาณาเรียแตกต่างจากฟองน้ำ คือ ฟองน้ำไม่มีทางเดินอาหาร แต่มีช่องน้ำเข้าและช่องน้ำออก เมื่ออาหารผ่านเข้ามาในช่องแล้ว ฟองน้ำจะจับอาหารเข้าสู่เซลล์โดยวิธีฟาโกไซทิส

พลาณาเรียแตกต่างจากไฮดรา คือ ไฮดรามีทางเดินอาหารแบบช่องกลวงตรงกลางลำตัว ส่วนพลาณาเรียมีแขนงแยกออกไปตามลำตัว แต่สัตว์ทั้งสองมีทางเดินอาหารแบบมีช่องเปิดทางเดียว

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับทางเดินอาหารของไฮดรา พลาณาเรีย ไส้เดือนดิน และแมลง ครูอธิบายเพิ่มเติมโดยใช้ภาพและแผ่นภาพโปร่งใส หรือใช้สื่อประเภทวีดิทัศน์ CD-ROM ประกอบ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบและสรุปเกี่ยวกับทางเดินอาหารของสัตว์ที่ศึกษา โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมดังนี้

? ทางเดินอาหารของไส้เดือนดินและแมลงคล้ายคลึง หรือแตกต่างจากทางเดินอาหารของไฮดราและพลาณาเรียอย่างไร

 ไส้เดือนดินและแมลงมีทางเดินอาหารที่มีช่องเปิด 2 ทาง โดยอาหารจะเข้าทางปาก ผ่านคอหอย หลอดอาหาร กระจเพาะพักอาหาร กั้น กระจเพาะอาหาร ลำไส้ และกากอาหารจะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก แต่ทางเดินอาหารของไฮดราและพลาณาเรียเป็นแบบช่องเปิดทางเดียว โดยอาหารเข้าทางปากและกากอาหารถูกกำจัดออกทางปากเช่นเดียวกัน

ให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์การย่อยอาหารของจุลินทรีย์และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ตัวอย่างผังมโนทัศน์



ครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องการย่อยอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยให้นักเรียนยกตัวอย่าง สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังพร้อมทั้งบอกชนิดของอาหารที่สัตว์เหล่านั้นกินด้วย เช่น เสือกินเนื้อสัตว์ ไก่กิน ข้าวเปลือก ม้ากินหญ้า ปลาบางชนิดกินสัตว์บางชนิดกินพืช เป็นต้น

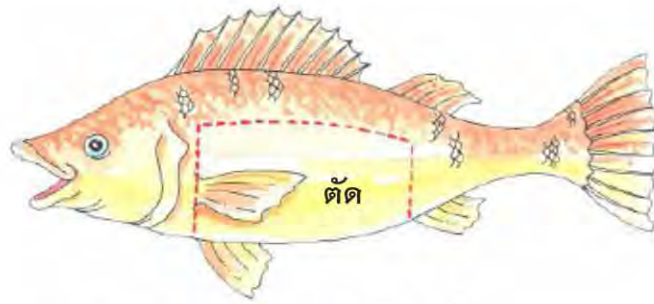
ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสัตว์ต่างๆ ที่นักเรียนยกตัวอย่างว่าเมื่ออาหารที่กินแตกต่างกันน่าจะมีทางเดินอาหารเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และเพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าสิ่งที่นักเรียน คิดนั้นถูกต้องหรือไม่ ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะเพื่อศึกษาทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิด

กิจกรรมเสนอแนะ ทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

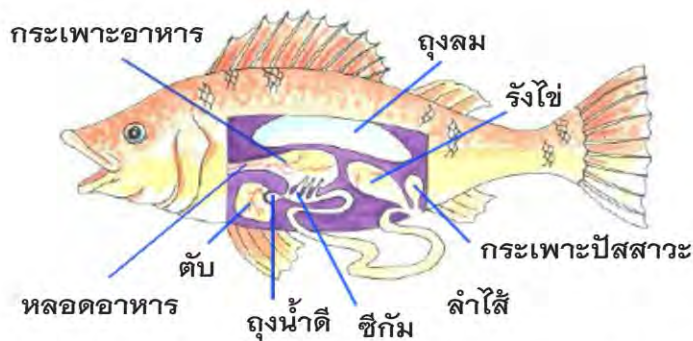
จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถสังเกตและเปรียบเทียบทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิด

ครูให้นักเรียนนำสัตว์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่เป็นสัตว์ต่างประเภทกัน หรือสัตว์ประเภทเดียวกันที่กินอาหารต่างกัน แต่ต้องเป็นสัตว์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อคน เช่น ปลากินพืชกับปลากินสัตว์ มาศึกษาเปรียบเทียบทางเดินอาหารของปลาทั้ง 2 ชนิดว่าลักษณะกระเพาะอาหาร ถ้าได้มีความหนา ความยาว เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ในการศึกษาทางเดินอาหารของปลาตัวแบน เช่น ปลาตะเพียน ปลานิล ควรใช้กรรไกรสอดเข้าใต้กล้ามเนื้อเพื่อตัดบริเวณท้องดังกล่าว ไม่ควรใช้มีดผ่าท้องเพราะจะทำให้อวัยวะภายในเสียหายได้ง่าย แต่ถ้าเป็นปลามีเกล็ดควรขูดเกล็ดบริเวณท้องออกเสียก่อน



เมื่อเปิดท้องตามภาพบนออกแล้วจะพบอวัยวะในช่องท้องดังนี้



หลังจากนั้นพยายามวัดความยาวทั้งหมดของทางเดินอาหาร โดยใช้ปากคีบค่อยๆ ดึงทางเดินอาหารให้คลี่ออก แต่ไม่ควรให้ส่วนต้นและส่วนท้ายของทางเดินอาหารขาดออกจากลำตัว แล้วจึงใช้กรรไกรผ่าโครงสร้างทางเดินอาหารเพื่อศึกษาลักษณะภายในของกระทบะเพาะอาหารและลำไส้ แต่ถ้าเป็นปลาที่มีลำตัวกลม เช่น ปลาดุก ปลาช่อน ต้องใช้กรรไกรตัดช่องท้องส่วนล่างให้มีขนาดเหมาะสม แล้วปฏิบัติเช่นเดียวกัน จากการศึกษาพบว่าปลาดุกซึ่งเป็นปลากินสัตว์จะมีทางเดินอาหารหนาและสั้น ปลาดุกที่มีลำตัวยาว 35 เซนติเมตร ทางเดินอาหารจะยาวประมาณ 17 เซนติเมตร แต่ปลานิลที่เป็นปลากินพืชลำตัวยาว 31.5 เซนติเมตร อาจจะมีทางเดินอาหารยาวถึง 347 เซนติเมตร


ในกรณีที่ศึกษาสัตว์ต่างชนิดกัน เช่น ไก่กับปลา ควรให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจโครงสร้างทางเดินอาหารมาก่อนที่จะทำกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

? ทางเดินอาหารของสัตว์ที่นักเรียนศึกษาเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และสัมพันธ์กับอาหารที่กินอย่างไร ?

🔪 ทางเดินอาหารของสัตว์มีกระดูกสันหลังจะคล้ายคลึงกัน คือ เริ่มจากปาก คอหอย หลอดอาหาร กระทบะเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทวารหนัก แต่ในสัตว์บางชนิด เช่น เป็ด ไก่ จะมีกระทบะเพาะอาหารสำหรับเก็บอาหาร แล้วส่งต่อไปยังกึ่งินซึ่งทำหน้าที่ช่วยบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง แล้วส่งต่อไปยังกระทบะเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทวารหนัก

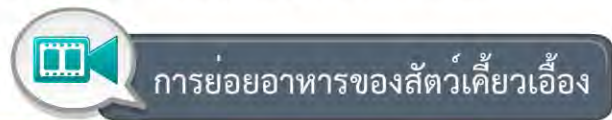
ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมดังนี้



 สัตว์ประเภทเดียวกันแต่กินอาหารต่างชนิดกันจะมีทางเดินอาหารต่างกันหรือไม่อย่างไร
 สัตว์ประเภทเดียวกันที่กินอาหารต่างกันจะมีความยาวของทางเดินอาหารต่างกัน เช่น สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหารจะมีทางเดินอาหารยาวกว่าสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร


ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีพฤติกรรมการกินแบบเคี้ยวเอื้องที่นักเรียนรู้จัก และให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น วัว ควาย เป็นต้น


ครูควรชี้ให้นักเรียนเห็นว่า กระเพาะอาหารวัวมี 4 ส่วน แต่ละส่วนมีโครงสร้างแตกต่างกัน และเพื่อให้นักเรียนเห็นโครงสร้างชัดเจน ครูควรเตรียมกระเพาะอาหารวัวส่วนที่เป็นผ้าชีรีวิว รังผึ้งสามสิบกليب และกระเพาะอาหารจริง ซึ่งสามารถหาซื้อได้จากตลาดหรืออาจใช้ภาพถ่ายของจริงมาให้นักเรียนได้สังเกตและวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของลักษณะและหน้าที่ของกระเพาะอาหารแต่ละส่วน ต่อจากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน


คำถามเกี่ยวกับทางเดินอาหารของวัวมีแนวคำตอบดังนี้






 กระเพาะอาหารของวัวแบ่งเป็น 4 ส่วนแต่ละส่วนทำหน้าที่อะไรบ้าง 

 รูเมน เรติคิวลัม โอมาซัม และอะโบมาซัม อาหารส่วนใหญ่ที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินเข้าไปเป็นพวกพืชซึ่งมีเซลลูโลส และต้องกินในปริมาณมากเพื่อให้พอเพียงกับความต้องการของร่างกาย ทำให้ไม่สามารถย่อยได้หมดในคราวเดียว จึงต้องใช้เวลหลายวันในการย่อย การที่สัตว์เคี้ยวเอื้องมีกระเพาะอาหาร 4 ส่วน จึงมีผลดีกับสัตว์เพราะกระเพาะบางส่วนช่วยเก็บสำรองอาหารไว้เพื่อสำรองออกมาเคี้ยวใหม่และกลืนกลับเข้าไป

 สัตว์เคี้ยวเอื้องได้โปรตีนมาจากแหล่งใด 

 สัตว์เคี้ยวเอื้องได้โปรตีนมาจากพืชที่กินเข้าไป และจากการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์โดยสังเคราะห์โปรตีนจากแอมโมเนียและยูเรีย และจากเซลล์จุลินทรีย์ที่ถูกย่อยในกระเพาะอาหาร

 เพราะเหตุใดสัตว์กินพืชจึงต้องกินอาหารปริมาณมากกว่าสัตว์ที่กินเนื้อ 

 อาหารที่สัตว์กินพืชกินเข้าไปจะมีกากอาหารมากและย่อยยาก จึงต้องใช้เวลาย่อยหลายวัน และพืชมีสารอาหารอยู่น้อย สัตว์จึงต้องกินมากและต่อเนื่องกันไป ส่วนอาหารของสัตว์กินเนื้อจะมีกากอาหารน้อยกว่าเมื่อเทียบปริมาณอาหารเท่ากัน จึงไม่จำเป็นต้องกินอาหารมากก็ได้รับสารอาหารที่เพียงพอ



? ถ้าในกระเพาะอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องปราศจากจุลินทรีย์จะมีผลต่อการย่อยอย่างไร และความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์กับสัตว์เคี้ยวเอื้องเป็นความสัมพันธ์แบบใด ?

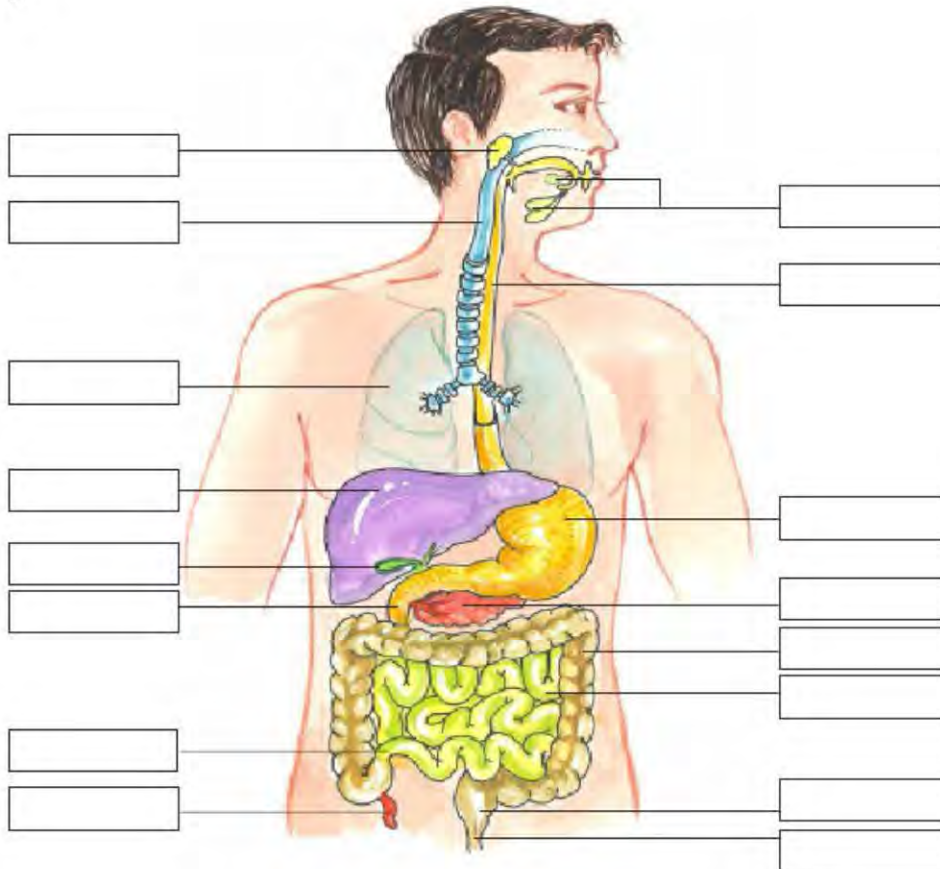
✏ สัตว์มีกระดูกสันหลังทุกชนิดไม่มีเอนไซม์ย่อยเซลลูโลส แต่สัตว์เคี้ยวเอื้องคือ สัตว์พวกที่กินหญ้า จะมีจุลินทรีย์ ได้แก่ ยีสต์ แบคทีเรียบางชนิด และโพรทิสต์ที่อยู่ในกระเพาะอาหารช่วยย่อยเซลลูโลส และสังเคราะห์กรดไขมันอย่างง่าย เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานต่อไป นอกจากนี้จุลินทรีย์เหล่านี้ยังช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโนและวิตามินบี 12 อีกด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องกับสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงเป็นแบบภาวะพึ่งพา (mutualism)

4.1.4 การย่อยอาหารของคน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเกี่ยวกับทางเดินอาหารในประเด็นต่อไปนี้

1. ส่วนต่างๆ ของทางเดินอาหาร
2. หน้าที่ของทางเดินอาหารส่วนต่างๆ
3. อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับทางเดินอาหาร

ครูอาจใช้แผนภาพข้างล่างนี้ช่วยในการทบทวน โดยให้ระบุส่วนต่างๆ ในภาพและหน้าที่ของอวัยวะส่วนนั้น



จากนั้นครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนเลือกอาหารที่นักเรียนรับประทานในชีวิตประจำวัน มา 1 ชนิด อาหารนั้นๆ ควรมีส่วนอาหารหลายอย่างครบถ้วน ตัวอย่างเช่น ข้าวผัดกะเพราไก่ไข่ดาว แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบดังนี้

นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ข้าวผัดกะเพราไก่ไข่ดาว เมื่อเข้าสู่ทางเดินอาหารแต่ละส่วนแล้วมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง และสารอาหารที่ได้จากการย่อยข้าวผัดกะเพราไก่ไข่ดาว เข้าสู่ทางเดินอาหารส่วนใด หรือให้นักเรียนลองจินตนาการว่า **ถ้านักเรียนเป็นข้าวผัดกะเพราไก่ไข่ดาว เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะผ่านอวัยวะใดบ้าง ก่อนจะเหลือเป็นกากออกมาทางทวารหนัก**

หลังจากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นตามความรู้ และประสบการณ์เดิมของนักเรียน

สิ่งที่ครูควรเน้นและควรให้ความรู้เพิ่มเติมคือ ปัจจุบันมีผู้ป่วยด้วยโรคระบบย่อยอาหารรวมทั้งโรคในช่องปากเป็นจำนวนมาก นับว่าเป็นปัญหาด้านสาธารณสุข นอกจากนี้การจัดให้มีการแข่งขันการบริโภคอาหารบางชนิดให้ได้จำนวนมากๆ เกินความเป็นจริงที่ควรบริโภคเป็นสิ่งที่ควรพิจารณา เพราะอาจจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพในระบบทางเดินอาหารได้ การศึกษาเรื่องระบบทางเดินอาหารและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์เพื่อสุขภาพของร่างกายจึงเป็นสิ่งสำคัญ

ครูให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียนดังนี้



จากภาพที่ 4-9 ทางเดินอาหารจากปากถึงทวารหนักประกอบด้วยอวัยวะอะไรบ้าง



ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทวารหนัก

หลังจากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 4.3

กิจกรรมที่ 4.3 อวัยวะภายในช่องปาก

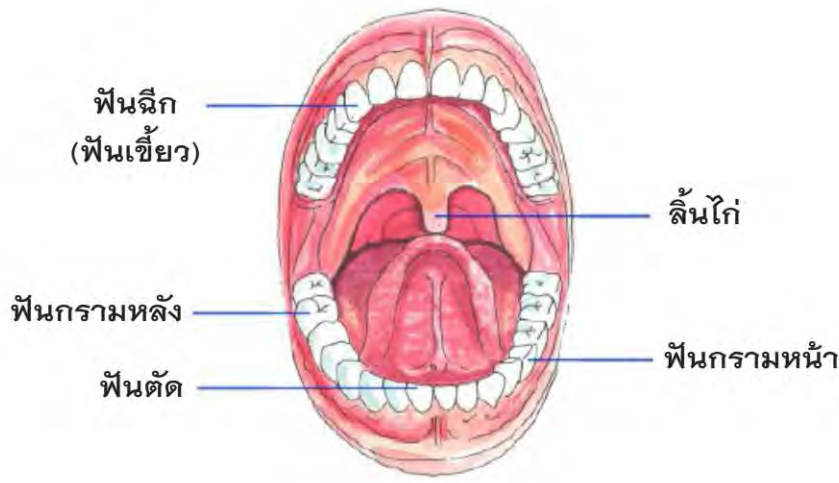
จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สำรวจอวัยวะภายในช่องปากที่เกี่ยวกับการย่อยอาหาร
2. อธิบายวิธีการรักษาสุขภาพของเหงือกและฟันที่ถูกต้อง

การให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 4.3 เพื่อศึกษาอวัยวะภายในช่องปากที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร ได้แก่ ฟัน เพดานปาก ลิ้นไก่ ลิ้น สิ่งที่ต้องเน้นคือ ความสำคัญของฟัน ความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับฟันและเหงือก สาเหตุและวิธีการรักษาสุขภาพของเหงือกและฟันที่ถูกต้อง โดยครูอาจใช้สื่อ สิ่งพิมพ์ต่างๆ ให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมแล้วอภิปรายร่วมกันหรือจัดป้ายนิเทศ



ครูอาจชี้แจงเพิ่มเติมโดยใช้แผนภาพแสดงลักษณะของฟัน ประเภทของฟัน ดังแผนภาพ



ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



อวัยวะภายในช่องปากมีอะไรบ้าง



ฟัน เพดานปาก ลิ้นโถ่ ลิ้น ต่อมน้ำลาย



นับจำนวนฟันที่มีอยู่เปรียบเทียบกับจำนวนฟันของเพื่อนในห้องมีจำนวนเท่ากันหรือไม่



คำตอบ ขึ้นอยู่กับผลการสำรวจของนักเรียน




นักเรียนสามารถจำแนกฟันตามรูปร่างลักษณะได้ที่ประเภท อะไรบ้าง และฟันแต่ละประเภทมีหน้าที่แตกต่างกันอย่างไร




ฟันมี 4 ประเภท ได้แก่ ฟันตัดทำหน้าที่กัดหรือตัด ฟันเขี้ยวทำหน้าที่ฉีก ฟันกรามหน้าและฟันกรามหลังทำหน้าที่บดอาหาร

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่องน้ำลายและศึกษาการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส แล้วอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

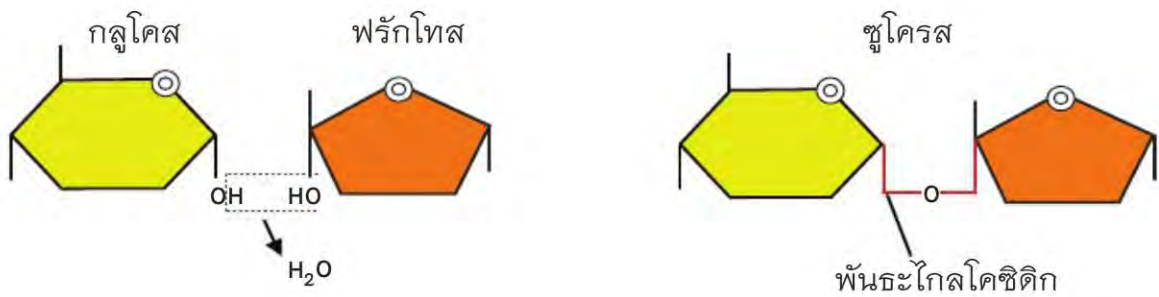
? การเปลี่ยนแปลงของอาหารที่เกิดขึ้นในช่องปากโดยการทำงานของฟันและเอนไซม์อะไมเลส แตกต่างกันอย่างไรร

 ฟันจะบดเคี้ยวอาหารให้มีขนาดเล็กลงทำให้พื้นที่ผิวของอาหารที่จะสัมผัสกับเอนไซม์มีมากขึ้น ส่วนเอนไซม์อะไมเลสจะมีหน้าที่สลายพันธะที่ยึดระหว่างโมเลกุลย่อยๆ ของสารอาหารประเภทแป้งทำให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง โดยมีน้ำเข้าร่วมทำปฏิกิริยาด้วย

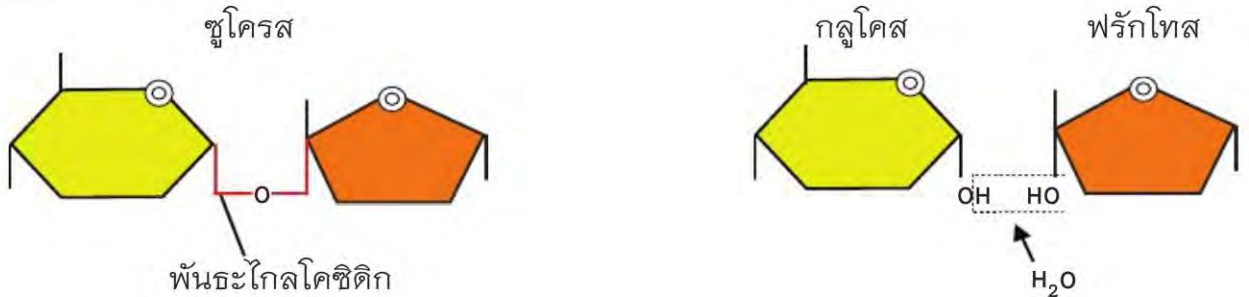
? การย่อยแป้งจำเป็นต้องมีน้ำเข้าร่วมปฏิกิริยาหรือไม่ เพราะเหตุใด

 การย่อยอาหารทุกชนิดจำเป็นต้องมีน้ำเข้าร่วมปฏิกิริยาด้วย โดยอะตอมของออกซิเจน และไฮโดรเจนในโมเลกุลของน้ำจะไปรวมกับพันธะที่แตกออกของสารอาหารโมเลกุลใหญ่ เรียกปฏิกิริยาที่ใช้น้ำในการสลายโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลย่อยๆ นี้ว่า ไฮโดรไลซิส (hydrolysis)

ครุอธิบายการเกิดไดแซ็กคาไรด์จากมอโนแซ็กคาไรด์ 2 โมเลกุล ซึ่งในปฏิกิริยานี้จะได้น้ำออกมาดังภาพ



ในทางกลับกันปฏิกิริยาในการย่อยโมเลกุลของน้ำตาลไดแซ็กคาไรด์เป็นมอโนแซ็กคาไรด์จะต้องใช้น้ำ ดังภาพ



