



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วิชาชีววิทยา 3 (ว322342)

ภาคเรียนที่ 1

จัดทำโดย

นางวรินรำไพแถวกระโทก

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

## เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล

(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จัดทำโดย  
นางวรินรำไพ แกวกระโทก  
ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 8 การสืบพันธุ์ของพืชดอก เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล

จำนวน ..... ชั่วโมง คะแนนรายจุดประสงค์ ..... คะแนน

สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

มาตรฐาน ว 4.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

| ตัวชี้วัด                              | สาระการเรียนรู้แกนกลาง                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก | <p>- พืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วยระยะที่สร้างสปอร์ เรียกว่า ระยะสปอโรไฟต์ (2n) และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์พืช ระยะแกมีโทไฟต์ (n)</p> <p>- ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรงคือ ชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลชนิดต่าง ๆ</p> |

### ผลการเรียนรู้

อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับจำนวนรังไข่และการเจริญเป็นผลชนิดต่าง ๆ

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                        | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                | แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>ด้านความรู้</b><br/>โครงสร้างของดอกและชนิดของผล</p> <p><b>ด้านทักษะกระบวนการ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> </ol> <p><b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพหรือวิดีโอที่เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืช เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก</li> <li>2. บรรยายเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก เพื่ออธิบายความสัมพันธ์และความแตกต่างของ</li> </ol> | <p><b>ด้านความรู้</b><br/>วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก การอภิปรายร่วมกัน และจากการทำแบบทดสอบ</p> |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                            | แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>1. ความอยากรู้อยากเห็น<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน | ระยะเวลา สปอโรไฟต์และระยะแกมีโทไฟต์<br>ให้นักเรียนเขียนแผนภาพวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก เพื่อสรุปว่าสปอโรไฟต์สร้างสปอร์ โดยสปอร์จะพัฒนาไปเป็นแกมีโทไฟต์ซึ่งจะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ |                                     |

### สาระสำคัญ

ดอกโดยทั่วไป มีส่วนประกอบ 4 ชั้น คือ ชั้นกลีบเลี้ยง ชั้นกลีบดอก ชั้นเกสรเพศผู้ และชั้นเกสรเพศเมีย อาจจำแนกชนิดของดอกได้โดยใช้เกณฑ์ที่เป็นส่วนประกอบของดอก ตำแหน่งรังไข่ หรือจำนวนดอกที่อยู่บนก้านดอก ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรง คือชั้นเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลชนิดต่างๆ

### กำหนดการเรียนรู้

| สัปดาห์ที่ | หน่วย/เรื่อง                         | จุดประสงค์การเรียนรู้                                     | เวลา (ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------|-------|------|------|------|-----|
|            |                                      |                                                           |                | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|            | <b>บทที่ 8 การสืบพันธุ์ของพืชดอก</b> |                                                           |                |       |      |      |      |     |
| 1          | <b>โครงสร้างของดอกและชนิดของผล</b>   | 1. อธิบายเกี่ยวกับจำนวนรังไข่ และการเจริญเป็นผลชนิดต่าง ๆ | 3              | 3     | 2    | -    | -    | 5   |

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)

12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรคและนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่

4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ** (Applying 1/Communicating): ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม** (Applying 2/Serving): ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

**เรื่องที่ 1** โครงสร้างของดอกและชนิดของผล (จำนวน 1 ชั่วโมง)

**ขั้นนำ (3 นาที)**

ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับโครงสร้างของดอกที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยครูนำภาพตัวอย่างดอกไม้มาให้ให้นักเรียนดู เพื่ออภิปรายร่วมกันว่าดอกไม้ชนิดต่าง ๆ ที่นำมานี้มีโครงสร้างและส่วนประกอบที่เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร (รายละเอียดดังภาคผนวก)

จากการอภิปรายนักเรียนอาจตอบได้ว่า ดอกไม้ภาพแต่ละชนิดที่นำมานี้จะมีส่วนประกอบที่เหมือนกัน เช่น มีกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย ทั้งนี้ ครูจะยังไม่สรุปคำตอบ เนื่องจากภาพดอกไม้ที่นำมานี้อาจมีความหลากหลาย บางชนิดอาจมีโครงสร้างที่ครบทั้ง 4 ส่วน และบางชนิดอาจมีโครงสร้างที่ไม่ครบทั้ง 4 ส่วน

**ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (5 นาที)**

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล

เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ

**ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)**

ครูนำภาพดอกไม้มาให้ให้นักเรียนสังเกต ซึ่งระบุโครงสร้างของดอกไม้ พร้อมทั้งให้นักเรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็น

**ขั้นสำรวจและค้นหา (20 นาที)**

**การทดลอง เรื่องที่ 1 การศึกษาโครงสร้างของดอกและชนิดของผล**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการทดลองและเตรียมวัสดุ – อุปกรณ์

**จุดประสงค์**

1. ศึกษาโครงสร้างของดอกและชนิดของผล
2. ศึกษาจำนวนรังไข่และออวุล
3. ศึกษาชนิดของผล

**ขั้นเตรียม**

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มละ 5-6 คน
2. ให้นักเรียนเตรียมดอกไม้ กลุ่มละ 1 ชนิด

**วัสดุ-อุปกรณ์**

- |                           |         |   |      |
|---------------------------|---------|---|------|
| 1. ดอกไม้                 | กลุ่มละ | 3 | ชนิด |
| 2. ผลไม้                  | กลุ่มละ | 3 | ชนิด |
| 3. ใบมีดโกน               | กลุ่มละ | 1 | ด้าม |
| 4. ปากคีบ                 | กลุ่มละ | 1 | อัน  |
| 5. จานแก้ว                | กลุ่มละ | 1 | อัน  |
| 6. แวนชยาย                | กลุ่มละ | 1 | อัน  |
| 7. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ | จำนวน   | 1 | ตัว  |

## วิธีการศึกษา

### ศึกษาโครงสร้างของดอกและชนิดของผล

1. นำดอกไม้วางบนจานแก้ว ศึกษาส่วนประกอบภายนอก ภาพระบุชนิดของดอก บันทึกผลโดยการถ่ายภาพ
2. ศึกษาส่วนประกอบภายในของดอก ภาพระบุส่วนประกอบของดอก บันทึกภาพ เขียนอธิบาย ส่วนประกอบของดอก

### ศึกษาจำนวนรังไข่และออวูล

1. ศึกษาตำแหน่งของรังไข่ ภาพระบุตำแหน่งของรังไข่ บันทึกภาพ
2. ใช้มีดโกนผ่าดอกไม้ตรงรังไข่ตรงกลางแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ใช้ปากคีบช่วยจับ และใช้แว่นขยายส่อง ภาพศึกษาจำนวนออวูล บันทึกผลโดยการถ่ายภาพ เขียนอธิบายลักษณะของรังไข่และจำนวนออวูล
3. บันทึกผลการทดลอง
4. จัดทำชิ้นงานผลการทดลอง โดยใช้สื่อเทคโนโลยี
5. นำเสนอผลการทดลอง ผ่านสื่อออนไลน์

### ศึกษาชนิดของผล

1. นำผลไม้วางบนจานแก้ว ศึกษาชนิดของผล ภาพระบุชนิดของผล บันทึกผลโดยการถ่ายภาพ
2. นำผลไม้วางบนจานแก้ว ใช้มีดผ่าผลไม้จากตรงกลาง ศึกษาส่วนประกอบของผล ภาพระบุส่วนประกอบของผล บันทึกผลโดยการถ่ายภาพ
3. บันทึกผลการทดลอง
4. จัดทำชิ้นงานผลการทดลอง โดยใช้สื่อเทคโนโลยี
5. นำเสนอผลการทดลอง ผ่านสื่อออนไลน์

## บันทึกผล การทดลอง เรื่องที่ 1 การศึกษาโครงสร้างของดอกและชนิดของผล

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (15 นาที)

ให้นักเรียนศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษา และลงข้อสรุปร่วมกัน

ให้นักเรียนศึกษา ใบความรู้ เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล (รายละเอียดดังภาคผนวก) และหนังสือเรียน วิชาชีววิทยา 3 (หน้า4-12) จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยการถาม – ตอบ ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน โดยให้คะแนนเป็นกลุ่ม และนักเรียนเขียนคำตอบใน ใบงานที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล (รายละเอียดดังภาคผนวก) โดยใช้คำถาม ดังนี้