ในปฏิกิริยาการรวมมอโนแซ็กคาไรด์หรือไดแซ็กคาไรด์เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ ก็ต้องดึงน้ำออกจากปฏิกิริยาเช่นกัน และเมื่อมีการย่อยพอลิแซ็กคาไรด์เป็นโอลิโกแซ็กคาไรด์หรือมอโนแซ็กคาไรด์ ก็จะใช้ น้ำเช่นเดียวกัน และในปฏิกิริยาการรวมกันของกรดอะมิโนเป็นพอลิเพปไทด์ (โปรตีน) ก็จะต้องดึงน้ำออกจากปฏิกิริยา และเมื่อจะย่อยพอลิเพปไทด์เป็นเพปไทด์สายสั้นๆ หรือกรดอะมิโนก็ต้องใช้น้ำเข้าร่วมปฏิกิริยา ในทำนองเดียวกันปฏิกิริยาการรวมกันของกลีเซอรอลกับกรดไขมันเป็นโมเลกุลของไขมันก็ต้องมีการดึงน้ำออก และเมื่อจะย่อยโมเลกุลของไขมันเป็นกลีเซอรอลกับกรดไขมันก็ต้องใช้น้ำเข้าร่วมปฏิกิริยาด้วย

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการกลืน และควรเน้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของอวัยวะที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลิ้น ลิ้นไก่ คอหอย หลอดอาหาร กล่องเสียง และฝาปิดกล่องเสียง โดยศึกษาจากภาพที่ 4-12 และให้นักเรียนใช้มือแตะที่กล่องเสียงเพื่อสังเกตการเคลื่อนขึ้นลงของกล่องเสียงขณะกลืนน้ำลาย ขณะเดียวกันให้นักเรียนสังเกตการหายใจในขณะที่กลืนน้ำลายแล้วอภิปรายร่วมกัน เพื่อตอบคำถามดังนี้



การพูดคุยหรือการหัวเราะในขณะที่เคี้ยวอาหารและกลืนอาหารจะมีผลอย่างไร เพราะเหตุใด



อาหารอาจพลัดตกลงไปในกล่องเสียงและหลอดลม หรือขึ้นไปโพรงจมูกได้ เพราะขณะที่หัวเราะ หรือพูดคุยนั้นฝาปิดกล่องเสียงจะปิดกล่องเสียงไม่สนิท และเป็นจังหวะที่ลิ้นไก่และเพดานอ่อนปิดช่องทางติดต่อกับโพรงจมูกไม่สนิทเช่นเดียวกัน



นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเหตุใดเวลารับประทานข้าวแล้วเกิดสำลักจึงมีข้าวออกทางจมูกได้



เพราะลิ้นไก่และเพดานอ่อนไม่ปิดกั้นทางติดต่อยกเว้นคอหอยกับโพรงจมูก ทำให้อาหารจากช่องปากขึ้นไปในโพรงจมูก

ครูอาจใช้คำถามเพิ่มเติมดังนี้



นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่า ในขณะที่กลืนอาหารจะมีการหายใจเกิดขึ้นพร้อมกันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด



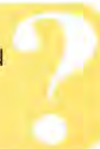
ขณะกลืนอาหารจะไม่มีอาการหายใจ เพราะลิ้นไก่และเพดานอ่อนจะปิดทางเดินอากาศจากโพรงจมูกที่จะลงหลอดลมและฝาปิดกล่องเสียงจะปิดกล่องเสียงทำให้อากาศไม่สามารถออกมาจากกล่องเสียงได้




ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการลำเลียงอาหารผ่านหลอดอาหาร โดยการบีบตัวและคลายตัวของผนังหลอดอาหารเป็นช่วงๆ ต่อเนื่องกันไป ซึ่งเรียกว่า เพอริสตัลซิส ดังภาพที่ 4-12 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของการเกิดเพอริสตัลซิสว่าทำให้อาหารที่กินเข้าไปเคลื่อนที่ไปถึงกระเพาะอาหารได้ไม่ว่าจะกินในท่าอย่างไร และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



นักบินอวกาศที่อยู่ในสภาพไร้น้ำหนักศีรษะหันลงสู่พื้น สามารถใช้หลอดดูดน้ำเข้าตามทางเดินอาหาร โดยไม่ไหลย้อนกลับได้อย่างไร




 น้ำหรืออาหารที่เข้าสู่หลอดอาหารจะเคลื่อนไปตามหลอดอาหารโดยไม่ไหลย้อนกลับ เนื่องจากการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่อยู่รอบๆ หลอดอาหาร ซึ่งจะเกิดติดต่อกันไปจนสุดระยะของหลอดอาหาร



การรับประทานอาหารที่แห้ง แข็ง และชิ้นใหญ่เกินไป หรืออาหารที่เคี้ยวไม่ละเอียด ขณะกลืนจะรู้สึกแน่นที่บริเวณหน้าอกเป็นเพราะเหตุใด



 เพราะอาหารจะเคลื่อนตัวไปตามหลอดอาหารได้ลำบาก หลอดอาหารบีบตัวยาก และเกิดการเกร็งของกล้ามเนื้อหลอดอาหารทำให้รู้สึกจุกแน่นบริเวณหน้าอก

การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร

ครูนำเข้าสู่เรื่องการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร โดยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับกระเพาะอาหาร ซึ่งอาจจะใช้ตัวอย่างของจริง เช่น กระเพาะอาหารหมู รูปภาพ หุ่นจำลอง หรือซักถามจากประสบการณ์ของนักเรียน แล้วตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การย่อยในกระเพาะอาหารดังนี้

- **นักเรียนคิดว่าโครงสร้างของกระเพาะอาหารมีความเหมาะสมกับการย่อยอาหารอย่างไร**

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่ง ขนาด และโครงสร้างของกระเพาะอาหารว่ามีความเหมาะสมกับหน้าที่ในการย่อยอาหารอย่างไร และให้นักเรียนเชื่อมโยงเรื่องปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนเคยเรียนในบทที่ 2 กับเอนไซม์และการทำงานของเอนไซม์ในกระเพาะอาหาร รวมถึงเอนไซม์อะไมเลสที่ปนมากับอาหารที่มาจากปากด้วย โดยครูจัดหาสื่ออย่างหลากหลายให้นักเรียนได้ศึกษา เช่น ตัวอย่างของจริง (อาจใช้กระเพาะอาหารหมูที่นักเรียนเคยกิน) หุ่นจำลอง รูปภาพ CD-ROM แผ่นภาพโปร่งใส และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมดังนี้





เพราะเหตุใด ในกระเพาะอาหารจึงมีการย่อยเฉพาะสารอาหารประเภทโปรตีน ทั้งที่มีเอนไซม์อะไมเลสที่ปนมากับอาหารที่มาจากปาก



เอนไซม์เพปซินมีความจำเพาะเจาะจงกับสารอาหารประเภทโปรตีน และจะทำงานได้ดีในสภาพที่เป็นกรด (pH ประมาณ 2) ส่วนเอนไซม์อะไมเลสมีความจำเพาะเจาะจงกับสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและทำงานได้ดีในสภาพที่เป็นกลาง



ผนังด้านในของกระเพาะอาหารมีลักษณะอย่างไร ลักษณะเช่นนี้มีผลต่อการย่อยอาหารอย่างไรบ้าง



ผนังด้านในของกระเพาะอาหารมีลักษณะเป็นคลื่น ลักษณะเช่นนี้ช่วยให้พื้นที่ผิวของกระเพาะอาหารสัมผัสกับอาหารได้มากขึ้น ทำให้สามารถปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยทำให้เกิดการคลุกเคล้าระหว่างอาหารกับเอนไซม์ได้ดีขึ้นเมื่อกระเพาะอาหารบีบตัว



นักเรียนคิดว่ากล้ามเนื้อหูรูดที่กระเพาะอาหารมีความสำคัญอย่างไร



ทำให้อาหารคงอยู่ในกระเพาะอาหาร และมีเวลาให้เอนไซม์ในกระเพาะอาหารทำการย่อยอาหาร



นักเรียนคิดว่าการรับประทานอาหารไม่เป็นเวลา มีส่วนเกี่ยวข้องกับกาเกิดแผลในกระเพาะอาหารหรือไม่ อย่างไร



มีส่วนเกี่ยวข้อง เพราะเมื่อถึงเวลาอาหาร เอนไซม์ก็จะถูกส่งไปที่กระเพาะอาหารและเปลี่ยนเป็นเอนไซม์ที่พร้อมที่จะทำงานได้ ถ้าปล่อยให้กระเพาะอาหารว่างเอนไซม์จะย่อยเซลล์บุผนังกระเพาะอาหาร เมื่อเกิดซ้ำบ่อยๆ จะทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารได้ นอกจากนี้อาจเกิดจากกรดไฮโดรคลอริกในกระเพาะอาหารก็ได้



การที่กระเพาะอาหารสร้างเอนไซม์ในรูปเพปซิโนเจนซึ่งไม่พร้อมที่จะทำปฏิกิริยา นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์อย่างไร



ทำให้เอนไซม์ไม่ย่อยผนังกล้ามเนื้อกระเพาะอาหารในขณะที่ท้องว่าง

เมื่อจบหัวข้อนี้ นักเรียนควรสรุปการย่อยอาหารในกระเพาะอาหารได้ดังนี้ การหดตัวของกล้ามเนื้อกระเพาะอาหารโดยวิธีเพอริสตัลซิส จะทำให้อาหารบางส่วนถูกบีบให้มีขนาดเล็กกลง มีการเคลื่อนที่และคลุกเคล้ากับกรดไฮโดรคลอริกและเอนไซม์ อาหารพวกโปรตีนเท่านั้นที่จะถูกย่อยโดยเอนไซม์เพปซินที่ผลิตจากกระเพาะอาหาร ทำให้ได้พอลิเปปไทด์ที่มีสายสั้นลง ในช่วงนี้อาหารอยู่ในลักษณะซันเหลว (chyme)



การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

ครูนำเข้าสู่เรื่องการย่อยอาหารในลำไส้เล็กโดยการทบทวนการย่อยอาหารในปากและในกระเพาะอาหาร โดยใช้คำถามดังนี้



สารอาหารใดที่ถูกย่อยแล้ว และสารอาหารใดที่ยังไม่ถูกย่อย
คาร์โบไฮเดรตบางส่วนและโปรตีนบางส่วนจะถูกย่อยแล้ว ส่วนที่ยังไม่ถูกย่อยคือ ลิพิด

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการย่อยอาหารในลำไส้เล็ก และชี้ให้เห็นว่าอาหารทั้งหมดจะถูกย่อยในลำไส้เล็กจนกระทั่งเป็นโมเลกุลที่เล็กที่สุด โดยเอนไซม์ที่ผลิตจากตับอ่อนและลำไส้เล็กเอง นอกจากนี้ยังมีสารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร ได้แก่ น้ำดีจากตับ โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตจากตับอ่อน เป็นต้น

กิจกรรมที่ 4.4 ทดสอบสมบัติของน้ำดี

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถตรวจสอบสมบัติของน้ำดีในกระบวนการย่อยไขมัน

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 4.4 เพื่อศึกษาสมบัติของน้ำดีที่ช่วยทำให้ไขมันแตกตัวเป็นหยดไขมันเล็กๆ และแทรกรวมกับน้ำอยู่ในรูปอิมัลชัน โดยใช้สารละลายสีชูดานผสมกับน้ำมันพืชและน้ำเพื่อให้เห็นได้ชัดเจน ส่วนน้ำดีนั้นครูอาจจะหาซื้อได้จากร้านขายเนื้อสัตว์

ครูให้นักเรียนอภิปรายหลังการทดลอง เพื่อสรุปบทบาทของน้ำดีกับการย่อยสารอาหารประเภทลิพิด และให้นักเรียนวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นกับร่างกาย ถ้าตับมีอาการผิดปกติไม่สามารถสร้างน้ำดีได้ อาหารที่เหมาะสมกับคนที่เป็นโรคเกี่ยวกับตับควรเป็นอาหารประเภทใด

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 4.4 ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างหลอดทดลองทั้งสอง เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร



แตกต่างกัน หลอดทดลองที่ 2 ที่ไม่เติมน้ำดีหยดไขมันที่รวมตัวกับสีชูดานมีอนุภาคใหญ่กว่าหยดไขมันในหลอดทดลองที่ 1 ที่เติมน้ำดี



น้ำดีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันพืชอย่างไร



น้ำดีทำให้โมเลกุลของน้ำมันพืชขนาดใหญ่แตกออกเป็นหยดไขมันขนาดเล็กและอยู่ในรูปของอิมัลชัน



ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด การดูดซึมสารอาหาร และโครงสร้างของวิลลัส โดยครูอาจจะใช้สื่อต่างๆ ประกอบการอธิบายช่วยให้นักเรียนมีความรู้สมบูรณ์ขึ้น เช่น แผ่นภาพโปรงใส แผ่นภาพ วีดิทัศน์ หรือ CD-ROM เกี่ยวกับระบบย่อยอาหารของคน

ประเด็นสำคัญของหัวข้อนี้ คือ ต้องการให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของผนังลำไส้เล็กกับหน้าที่ การที่ลำไส้เล็กมีไมโครวิลลัสมากมายเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมสารอาหาร และการหลั่งเอนไซม์ ส่วนลำไส้ใหญ่ไม่มีต่อมสร้างเอนไซม์ แต่มีจุลินทรีย์ช่วยย่อยอาหารและสังเคราะห์วิตามินบางชนิด ผนังลำไส้ใหญ่จะดูดซึมสารอาหารบางชนิด ได้แก่ น้ำ แร่ธาตุ วิตามิน และกลูโคส นอกจากนี้ลำไส้ใหญ่ส่วนท้ายหรือไส้ตรงยังทำหน้าที่เก็บกากอาหาร (อุจจาระ) เพื่อเตรียมขับออกทางทวารหนัก

หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนช่วยกันสรุปถึงคำถามที่ตั้งไว้ตั้งแต่เริ่มเข้าสู่บทเรียน

ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมระบายสีและบ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารส่วนต่างๆ ของคน โดยใช้แผนภาพแสดงทางเดินอาหาร ดังภาพในหน้า 108 ในหนังสือเรียน จำนวน 4 แผ่นภาพ

แผ่นที่ 1 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต พร้อมทั้งระบายสีอวัยวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และตั้งชื่อแผนภาพนี้ว่า อวัยวะที่ช่วยย่อยคาร์โบไฮเดรต


แผ่นที่ 2 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารประเภทโปรตีน พร้อมทั้งระบายสีอวัยวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และตั้งชื่อแผนภาพนี้ว่า อวัยวะที่ช่วยย่อยโปรตีน

แผ่นที่ 3 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารประเภทลิพิด พร้อมทั้งระบายสีอวัยวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และตั้งชื่อแผนภาพนี้ว่า อวัยวะที่ช่วยย่อยลิพิด

แผ่นที่ 4 บ่งชี้ส่วนประกอบของทางเดินอาหารที่มีการดูดซึมสารอาหาร พร้อมทั้งระบายสีและตั้งชื่อแผนภาพว่า อวัยวะที่มีการดูดซึมสารอาหาร

ต่อจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตามประเด็นปัญหา ดังนี้

? ในกรณีคนไข้ที่ถูกตัดกระเพาะอาหารเนื่องจากเป็นมะเร็งที่กระเพาะอาหาร นักเรียนคิดว่าคนไข้คนนี้จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด **?**

 คนไข้รายนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เพราะอาหารส่วนใหญ่จะย่อยที่ลำไส้เล็ก และสารอาหารเกือบทั้งหมดจะถูกดูดซึมที่ผนังลำไส้เล็ก ดังนั้นคนที่มีลำไส้เล็กทำงานอย่างปกติ ถึงแม้จะไม่มีกระเพาะอาหารก็สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่ต้องรับประทานอาหารที่ย่อยง่าย ๆ และรับประทานควบละน้อยๆ



? คนที่ถูกผ่าตัดเอาลำไส้เล็กออกไปบางส่วนจะมีผลอย่างไร ?

 ทำให้พื้นที่ในการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารลดลง


? *Escherichia coli* ที่อยู่ในลำไส้ของคนมีความสัมพันธ์กับคนในรูปแบบใด ?

 การได้รับประโยชน์ร่วมกัน


? ถ้ากากอาหารอยู่ในลำไส้ใหญ่นานๆ จะเกิดผลอย่างไร ?

 กากอาหารจะแข็ง เนื่องจากมีการดูดน้ำและแร่ธาตุเข้าสู่หลอดเลือดฝอยบริเวณลำไส้ใหญ่ ทำให้ถ่ายไม่สะดวก


? การรับประทานอาหารพวกเส้นใยมีประโยชน์ต่อร่างกายหรือไม่ อย่างไร ?

 อาหารพวกเส้นใยส่วนใหญ่เป็นพวกเซลลูโลส ซึ่งคนไม่มีเอนไซม์ย่อยจึงทำให้มีกากอาหารเพิ่มขึ้นทำให้ขับถ่ายได้ง่ายขึ้น

? อาหารเคลื่อนมาตามหลอดอาหารจนถึงทวารหนักได้อย่างไร ?

 อาหารเคลื่อนที่มาตามทางเดินอาหารส่วนต่างๆ ได้ โดยอาศัยเพอริสตัลซิสของกล้ามเนื้อรอบๆ ทางเดินอาหาร จนผ่านมาถึงทวารหนัก

? นักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการป้องกันไม่ให้เกิดอาการท้องผูก และโรคริดสีดวงทวาร ?

 ขับถ่ายกากอาหารเป็นเวลาและไม่กลั่นอุจจาระไว้นานๆ กินอาหารที่มีเซลลูโลสมากๆ ซึ่งได้แก่ ผักและผลไม้

? ถ้าผนังลำไส้ใหญ่ถูกรบกวนด้วยสารบางอย่างหรือจุลินทรีย์บางชนิด เช่น เชื้ออหิวาตกโรค จะทำให้ผนังลำไส้ใหญ่ดูดน้ำและแร่ธาตุกลับได้น้อยกว่าปกติ นักเรียนคิดว่า จะเกิดผลอย่างไรต่อร่างกาย ?

 ร่างกายจะสูญเสียน้ำและแร่ธาตุปริมาณมาก ทำให้สมดุสน้ำและแร่ธาตุในร่างกายเสียไป อาจทำให้ช็อคได้



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

4.2 การสลายสารอาหารระดับเซลล์



จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
2. สืบค้นข้อมูล อธิบาย อภิปรายและสรุปกระบวนการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน
3. อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสลายสารอาหารในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ กระบวนการหมักกรดแลคติก และกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
4. นำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหมักของยีสต์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ในเรื่องการสลายสารอาหารนี้ มีจุดมุ่งหมายให้เห็นขั้นตอนหลักๆ ของการสลายพันธะของคาร์บอนในโมเลกุลของสารอาหาร เพื่อปลดปล่อยพลังงานให้แก่สารเก็บพลังงานหมุนเวียนของเซลล์คือ ATP เพื่อสะดวกต่อการนำเอาพลังงานมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ ฉะนั้นครูผู้สอนไม่ควรให้รายละเอียดมากกว่าในหนังสือเรียน เพียงแต่ให้นักเรียนรู้ว่าแต่ละขั้นตอนของการสลายสารอาหารเกิดได้อย่างไร และเพื่ออะไรเท่านั้น

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยเชื่อมโยงความรู้ในหัวข้อที่ 4.1 เรื่องอาหารที่ย่อยแล้วจะถูกลำเลียงเข้าสู่เซลล์ เซลล์จะนำพลังงานจากสารอาหารมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ ปัญหาคือ เซลล์มีวิธีการอย่างไรจึงจะสามารถนำพลังงานที่มีอยู่ในสารอาหารมาใช้ได้

หลังจากนั้นครูนำภาพการเผาไหม้น้ำตาลดั่งในภาพ มาให้นักเรียนศึกษา



ต่อจากนั้นตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่เรื่องการสลายสารอาหาร ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้

- การเผาไหม้ น้ำตาลต้องการออกซิเจนหรือไม่
- ผลที่ได้จากการเผาไหม้ น้ำตาลมีอะไรบ้าง

ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ว่า การเผาไหม้ น้ำตาลต้องการออกซิเจน ถ้านำกระจกไปอังขณะที่เผาไหม้ จะเห็นว่ามีละอองน้ำ แสดงว่าการเผาไหม้ น้ำตาลจะได้ น้ำ และพลังงาน พลังงานนี้จะอยู่ในรูปของพลังงานความร้อน นอกจากนี้ยังได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อีกด้วย และมีคราบสีดำซึ่งเป็นคาร์บอน

การสลายสารอาหารในเซลล์ก็จะเป็นเช่นเดียวกับการเผาไหม้ น้ำตาล คือ ต้องการออกซิเจนและให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงาน

ครูควรตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การอภิปรายว่า



การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาขั้นตอนเดียวดังในภาพ ถ้าปฏิกิริยาเช่นนี้เกิดขึ้นในเซลล์จะมีผลต่อเซลล์อย่างไร



จากการอภิปราย ควรสรุปได้ว่าการเผาไหม้ น้ำตาลต้องใช้พลังงานกระตุ้น ซึ่งพลังงานกระตุ้นในการเผาไหม้ น้ำตาลมีปริมาณเพียงพอที่จะทำอันตรายต่อเซลล์ได้ และพลังงานที่เกิดจากการเผาไหม้ ก็จะทำอันตรายต่อเซลล์ได้เช่นกัน

ครูควรชี้แจงเพิ่มเติมว่า เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว เซลล์จึงมีกลไกที่จะหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานกระตุ้นที่สูงกว่าความต้านทานของเซลล์ และมีกลไกที่จะควบคุมการปลดปล่อยพลังงานออกมาไม่ให้เป็นอันตรายต่อเซลล์

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาของเซลล์ โดยเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และนักเรียนควรสรุปได้ว่า ปฏิกิริยาการสลายกลูโคสในร่างกายต้องใช้เอนไซม์ เพื่อลดพลังงานกระตุ้นที่จะเป็นอันตรายต่อเซลล์และช่วยให้ปฏิกิริยาเกิดง่ายขึ้น ส่วนการควบคุมการปลดปล่อยพลังงานไม่ให้ปลดปล่อยพลังงานออกมาในคราวเดียว เซลล์มีกระบวนการสลายกลูโคสหลายขั้นตอนด้วยกัน เพื่อให้แต่ละขั้นตอนปลดปล่อยพลังงานออกมาทีละน้อย พลังงานที่ได้จึงค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาทีละขั้นจึงไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเซลล์

ครูควรชี้แจงเพิ่มเติมดังนี้

1. พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากการสลายสารอาหาร เป็นพลังงานพันธะของคาร์บอน
2. พลังงานพันธะของคาร์บอนที่ปลดปล่อยออกมา เซลล์จะนำไปใช้ได้จะต้องเป็น พลังงานเคมี ซึ่งอยู่ในรูปสารประกอบที่เซลล์พร้อมที่จะนำไปใช้ได้ เช่น ATP

3. เซลล์ที่ใช้พลังงานจะต้องสร้าง ATP ใช้เอง เพราะ ATP จะลำเลียงข้ามเซลล์ หรือข้ามสิ่งมีชีวิตไม่ได้ เนื่องจาก ATP เป็นสารที่มีพลังงานสูงพร้อมที่จะทำปฏิกิริยาเคมีกับสารเคมีต่างๆ อยู่เสมอ



ครูให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างของสารประกอบ ATP จากแผนภาพโปร่งใส และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า ATP ประกอบด้วยสารประกอบอะไรบ้าง และเพราะเหตุใดจึงเป็นสารที่มีพลังงานสูง โดยครูอาจจะอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการฟอสโฟริเลชัน ต่อจากนั้นครูบอกนักเรียนว่าการสลายโมเลกุลของสารอาหารนั้นมีทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน และใช้คำถามนำเข้าสู่การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนดังนี้

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจน แตกต่างกันอย่างไรร และ ATP เกี่ยวข้องกับการสลายสารอาหารอย่างไร

4.2.1 การสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยสนทนาเรื่องการหายใจ ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วว่าต้องใช้ ออกซิเจนนั้นนักเรียนเข้าใจว่าอย่างไร ออกซิเจนมีบทบาทอย่างไรในการสลายสารอาหาร ซึ่งครูยังไม่เฉลยว่าสิ่งที่นักเรียนเข้าใจนั้นถูกต้องหรือไม่ เมื่อนักเรียนเรียนหัวข้อนี้จบแล้ว จึงย้อนกลับมาตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้ง