- โครงสร้างของดอกไม้มีอะไรบ้าง  
แนวคำตอบ กลีบเลี้ยง (sepal) , กลีบดอก (petal) , เกสรเพศผู้ (stamen) และเกสรเพศเมีย (carpel)
- เกสรเพศผู้ (stamen) ประกอบด้วย  
แนวคำตอบ อับเรณู (anther) และก้านชูอับเรณู (filament)
- เกสรเพศเมีย (pistil) ประกอบด้วย  
แนวคำตอบ ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) , ก้านเกสรเพศเมีย (style) รังไข่ (ovary)
- ดอกสมบูรณ์เพศ ประกอบด้วยอะไรบ้าง พร้อมทั้งยกตัวอย่าง

แนวคำตอบ ดอกที่มีเกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน เรียกว่า ได้แก่ ดอกชบา

- ดอกไม่สมบูรณ์เพศมีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง  
แนวคำตอบ ดอกที่มีเฉพาะเกสรเพศผู้ เรียกว่า ดอกเพศผู้ และดอกมีเฉพาะเกสรเพศเมีย เรียกว่า ดอกเพศเมีย ซึ่งดอกที่มีเกสรเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง อยู่คนละดอก ได้แก่ ดอกฟักทอง ดอกข้าวโพด
- ดอกสมบูรณ์เพศจำเป็นต้องเป็นดอกสมบูรณ์ด้วยหรือไม่ อย่างไร  
แนวคำตอบ ไม่จำเป็น ดอกสมบูรณ์เพศที่มีเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียในดอกเดียวกันอาจจะขาดส่วนของกลีบเลี้ยงหรือกลีบดอก
- ดอกสมบูรณ์ ประกอบด้วยอะไรบ้าง พร้อมทั้งยกตัวอย่าง  
แนวคำตอบ มีส่วนประกอบครบ 4 ส่วน คือ กลีบดอก กลีบเลี้ยง เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย ได้แก่ ชบา ตะขบ กุหลาบ มะเขือ หางนกยูง กระดังงา แก้ว ทานตะวัน
- ดอกไม่สมบูรณ์ มีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง  
แนวคำตอบ มีส่วนประกอบไม่ครบ 4 ส่วน คือ กลีบดอก กลีบเลี้ยง เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย ได้แก่ หนั้วว บานเย็น ข้าว ยอ หล้า กล้วย
- การจำแนกดอกตามตำแหน่งของรังไข่เป็นอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง  
แนวคำตอบ ดอกมีรังไข่เหนือวงกลีบ ได้แก่ มะเขือ , จำปี , บัว , บานบุรี , ถั่ว , มะละกอ , ส้ม , พริก ดอกมีรังไข่ใต้วงกลีบ ได้แก่ ตำลึง , ฟักทอง , บวบ , ฝรั่ง , กล้วย พลับพลึง , แดงโม , ทับทิม
- ดอกเดี่ยวมีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง  
แนวคำตอบ ดอกเดี่ยว มีดอกหนึ่งดอกอยู่บนก้านดอก ได้แก่ กุหลาบ บัว ชบา จำปี การเวก มะเขือ ฝรั่ง ฟักทอง ทูเรียน
- ดอกช่อมีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง  
แนวคำตอบ ดอกช่อ มีดอกดอกย่อยมากกว่า 1 ดอก ติดอยู่บนแกนช่อดอก ได้แก่ กล้วยไม้ เข็ม ราชพฤกษ์ ทานตะวัน ดาวเรือง หนั้วว บานไม่รู้โรย เฟื่องฟ้า มะลิ ดาวกระจาย บานชื่น ขนุน
- ดอกฐานร่วมมีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง  
แนวคำตอบ ดอกรวม คือ มีฐานดอกร่วม มีดอกย่อยจำนวนมาก และมีกลีบดอกเป็นวง ได้แก่ ทานตะวัน ดาวเรือง ดาวกระจาย บานไม่รู้โรย บานชื่น
- ชนิดของดอกและจำนวนรังไข่ภายในดอกมีความสัมพันธ์กับชนิดของผลอย่างไร  
แนวคำตอบ รังไข่ 1 รังไข่ ที่อยู่ในดอกเดี่ยว 1 ดอกหรือดอกย่อย 1 ดอกในดอกช่อ เมื่อเจริญเป็นผล ผลนั้นจะเป็นผลเดี่ยว - รังไข่หลายรังไข่ที่อยู่ในดอกเดี่ยว 1 ดอกเมื่อเจริญเป็นผล ผลนั้นจะเป็นผลกลุ่ม - รังไข่ของดอกย่อยแต่ละดอกที่อยู่ชิดกันแน่นจะเจริญร่วมกันขึ้นมาเป็นผลย่อยที่อยู่เบียดชิดกันบนแกนช่อดอกจนดูคล้ายเป็นผล 1 ผล ผลนั้นจะเป็นผลรวม
- ผลเดี่ยวมีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง  
แนวคำตอบ ผลเดี่ยว ( simple fruit ) คือ ผลที่เกิดมาจากรังไข่อันเดียวในดอกเดียวกัน ดอกอาจเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อก็ได้ โดยลักษณะของดอกเดี่ยวที่จะกลายเป็นผลเดียวนั้น จะต้อง

เป็นดอก 1 ดอก และมีรังไข่ 1 อัน เช่น ส้ม มะเขือ พักทอง แอปเปิ้ล ลำไย มะม่วง ฝรั่ง มังคุด เป็นต้น

- ผลกลุ่มมีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง

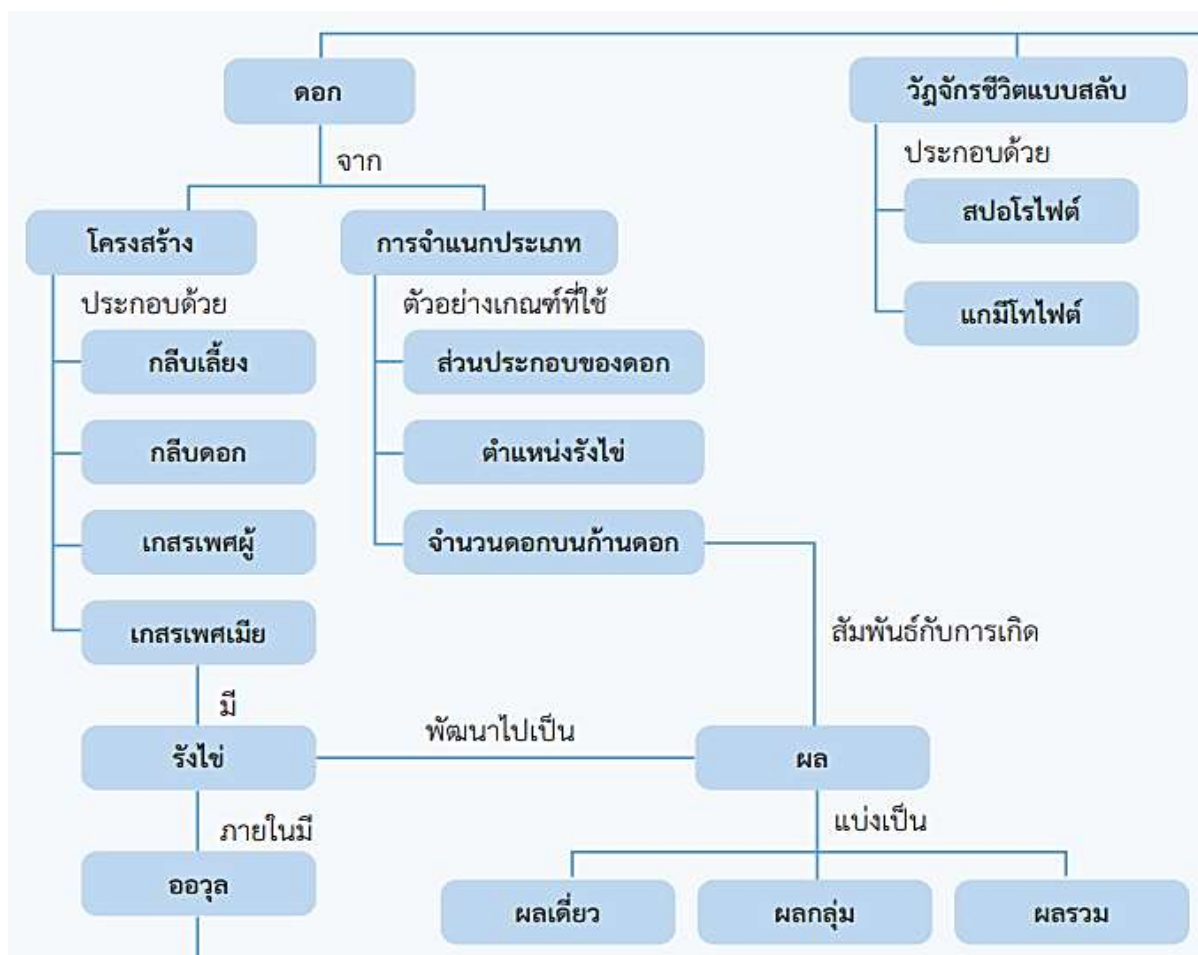
แนวคำตอบ ผลกลุ่ม (Aggregate fruits) เป็นผลที่เกิดจากกลุ่มของรังไข่ที่อยู่ภายในดอกเดียวกัน และอยู่บนฐานรองดอกเดียวกัน โดยที่รังไข่แต่ละอันจะเป็นผลย่อยหนึ่งผลแต่เมื่อผลเหล่านั้นอยู่ติดกันแน่น ทำให้ดูคล้ายเป็นผลเดี่ยว เช่น ลูกหวาย น้อยหน่า สตรอเบอร์รี่ นมแมว การเวก กระดังงา ลักษณะสำคัญของดอกที่จะกลายเป็นผลกลุ่ม คือ ใน 1 ดอกของดอกเดียรมีรังไข่อยู่หลายอัน ซึ่งอาจจะเชื่อมรวมกันหรือไม่เชื่อมรวมกันก็ได้

- ผลรวมมีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง

แนวคำตอบ ผลรวม (Multiple fruits) คือ ผลที่เกิดจากดอกช่อ ที่มีรังไข่ของดอกแต่ละดอก รังไข่เหล่านี้ กลายเป็นผลย่อยที่เชื่อมต่อกันแล้วรวมกันแน่น ได้แก่ สับปะรด ขนุน ยอ หม่อน สาเก มะเดื่อ

- ให้นักเรียนเขียนแผนผังเกี่ยวกับโครงสร้างของดอกและชนิดของผล

แนวคำตอบ



ครูและนักเรียนสรุปร่วมกันได้ว่า เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล โดยมีแนวทางการสรุปว่า โครงสร้างของดอกไม้ มีกลีบเลี้ยง (sepal) , กลีบดอก (petal) , เกสรเพศผู้ (stamen) และเกสรเพศ

**เมือ** (carpel) เกสรเพศผู้ (stamen) ประกอบด้วย อับเรณู (anther) และก้านชูอับเรณู (filament) เกสรเพศเมีย (pistil) ประกอบด้วยยอดเกสรเพศเมีย (stigma) , ก้านเกสรเพศเมีย (style) รังไข่ (ovary) ดอกสมบูรณ์เพศ ประกอบด้วย ดอกที่มีเกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน ดอกไม่สมบูรณ์เพศมีลักษณะ ดอกที่มีเฉพาะเกสรเพศผู้ เรียกว่า ดอกเพศผู้ และดอกที่มีเฉพาะเกสรเพศเมีย เรียกว่า ดอกเพศเมีย ซึ่งดอกที่มีเกสรเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งอยู่คนละดอก ดอกสมบูรณ์ มีส่วนประกอบครบ 4 ส่วน คือ กลีบดอก กลีบเลี้ยง เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย ดอกไม่สมบูรณ์ จะมีส่วนประกอบไม่ครบ 4 ส่วน ดอกมีรังไข่เหนือวงกลีบ ดอกมีรังไข่ใต้วงกลีบ **ชนิดของดอก** จำแนกเป็น **ดอกเดี่ยว**มีลักษณะมีดอกหนึ่งดอกอยู่บนก้านดอก **ดอกช่อ**มีลักษณะมีดอกดอกย่อยมากกว่า 1 ดอก ติดอยู่บนแกนช่อดอก **ดอกฐานร่วม**มีลักษณะดอกรวม คือ มีฐานดอกรวม มีดอกย่อยจำนวนมาก และมีกลีบดอกเป็นวง ชนิดของดอกและจำนวนรังไข่ภายในดอกมีความสัมพันธ์กับชนิดของผล รังไข่ 1 รังไข่ ที่อยู่ในดอกเดี่ยว 1 ดอกหรือดอกย่อย 1 ดอกในดอกช่อ เมื่อเจริญเป็นผล ผลนั้นจะเป็นผลเดี่ยว รังไข่หลายรังไข่ที่อยู่ในดอกเดี่ยว 1 ดอกเมื่อเจริญเป็นผล ผลนั้นจะเป็นผลกลุ่ม รังไข่ของดอกย่อยแต่ละดอกที่อยู่ชิดกันแน่นจะเจริญร่วมกันขึ้นมาเป็นผลย่อยที่อยู่ เบียดชิดกันบนแกนช่อดอก จนดูคล้ายเป็นผล 1 ผล ผลนั้นจะเป็นผลรวม