ครูชี้แจงนักเรียนว่าในหนังสือเรียนนี้ต้องการให้นักเรียนทราบถึงขั้นตอนในกระบวนการสลายโมเลกุลของสารอาหารของเซลล์ โดยใช้กลูโคสซึ่งเป็นน้ำตาลมอโนแซ็กคาไรด์และเป็นสารเชื้อเพลิงหลักของร่างกายเป็นตัวอย่าง

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการสลายสารอาหารจากแผนภาพแสดงขั้นตอนใหญ่ๆ ของการสลายสารอาหารระดับเซลล์ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่ามีขั้นตอนใดบ้าง แต่ละขั้นตอนเกิดขึ้นที่ใด ประเด็นที่ครูควรจะเน้นในกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนแต่ละขั้นตอนควรเป็นดังนี้

ไกลโคลิซิส (glycolysis)

- glyco หมายถึง สารพวกคาร์โบไฮเดรต

lysis หมายถึง การสลาย

ดังนั้นไกลโคลิซิส คือ การสลายกลูโคสที่มีคาร์บอน 6 อะตอม เป็นกรดไพรูวิกที่มีคาร์บอน 3 อะตอม

- กลูโคสเป็นสารที่เสถียร ถ้าจะทำให้กลูโคสสลายจะต้องนำพลังงานจาก ATP ไปทำให้กลูโคสมีพลังงานสูงขึ้น โดยการเติมหมู่ฟอสเฟตให้แก่กลูโคส โดยกระบวนการฟอสโฟริเลชัน กลูโคสเมื่อถูกเติมด้วยหมู่ฟอสเฟตจะมีพลังงานสูงพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลง

- การสลายกลูโคสเป็นกรดไพรูวิก 2 โมเลกุล แต่ละโมเลกุลมีคาร์บอน 3 อะตอมซึ่งจะมีการปลดปล่อยอิเล็กตรอนให้แก่ NAD^+ เป็น NADH และมีการสร้าง ATP โดยใช้พลังงานที่ปลดปล่อยออกมา

- บริเวณที่เกิดไกลโคลิซิส คือ ที่บริเวณไซโทซอล

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



วัฏจักรเครบส์

แอสิติลโคเอนไซม์ เอ ซึ่งมีคาร์บอนเหลืออยู่ 2 อะตอม จะเข้าสู่กระบวนการสลายคาร์บอนต่อไป โดยมีสารที่มีคาร์บอน 4 อะตอมมารับ

หลังจากนั้นจะมีการสลายคาร์บอนทีละอะตอมเกิดเป็น CO_2

จากการสลายคาร์บอนของแอสิติลโคเอนไซม์ เอ 2 อะตอม ก็จะได้พลังงานซึ่งจะเก็บอยู่ในรูปของ ATP NADH และ FADH_2

กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน


เป็นกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจาก NADH และ FADH_2 ไปยังออกซิเจน โดยผ่านตัวรับอิเล็กตรอนชนิดต่างๆ การส่งผ่านอิเล็กตรอนเป็นลำดับขั้นในกระบวนการนี้ ในแต่ละลำดับพลังงานของอิเล็กตรอนจะลดลงเรื่อยๆ ส่วนของพลังงานที่ลดลงนี้จะถูกนำไปใช้ในการลำเลียง H^+ ที่อยู่ในเมทริกซ์ ของไมโทคอนเดรียไปยังช่องว่างที่อยู่ระหว่างเยื่อหุ้มชั้นนอกและชั้นในของไมโทคอนเดรียก่อให้เกิด ความต่างศักย์ (membrane potential) ซึ่งพลังงานนี้จะถูกนำไปใช้ในการสร้าง ATP โดยการทำงานของ ATP synthase

ส่วนคำถามในบทเรียนมีแนวคำตอบดังนี้



กระบวนการต่างๆ ของการสลายสารอาหารเกิดขึ้นที่ส่วนใดของเซลล์บ้าง




 ไกลโคลิซิสเกิดขึ้นที่ไซโทซอล วัฏจักรเครบส์เกิดขึ้นที่เมทริกซ์ของไมโทคอนเดรีย และการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเกิดขึ้นที่เยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย



ผลที่เกิดขึ้นจากการสลายกลูโคส 1 โมเลกุล จากกระบวนการไกลโคลิซิสจะได้สารใด มีการปลดปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาต่างๆ หรือไม่ ถ้ามีเก็บไว้ในสารใด




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



ผลที่เกิดขึ้นจากการสลายกรดไพรูวิก 1 โมเลกุลจะได้สารใด มีการปลดปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาหรือไม่ ถ้ามีเก็บไว้ในสารใด



 การสลายกรดไพรูวิก 1 โมเลกุลจะได้แอสิติลโคเอนไซม์ เอ 1 โมเลกุล แก๊ส CO_2 1 โมเลกุล และมีการปลดปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาไว้ในสารประกอบ NADH 1 โมเลกุล





แอสทิลโคเอนไซม์ เอ 1 โมเลกุล เมื่อเข้าสู่วัฏจักรเครบส์แล้วจะมีการปลดปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาต่างๆ หรือไม่ ถ้ามีเก็บไว้ในสารใด



มีการปลดปล่อยพลังงานเก็บไว้ใน ATP, NADH และ $FADH_2$



การสลายกลูโคส 1 โมเลกุล เมื่อเข้าสู่วัฏจักรเครบส์แล้วจะได้ผลผลิตอย่างไร



จะได้ผลผลิตดังนี้

| วัตถุดิบที่ใช้ | ผลผลิตที่ได้ |
|----------------------|--------------------|
| 2 แอสทิลโคเอนไซม์ เอ | 4 CO_2 และ 2 CoA |
| 6 NAD^+ | 6 NADH |
| 2 FAD | 2 $FADH_2$ |
| 2 ADP | 2 ATP |



จากการสลายกลูโคสโดยผ่านกระบวนการไกลโคลิซิสและวัฏจักรเครบส์ ตามลำดับ ได้ NADH 10 โมเลกุล และ $FADH_2$ 2 โมเลกุล เมื่อเกิดกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะได้ ATP เท่าใด



34 ATP



แก๊สออกซิเจนมีบทบาทอย่างไรในกระบวนการสลายสารอาหาร



แก๊สออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายแล้วไปรวมกับ H^+ ทำให้เกิดน้ำ



นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าเพราะเหตุใด กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจึงเกิดที่เยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย




เพราะที่ผนังชั้นในของไมโทคอนเดรียเป็นที่อยู่ของสารประกอบที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ซึ่งมีทั้งสารประกอบที่เป็นตัวนำอิเล็กตรอนและตัวรับอิเล็กตรอนชนิดต่างๆ อยู่หลายชนิด เช่น NAD^+ FAD และสารประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง



? ปริมาณยูเรียที่ถูกขับออกมาในปัสสาวะขึ้นอยู่กับการรับประทานสารอาหารประเภทใด ?

 โปรตีน

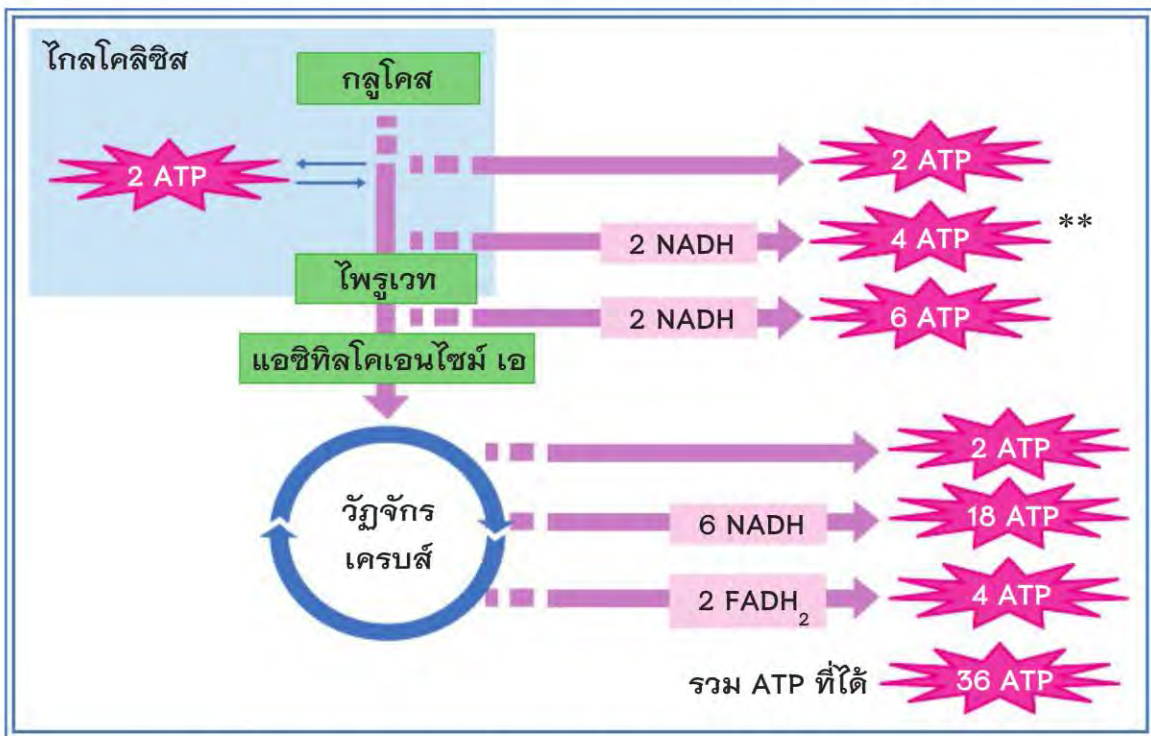
? ถ้าร่างกายนำโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของร่างกายมาสลายเพื่อให้พลังงานแทนสารอาหารประเภทอื่นจะเกิดผลอย่างไรต่อร่างกาย ?

 ร่างกายจะขาดแคลนโปรตีน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการสร้างเอนไซม์ แอนติบอดีและโครงสร้างของร่างกายและอาจทำให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย

ในการสลายกลูโคส 1 โมเลกุล พลังงานที่ได้รับในขั้นตอนของกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนนั้น เนื้อเยื่อต่างชนิดกันอาจให้พลังงานต่างกัน ดังนี้

NADH ที่เกิดจากไกลโคไลซิส ซึ่งอยู่ในไซโทซอลจะเข้าสู่ไมโทคอนเดรียจะผ่านเยื่อหุ้มไมโทคอนเดรียไม่ได้จะต้องส่งอิเล็กตรอนผ่านตัวรับ ถ้าตัวรับอิเล็กตรอนเป็น NAD^+ ด้วยกันก็จะได้ 3 ATP แต่ถ้าตัวรับอิเล็กตรอนเป็น FAD ก็จะได้ 2 ATP ดังนั้นการสลายโมเลกุลของกลูโคส 1 โมเลกุล ในเซลล์ของเนื้อเยื่อบางชนิดมี FAD มารับอิเล็กตรอนก็จะได้ 36 ATP และเซลล์ของเนื้อเยื่อบางชนิดมี NAD^+ มารับก็จะได้ 38 ATP

เมื่อนักเรียนเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว อาจใช้แผนภาพข้างล่างนี้เป็นการสรุปอีกครั้งหนึ่ง



** จะได้ 4 ATP หรือ 6 ATP ขึ้นอยู่กับเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น



4.2.2 การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนบทบาทของออกซิเจนในปฏิกิริยาการสลายอาหาร เพื่อให้ได้พลังงานและให้นักเรียนลองคิดว่า ถ้าเกิดภาวะที่ไม่มีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนไม่เพียงพอ สิ่งมีชีวิตยังมีการสลายสารอาหารหรือไม่ ถ้ามีการสลายสารอาหารจะมีวิธีการอย่างไร

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 4.5 เพื่อศึกษาการหมักของยีสต์ และควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนการทดลองถึงคุณสมบัติของสารละลายบรอมไทมอลบลู และเหตุผลที่ใส่น้ำมันพืชลงไปในการสลาย

กิจกรรมที่ 4.5 การหมักของยีสต์

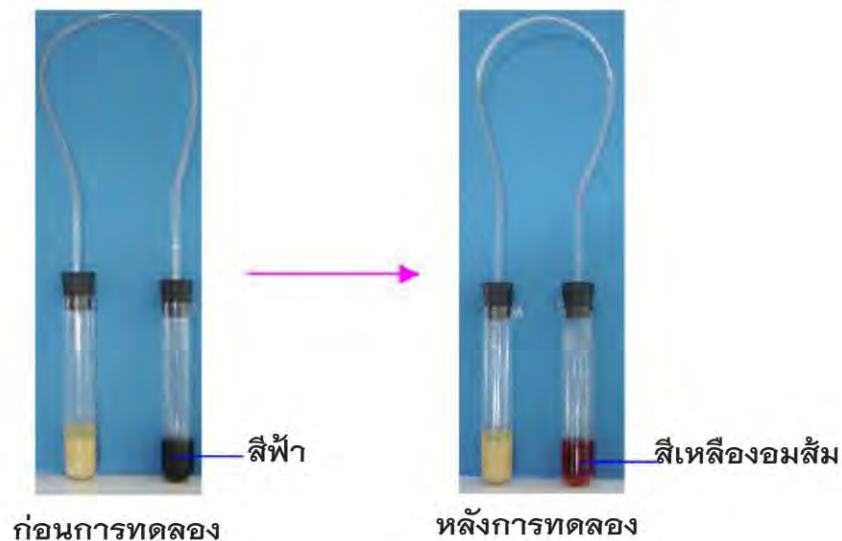
จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สังเกตและตรวจสอบผลที่ได้จากการหมักของยีสต์
2. นำความรู้ไปใช้ในการศึกษาการหมักของยีสต์ในน้ำผลไม้ชนิดอื่น

ผลการทดลอง

เมื่อตั้งการทดลองไว้ประมาณ 5-10 นาที ผลการทดลองเป็นดังนี้

การทดลองชุดที่ 1 ในหลอดที่มีน้ำสับปะรดและยีสต์ พบว่าสารละลายบรอมไทมอลบลูเปลี่ยนจากสีฟ้าอมน้ำเงินเป็นสีเขียวและสีเหลืองอมส้ม ดังภาพ



สังเกตเห็นฟองอากาศผุดขึ้นในหลอดทดลองที่มีสารละลายบรอมไทมอลบลูเป็นระยะๆ การทดลองในชุดที่ 2 และ 3 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมดังนี้



ทำไมจึงต้องมีการทดลองชุดที่ 2 ที่มียีสต์กับน้ำกลั่น และการทดลองชุดที่ 3 ที่มีน้ำสับปะรดกับน้ำกลั่น



เป็นชุดควบคุม เพื่อยืนยันการทดลองในการทดลองชุดที่ 1 ว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากเซลล์ของยีสต์และน้ำสับปะรดจริง



การทดลองทั้ง 3 ชุด ควรมีการควบคุมอะไรให้เหมือนกัน



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

ส่วนคำถามท้ายกิจกรรมมีแนวคำตอบดังนี้



ฟองแก๊สที่เกิดขึ้นเป็นแก๊สอะไร เพราะเหตุใด



ฟองแก๊สที่เกิดขึ้นควรเป็นแก๊ส CO_2 เพราะสีของสารละลายบรอมไทมอลบลู เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้ม



เมื่อคมของเหลวในหลอดทดลองที่มียีสต์และน้ำสับปะรดจะมีกลิ่นหรือไม่ อย่างไร



มีกลิ่นแอลกอฮอล์



เหตุใดจึงต้องนำหลอดทดลองไปจุ่มในน้ำอุ่น



การนำหลอดทดลองไปจุ่มในน้ำอุ่นจะทำให้อุณหภูมิของหลอดทดลองเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยาจะเกิดมากขึ้น ทำให้มีแก๊ส CO_2 มากขึ้น



เพราะเหตุใดจึงต้องเติมน้ำมันพืชลงบนผิวหน้าของน้ำสับปะรดและยีสต์



เพื่อไม่ให้แก๊สออกซิเจนจากอากาศลงไป



นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร



ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนเมื่อเติมยีสต์ลงไป ในน้ำสับปะรดจะเกิดปฏิกิริยาได้แก๊ส CO_2 และเอทิลแอลกอฮอล์





ถ้าทำการทดลองเช่นเดียวกันนี้ แต่ใช้น้ำผลไม้ชนิดอื่น ผลการทดลองจะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่



น่าจะได้ผลใกล้เคียงกัน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรด-เบสของสารละลายและปริมาณน้ำตาล ซึ่งเป็นสารให้พลังงานของน้ำผลไม้ต่างๆ ด้วย

ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาการทดลองเช่นเดียวกันนี้ในน้ำผลไม้อื่นๆ เทียบกับน้ำสับปะรดว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร แล้วนำผลมาอภิปรายกันในชั้นเรียน

ครูนำเข้าสู่การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนด้วยการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลโดยการศึกษารูปภาพที่ 4-29 และภาพที่ 4-30 แสดงการสลายกลูโคสในภาวะที่ไม่มีออกซิเจนของยีสต์ จะเกิดกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ และกระบวนการหมักกรดแลกติกในเซลล์กล้ามเนื้อลาย และในจุลินทรีย์บางชนิด เช่น แลกติกแอซิดแบคทีเรีย จากการสืบค้นและการทำกิจกรรมที่ 4.5 นักเรียนควรสรุปได้ว่ายีสต์ มีการสลายน้ำตาลที่อยู่ในน้ำสับปะรดได้เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอล์ กระบวนการนี้เกิดขึ้นในไซโทซอล และแบ่งเป็นขั้นตอนไกลโคลิซิส และกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน จึงไม่มีออกซิเจนมารับอิเล็กตรอน NADH ไม่สามารถถ่ายทอดอิเล็กตรอนได้ ถ้าเป็นเช่นนี้ก็จะไม่มี NAD^+ ที่จะนำมารับอิเล็กตรอนจากไกลโคลิซิสจึงต้องมีกระบวนการหมักเพื่อจะมี NAD^+ มารับอิเล็กตรอน ช่วงกระบวนการหมักนี้จะไม่มีการเกิด ATP แต่ ATP จะเกิดในช่วงไกลโคลิซิส 2 โมเลกุล ในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์และกระบวนการหมักกรดแลกติก คาร์บอนในโมเลกุลของสารอาหารยังปลดปล่อยไม่หมด จึงทำให้พลังงานจากพลังงานพันธะของคาร์บอนยังหลงเหลืออยู่ ดังนั้นการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนในกระบวนการหมักจึงให้พลังงานน้อยกว่าการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อเปรียบเทียบกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ กระบวนการหมักกรดแลกติก และกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน โดยใช้ตัวอย่างคำถามในการอภิปรายดังนี้



เพราะเหตุใดเอทิลแอลกอฮอล์จึงมีพลังงานเหลืออยู่อีกมาก



เพราะคาร์บอนในโมเลกุลของเอทิลแอลกอฮอล์ยังปลดปล่อยไม่หมด



กรดแลกติกที่เกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



กรดแลกติกจะถูกลำเลียงออกจากเซลล์กล้ามเนื้อไปยังตับ เพื่อสังเคราะห์เป็นกลูโคส ซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ต่อไปได้





กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ กระบวนการหมักกรดแลคติก และกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน เหมือนหรือต่างกันอย่างไร



ส่วนที่เหมือนกัน คือ สารตั้งต้นและช่วงไกลโคลิซิสตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงเกิดกรดไพรูวิก
ส่วนที่แตกต่างกัน คือ การหมักไม่ใช้ออกซิเจน สารผลิตภัณฑ์จากกระบวนการหมักอาจจะได้เอทิลแอลกอฮอล์ และ CO_2 หรือกรดแลคติกขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิตและได้ 2 ATP ส่วนกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนจะได้ CO_2 น้ำ และได้ 36 หรือ 38 ATP



นักเรียนคิดว่าจะสามารถนำความรู้เรื่องกระบวนการหมักไปใช้ทำประโยชน์อะไรบ้าง
ใช้ในการทำอาหารหลายชนิด เช่น เต้าเจี้ยว เต้าหู้ยี้ ซีอิ๊ว นมเปรี้ยว โยเกิร์ต ผัก และผลไม้ดอง เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ น้ำส้มสายชู ขนมปัง เป็นต้น

คำถามในบทเรียนมีแนวคำตอบดังนี้



นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนแปลงของกรดไพรูวิกในเซลล์ หลังจากเกิดกระบวนการไกลโคลิซิส



แก๊สออกซิเจนภายในเซลล์



ไมโทคอนเดรียมีความจำเป็นต่อกระบวนการสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือไม่ เพราะเหตุใด



ไม่มีความจำเป็น เพราะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะเกิดเฉพาะบริเวณไซโทซอล

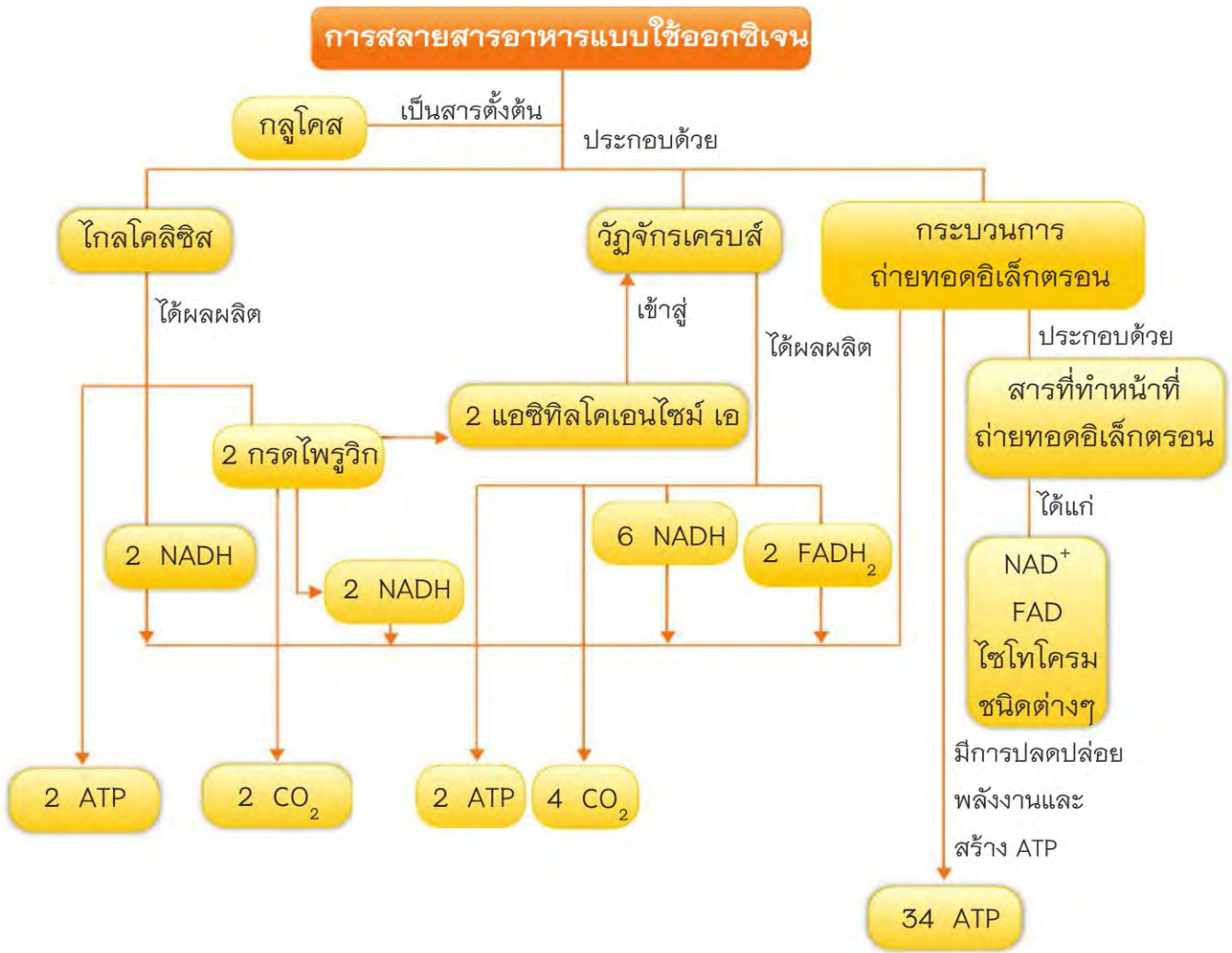
เมื่อจบหัวข้อนี้แล้วครูให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์ เกี่ยวกับกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน

ครูอาจใช้แผนภาพการสังเคราะห์ ATP ของเซลล์และการนำพลังงานจาก ATP ไปใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ของร่างกายเพื่อเสริมความเข้าใจให้กับนักเรียน ดังภาพ





ตัวอย่างผังมโนทัศน์



ตัวอย่างผังมโนทัศน์





แนวการตอบคำถามท้ายบทที่ 4



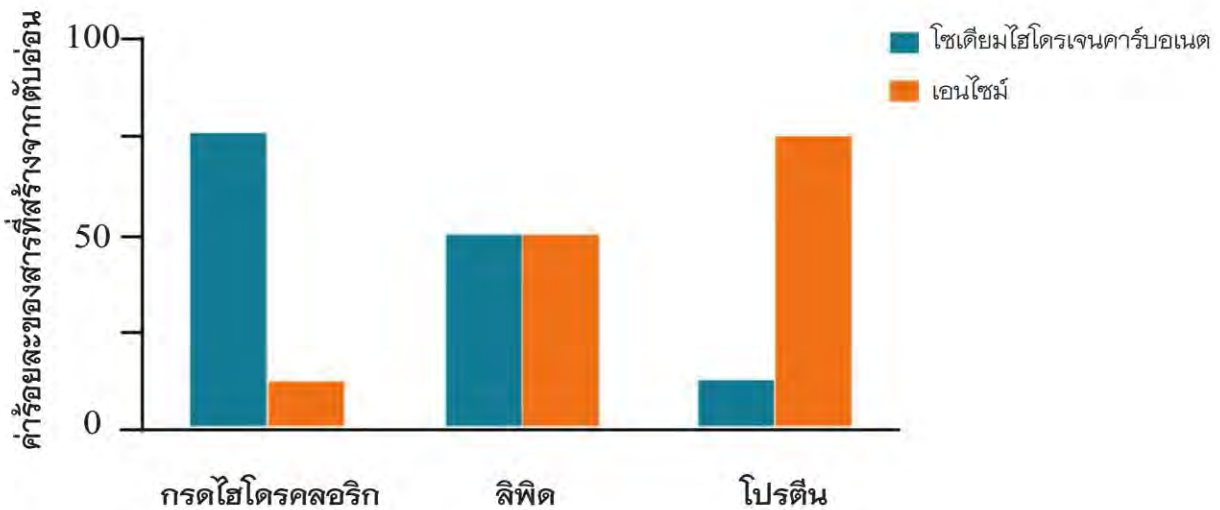
1. การย่อยอาหารของอะมีบาและพารามีเซียมเกิดขึ้นที่ส่วนใดของเซลล์ และสัตว์ชนิดใดมีการย่อยอาหารทั้งในเซลล์และนอกเซลล์



การย่อยอาหารของอะมีบาและพารามีเซียมเกิดขึ้นภายในพุดเวคิวโอล เมื่อมีไลโซโซมมารวม เอนไซม์ในไลโซโซมจะย่อยอาหารในพุดเวคิวโอล สัตว์ที่มีการย่อยอาหารทั้งในเซลล์และนอกเซลล์ ได้แก่ ไส้ตราปะการัง ซีแอนนีโมนี



2. จากการศึกษาพบว่า การหลังโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตและเอนไซม์ในการย่อยอาหารเข้าสู่ดูโอเดนิ่มจะถูกกระตุ้นโดยสารที่เคลื่อนที่จากกระเพาะอาหารเข้าสู่ดูโอเดนิ่ม และยังพบว่าสารต่างชนิดกัน จะกระตุ้นการหลังเอนไซม์และโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตในปริมาณที่แตกต่างกันดังภาพ



นักเรียนจะอธิบายกราฟนี้ได้อย่างไร



สารที่มีฤทธิ์เป็นกรด คือ กรดไฮโดรคลอริกจะกระตุ้นให้ตับอ่อนหลังโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตออกมามากกว่าสารพวกลิพิดและโปรตีน ทั้งนี้เพื่อลดความเป็นกรด ส่วนเอนไซม์ที่ตับอ่อนสร้างนั้นจะมีปริมาณต่างกัน เมื่อถูกกระตุ้นด้วยสารต่างชนิดกัน เช่น โปรตีนจะกระตุ้นให้ตับอ่อนหลังเอนไซม์มากกว่าลิพิด





3. เพราะเหตุใดน้ำจึงมีความสำคัญต่อกระบวนการย่อยอาหาร

น้ำเป็นสิ่งที่ต้องใช้ในกระบวนการย่อยสารอาหารโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็ก เรียกกระบวนการนี้ว่า ไฮโดรลิซิส โดยเอนไซม์ที่ย่อยอาหารจะทำให้พันธะที่ยึดระหว่างโมเลกุลเล็กๆ แยกออก อะตอมของออกซิเจนและไฮโดรเจนในโมเลกุลของน้ำจะไปจับกับพันธะที่แตกออก



4. เพราะเหตุใดค่า pH ในทางเดินอาหารแต่ละส่วนจึงแตกต่างกัน จงอธิบาย

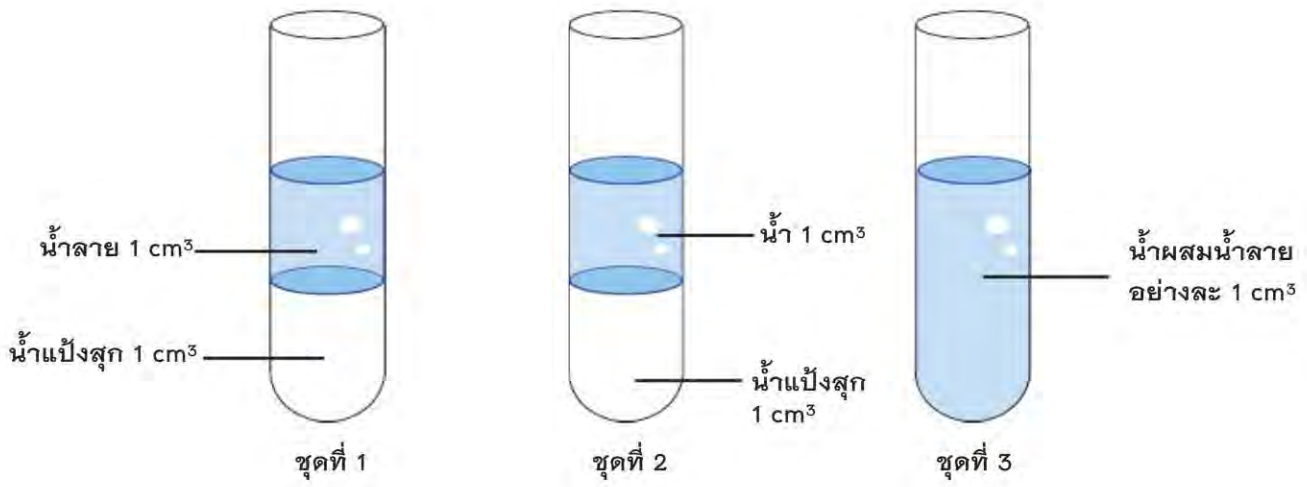
ทางเดินอาหารแต่ละส่วนจะมีการหลั่งสารที่มีค่า pH แตกต่างกัน เช่น ในปาก ต่อมน้ำลายจะหลั่งน้ำลายซึ่งค่า pH ประมาณ 6.2-7.4 ที่กระเพาะอาหารจะมีการหลั่งกรดไฮโดรคลอริกทำให้ค่า pH ในกระเพาะอาหารมีค่าประมาณ 2 เมื่ออาหารเคลื่อนที่ลงสู่ดูโอดินัม ตับอ่อนจะหลั่งสารโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตซึ่งมีฤทธิ์เป็นเบสออกมาผสมกับอาหารเพื่อทำให้อาหารมีฤทธิ์เป็นกลาง ซึ่งสภาพความเป็นกรด-เบสในทางเดินอาหารแต่ละส่วนดังกล่าวจะเหมาะกับการทำงานของเอนไซม์ในทางเดินอาหารส่วนนั้นๆ




5. เพื่อนของนักเรียนบอกว่ากระบวนการย่อยอาหารเริ่มจากกระเพาะอาหาร นักเรียนจะตรวจสอบอย่างไร เพื่อให้เพื่อนของนักเรียนยอมรับว่า กระบวนการย่อยอาหารเริ่มจากปาก




ทำการทดลองการย่อยแป้ง ซึ่งเริ่มที่ปากโดยเอนไซม์อะไมเลสในน้ำลาย เริ่มจากการให้เพื่อนทดลองเคี้ยวข้าวสุก 1 นาที จะรู้สึกที่ข้าวมีรสหวานเพิ่มขึ้น ต่อจากนั้นจัดชุดการทดลองชุดที่ 1 ใช้น้ำแป้งสุก 5% ปริมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับน้ำลาย 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทิ้งไว้ 2 นาที และนำสารละลายนั้นมาทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์ และสารละลายไอโอดีน โดยเปรียบเทียบกับผลการทดลองของชุดที่ 2 น้ำแป้ง + น้ำ ส่วนชุดที่ 3 เป็นน้ำลาย + น้ำ ซึ่งมีวิธีการทดลองเช่นเดียวกับชุดที่ 1 เพื่อพิสูจน์ว่าแป้งถูกย่อยโดยเอนไซม์ในน้ำลายได้เป็นน้ำตาล ดังภาพ



? 6. บางครั้งเมื่อกินอาหารอืดมากๆ อาหารจากกระเพาะอาหารที่ย่อยแล้วบางส่วนจะย้อนกลับมาที่หลอดอาหารทำให้รู้สึกแสบที่บริเวณกลางหน้าอก นักเรียนจะอธิบายสาเหตุของอาการนี้ว่าอย่างไร

 เอนไซม์ในกระเพาะอาหารที่มีความเป็นกรดจะย้อนกลับมาพร้อมอาหารทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี (chemical reaction) ต่อหลอดอาหาร แสดงออกมาในลักษณะการกระตุ้นความเจ็บปวดส่งความรู้สึกไปตามเส้นประสาทที่รับรู้บริเวณนั้นทำให้เกิดอาการในลักษณะแสบร้อนบริเวณหน้าอกที่เรียกว่า แสบอก (heart burned)

? 7. ถ้าเปรียบเทียบแบตเตอรี่กับสารประกอบที่ให้พลังงานแก่เซลล์ สารใดเทียบได้กับแบตเตอรี่ที่ชาร์จประจุแล้ว สารใดเทียบได้กับแบตเตอรี่ที่ไม่มีประจุ

 ATP เปรียบเหมือนกับแบตเตอรี่ที่ชาร์จประจุแล้ว ส่วนสารที่เทียบได้กับแบตเตอรี่ที่ไม่มีประจุคือ ADP หรือ AMP นอกจากนี้ยังมีสารพลังงานสูงอื่นๆ เช่น GTP NADPH $FADH_2$ ส่วนแบตเตอรี่ที่ไม่ได้ชาร์จประจุ สารที่ไม่มีประจุ เช่น NAD^+ FAD

? 8. นักเรียนคนหนึ่งต้องการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่เก็บไว้หลายปีแล้วไปปลูก แต่เขาไม่แน่ใจว่าเมื่อนำไปเพาะแล้วจะงอกหรือไม่ เขาจึงตรวจสอบโดยนำเมล็ดข้าวโพดดังกล่าวจำนวนหนึ่งไปแช่น้ำค้างคืนแล้วนำมาทำการทดลองดังภาพ เมื่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในสารละลายบรอมไทมอลบลูจะเปลี่ยนสีของสารละลายจากสีฟ้าเป็นสีเขียวอมเหลือง เมื่อตั้งการทดลองไว้ระยะหนึ่งพบว่าสารละลายบรอมไทมอลบลูจะเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีเขียวอมเหลือง นักเรียนคนนั้นจึงสรุปว่าสามารถนำเมล็ดข้าวโพดนี้ไปปลูกได้





8.1 ทำไมนักเรียนคนนี้จึงคิดว่าเมล็ดข้าวโพดนี้เมื่อนำไปเพาะแล้วจะงอกได้

จากผลการทดลองแสดงว่าเมล็ดข้าวโพดยังมีชีวิตอยู่เพราะมีการหายใจ ปล่อยแก๊ส CO_2 ออกมา ซึ่งสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของสารละลายบรอมไทมอลบลู



8.2 การทดลองนี้จะมีควมน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น เขาจะต้องจัดการทดลองที่เป็นชุดควบคุมอย่างไร

ควรจะจัดการทดลองที่เป็นชุดควบคุมโดยนำเมล็ดข้าวโพดที่ตายแล้ว โดยการนำไปต้มให้สุก แล้วนำมาทดลองเพื่อยืนยันว่าแก๊ส CO_2 ที่ปล่อยออกมาเกิดจากการหายใจของเมล็ดข้าวโพดที่ยังมีชีวิตจริง



9. มีวิตามินบางชนิดเกี่ยวข้องกับการสลายสารอาหารระดับเซลล์ คือ ไนอะซิน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ NAD^+ ไรโบฟลาวินซึ่งเป็นส่วนประกอบของ FAD จงค้นคว้าว่าการขาดวิตามินดังกล่าวจะมีผลต่อร่างกายอย่างไรบ้าง

NAD^+ และ FAD เป็นสารประกอบที่ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนและโปรตอนที่ปลดปล่อยออกมาจากปฏิกิริยาการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน และนำไปส่งให้กับสารประกอบต่างๆ ของกระบวนการถ่ายเทอิเล็กตรอนที่ผนังชั้นในของไมโทคอนเดรีย ทำให้เกิดการผลิต ATP ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีพลังงานสูงจำนวนมาก ดังนั้นการขาดวิตามินไนอะซินและไรโบฟลาวินจะมีผลต่อปฏิกิริยาการสลายสารอาหารระดับเซลล์ นอกจากนี้การขาดวิตามินไนอะซินยังปรากฏอาการให้เห็นได้ คือ เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย ถ้าขาดมากผิวหนังจะเป็นผื่นแดง อักเสบ ต่อมาสีผิวจะคล้ำหยาบและอักเสบเมื่อถูกแสงแดด ส่วนการขาดไรโบฟลาวินจะมีอาการที่ปรากฏคือ เป็นโรคปากนกกระจอก ถ้าเกิดในเด็กจะทำให้เจริญเติบโตไม่เต็มที่



10. ทำไมสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจึงต้องมีกระบวนการสลายสารอาหารภายในเซลล์

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องมีกระบวนการสลายสารอาหารภายในเซลล์ เพื่อผลิตพลังงานเก็บไว้ในรูป ATP สำหรับใช้ในการทำกิจกรรมของเซลล์ ATP นี้จะเกิดจากกระบวนการสลายสารอาหารภายในเซลล์เท่านั้นและ ATP จะลำเลียงข้ามเซลล์หรือข้ามสิ่งมีชีวิตไม่ได้



11. ปฏิกิริยาในวัฏจักรเครบส์มีความสำคัญต่อกระบวนการสลายสารอาหารในเซลล์อย่างไร

ปฏิกิริยาในวัฏจักรเครบส์เป็นการปลดปล่อยคาร์บอนที่อยู่ในสารแอทิลิลโคเอนไซม์ เอ ให้ได้เป็นแก๊ส CO_2 และมีพลังงานพันธะของคาร์บอนที่ปล่อยออกมาระหว่างการเกิดปฏิกิริยาจะเก็บไว้ในรูปของ ATP NADH และ FADH_2





12. ในการสลายกลูโคสมีปฏิกิริยาหลายขั้นตอนเพื่อปลดปล่อยพลังงานออกมาทีละน้อยๆ ถ้าการสลายกลูโคสมีปฏิกิริยาเกิดขึ้นขั้นตอนเดียว และปล่อยพลังงานออกมาในคราวเดียวจะเกิดอะไรขึ้นอย่างไร



พลังงานจะมีปริมาณมากซึ่งทำให้เซลล์ตายได้



13. ยีสต์สามารถสลายสารอาหารได้ทั้งในสภาพแวดล้อมที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน นักเรียนคิดว่าในสภาพแวดล้อมเช่นไร ยีสต์จึงจะเจริญเติบโตได้ดี เพราะเหตุใด



สภาพแวดล้อมที่ยีสต์จะเจริญเติบโตได้ดี คือ บริเวณที่มีออกซิเจน เพราะยีสต์จะสามารถนำออกซิเจนไปใช้ในการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน ทำให้ได้พลังงานจำนวนมากกว่าสภาพแวดล้อมที่ไม่มีแก๊สออกซิเจน ซึ่งยีสต์จะนำพลังงานไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์และการแบ่งเซลล์ต่อไป



 แหล่งเรียนรู้


อินเทอร์เน็ต (Internet)

1. <http://www.britannica.com> เมื่อค้นหาคำว่า digestion – images ก็จะพบกับภาพประกอบ human digestive system พร้อมกับคำอธิบาย
2. <http://www.dr-dan.com/tapeworm.htm> รายละเอียด พร้อมภาพประกอบวงจรชีวิตของ tapeworms
3. http://nematode.unl.edu/digestive_system.html รายละเอียดของ digestive system ของ nematode
4. http://biog-101-104.bio.cornell.edu/BioG101_104/tutorials/animals/earthworm.html ภาพถ่ายไส้เดือนดินแสดงลักษณะภายนอก ด้านหลังและด้านท้อง ภาพแสดงโครงสร้างของอวัยวะภายในรวมทั้งระบบทางเดินอาหาร
5. <http://www.pbs.org/wnet/nature/alienempire/multimedia/bee.html> รายละเอียดเกี่ยวกับ bee anatomy พร้อมทั้ง อธิบายโครงสร้างของผึ้งทั้งภายในและภายนอก
6. http://arbl.cymbbs.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/herbivores/rumen_anat.html มีภาพประกอบแบบแยกส่วนของ ruminant stomach และภาพถ่ายแสดงลักษณะของเยื่อบุผิวภายในกระเพาะส่วน rumen, reticular, และ omasum และในตอนที่ถ่ายของบทความมีลิงค์ไปยังเรื่อง rumen physiology and rumination ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับการย่อยและการเก็บสะสมของอาหารในกระเพาะอาหาร และการเคลื่อนตัวของกระเพาะส่วน reticular-rumen (reticuloruminal motility) พร้อมภาพเคลื่อนไหวแสดง motility





บทที่ 5

การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์



เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

| | | | |
|-------|--------------------------------------|-----------|----------------|
| 5.1 | การสืบพันธุ์ | | |
| 5.1.1 | การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว | 0.5 | ชั่วโมง |
| 5.1.2 | การสืบพันธุ์ของสัตว์ | 1.5 | ชั่วโมง |
| 5.1.3 | การสืบพันธุ์ของคน | 5 | ชั่วโมง |
| 5.2 | การเจริญเติบโตของสัตว์ | | |
| 5.2.1 | การเจริญเติบโตของกบ | 2 | ชั่วโมง |
| 5.2.2 | การเจริญเติบโตของไก่ | 1 | ชั่วโมง |
| 5.2.3 | การเจริญเติบโตของคน | 4 | ชั่วโมง |
| | รวม | 14 | ชั่วโมง |

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปความสำคัญของการสืบพันธุ์ การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และสรุปการสืบพันธุ์ของคน
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาภาวะมีบุตรยาก
5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเจริญเติบโตของสัตว์บางชนิด
6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเจริญเติบโตของคน
7. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างความผิดปกติของการตั้งครรภ์ และสภาวะบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์





สาระสำคัญ

การสืบพันธุ์เป็นสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด การสืบพันธุ์คือ ความสามารถในการให้กำเนิดสิ่งมีชีวิตใหม่จากสิ่งมีชีวิตเดิม เพื่อดำรงพันธุ์ให้คงไว้

สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างร่างกายแตกต่างกัน มีวิธีการสืบพันธุ์แตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยใช้วิธีแบ่งเซลล์เป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน บางชนิดสืบพันธุ์โดยการแตกหน่อและบางครั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวก็มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยมีการจับคู่แลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมกัน

สัตว์บางชนิดมีการสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมีหลายวิธี เช่น การแตกหน่อ การงอกใหม่ สัตว์บางชนิดอาจมีอวัยวะเพศทั้งสองเพศอยู่ในตัวเดียวกัน แต่เซลล์สืบพันธุ์เจริญไม่พร้อมกันจะต้องผสมข้ามตัว สัตว์ส่วนใหญ่จะมีอวัยวะเพศแยกกันอยู่คนละตัวเป็นเพศผู้และเพศเมีย ซึ่งอาจจะมีการปฏิสนธิภายในร่างกายหรือปฏิสนธิภายนอกในร่างกาย

การสืบพันธุ์ของคน อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายประกอบด้วย อัณฑะซึ่งเป็นแหล่งสร้างอสุจิ หลอดเก็บอสุจิ หลอดนำอสุจิ ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ ต่อมลูกหมากและต่อมคาวเปอร์ ส่วนอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิงประกอบด้วย รังไข่ซึ่งเป็นแหล่งสร้างเซลล์ไข่ ท่อนำไข่ มดลูก เซลล์ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ เรียกว่า ไซโกต ซึ่งจะเจริญเติบโตเป็นเอ็มบริโอและฝังตัวในมดลูก

ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีช่วยแก้ปัญหาภาวะการมีบุตรยาก ซึ่งอาจจะเกิดจากความผิดปกติของเพศชายและเพศหญิง โดยใช้วิธีการถ่ายฝากตัวอ่อน การผสมเทียม การทำกิฟต์ การทำซิฟต์

ไซโกตจะต้องมีกระบวนการเจริญเติบโต โดยมีการแบ่งเซลล์ เพิ่มขนาดของเซลล์ มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ให้เป็นเซลล์ที่มีลักษณะเฉพาะเพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่างและมีกระบวนการพัฒนาเป็นอวัยวะและรูปร่าง

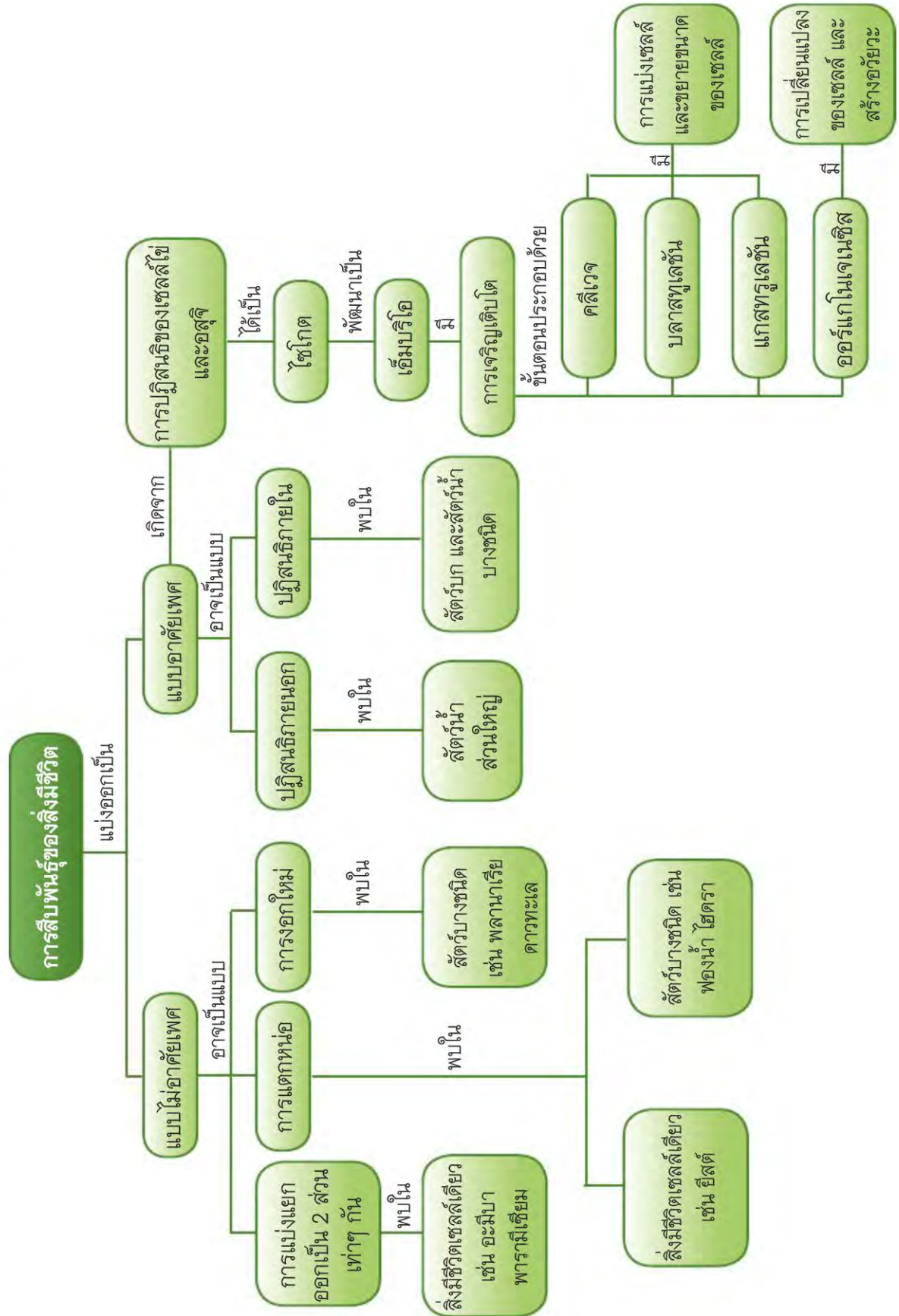
ขั้นตอนการเจริญเติบโตของสัตว์ในระยะเอ็มบริโอจะมีแบบแผนคล้ายคลึงกัน โดยเริ่มต้นจากการแบ่งเซลล์ของไซโกต ทำให้ได้เอ็มบริโอที่มีเซลล์จำนวนมาก ต่อมามีการจัดเรียงตัวของเซลล์ มีการสร้างเนื้อเยื่อเริ่มแรกอาจจะมี 2 ชั้นหรือ 3 ชั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์และมีการสร้างอวัยวะทำให้เกิดรูปร่างที่แน่นอนในสัตว์แต่ละชนิด