### ขั้นขยายความรู้ (5 นาที)

ครูและนักเรียนนักเรียนสืบค้นข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ ในเรื่องนี้มานำเสนอในห้องเรียนให้เพื่อนแลกเปลี่ยนเรียนรู้

นักเรียนทำแบบฝึกเรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล (รายละเอียดดังภาคผนวก)

### ขั้นประเมินความรู้ (5 นาที)

นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ

นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจในการศึกษาชุดการเรียนรู้สื่อผสมผ่าน Google site

### ขั้นนำความรู้ไปใช้ (2 นาที)

นักเรียนสืบค้นข้อมูลและนำเสนอเกี่ยวกับการนำความรู้ เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล ไปใช้ในการดำรงชีวิต

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

- |                                                                                    |         |   |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|------|
| 1. ดอกไม้                                                                          | กลุ่มละ | 3 | ชนิด |
| 2. ผลไม้                                                                           | กลุ่มละ | 3 | ชนิด |
| 3. ใบมีดโกน                                                                        | กลุ่มละ | 1 | ด้าม |
| 4. ปากคีบ                                                                          | กลุ่มละ | 1 | อัน  |
| 5. จานแก้ว                                                                         | กลุ่มละ | 1 | อัน  |
| 6. แวนชยาย                                                                         | กลุ่มละ | 1 | อัน  |
| 7. กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ                                                          | จำนวน   | 1 | ตัว  |
| 8. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล                       |         |   |      |
| 9. การทดลอง เรื่องที่ 1 การศึกษาโครงสร้างของดอกและชนิดของผล บันทึกรายงานผลการทดลอง |         |   |      |
| 10. ใบความรู้ เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล                              |         |   |      |
| 11. ใบงาน เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล                                  |         |   |      |
| 12. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ                                     |         |   |      |

13. แบบฝึก เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล
14. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล
15. แบบประเมินความพึงพอใจ

#### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                            | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ      | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกรูป<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                           | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                           | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

## เรื่องที่ 2 วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก

(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย  
นางวรินรำไพ แกวกระโทก  
ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 8 การสืบพันธุ์ของพืชดอก เรื่องที่ 2 วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก

จำนวน ..... ชั่วโมง คะแนนรายจุดประสงค์ ..... คะแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

2. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืช<br>ดอก<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> <li>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>6. การทดลอง</li> <li>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพหรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตแบบสลับของเฟิน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก</li> <li>2. บรรยายเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก เพื่ออธิบายความสัมพันธ์และความแตกต่างของระยะสปอโรไฟต์และระยะแกมีโทไฟต์ให้นักเรียนเขียนแผนภาพวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก เพื่อสรุปว่าสปอโรไฟต์สร้างสปอร์ โดยสปอร์จะพัฒนาไปเป็นแกมีโทไฟต์ ซึ่งจะสร้างเซลล์สืบพันธุ์</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก<br>การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ จาก การสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> <b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก การสังเกตพฤติกรรมในการอภิปรายร่วมกัน และการทำการทดลอง |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | แนวทางการจัดการเรียนรู้ | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|
| <b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ</li> <li>2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ</li> </ol> <b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ความซื่อสัตย์</li> <li>2. ความมุ่งมั่นอดทน</li> <li>3. ความรอบคอบ</li> <li>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์</li> </ol> |                         |                                         |

### สาระสำคัญ

พืชดอกมีวิวัฒนาการชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วยสปอโรไฟต์และแกมีโทไฟต์ ซึ่งสปอโรไฟต์เป็นระยะที่สร้างสปอร์ คือไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ที่อาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกกันหรือต่างต้นกัน ไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ไมโครสปอร์ จากนั้นไมโครสปอร์จะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและพัฒนาไปเป็นแกมีโทไฟต์เพศผู้ซึ่งทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ส่วนเมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้เมกะสปอร์ จากนั้นเมกะสปอร์จะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและพัฒนาไปเป็นแกมีโทไฟต์เพศเมียซึ่งทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เมื่อมีการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียจะได้ไซโกตและพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอแล้วเจริญเติบโตเป็นสปอโรไฟต์ต่อไป