การเจริญเติบโตของคน จะมีขั้นตอนคล้ายคลึงกับการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เอ็มบริโอจะฝังตัวในมดลูก มีการสร้างรกเพื่อเป็นแหล่งแลกเปลี่ยนสารระหว่างแม่กับเอ็มบริโอ และบางครั้งการตั้งครรภ์อาจผิดปกติได้ เช่น ตั้งครรภ์นอกมดลูก ตั้งครรภ์ไขเปลาอุก และการคลอดก่อนกำหนด เป็นต้น

การเจริญเติบโตของเอ็มบริโอและลูกอ่อน จะเกี่ยวข้องกับปัจจัยภายนอกหลายประการ ได้แก่ อาหารและการคุ้มภัยให้กับเอ็มบริโอและลูกอ่อน



ผังมโนทัศน์
บทที่ 5 การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์



5.1 การสืบพันธุ์



จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปความสำคัญของการสืบพันธุ์
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการสืบพันธุ์ของสัตว์บางชนิด
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการสืบพันธุ์ของคน
5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาภาวะการมีบุตรยาก

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนสมบัติของสิ่งมีชีวิตที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในบทที่ 1 ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตว่า สิ่งมีชีวิตสามารถสืบพันธุ์ได้ ต่อจากนั้นให้นักเรียนศึกษาภาพการจับคู่ของผีเสื้อเพื่อผสมพันธุ์ในหนังสือเรียน หรืออาจจะเป็นภาพอื่นๆ เช่น การผสมพันธุ์ของมวน การผสมพันธุ์ของผีเสื้อไหม แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของการสืบพันธุ์ ซึ่งเป็นสมบัติของสิ่งมีชีวิตทั่วไป โดยครูอาจใช้ตัวอย่างประเด็นอภิปราย ดังนี้



การสืบพันธุ์มีความสำคัญกับสิ่งมีชีวิตอย่างไร ถ้าสิ่งมีชีวิตไม่มีการสืบพันธุ์จะเกิดผลอย่างไร



การสืบพันธุ์เป็นกระบวนการที่ดำรงเผ่าพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตไม่ให้สูญพันธุ์ ถ้าไม่มีการสืบพันธุ์ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดก็จะสูญพันธุ์



สัตว์แต่ละชนิดมีการสืบพันธุ์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

คำตอบขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งครูยังไม่บอกว่าคำตอบของใครผิดหรือถูก เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ให้นักเรียนลองตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้ง

5.1.1 การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียน โดยการให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 5-1 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของอะมีบา พารามีเซียม และอีสต์ ร่วมกันอภิปรายในประเด็น ดังนี้



อะมีบาและพารามีเซียมมีวิธีการสืบพันธุ์อย่างไร

มีการแบ่งเซลล์เป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวแบบอื่นๆ โดยครูอาจใช้แผ่นภาพโปรงใสเกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพารามีเซียม อธิบายประกอบในเรื่องที่นักเรียนสงสัย เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามในหนังสือเรียนดังนี้





การสืบพันธุ์แบบแบ่งแยกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ต่างจากการแตกหน่ออย่างไร



การสืบพันธุ์แบบแบ่งแยกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน เซลล์ใหม่ที่ได้ 2 เซลล์จะมีขนาดเท่ากันและแยกออกจากกันเป็นอิสระ ส่วนการแตกหน่อนั้นเซลล์ใหม่ที่ได้จะขนาดเล็กกว่าเซลล์เดิมและยังติดอยู่กับเซลล์เดิม ซึ่งจะแยกออกในภายหลัง

5.1.2 การสืบพันธุ์ของสัตว์

ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูอาจให้นักเรียนศึกษาการแตกหน่อของไฮดราและการงอกใหม่ของปลานาเรียด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อให้บทเรียนน่าสนใจมากขึ้น ครูอาจหาภาพการแตกหน่อของไฮดราและฟองน้ำ การงอกใหม่ของปลานาเรียและดาวทะเล มาให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการสืบพันธุ์ของสัตว์ในภาพ หรือครูอาจจะให้นักเรียนศึกษาจากอินเทอร์เน็ตในเว็บไซต์ของสสวท. ต่อจากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามในหนังสือเรียนและคำถามเพิ่มเติมดังนี้



มีสัตว์ชนิดใดบ้างที่สามารถสืบพันธุ์ด้วยวิธีการงอกใหม่



ฟองน้ำ แมงกะพรุน



เพราะเหตุใดสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจึงมีลักษณะรูปร่างและสารพันธุกรรมเหมือนกับสิ่งมีชีวิตตัวเดิมทุกประการ



สิ่งมีชีวิตตัวใหม่เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของสิ่งมีชีวิตตัวเดิม ทำให้เซลล์ทุกเซลล์ของ สิ่งมีชีวิตตัวใหม่มีสารพันธุกรรมเหมือนสิ่งมีชีวิตตัวเดิมทุกประการ

ครูอาจถามคำถามเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีแนวคำถามดังนี้



นักเรียนจะสรุปหลักการสำคัญของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศว่าอย่างไร

การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเกิดจากสิ่งมีชีวิตเดิม 1 เซลล์หรือ 1 ตัวจะเป็นพ่อหรือแม่ก็ได้ ไม่มีการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียจึงไม่เกี่ยวข้องกับอวัยวะสืบพันธุ์ ใช้วิธีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส สิ่งมีชีวิตใหม่จะมีโครโมโซมและสารพันธุกรรมเหมือนกับสิ่งมีชีวิตเดิมทุกประการ ลูกที่เกิดขึ้นอาจจะมี 1 เซลล์หรือ 1 ตัว หรือมากกว่า

ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของสัตว์ โดยใช้คำถามนำในการอภิปรายดังนี้



? การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศแตกต่างจากการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศอย่างไร
 แตกต่างคือ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะมีการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย หรือที่เรียกว่า การปฏิสนธิ

? การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศหรือแบบอาศัยเพศ แบบใดที่จะมีโอกาสทำให้อุณหภูมิมีลักษณะแตกต่างจากอุณหภูมิพ่อแม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะมีโอกาสทำให้อุณหภูมิมีลักษณะแตกต่างจากอุณหภูมิพ่อแม่ เพราะเกิดจากเซลล์สืบพันธุ์ที่นำสารพันธุกรรมจากพ่อและแม่มารวมกัน ทำให้เอ็มบริโอหรือลูกมีสารพันธุกรรมครึ่งหนึ่งมาจากพ่อ อีกครึ่งหนึ่งมาจากแม่ ดังนั้นลูกที่เกิดขึ้นใหม่จะมีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่

? ถ้าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเพียงแบบเดียว นักเรียนคิดว่า จะส่งผลอย่างไร
 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีลักษณะเหมือนสิ่งมีชีวิตเดิม ถ้าสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป สิ่งมีชีวิต บางชนิดอาจจะสูญพันธุ์ได้

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของสัตว์ที่เป็นกะเทย เช่น ไฮดรา พลาณาเรีย ไล้เตื่อนดิน และสัตว์แยกเพศ เช่น แมลง และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

? เพราะเหตุใดสัตว์ที่เป็นกะเทยที่มี 2 เพศอยู่ในตัวเดียวกันจึงไม่สามารถผสมพันธุ์ในตัวเอง ส่วนใหญ่จะมีการจับคู่กันและแลกเปลี่ยนเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งกันและกัน ซึ่งมีผลดีต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

เซลล์สืบพันธุ์ทั้ง 2 เพศที่อยู่ในสัตว์ตัวเดียวกันเจริญไม่พร้อมกัน จึงไม่สามารถผสมพันธุ์ในตัวเองได้ จึงต้องจับคู่กันเพื่อแลกเปลี่ยนเซลล์สืบพันธุ์ เกิดผลดีคือ ทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตมีความหลากหลาย ซึ่งจะทำให้สัตว์ที่มีลักษณะสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมก็ยังสามารถดำรงชีวิตอยู่รอดและดำรงเผ่าพันธุ์ต่อไปได้

ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสืบพันธุ์ของสัตว์ชนิดต่างๆ ที่นักเรียนรู้จัก โดยใช้ตัวอย่างตารางข้างล่างนี้ให้นักเรียนพิจารณาประกอบการอภิปราย

| สัตว์ | การปฏิสนธิ | | ออกลูกเป็น | | จำนวนไข่/ตัว | | อาหารสำหรับเอ็มบริโอ |
|---------|------------|--------|------------|-----|--------------|------|----------------------|
| | ภายใน | ภายนอก | ไข่ | ตัว | มาก | น้อย | |
| ผีเสื้อ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | สะสมไว้ในไข่ |
| กบ | | ✓ | ✓ | | ✓ | | สะสมไว้ในไข่ |
| เต่า | ✓ | | ✓ | | ✓ | | สะสมไว้ในไข่ |
| เป็ด | ✓ | | ✓ | | | ✓ | สะสมไว้ในไข่ |
| แมว | ✓ | | | ✓ | | ✓ | จากแม่ผ่านทางรก |

จากนั้นนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 5.1 โดยใช้คำถามนำดังนี้

- นักเรียนคิดว่าสัตว์อื่นๆ นอกเหนือจากที่ยกตัวอย่างจะมีกระบวนการสืบพันธุ์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และกระบวนการสืบพันธุ์นั้นมีความเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสัตว์ อย่างไร

ต่อจากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.1 เพื่อศึกษากระบวนการสืบพันธุ์ของสัตว์ที่นักเรียนสนใจ

กิจกรรมที่ 5.1 การสืบพันธุ์ของสัตว์


จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการสืบพันธุ์ของสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิด
2. วิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของรูปแบบการสืบพันธุ์ของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ศึกษา
3. นำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนและจัดป้ายนิเทศ


การทำกิจกรรมนี้ครูควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกชนิดของสัตว์มีกระดูกสันหลังไม่ซ้ำกัน วิธีการสืบค้นข้อมูล นักเรียนอาจจะนำสัตว์ในท้องถิ่น หรือสัตว์ที่มีผลต่อเศรษฐกิจของชุมชนที่ไม่เป็นอันตรายและมีวัฏจักรชีวิตในช่วงเวลาสั้นๆ มาทดลองเลี้ยงเอง หรือสังเกตจากแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์หรือค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ

หลังจากการทำกิจกรรมที่ 5.1 แล้วครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

? สัตว์ที่มีการปฏิสนธิภายในและภายนอก มีการดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ?

 สัตว์ที่มีการปฏิสนธิภายใน อสุจิไม่จำเป็นต้องอาศัยน้ำจากสิ่งแวดล้อม ดังนั้น จะพบว่าสัตว์ที่มีการปฏิสนธิภายในอยู่ได้ทั้งในน้ำและบนบก ส่วนสัตว์ที่มีการปฏิสนธิภายนอก อสุจิจำเป็นต้องอาศัยน้ำจากสิ่งแวดล้อมในการเคลื่อนที่ไปผสมกับเซลล์ไข่จึงพบว่าสัตว์ที่มีการปฏิสนธิภายนอกจะอาศัยอยู่ในน้ำ

? เมื่อเปรียบเทียบสัตว์ที่มีการปฏิสนธิภายในกับสัตว์ที่มีการปฏิสนธิภายนอก จำนวนการวางไข่หรือตกไข่มีจำนวนแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด ?

 การปฏิสนธิภายนอกนั้น อสุจิต้องว่ายน้ำไปหาเซลล์ไข่ซึ่งในระหว่างนั้นอาจจะมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้ อสุจิไม่มีโอกาสไปผสมกับเซลล์ไข่ที่เพศเมียปล่อยออกมา เซลล์ไข่จึงไม่ได้รับการผสมและถึงแม้ว่าเซลล์ไข่ได้รับการผสมแล้วเจริญเป็นตัวอ่อนก็อาจจะเป็นอาหารของสัตว์อื่นๆ ได้ สัตว์เหล่านี้ จึงต้องวางไข่จำนวนมากๆ เพื่อจะได้มีโอกาสได้รับการผสมและเพื่อการอยู่รอดของเผ่าพันธุ์ด้วย



ส่วนพวกที่มีการปฏิสนธิภายในมีข้อจำกัดในการตั้งครรรภ์ เพราะลูกอ่อนเจริญอยู่ในตัวแม่จึงจำเป็นต้องออกลูกจำนวนน้อย และแม่มักจะเป็นผู้คุ้มภัยให้กับลูกอ่อนด้วย จึงทำให้ลูกอ่อนสามารถมีชีวิตอยู่รอดได้มากกว่าพวกที่ปฏิสนธิภายนอก แต่ถ้าเป็นสัตว์ที่ปฏิสนธิภายในแล้วออกลูกเป็นไข่ เช่น เต่า จะมีการวางไข่จำนวนมากในแต่ละครั้ง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ที่ปฏิสนธิภายนอกแล้วจำนวนไข่ก็ยังมีน้อยกว่า

5.1.3 การสืบพันธุ์ของคน

ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของคนที่ได้เรียนมาในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้



การสืบพันธุ์ของคนเหมือนหรือแตกต่างจากสัตว์อื่นอย่างไร

การสืบพันธุ์ของคนเป็นแบบอาศัยเพศเหมือนกับสัตว์มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้คือ อสุจิ และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียคือ เซลล์ไข่ และมีการปฏิสนธิภายในออกลูกเป็นตัว



แหล่งที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของชายและหญิงคืออะไร

แหล่งสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของเพศชายคือ อัณฑะ แหล่งสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิงคือ รังไข่



กระบวนการสร้างเซลล์ไข่และเซลล์อสุจิแตกต่างหรือเหมือนกันอย่างไร

คำตอบขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนอาจจะเชื่อมโยงกับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในวิชาชีววิทยาพื้นฐาน และเชื่อมโยงกับเรื่องรังไข่ และอัณฑะ ซึ่งนักเรียนได้เรียนมาในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ครูยังไม่เฉลยคำตอบแต่ให้นักเรียนศึกษาเรื่อง การสืบพันธุ์ของคน แล้วให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้ง

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างระบบสืบพันธุ์เพศชายและเพศหญิง จากหนังสือเรียน โดยครูอาจใช้แผ่นภาพโปรงใส CD-ROM หรือวีดิทัศน์ประกอบการอธิบายเสริมความเข้าใจของนักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามในหนังสือเรียนและคำถามเพิ่มเติมดังนี้



ระบบสืบพันธุ์เพศชาย



กระบวนการสร้างอสุจิ

คนที่อัณฑะไม่เคลื่อนลงมาอยู่ในถุงอัณฑะทั้ง 2 ข้าง กับคนที่มีอัณฑะเคลื่อนลงมาอยู่ในถุงอัณฑะเพียงข้างเดียวจะมีผลอย่างไร



คนที่อัณฑะไม่เคลื่อนลงมาอยู่ในถุงอัณฑะทั้ง 2 ข้าง จะไม่สามารถสร้างอสุจิได้เพราะอุณหภูมิในช่องท้องสูงเกินไป อุณหภูมิในถุงอัณฑะจะต่ำกว่าอุณหภูมิในช่องท้องประมาณ 2-3 °C เสมอ ถ้าถุงอัณฑะอยู่ในช่องท้องจะทำให้่อสุจิตาย ส่วนคนที่มีอัณฑะเคลื่อนลงมาอยู่ในถุงอัณฑะเพียงข้างเดียว จะสามารถสร้างอสุจิได้แต่จะสร้างได้จำนวนน้อยกว่าคนที่อัณฑะเคลื่อนลงมาอยู่ในถุงอัณฑะทั้ง 2 ข้าง





สเปอร์มาโทไซต์ระยะแรก และสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สองของคน มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร



สเปอร์มาโทไซต์ระยะแรกและสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สองมีโครโมโซมต่างกัน สเปอร์มาโทไซต์ระยะแรกมีโครโมโซมเป็น $2n$ เหมือนเซลล์ทั่วไปของร่างกาย ส่วนสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สองเกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสครั้งที่ 1 มีโครโมโซม n เดียว



ถ้ามีสเปอร์มาโทไซต์ระยะแรกจำนวน 400 เซลล์ จะสร้างอสุจิได้กี่เซลล์



สร้างอสุจิได้ 1,600 เซลล์



เพราะเหตุใดในกระบวนการสร้างอสุจิจึงต้องมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส



เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะมีโครโมโซมลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น เมื่อไปรวมกับเซลล์ไข่จะทำให้ได้ไซโกตที่มีโครโมโซมเท่ากับเซลล์ทั่วไปของร่างกาย

นอกจากนี้ครูอาจถามคำถามเพิ่มเติม เพื่อนำสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศชาย โดยแนวคำถามอาจมีดังนี้



ระหว่างแหล่งที่สร้างอสุจิกับทางออกของอสุจิมีอวัยวะอะไรเกี่ยวข้องบ้าง



หลอดเก็บอสุจิ หลอดนำอสุจิ ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ ต่อมลูกหมาก ต่อมคาวเปอร์



ถ้าต่อมลูกหมากโตผิดปกติจะเกิดปัญหาอะไร



ต่อมลูกหมากจะไปเบียดท่อปัสสาวะทำให้เกิดอาการปัสสาวะขัด



ถ้าต่อมคาวเปอร์ทำงานบกพร่องจะเกิดปัญหาอะไร



การเคลื่อนที่ของอสุจิจะช้าลงเพราะขาดสารหล่อลื่น



อสุจิมีรูปร่างลักษณะและโครงสร้างภายในที่สำคัญอย่างไร และรูปร่างลักษณะดังกล่าว มีความเหมาะสมกับหน้าที่ของอสุจิอย่างไร




รูปร่างลักษณะของอสุจิแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัวเป็นที่อยู่ของนิวเคลียส ปลายสุดของหัวมีถุงอะโครโซม ซึ่งมีเอนไซม์สำหรับย่อยเยื่อหุ้มเซลล์ไข่ ส่วนลำตัวมีออร์แกเนลล์ที่สำคัญคือ ไมโทคอนเดรีย เป็นแหล่งผลิตพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ และส่วนหางคือแฟลเจลลัม ซึ่งประกอบด้วยไมโครทิวบูลช่วยในการเคลื่อนที่ รูปร่างลักษณะดังกล่าวเหมาะสมกับการเคลื่อนที่ได้ดีในของเหลวที่อยู่ในช่องคลอดไปผสมกับเซลล์ไข่




ครูนำเข้าสู่เรื่องระบบสืบพันธุ์และการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในเพศหญิงโดยใช้ภาพที่ 5-9 ในหนังสือเรียนประกอบ แล้วให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวในการตอบคำถามดังนี้


? ผู้หญิงมีเซลล์โอโอไซต์ระยะแรก 400,000 เซลล์ ควรจะสร้างเซลล์ไข่ได้กี่เซลล์ และโอโอไซต์ระยะแรกจะมีสารพันธุกรรมเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด **?**

 ควรสร้างเซลล์ไข่ได้ 400,000 เซลล์ โอโอไซต์ระยะแรกแต่ละเซลล์จะมีสารพันธุกรรมเหมือนกัน เพราะเป็นเซลล์ที่เกิดมาจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

? ปกติผู้หญิงจะสร้างเซลล์ไข่ได้เดือนละ 1 เซลล์ ตั้งแต่เริ่มวัยสาวจนถึงระยะหมดประจำเดือน นักเรียนคิดว่าโอโอไซต์ระยะแรกที่เหลือหายไปไหน **?**

 ผู้หญิงเริ่มสร้างเซลล์ไข่เมื่ออายุประมาณ 12 ปี จนถึงอายุประมาณ 50 ปี โดยจะสร้างเดือนละ 1 เซลล์ ดังนั้นผู้หญิงจะสร้างเซลล์ไข่ได้ประมาณ 400 เซลล์ โอโอไซต์ระยะแรกที่เหลือจะเริ่มฝ่อไป ตั้งแต่เริ่มสร้างเซลล์ไข่จนถึงระยะหยุดสร้างเซลล์ไข่

? เซลล์สืบพันธุ์ของเพศหญิงและเพศชายเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร และจำนวนเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิงกับเพศชายที่สร้างในแต่ละครั้ง มีจำนวนแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด **?**

 ข้อที่เหมือนกันและแตกต่างกันของเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิงและเซลล์สืบพันธุ์เพศชาย

| เซลล์สืบพันธุ์เพศหญิง | เซลล์สืบพันธุ์เพศชาย |
|--|--|
| 1. เซลล์ไข่มีขนาดใหญ่กว่าเพราะมีไซโทพลาซึมมากกว่า | 1. อสุจิมิขนาดเล็กลงเพราะมีการสัดไซโทพลาซึมบางส่วนทิ้งเพื่อลดขนาดของเซลล์ |
| 2. รูปร่างกลม | 2. รูปร่างแบ่งออกเป็นส่วนหัว ลำตัว และหาง |
| 3. สร้างครั้งละ 1 เซลล์ เพราะเซลล์ไข่อยู่ในอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิง | 3. สร้างครั้งละประมาณ 300-500 ล้านเซลล์ เพราะอสุจิจะต้องเคลื่อนที่ไปผสมกับเซลล์ไข่ ซึ่งจะมีเพียงเซลล์เดียวที่จะผสมกับเซลล์ไข่ได้ |
| 4. มีจำนวนโครโมโซม 1 ชุด | 4. มีจำนวนโครโมโซม 1 ชุด |

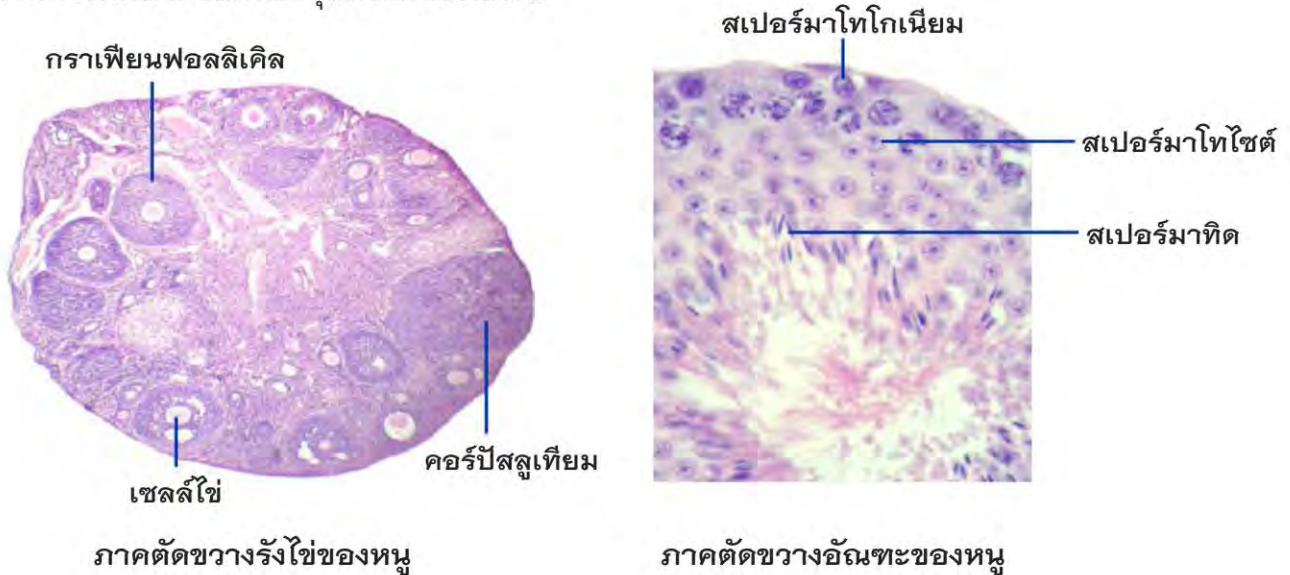
ครูให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างภายในรังไข่และอัณฑะของหนู ซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เหมือนคน โดยการทำกิจกรรมที่ 5.2

กิจกรรมที่ 5.2 โครงสร้างภายในรังไข่และอัณฑะของหนู

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ระบุชื่อของเซลล์ในระยะต่างๆ ของกระบวนการสร้างเซลล์ไข่และอสุจิ
2. เปรียบเทียบรูปร่างลักษณะของเซลล์ไข่และอสุจิ

ครูอาจหาสไลด์ถาวรภาคตัดขวางของรังไข่และอัณฑะของหนู โดยมีเจ้าหน้าที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หรือติดต่อคณะวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยต่างๆ ผลจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์เป็นดังนี้



เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมดังนี้

? บริเวณที่พบสเปออร์มาโทโกเนียมและอสุจิต่างกันหรือไม่ อย่างไร ?

สเปออร์มาโทโกเนียมจะพบอยู่บริเวณผนังด้านในของหลอดสร้างอสุจิ ส่วนอสุจิจะพบบริเวณตรงกลางของหลอดสร้างอสุจิ

? จะทราบได้อย่างไรว่าเซลล์ใดเป็นเซลล์ไข่ที่สมบูรณ์พร้อมจะตกไข่ ?

เซลล์มีขนาดใหญ่และอยู่ในฟอลลิเคิลที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ซึ่งเรียกว่ากราฟเฟียนฟอลลิเคิล



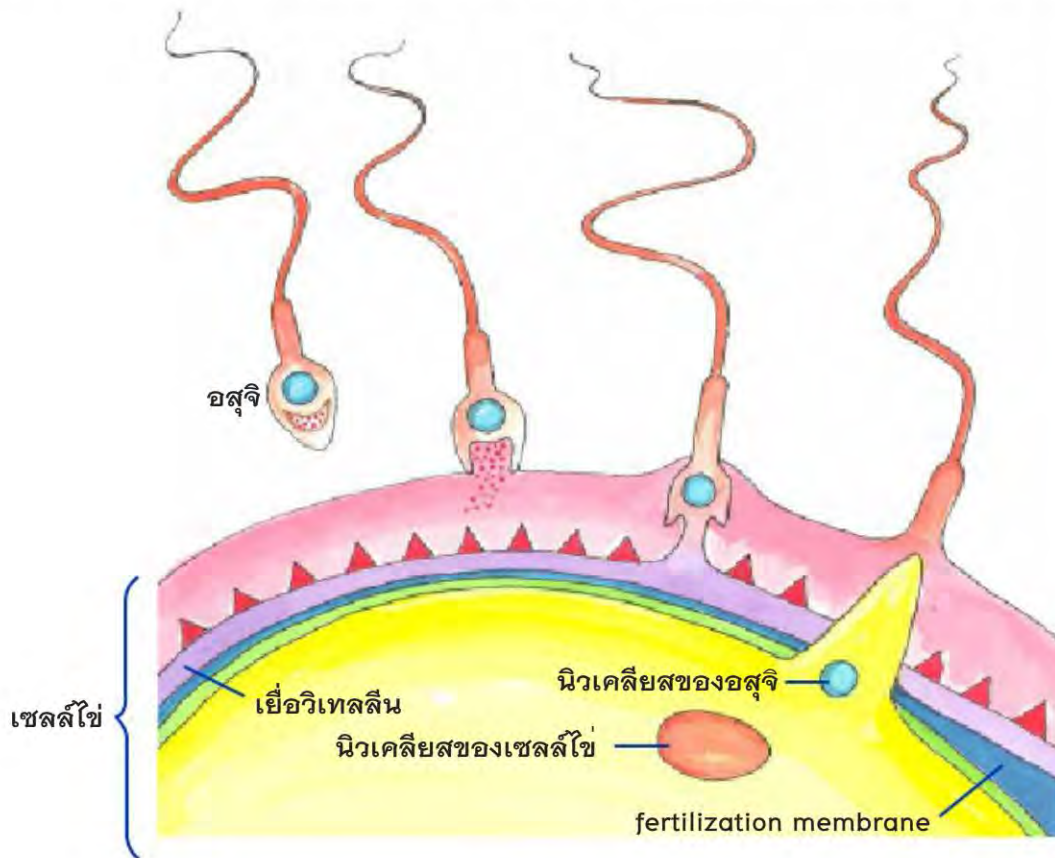
ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิสนธิจากหนังสือเรียน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามในหนังสือเรียนดังนี้



นักเรียนคิดว่ามีโอกาสที่อสุจิจะเข้าผสมกับเซลล์ไข่ได้มากกว่า 1 เซลล์หรือไม่ เพราะเหตุใด

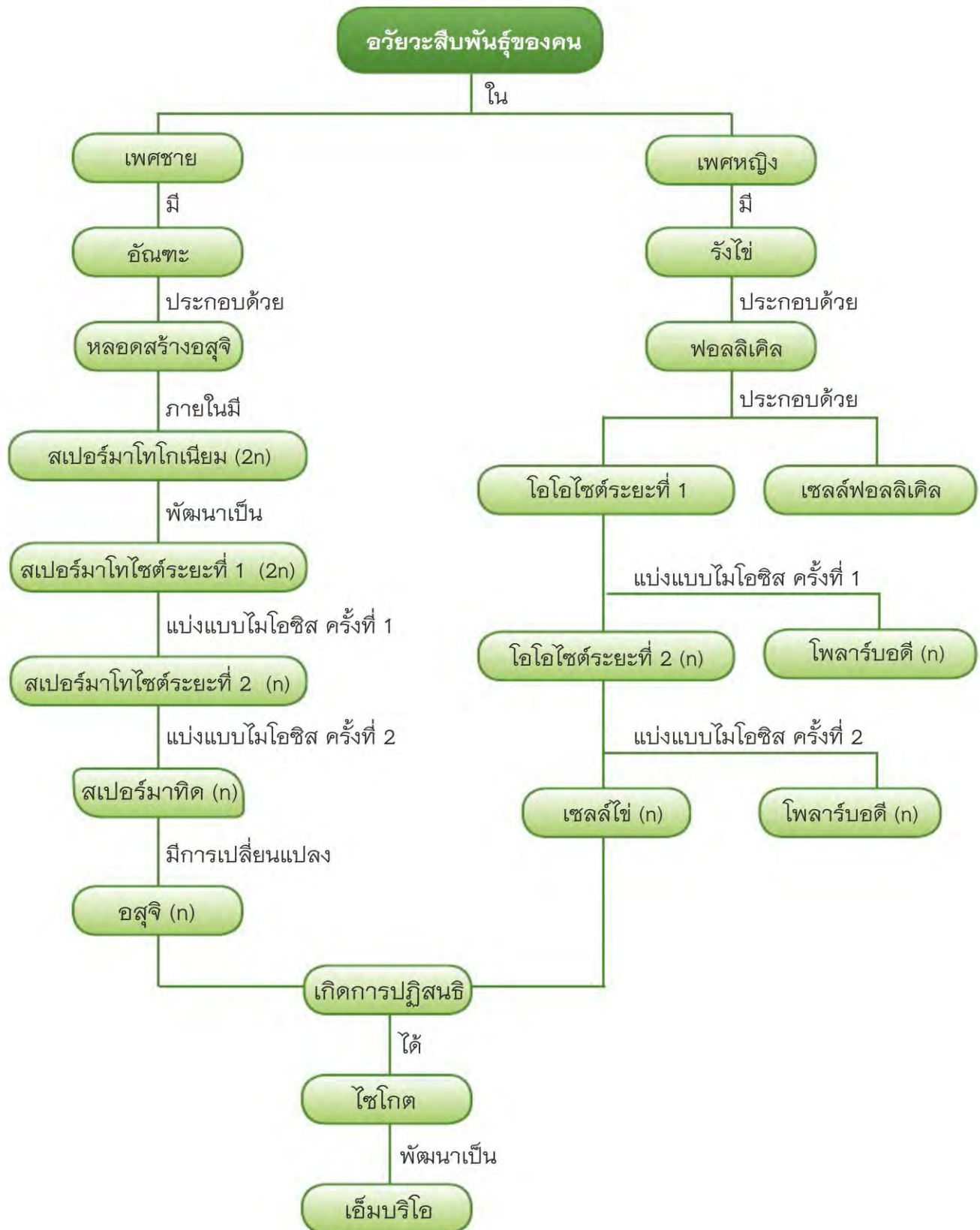


อสุจิมิโอกาสที่จะเข้าผสมกับเซลล์ไข่ได้มากกว่า 1 เซลล์ได้ แต่มีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อย เพราะอสุจิเซลล์แรกไปถึงเยื่อหุ้มเซลล์ไข่ซึ่งมี 2 ชั้น กันมิให้อสุจิเซลล์อื่นเข้าไปผสมกับเซลล์ไข่ ดังภาพ



เมื่อนักเรียนเรียนหัวข้อนี้จบแล้ว ครูอาจให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์เกี่ยวกับอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายและเพศหญิง รวมทั้งกระบวนการสร้างเซลล์ไข่และอสุจิ

ผังมโนทัศน์



ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับภาวะการมีบุตรยากจากหนังสือเรียนแล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความผิดปกติของเพศชายและเพศหญิง และวิธีการรักษาภาวะการมีบุตรยาก และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.3

กิจกรรมที่ 5.3 วิธีการแก้ไขภาวะการมีบุตรยาก

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูลและบอกวิธีการแก้ไขภาวะการมีบุตรยากจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
2. เปรียบเทียบวิธีการแก้ไขภาวะการมีบุตรยากแบบต่างๆ และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน

การทำกิจกรรมนี้ครูอาจให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เช่น ห้องสมุด กองสุศึกษาของโรงพยาบาลต่างๆ สัมภาษณ์แพทย์ที่เกี่ยวข้องและอาจใช้วีดิทัศน์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว ซึ่งผลิตโดยหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ดูข้อมูลเกี่ยวกับภาวะการมีบุตรยากเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก

5.2 การเจริญเติบโตของสัตว์



จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปความสำคัญของการเจริญเติบโตของสัตว์
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเจริญเติบโตของคน
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และยกตัวอย่างความผิดปกติของการตั้งครรภ์และสภาวะบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์

แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับขนาดร่างกาย จำนวน และเซลล์ของนักเรียนกับขนาดของไซโกตที่เป็นเซลล์เริ่มต้นที่เจริญเป็นตัวนักเรียน โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้




เซลล์เริ่มต้นที่จะเจริญเป็นตัวนักเรียนคืออะไร มีขนาดเท่าไร


ไซโกตมีขนาดประมาณ 0.2 มิลลิเมตร



? เมื่อเปรียบเทียบไซโกตกับร่างกายของนักเรียนในปัจจุบัน มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร


 แตกต่างกัน เนื่องจากร่างกายในปัจจุบันมีเซลล์จำนวนมากมาย ขนาดของร่างกายใหญ่ขึ้น ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด

? จากเซลล์เริ่มต้นเพียงเซลล์เดียวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร จึงเป็นตัวคนที่มีน้ำหนักและขนาดแตกต่างจากเดิมมาก และสัตว์แต่ละชนิดมีการเจริญเติบโตเหมือนกันหรือไม่

 คำตอบขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน ครูให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนได้จากการศึกษาเรื่องการเจริญเติบโตของสัตว์

ครูให้นักเรียนพิจารณากราฟในภาพที่ 5-14 แสดงการเติบโตของสัตว์ชนิดหนึ่ง และตอบคำถามตามหนังสือเรียนดังนี้


? สัตว์ชนิดนี้มีลำตัวยาวเต็มที่เมื่ออายุเท่าไร

 อายุ 25 วัน

? ช่วงอายุเท่าไรที่กราฟมีความชันมากที่สุด นักเรียนคิดว่าอัตราการเติบโตในช่วงนี้เป็นอย่างไร

 ช่วงอายุ 10-15 วัน กราฟจะมีความชันมากที่สุด เป็นช่วงที่สัตว์ชนิดนี้มีอัตราการเติบโตมากที่สุด

? นักเรียนคิดว่าเส้นกราฟในระยะหลังจากที่สัตว์อายุ 25 วันไปแล้ว มีแนวโน้มเป็นอย่างไร และสัตว์ชนิดนี้ยังมีการเติบโตอยู่หรือไม่ เพราะเหตุใด

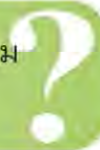
 เส้นกราฟจะเป็นเส้นค่อนข้างตรง เพราะความยาวของลำตัวค่อนข้างคงที่ เนื่องจากมีความยาวของลำตัวเพิ่มขึ้นน้อยมาก แต่อาจมีการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกายเพื่อรักษาสภาพของร่างกายให้คงที่

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการเจริญเติบโตจากหนังสือเรียน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปกระบวนการต่างๆ ของการเจริญเติบโต โดยครูอาจใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบการอธิบายเพิ่มเติมและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการวัดการเจริญเติบโต โดยใช้คำถามในหนังสือเรียนดังนี้





นักเรียนคิดว่ามีวิธีใดอีกบ้างที่จะใช้วัดการเจริญเติบโตของสัตว์ แต่ละวิธีมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร



การวัดการเจริญเติบโตของสัตว์วัดได้หลายวิธี เช่น

1. ชั่งน้ำหนัก เป็นวิธีการที่สะดวกและไม่ยุ่งยาก แต่บางครั้งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอาจไม่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของร่างกาย เพราะการเจริญเติบโตของสัตว์บางชนิดอาจมีน้ำหนักเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก แต่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือเกิดอวัยวะต่างๆ

2. การวัดส่วนสูงหรือความยาวของลำตัว เป็นวิธีที่สะดวกและไม่ยุ่งยาก ถ้าสัตว์มีความสูงเพิ่มขึ้นแสดงว่าสัตว์มีการเจริญเติบโต แต่จะมีข้อเสียคือ สัตว์จะมีความสูงจำกัดทำให้ความสูงไม่เพิ่ม แต่สัตว์ยังคงมีการเจริญเติบโตอยู่

3. วัดเส้นรอบวงของอวัยวะของร่างกาย เช่น วัดเส้นรอบวงของศีรษะ แขน ขา เป็นต้น แต่การวัดแบบนี้เป็นการวัดการเจริญเติบโตเฉพาะที่ ไม่ได้แสดงถึงการเจริญเติบโตของร่างกายโดยรวม



นักเรียนคิดว่าสัตว์แต่ละชนิด มีการเจริญเติบโตตลอดชั่วอายุของสัตว์หรือไม่ อย่างไร



สัตว์แต่ละชนิดจะมีการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงจำกัด

ต่อจากนั้นครูอาจนำตัวอย่างแมลงที่มีกระบวนการเจริญเติบโตแตกต่างกัน เช่น ผีเสื้อ ตั๊กแตน แมลงสาบ แมลงหางดัด เป็นต้น โดยให้เห็นวัฏจักรชีวิตระยะต่างๆ หรืออาจใช้วิดีโอทัศน์ สารคดีเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิดให้นักเรียนดูและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสัตว์ที่ศึกษา เพื่อนำไปสู่เรื่องกระบวนการเจริญเติบโตของสัตว์ต่างชนิดกันจะมีกระบวนการเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

5.2.1 การเจริญเติบโตของกบ

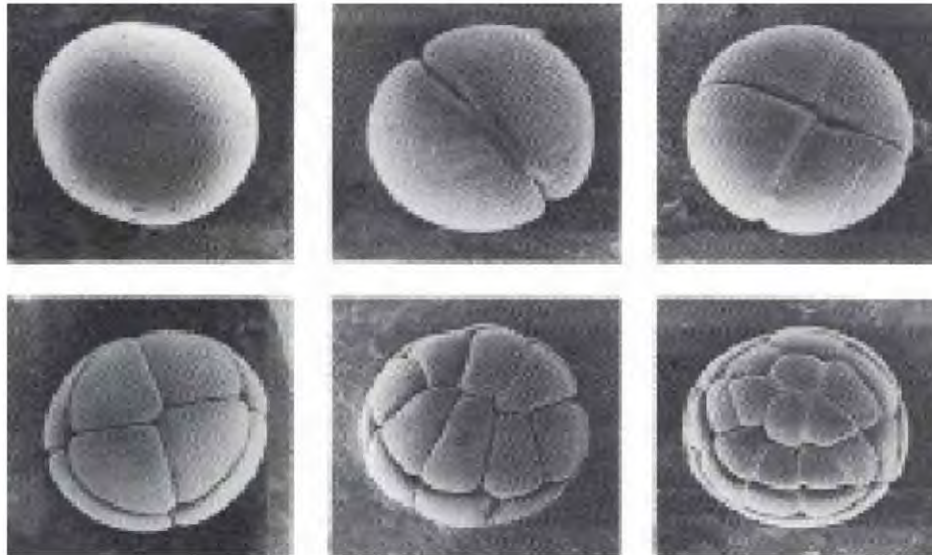
ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของกบในหนังสือเรียน โดยครูอาจใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบการอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้



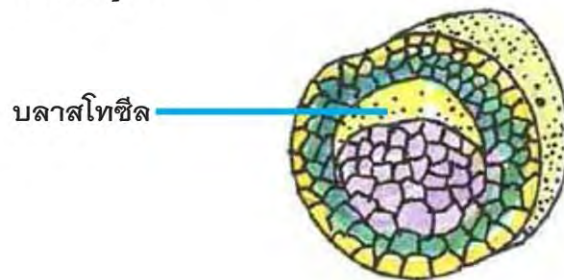


เอ็มบริโอของกบมีขั้นตอนในการเปลี่ยนแปลงอย่างไร จึงเจริญไปเป็นตัวเต็มวัย
 เอ็มบริโอมีการเปลี่ยนแปลง 4 ขั้นตอนด้วยกันคือ

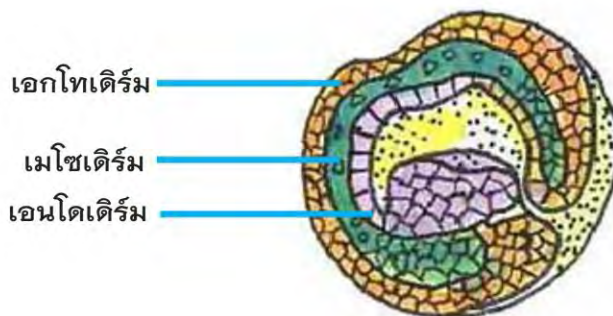
1. **คลีเวจ** มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสหลายครั้ง ทำให้ได้เอ็มบริโอที่ประกอบด้วยเซลล์จำนวนมาก ดังภาพ



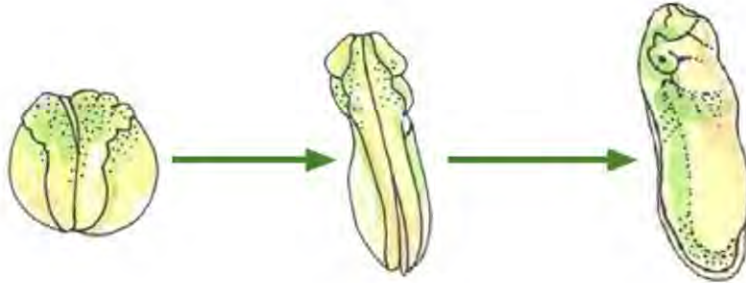
2. **บลาสทูลีเซชัน** ที่ได้จากการแบ่งเซลล์ มีการจัดเรียงตัวเป็นชั้นโดยรอบ ทำให้ได้เอ็มบริโอที่มีช่องว่างตรงกลางบรรจุของเหลวอยู่เต็ม



3. **แกสตรูลีเซชัน** มีการเคลื่อนที่และจัดเรียงตัวของเซลล์ ทำให้เอ็มบริโอในระยะนี้มีเนื้อเยื่อ 3 ชั้น



4. **ออร์แกโนเจนเนซิส** เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อทำหน้าที่เฉพาะและมีการพัฒนาเป็นอวัยวะต่างๆ เอ็มบริโอในระยะนี้จึงเริ่มมีอวัยวะต่างๆ



หลังจากที่ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนของการเจริญเติบโตของกบแล้ว ครูอาจใช้คำถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนอภิปรายดังนี้



เซลล์ในชั้นตอนคลีเวจ บลาสทูลูเลชัน และแกสทูลูเลชันมีขนาดอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ไซโกต เพราะเหตุใด



เซลล์ของเอ็มบริโอในชั้นตอนคลีเวจ บลาสทูลูเลชัน และแกสทูลูเลชันมีขนาดเล็กกว่าเซลล์ไซโกต เพราะเกิดจากกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสหลายครั้ง เป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์

สำหรับคำถามในหนังสือเรียน มีแนวการตอบคำถามดังนี้

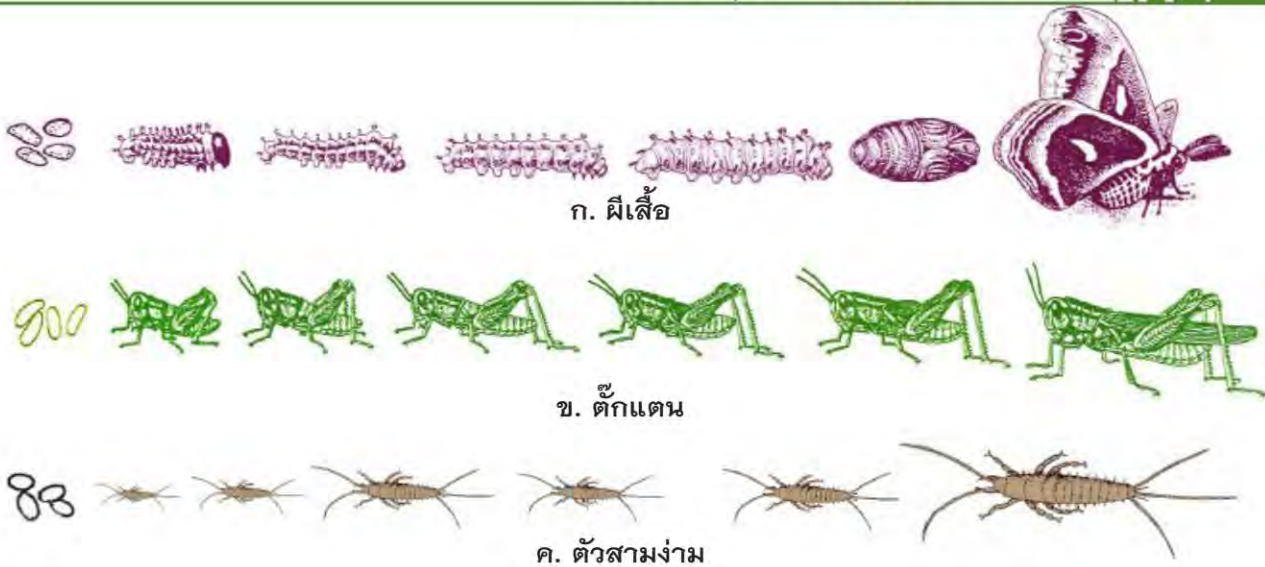


การเจริญของสัตว์ที่มีเมทาเมอร์ไฟซิสแตกต่างจากสัตว์ที่ไม่มีเมทาเมอร์ไฟซิสอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่างสัตว์ที่มีเมทาเมอร์ไฟซิสแบบต่างๆ



แมลงเป็นสัตว์ส่วนใหญ่ที่มีเมทาเมอร์ไฟซิส จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะการดำรงชีวิตหลายครั้ง ในขณะที่เอ็มบริโอมีการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย เมทาเมอร์ไฟซิสในแมลงแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. **พวกที่มีเมทาเมอร์ไฟซิสแบบสมบูรณ์** มีขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงครบ 4 ขั้น คือ ไข่ ตัวหนอน ตักแต่ ตัวเต็มวัย เช่น ผีเสื้อ แมลงวัน ยุง ตัวมด (ดังภาพ ก.)
2. **พวกที่มีเมทาเมอร์ไฟซิสแบบไม่สมบูรณ์** จะมีขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลง 3 ขั้น คือ ไข่ ตัวอ่อน ตัวเต็มวัย เช่น ตั๊กแตน แมลงสาบ แมลงปอ แมลงดานา จิ้งหรีด (ดังภาพ ข.)
3. **พวกที่ไม่มีเมทาเมอร์ไฟซิส** จากไข่ที่ได้รับการผสมจะฟักเป็นตัวอ่อนที่มีรูปร่างลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย แต่มีขนาดเล็กกว่า เช่น ตัวสามง่าม แมลงหางคืด (ดังภาพ ค.)



กิจกรรมเสนอแนะ การเปลี่ยนแปลงของเอ็มบริโอของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. อธิบายลักษณะของเอ็มบริโอของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
2. อธิบายความเหมาะสมของการวางไข่ในแหล่งน้ำ และโครงสร้างของเอ็มบริโอในการดำรงชีวิตอยู่ในน้ำ

การทำกิจกรรมนี้ครูควรให้นักเรียนเตรียมการล่วงหน้าโดยจัดเตรียมอ่างน้ำหรืออ่างบัวเพื่อเป็นที่สำหรับการวางไข่ของสัตว์ และสังเกตการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะโดยใช้แว่นขยายหรือกล้องสแตอริโอในการศึกษา

ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมเสนอแนะเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของปลา หรือสัตว์อื่นที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจในท้องถิ่น หรืออาจเชิญวิทยากรในท้องถิ่นบรรยายเรื่องการเจริญเติบโตของสัตว์ที่นักเรียนสนใจ เช่น ปลาบึก ปลาเก๋า กุ้ง เป็นต้น

ครูอาจใช้สื่อประเภทวีดิทัศน์ หรือ CD-ROM เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ประกอบการสอนในหัวข้อนี้ เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่องการเจริญเติบโตของกบ แล้วครูนำนักเรียนเข้าสู่เรื่องการเจริญเติบโตของไข่ โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสัตว์มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่บนบกที่ออกลูกเป็นไข่ซึ่งมีเปลือกหุ้มเป็นการควบคุมขนาดของเอ็มบริโอ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการเจริญเติบโตของสัตว์เหล่านี้ว่าแตกต่างจากสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกอย่างไร

5.2.2 การเจริญเติบโตของไข่

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตไข่ไก่ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการปฏิสนธิของไข่ว่าเป็นแบบภายในร่างกายหรือภายนอกในร่างกาย เพราะเหตุใด ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสังเกตลักษณะโครงสร้างภายในของไข่ไก่ และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับหน้าที่ของโครงสร้างเหล่านั้น



การสาธิตนี้ครูควรใช้ไข่ไก่เท่านั้น เพราะสามารถมองเห็นสายของไข่ขาวได้ชัดเจน ก่อนต่อไข่ลงในจานเพาะเชื้ออาจใส่น้ำลงในจานเพาะเชื้อก่อนเล็กน้อยเพื่อให้ไข่ที่ต่อลงไปพลิกได้สะดวก บางครั้งอาจมองไม่เห็นตำแหน่งของนิวเคลียส ควรใช้ช้อนตักพลิกขึ้นดู เพราะนิวเคลียสอาจอยู่ทางด้านล่าง แต่โดยปกติแล้วนิวเคลียสจะอยู่ด้านบน ครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบว่าส่วนของเซลล์ไข่นั้นคือสิ่งที่อยู่ภายในเยื่อหุ้มไข่แดงทั้งหมด ส่วนไข่ขาวนั้นไม่ใช่โครงสร้างภายในของเซลล์ไข่

ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของไก่จากหนังสือเรียน โดยครูอาจใช้แผ่นภาพโปร่งใส ภาพโปสเตอร์ หรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของไก่ประกอบการอธิบายเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามในหนังสือเรียนและเพิ่มเติมดังนี้



เอ็มบริโอของไก่ในระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 6 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



มีการเพิ่มจำนวนเซลล์



การเจริญเติบโตของไก่เหมือนหรือแตกต่างจากของกบอย่างไร



การเจริญเติบโตของไก่มีขั้นตอนเหมือนกบคือเริ่มจากคลีเวจ บลาสทูลูเลชัน แกสทูลูเลชัน ออร์แกโนเจนเนซิส แต่รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจะต่างกันบ้าง ทั้งนี้เพราะไข่ไก่มีปริมาณไข่แดงมากกว่าไข่กบ และเอ็มบริโอไก่อยู่ในสภาพแวดล้อมต่างจากเอ็มบริโอของกบ

นอกจากนี้ครูอาจถามคำถามเพิ่มเติมต่อไปได้อีกว่า



เอ็มบริโอของไก่จะพบปัญหาอะไรบ้างที่แตกต่างจากเอ็มบริโอของกบ



เอ็มบริโอของไก่ซึ่งเป็นสัตว์บกจะพบปัญหาเรื่อง การสูญเสียน้ำ การกำจัดของเสีย การแลกเปลี่ยนแก๊ส และอาหารเลี้ยงเอ็มบริโอที่มีจำกัด



ให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอไก่และแหล่งที่มาของสิ่งเหล่านั้น ซึ่งนักเรียนอาจเขียนได้ดังนี้

ตัวอย่างผังมโนทัศน์



5.2.3 การเจริญเติบโตของคน

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียน โดยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องการเกิดไซโกตและการเคลื่อนที่มาฝังตัวที่ผนังมดลูกของแม่ ต่อจากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของคนในหนังสือเรียน โดยครูอาจใช้แผ่นภาพโปรงใส วิดีทัศน์ หรือ CD-ROM หรือแผ่นภาพโปสเตอร์ประกอบการอธิบายเสริมความรู้ให้นักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถามในหนังสือเรียนและคำถามเพิ่มเติมดังนี้



ขั้นตอนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของคน เหมือนหรือแตกต่างจากกบและไก่อย่างไร

เอ็มบริโอของคนมีขั้นตอนการเจริญเติบโตเหมือนกบและไก่ คือ เริ่มจากคิลิวจ บลาสทูลูเลชัน แกสทูลูเลชัน ออร์แกโนเจเนซิส แต่แตกต่างกันในรายละเอียดแต่ละขั้นตอน เพราะเซลล์ของคนไม่มีไข่แดงสะสม เอ็มบริโอจะได้รับสารอาหารจากแม่โดยผ่านทางรก การแก้ปัญหาต่างๆ เช่น การกำจัดของเสีย การแลกเปลี่ยนแก๊สของเอ็มบริโอจะแตกต่างกัน

สำหรับคำถามในหนังสือเรียน มีแนวการตอบคำถามดังนี้



เอ็มบริโอของคนได้รับสารอาหาร แก๊สออกซิเจน หรือขับถ่ายของเสียด้วยวิธีการที่ต่างจากเอ็มบริโอของไก่หรือไม่ อย่างไร



เอ็มบริโอของคนได้รับสารอาหาร แก๊สออกซิเจน และขับถ่ายของเสียพวกแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ยูเรียโดยผ่านทางรกซึ่งแตกต่างจากไก่ ซึ่งเอ็มบริโอของไก่จะได้รับสารอาหารจากไข่แดง ได้รับแก๊ส



ออกซิเจนและขับถ่ายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยผ่านทางเปลือกไข่ ส่วนการขับถ่ายยูเรียจะเก็บสะสมไว้ในถุงแอสแลนทอยส์



เอ็มบริโอของคนจะเรียกฟัตัส เมื่อเอ็มบริโอมีอายุประมาณเท่าใด
ฟัตัส คือ เอ็มบริโอที่มีอวัยวะครบ อายุ 8 สัปดาห์



การคำนวณระยะเวลาตั้งครรภ์จนถึงครบกำหนดคลอดทารก มีวิธีการคิดอย่างไร
ระยะเวลาในการตั้งครรภ์ปกติของมารดาทุกๆ ไป ประมาณ 280 วัน โดยเริ่มนับตั้งแต่
วันแรกของการมีประจำเดือนครั้งสุดท้าย

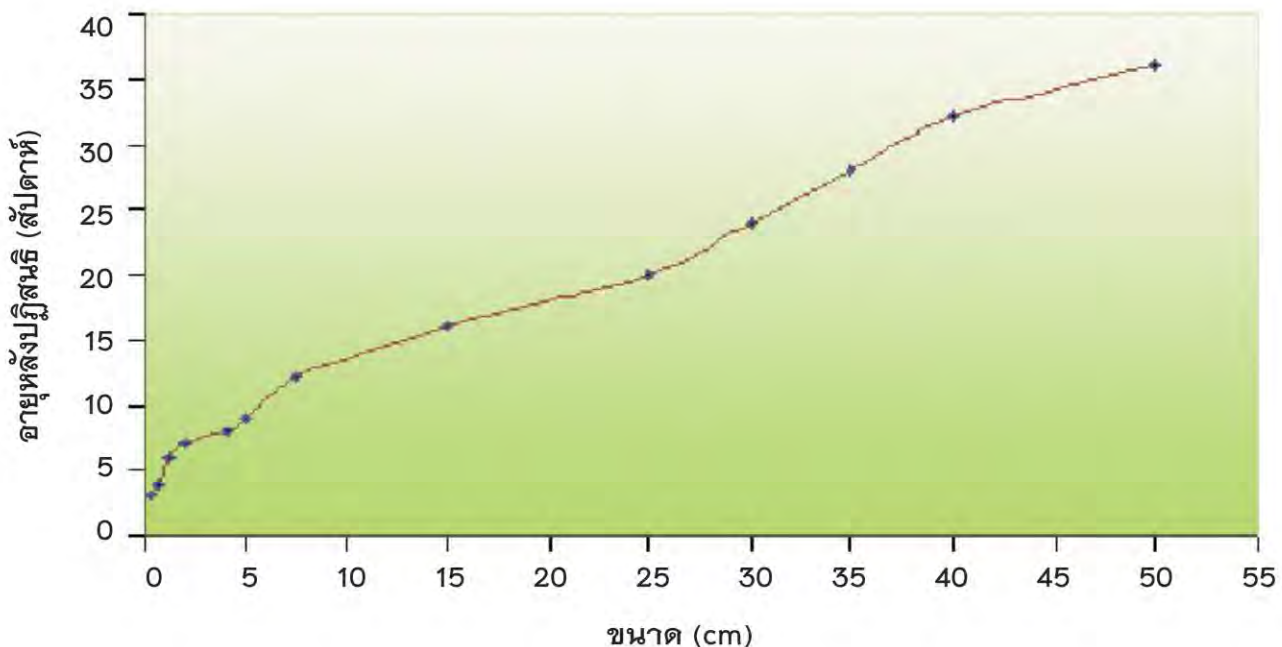
ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.4 เพื่อศึกษาอัตราการเติบโตของคน โดยใช้คำถามนำเข้าสู่กิจกรรม
ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายอาจเป็นดังนี้

- นักเรียนคิดว่าอัตราการเติบโตของคนเท่ากันตลอดหรือไม่

กิจกรรมที่ 5.4 อัตราการเติบโตของคน

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. เขียนกราฟแสดงอัตราการเติบโตของคนจากข้อมูลที่กำหนดให้
2. แปลความหมายของกราฟ



ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามในกิจกรรมดังนี้



ช่วงอายุเท่าใดที่มีอัตราการเติบโตมากที่สุด



ช่วงอายุ 16-20 สัปดาห์



อัตราการเติบโตในช่วงที่เป็นเอ็มบริโอกับฟัตัสแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด



เอ็มบริโอกับฟัตัสมีอัตราการเติบโตแตกต่างกัน เพราะช่วงที่เป็นเอ็มบริโอคือ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 8 เป็นการเติบโตเพื่อสร้างอวัยวะและรูปร่าง มีการเพิ่มขนาดร่างกายน้อย แต่เมื่อเป็นฟัตัสมีอวัยวะครบแล้วจะมีการเพิ่มขนาดของร่างกายมากขึ้น ในช่วง 3 เดือนสุดท้ายของการตั้งครรภ์ ฟัตัสจะมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว



ช่วงใดที่มีอัตราการเติบโตน้อย เพราะเหตุใด



ช่วง 4 สัปดาห์แรกเอ็มบริโอมีอัตราการเติบโตน้อย เพราะเป็นช่วงที่มีการเพิ่มจำนวนเซลล์สร้างเนื้อเยื่อและเริ่มสร้างอวัยวะ แต่มีการเพิ่มขนาดน้อย

ครูให้นักเรียนพิจารณาภาพที่ 5-22 และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเติบโตของร่างกายในระยะหลังคลอด



เมื่อโตเต็มที่ เนื้อเยื่อที่สร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวมีจำนวนมากขึ้นหรือน้อยลงกว่าเมื่ออายุประมาณ 12 ปี



น้อยลง



อวัยวะสืบพันธุ์ของคนเริ่มมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเมื่ออายุประมาณเท่าใด และช่วงอายุนั้นอัตราการเพิ่มขนาดของร่างกายเป็นอย่างไร



12 ปี ช่วงนั้นจะมีอัตราการเพิ่มขนาดของร่างกายมากขึ้น



ระยะใดที่สมองมีอัตราการเติบโตสูงสุด



ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุประมาณ 5 ปี



ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ จากหนังสือเรียนและเอกสารแผ่นพับจากกองสุขศึกษาของโรงพยาบาล สถานีนอนามัยต่างๆ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นกับทารกในครรภ์ ถ้าร่างกายของแม่ได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ หรือเป็นโรคติดเชื้อบางชนิด หรืออาจได้รับสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อทารก หรือได้รับรังสีมากเกินไป ต่อจากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกอ่อนของสัตว์ โดยใช้ตัวอย่างคำถามในหนังสือเรียนและคำถามเพิ่มเติมดังนี้



ปัจจัยภายนอกอะไรบ้างที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกอ่อน
อาหาร อุณหภูมิ ความชื้น การป้องกันภัย



นักเรียนคิดว่าปริมาณไข่แดงมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโตของสัตว์แต่ละชนิดหรือไม่ อย่างไร



ปริมาณไข่แดงมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโตของสัตว์แต่ละชนิด สัตว์ที่มีไข่แดงน้อยหรือไม่มีเลย เช่น คน จะต้องอาศัยอาหารจากภายนอกจากแม่ ส่วนไก่เป็นสัตว์ที่มีไข่แดงมาก จึงได้รับอาหารในระยะเอ็มบริโอจากไข่ แต่สัตว์ที่มีไข่แดงมากบริเวณที่จะเจริญเป็นเอ็มบริโอจะมีเฉพาะบริเวณเล็กๆ เท่านั้นการแบ่งเซลล์จึงแบ่งเฉพาะบริเวณที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นเอ็มบริโอเท่านั้น



แนวการตอบคำถามท้ายบทที่ 5



1. รกมีความสำคัญต่อการรักษาคุณภาพของฟัตส์อย่างไร จงอธิบาย

รกเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนสารระหว่างแม่กับลูก ของเสียต่างๆ จากลูก เช่น ยูเรีย กรดยูริก แก๊ส CO₂ จะแพร่จากหลอดเลือดฝอยของลูกเข้าไปที่หลอดเลือดฝอยของแม่ เพื่อให้แม่นำไปกำจัดออกทางระบบขับถ่ายของแม่ ขณะเดียวกันสารอาหาร แก๊ส O₂ จากแม่จะแพร่ผ่านรกไปยังลูก รกจึงมีความสำคัญในการช่วยรักษาคุณภาพของฟัตส์



2. หญิงมีครรภ์คนหนึ่งแจ้งกับนายแพทย์ว่าวันแรกของการมีรอบประจำเดือนครั้งสุดท้ายผ่านมาแล้ว 50 วัน อยากทราบว่าเอ็มบริโอ ที่อยู่ในครรภ์ของหญิงคนนี้มีอายุประมาณเท่าใด

เอ็มบริโอที่อยู่ในครรภ์มีอายุประมาณ 36 วัน โดยคำนวณจากวันแรกของการมีรอบประจำเดือนเป็นวันที่เริ่มสร้างเซลล์ไข่และเซลล์ไข่จะตกจากรังไข่เข้าสู่ปีกมดลูกประมาณกึ่งกลางของรอบประจำเดือนคือประมาณวันที่ 14 ซึ่งเซลล์ไข่จะมีอายุรอการผสมกับอสุจิได้ประมาณ 1 วัน เท่านั้น



3. จงลำดับขั้นตอนการเจริญของเอ็มบริโอตั้งแต่ระยะไซโกตจนถึงระยะที่เป็นฟัตส์

| อายุ | การเจริญของเอ็มบริโอ |
|-----------|--|
| 1 สัปดาห์ | ไซโกตมีการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ |
| 2 สัปดาห์ | เอ็มบริโอมีเนื้อเยื่อ 3 ชั้น และฝังตัวที่มดลูกของแม่ |
| 3 สัปดาห์ | เริ่มมีระบบประสาท หัวใจ เอ็มบริโอยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร |
| 4 สัปดาห์ | เริ่มมีตุ่มที่สร้างแขนขา ระบบหมุนเวียนเลือดทำงาน |
| 5 สัปดาห์ | ศีรษะมีขนาดใหญ่ขึ้น เริ่มสร้างอวัยวะรับความรู้สึก |
| 6 สัปดาห์ | มีนิ้วมือนิ้วเท้า ขนาดยาวประมาณ 1.2 มิลลิเมตรปรากฏ |
| 8 สัปดาห์ | เอ็มบริโอมีอวัยวะครบ เรียกเอ็มบริโอระยะนี้ว่า ฟัตส์ ตัวยาวประมาณ 4 เซนติเมตร |





4. ชายคนหนึ่งป่วยเป็นไข้ อุณหภูมิของร่างกายสูงกว่าปกติ ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการสร้างอสุจิหรือไม่ อย่างไร



อุณหภูมิร่างกายสูงกว่าปกติ ไม่มีผลต่อการสร้างอสุจิเพราะอณูอยู่ในถุงหุ้มอณู ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายในร่างกาย และเมื่อระดับอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงถุงหุ้มอณูจะมีการหดตัวหรือคลายตัวเพื่อให้อณูทะลุเข้าใกล้ลำตัวหรือห่างจากลำตัวมากขึ้น เป็นการช่วยรักษาอุณหภูมิของอณูให้พอเหมาะได้



5. จากการศึกษาพบว่า อสุจิเมื่ออยู่ในระบบสืบพันธุ์ของเพศหญิงจะมีอายุเพียง 24 ชั่วโมง แต่จะมีอายุยืนยาวกว่าเมื่ออยู่ในอณูของเพศชาย เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น



เพราะในระบบสืบพันธุ์ของเพศหญิงมีอุณหภูมิสูงกว่าในอณู รวมทั้งความเป็นกรด-เบส ในระบบสืบพันธุ์เพศหญิงก็แตกต่างจากในอณู



6. รูปร่างของอสุจิเหมาะสมต่อการทำหน้าที่ อย่างไร



การที่อสุจิมีหัวรีจะช่วยลดแรงเสียดทานขณะเคลื่อนที่ และการที่อสุจิมีขนาดเล็กและมีหางยาวทำให้เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น



7. ปัจจุบันมีการนิยมใช้เทคโนโลยีการตรวจครรภ์ด้วยอัลตราซาวนด์ ท่านคิดว่า การตรวจครรภ์ด้วยวิธีนี้มีประโยชน์อย่างไร จงอธิบาย



การตรวจครรภ์ด้วยอัลตราซาวนด์ มีประโยชน์ดังนี้

1. ทำให้ทราบจำนวนทารกในครรภ์
2. สามารถบอกอายุของทารกได้ค่อนข้างแน่นอน โดยดูความยาวของกระดูกต้นขา เส้นรอบวงของศีรษะ และท้องของทารก
3. สามารถบอกเพศของทารกได้
4. ตรวจความพิการบางอย่างของทารกได้ เช่น ศีรษะผิดปกติ ไม่มีแขนขา หัวใจรั่ว เป็นต้น
5. ตรวจความสมบูรณ์และตำแหน่งของรก
6. ดูลักษณะท่าของทารกในครรภ์ เช่น ท่าขวาง ท่าหัวลงหรือก้นลง เป็นต้น





แหล่งเรียนรู้



สถานที่

1. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข โทร. 0-2591-8162-3, 0-2590-4330, 0-2590-4335
2. สำนักงานสาธารณสุขประจำจังหวัด
3. กองสุขศึกษา โรงพยาบาลต่างๆ
4. พิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตึกชีววิทยา 1 ชั้น 2 ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. พิพิธภัณฑ์กายวิภาคศาสตร์ ตึกกายวิภาคศาสตร์ ชั้น 1 ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. พิพิธภัณฑ์พยาธิวิทยา ตึกพยาธิวิทยา ชั้น 1 ห้อง 106 ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) เทคโนธานี ถนนเลียบคลองห้า ตำบลคลองห้า อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี : 0-2577-4172-8
8. จตุรัสวิทยาศาสตร์ บริเวณสวนลุมพินี กรุงเทพมหานคร : 0-2252-1833



วีดิทัศน์

1. ทารกในหลอดแก้ว 2. อี๊กซี่เพื่อมีบุตร
บริษัทเอสโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) รายการประทับใจปริทรรศน์ ตู๊ปณ. 189 กทม. 10501
โทร. 0-2262-4381 หรือ 0-2329-1060 ต่อ 2248
1. ชีวิตกับการเจริญเติบโต 2. กำเนิดทารก
เวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล



อินเทอร์เน็ต (Internet)

1. <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html?http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/art98/celldiv.html> การเกิด binary fission จะต้องอาศัยเซลล์อื่นช่วยทำให้การแยกตัวออกทำได้ง่ายขึ้น
2. <http://www.geocities.com/tokyo/harbor/2093/doctors/lady.html#A4> รายละเอียดเรื่อง “ภาวะมีบุตรยาก การผสมเทียม เด็กหลอดแก้ว” บทความ เช่น กิฟท์ กำเนิดหรือประหาร, ART มีบุตรแบบเหนือธรรมชาติ ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับการทำ GIFT, ZIFT, IVF, ICSI เป็นต้น, อี๊กซี่ ที่สุดของการมีลูก, ROSNI อีกทางเลือกของคนอยากมีลูก (ใช้ round spermatid), การทำ GIFT, และอื่นๆ
3. <http://www.photovault.com/Link/Health/Anatomy/iFertilization/HAIVolume01.html> มีรูปภาพต่างๆ เกี่ยวกับ fertilization, embryonic development, sperm, egg, fetal stages



4. <http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/E/EmbryonicDevelopment.html> มีรายละเอียดเกี่ยวกับ cleavage, patterning, differentiation, growth, the problem, the solution และอื่นๆ พร้อมภาพประกอบ
5. <http://www.uoguelph.ca/zoology/devobio/dbindex.htm> มีรายละเอียดเกี่ยวกับ anatomical terms and planes of section, gametogenesis, cleavage (ดาวทะเล ไก่ กบ) gastrulation (ดาวทะเล ไก่ กบ) frog embryo ระยะเวลาต่างๆ พร้อมภาพประกอบ
6. <http://www.bijlmakers.com/index.htm> แสดงการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างของแมลง
7. <http://www.islam-guide.com/ch1-1-a.htm> พัฒนาการของเอ็มบริโอคน พร้อมภาพประกอบ



ภาคผนวก

การเตรียมสารเคมีสำหรับทำปฏิบัติการ

| สารเคมี | วิธีเตรียม |
|------------------------------|---|
| สารละลายไอโอดีน | สารละลายไอโอดีนที่ใช้ย้อมนิ่วเคลือบของเซลล์ สามารถนำไปใช้ย้อมซีเลียและแฟลเจลลัมได้ดี เช่นเดียวกับการตรวจแบ่งในใบไม้หรือตัวอย่างอาหาร เตรียมโดยชั่งไอโอดีน 1 กรัม โพแทสเซียมไอโอไดด์ 1 กรัม ใส่ลงไปในน้ำกลั่น 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน |
| สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85% | สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ต้องการใช้ในการศึกษาเซลล์ของสัตว์หรือคนจะต้องเตรียมขึ้นโดยให้ความเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์ คือประมาณ 0.85% ซึ่งเตรียมได้โดยชั่ง NaCl 0.85 กรัม ใส่ลงในน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนจน NaCl ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน |
| เอทิลแอลกอฮอล์ 70% | ปกติเอทิลแอลกอฮอล์ที่จำหน่ายโดยทั่วไป มักมีความเข้มข้น 95% สามารถเตรียมให้ความเข้มข้น 70% ได้โดยนำเอทิลแอลกอฮอล์ 95% มา 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปจนครบ 95 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากัน |



ความรู้เสริมสำหรับครู

ภาวะการมีบุตรยาก (infertility)

ภาวะการมีบุตรยาก หมายถึง การที่คู่สมรสที่ไม่ได้คุมกำเนิดหรือหยุดคุมกำเนิดอย่างน้อย 1 ปี และมีความสัมพันธ์ทางเพศอย่างสม่ำเสมอ เป็นระยะเวลา 1 ปี แล้วไม่ตั้งครรภ์

ภาวะการมีบุตรยากแบ่งได้ 2 ชนิด คือ ภาวะการมีบุตรยากชนิดปฐมภูมิ (primary infertility) เป็นชนิดที่คู่สมรสไม่เคยตั้งครรภ์หรือมีบุตรมาก่อนเลย และภาวะการมีบุตรยากชนิดทุติยภูมิ (secondary infertility) เป็นชนิดที่คู่สมรสเคยตั้งครรภ์หรือมีบุตรแล้ว แต่ไม่มีการตั้งครรภ์อีกหลังจากได้พยายามแล้วอย่างน้อย 1 ปี

สาเหตุการมีบุตรยาก

พบได้ทั้งฝ่ายหญิงและฝ่ายชาย ทั้ง 2 ฝ่ายต้องมีปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการตั้งครรภ์ คือฝ่ายหญิงต้องมีไข่ปกติจำนวนมากพอ และมีมดลูกที่ปกติ เพื่อรองรับการฝังตัวและให้อาหารแก่ตัวอ่อนให้เจริญได้ ส่วนฝ่ายชายต้องมีน้ำเชื้ออสุจิหรืออสุจิที่ปกติแข็งแรง เคลื่อนไหว และมีจำนวนมากพอ อีกทั้งยังต้องมีการแข็งตัวของอวัยวะเพศเพื่อหลั่งน้ำเชื้อเข้าสู่ระบบสืบพันธุ์เพศหญิงได้ เพื่อให้อสุจิผ่านเข้าไปปฏิสนธิกับไข่ได้ โดยทั่วไปสาเหตุการมีบุตรยากที่เกิดจากความผิดปกติของฝ่ายหญิงพบประมาณร้อยละ 60-70 ฝ่ายชายร้อยละ 30-40 และทั้งฝ่ายชายและฝ่ายหญิงร้อยละ 10

ปัจจัยการมีบุตรยากในฝ่ายหญิง

ส่วนใหญ่มีความผิดปกติของรังไข่ ท่อนำไข่ และภาวะมีเยื่อBUMดลูกเจริญในอุ้งเชิงกราน (endometriosis) ทั้ง 3 สาเหตุนี้ถือเป็นสาเหตุสำคัญๆ ของฝ่ายหญิง

ปัจจัยการมีบุตรยากในฝ่ายชาย

ส่วนใหญ่อุบัติจากความผิดปกติของน้ำเชื้ออสุจิหรือลักษณะของตัวอสุจิ เช่น การมีจำนวนเชื้ออสุจิน้อยเกินไป ลักษณะของอสุจิผิดปกติ เช่น มี 2 หัว มี 2 หาง หางสั้น หรือหัวใหญ่ นอกจากนี้ยังพบความผิดปกติของอวัยวะสืบพันธุ์ เช่น อัณฑะมีลักษณะผิดปกติ หรือองคชาตมีลักษณะผิดปกติ



ลักษณะของอสุจิที่ปกติและผิดปกติ

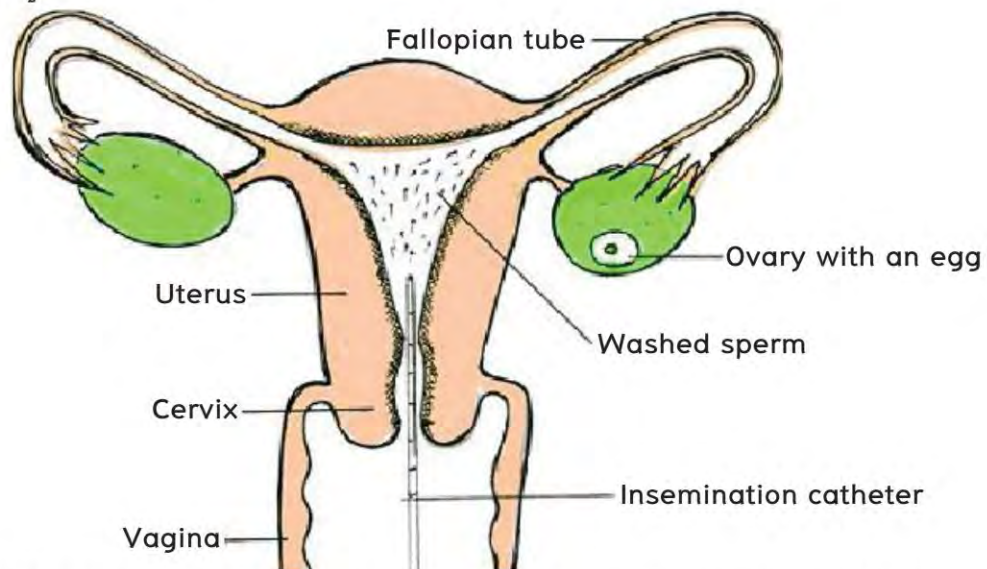
(ที่มา : <http://www.homefertility.com/iui.htm>) retrieved 17/11/09

เทคโนโลยีช่วยเหลือนภาวะการมีบุตรยาก (assisted reproductive technology: ART)

เอ.อาร์.ที. (ART) เป็นเทคโนโลยีในการช่วยเหลือนภาวะการมีบุตรยาก โดยการนำเอาเทคนิคต่างๆ มาช่วยในกระบวนการสืบพันธุ์เพื่อให้สามารถตั้งครรภ์และมีลูกได้ ความก้าวหน้าทางการแพทย์ด้านการสืบพันธุ์สามารถช่วยให้คู่สมรสมีบุตรได้ด้วยวิธีการต่างๆ ที่เหมาะสม โดยไปรบกวนกระบวนการทางธรรมชาติให้น้อยที่สุด ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของแพทย์ ดังต่อไปนี้

1. artificial insemination (AI) หรือ intrauterine insemination (IUI)

เทคนิคนี้มีหลักการคล้ายกับการผสมเทียมในปศุสัตว์ โดยการคัดเอาอสุจิที่แข็งแรง ฉีดเข้าไปในช่องคลอดหรือมดลูก



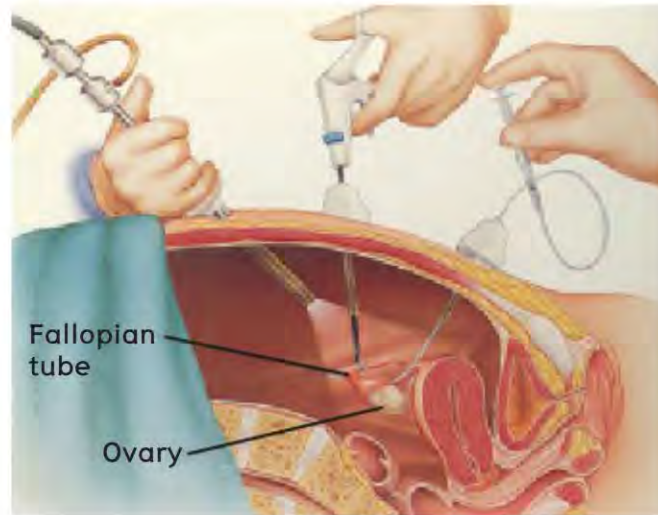
เทคนิค artificial insemination (AI) หรือ intrauterine insemination (IUI)

(ที่มา : <http://www.ivf.net.in/images/iui1.jpg>) retrieved 18/11/09



2. gamete intrafallopian tube transfer (GIFT)

การนำไข่และน้ำเชื้ออสุจิผสมรวมกันแต่ยังไม่มีการปฏิสนธิ ฉีดที่ท่อนำไข่ ปล่อยให้มีการปฏิสนธิในท่อนำไข่ตามธรรมชาติ

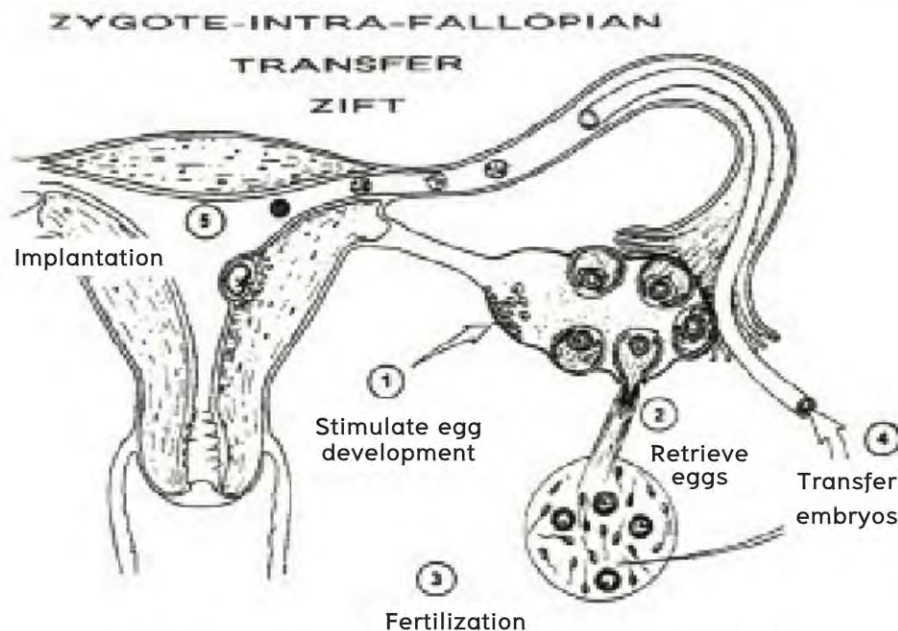


เทคนิค gamete intrafallopian tube transfer (GIFT)

(ที่มา : <http://www.lansinginfertility.com/images/GIFT-sm.jpg> retrieved 18/11/09)

3. zygote intrafallopian tube transfer (ZIFT)

การนำไข่กับอสุจิให้ผสมกันหรือปฏิสนธิกันเป็นไซโกตแล้วฉีดไซโกตมีอายุ 18-24 ชั่วโมง เข้าที่ท่อนำไข่



เทคนิค zygote – intrafallopian tube transfer (ZIFT)

(ที่มา : <http://acfs2000.com/picts/zift.gif> retrieved 18/11/09)

4. *in vitro* fertilization and embryonic transfer (IVF-ET)

การนำไข่กับอสุจิให้ผสมกันหรือปฏิสนธิกันเป็นไซโกต แล้วให้ไซโกตแบ่งตัวเป็นเอ็มบริโอ จากนั้นนำเอ็มบริโอระยะ 4-8 เซลล์ แล้วนำใส่กลับไปฝังที่โพรงมดลูก

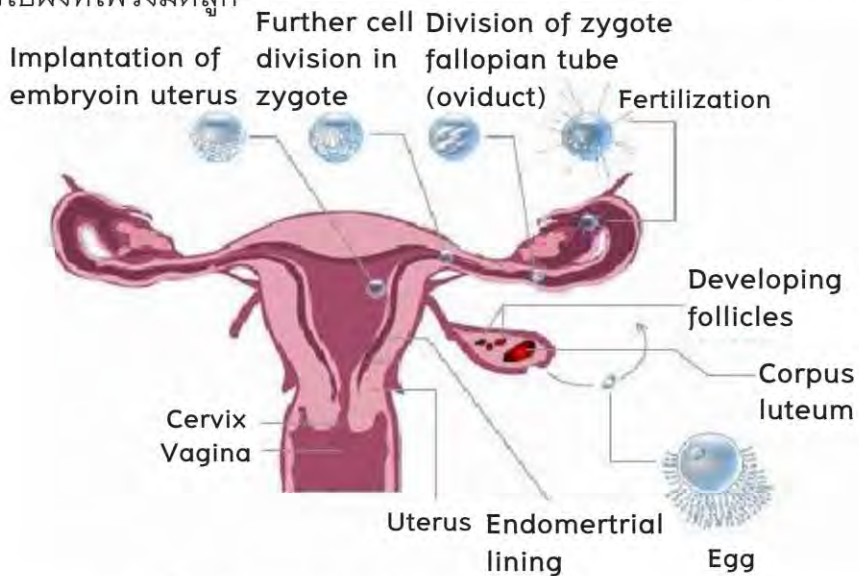


เทคนิค *in vitro* fertilization and embryonic transfer (IVF-ET)

(ที่มา : <http://www.ivfbedi.com/art/images/big-ivf.gif>) retrieved 18/11/09

5. blastocyst culture and transfer

หลักการคล้ายกับกรณี IVF-ET แต่ปล่อยให้ไซโกตแบ่งตัวเป็นเอ็มบริโอระยะซึ่งมีเซลล์ 120-150 เซลล์ แล้วนำใส่กลับไปฝังที่โพรงมดลูก



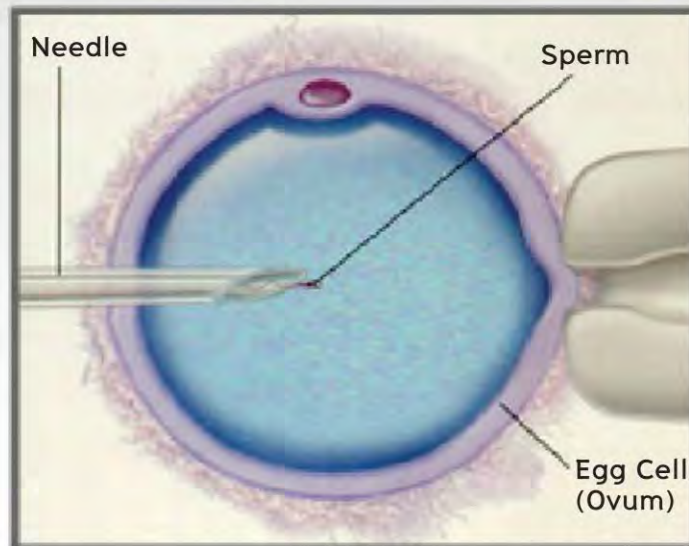
เทคนิค blastocyst culture and transfer

(ที่มา : <http://image.tutorvista.com/content/reproduction/human-reproduction-fertilization-to-implantation.jpeg>) retrieved 18/12/09

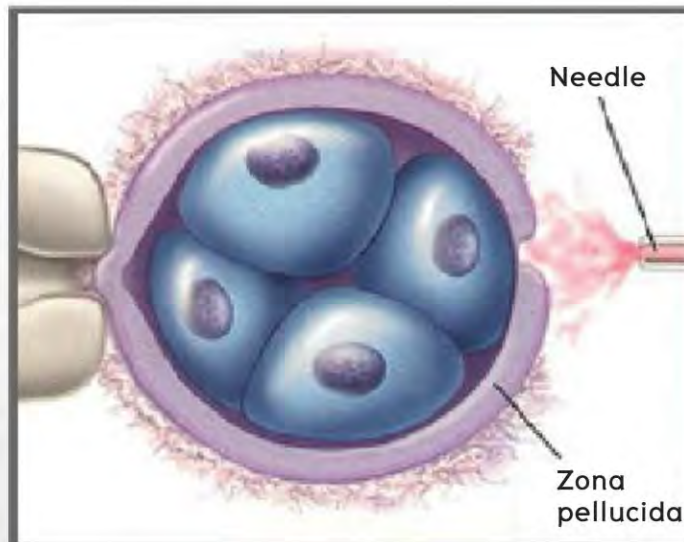


6. intracytoplasmic sperm injection (ICSI)

เทคนิคนี้นิยมใช้กับฝ่ายชายที่มีอสุจิจำนวนน้อยหรือมีคุณภาพไม่ดี หรือในกรณีที่ทำหมันแล้ว ต้องการมีบุตรอีก กระทำโดยการเจาะหลอดเก็บอสุจิ ดูดเอาอสุจิ 1 เซลล์ ฉีดเข้าไปในเซลล์ไข่ จากนั้นปล่อยไข่ให้ไข่แบ่งตัวจนเป็นเอ็มบริโอ แล้วนำใส่กลับไปยังที่โพรงมดลูก



(ที่มา : <http://www.lasvegasfertility.com/images/icsiorangebackgroundw.jpg>
retrieved 18/11/09



(ที่มา : http://3.bp.blogspot.com/_ULOrzv8H5WU/RzMSuZn8DII/AAAAAAAAABk/2_WXOOFyMDY/s320/AH.jpg) retrieved 18/11/09

เทคนิค intracytoplasmic sperm injection (ICSI)

ศิริราชผลิตน้ำตาลชนิดใหม่ แก้ปัญหาเด็กทารกแพ้นมทุกชนิด

“ศิริราช” เผยความสำเร็จผลิตน้ำตาลโปรตีนต่ำจากแป้งข้าวเจ้า มีคุณค่าสารอาหารครบถ้วน ใช้รักษาทารกป่วยเป็นโรคแพ้โปรตีนจากนมทุกชนิด ขณะนี้จัดสิทธิบัตรการทำสูตรน้ำตาลข้าวโพสเมออร์ ดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว

ศ.น.พ.พิภพ จิรภิญโญ ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ม.มหิดล หัวหน้าคณะนักวิจัยผลงานดังกล่าว แถลงว่า การผลิตน้ำตาลโปรตีนต่ำซึ่งสกัดจากแป้งข้าวเจ้าครั้งนี้ถือเป็นความสำเร็จในการแก้ปัญหาระบบการแพ้โปรตีนนมทุกชนิดในทารก เดิมทีการผลิตนมสำหรับทารกแพ้โปรตีนในนมวัว รวมทั้งนมจากเนื้อไก่อ้วนใช้น้ำตาลโพสเมออร์ หรือ “มาลโตเด็กซตริน” ที่ผลิตจากแป้งข้าวโพด โดยนำเข้าจากต่างประเทศเป็นส่วนประกอบหลักของคาร์โบไฮเดรตในนมที่ผลิตขึ้นมา แต่น้ำตาลโพสเมออร์จากแป้งข้าวโพดมีโปรตีนข้าวโพดเจือปนอยู่ในจำนวน 0.12 กรัม ต่อน้ำตาลโพสเมออร์ 100 กรัม ซึ่งอาจกระตุ้นให้ทารกแพ้โปรตีนที่เจือปนอยู่ได้

“ล่าสุดเราพบว่า ทารกที่แพ้โปรตีนในนมหลายชนิดมักไม่แพ้โปรตีนสกัดจากแป้งข้าวเจ้า แม้จะมีโปรตีนเจือปนอยู่ถึง 6 กรัม ต่อน้ำตาลโพสเมออร์ 100 กรัมก็ตาม แต่เพื่อรักษาทารกที่แพ้โปรตีนจากนมทุกชนิดให้หมดไป คณะวิจัยจึงศึกษาต่อยอดจนสามารถผลิตน้ำตาลข้าวโพสเมออร์จากแป้งข้าวเจ้าที่ให้โปรตีนต่ำเพียง 0.04 กรัม ต่อน้ำตาลโพสเมออร์ 100 กรัม โดยมีสัดส่วนของสารอาหาร คือ กลูโคส 11% มาลโตส 13% มาลโตไตรเอส 8% มาลโตเตตราไฮส 7% มาลโตเพนตาไฮส 23% มาลโตเฮกซาไฮส 6% และอื่นๆ อีก 32% เมื่อทานเข้าไป ร่างกายจะค่อยๆ ดูดซึมน้ำตาลข้าว ไม่เหมือนน้ำตาลกลูโคส และไม่ทำให้เพิ่มระดับอินซูลินในเลือด เพราะการเพิ่มระดับอินซูลินจะทำให้เกลือโพแทสเซียมเข้าเซลล์พร้อมกลูโคส มีผลทำให้กล้ามเนื้ออ่อนล้าได้ และจากการวิจัยในทารกที่แพ้โปรตีนในนมจากเนื้อไก่ที่มีส่วนผสมของน้ำตาลข้าวโพด เมื่อให้ทารกทานนมซึ่งมีส่วนผสมของน้ำตาลแป้งข้าวเจ้า พบว่า อาการแพ้โปรตีนจากนมหมดไป เด็กเจริญเติบโตเป็นปกติดี ไม่มีภาวะแทรกซ้อน” ศ.น.พ.พิภพ กล่าว

สำหรับน้ำตาลโพสเมออร์จากแป้งข้าวเจ้าที่มีโปรตีนต่ำนี้สามารถนำมาทำเป็นส่วนผสมของนม เครื่องดื่มและอาหาร ได้แก่ 1. ใช้เป็นส่วนผสมใน “นมข้าวอะมิโน” ซึ่งเป็นนมที่มีโปรตีนอยู่ในรูปของกรดอะมิโนขนาดเล็กๆ ย่อยง่าย ดูดซึมเร็ว ให้คุณค่าสารอาหารครบถ้วน เหมาะสำหรับเด็กที่แพ้นมทุกชนิด 2. เป็นส่วนประกอบหลักของคาร์โบไฮเดรตในนมจากเนื้อไก่ แทนน้ำตาลโพสเมออร์จากข้าวโพดที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ ลดอัตราการแพ้โปรตีนในนมจากเนื้อไก่ของทารก 3. เป็นส่วนผสมในน้ำเกลือสำหรับดื่มแก่ผู้ป่วยท้องร่วงเฉียบพลัน 4. เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่มนักกีฬาระหว่างการแข่งขัน 5. เป็นส่วนประกอบในอาหารผ่านสายยาง

(ที่มา : หนังสือพิมพ์ข่าวสด ปีที่ 19 ฉบับที่ 6893 วันอังคารที่ 13 เดือนตุลาคม 2552)







คณะกรรมการปรับปรุงคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คณะกรรมการจัดทำคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1

รศ.จงกล แก่นเพิ่ม

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ.ดร.วีระวรรณ สิทธิกรกุล

นักวิชาการอิสระ

ผศ.ดร.พัชนี สิงห์อาษา

นักวิชาการอิสระ

ผศ.สาส์ ตังคจิวงกูร

นักวิชาการอิสระ

นายณรงค์ พวงศรี

โรงเรียนเทพศิลา

ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวอรสา ชูสกุล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาวนภาพันธุ์ เรืองเสถียรทนต์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ปรึกษา

ดร. พรพรรณ ไททองกูร

ผู้อำนวยการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะกรรมการอำนวยการ

รศ.ดร.กิงแก้ว วัฒนเสริมกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รศ.ดร.วีระวรรณ สิทธิกรกุล

นักวิชาการอิสระ

ผศ.ดร.พัชนี สิงห์อาษา

นักวิชาการอิสระ

ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี





คณะกรรมการพิจารณาคู่มีออครายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1 (ฉบับร่าง)

รศ.ดร.กิ่งแก้ว วัฒนเสริมกิจ
 รศ.ดร.วีระวรรณ สิทธิกรกุล
 ผศ.ดร.พัชณี สิงห์อาษา
 ผศ.สาส์น ตั้งคจิวงกูร
 นายมานิตย์ ออพานิชกิจ
 นายนิพนธ์ ศรีนฤมล
 นายณรงค์ พ่วงศรี
 ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์
 นายสุทธิพงษ์ พงษ์วร
 นางสาวอรสา ชูสกุล
 นายธีรพัฒน์ เวชชประสิทธิ์
 นางสาวสาวิณีย์ หมูโสภณ
 ดร.สุนัดดา โยมญาติ
 นางสาววิลาส รัตนานุกูล
 นางสาวนภาพันธุ์ เรืองเสถียรทนต์
 นางสาวยุวศรี ต่ายคำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 นักวิชาการอิสระ
 นักวิชาการอิสระ
 นักวิชาการอิสระ
 โรงเรียนปทุมคงคา
 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
 โรงเรียนเทพศิลา
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี







สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีววิทยา เล่ม ๑



ภาพถ่ายโดย : นายคมสัน หงษ์ทรศิริ

ศึกษานิเทศก์พิเศษ

พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว

นายชินภัทร ภูมิรัตน ผู้พิมพ์และผู้โฆษณา

๕๓๐๐๓๔

www.suksapan.or.th