### กำหนดการเรียนรู้

| ลำดับที่ | หน่วย/เรื่อง                      | จุดประสงค์การเรียนรู้                  | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|----------|-----------------------------------|----------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|          |                                   |                                        |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|          | บทที่ 8 การสืบพันธุ์ของพืชดอก     |                                        |                   |       |      |      |      |     |
| 1        | 8.2 วิถีจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก | 2. อธิบายวิถีจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก | 3                 | 1     | 1    | -    | -    | 2   |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน

3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้** (Processing/Structuring): ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่
4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ** (Applying 1/Communicating): ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม** (Applying 2/Serving): ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพหรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตแบบสลับของเฟิน เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูนำ เข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของพืชดอกที่เคยเรียนมาแล้วว่า วัฏจักรชีวิตของพืชดอกเป็นอย่างไร  
นักเรียนอาจตอบว่า พืชดอกเมื่อเจริญเติบโตและมีดอก ดอกจะมี การสืบพันธุ์เปลี่ยนแปลงไปเป็นผล ภายในผลมีเมล็ด เมื่อเมล็ดงอก ต้นอ่อนที่อยู่ภายในเมล็ดจะเจริญ เติบโตเป็นพืชต้นใหม่ พืชต้นใหม่จะเจริญเติบโตออกดอกเพื่อสืบพันธุ์มีผลต่อไปได้อีกหมุนเวียนต่อไป เนื่องเป็นวัฏจักรชีวิตของพืชดอก

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนศึกษา วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืช แล้วให้ข้อมูลนักเรียนว่า วัฏจักรชีวิตของพืชทุกกลุ่ม ทั้งพืชดอกและพืชไร้ดอกเป็นวัฏจักรชีวิตแบบสลับ ประกอบด้วย ระยะที่ สร้างสปอร์เรียกว่า สปอโรไฟต์ และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เรียกว่า แกมีโทไฟต์โครงสร้างของ สปอโรไฟต์ประกอบขึ้นจากเซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด หรือเซลล์ที่อยู่ในสภาพดิพลอยด์ (diploid;  $2n$ ) ส่วนแกมีโทไฟต์ประกอบขึ้นจากเซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซม 1 ชุด หรือเซลล์ที่อยู่ในสภาพแฮพลอยด์ (haploid;  $n$ )
2. ครูเชื่อมโยงเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และไมโทซิส เพื่ออธิบายว่า สปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้สปอร์ซึ่งโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง จากนั้นสปอร์จะ แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อเจริญและพัฒนาเป็นแกมีโทไฟต์และทำ หน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ต่อมา จะมีการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียได้เป็นไซโกต ซึ่งมีโครโมโซม 2 ชุด
3. ให้นักเรียนวางแผนการทดลองเรื่องที่ 2 การศึกษาวัฏจักรชีวิตของพืชในท้องถิ่น ดังนี้

### วัสดุ-อุปกรณ์

- |                     |         |   |     |
|---------------------|---------|---|-----|
| 1. พืช 1 ชนิด/กลุ่ม |         |   |     |
| 2. ปากคีบ           | กลุ่มละ | 1 | อัน |
| 3. จานแก้ว          | กลุ่มละ | 1 | อัน |
| 4. แวนชยาย          | กลุ่มละ | 1 | อัน |

### วิธีการทำ ศึกษาวัฏจักรชีวิตของพืช

1. ออกสำรวจพืช 1 ชนิด
2. สังเกตลักษณะต้นพืชในระยะต่าง ๆ การออกดอก ผล เมล็ด และต้นอ่อน

3. บันทึกผลการทดลอง
4. จัดเก็บผลการทดลองในโปรแกรมตัดแต่งภาพ โดยชื่อบันทึกกิจกรรมชีวิตของพืชในระยะต่าง ๆ
5. นำเสนอผลการทดลอง ผ่านสื่อออนไลน์

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. จากนั้นครูอาจถามนักเรียนเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของพืชดอกที่เคยเรียนมา ดังนี้ โครงสร้างพืชต่าง ๆ ที่พบในวัฏจักรชีวิตของพืชดอก โครงสร้างใดเป็นสปอโรไฟต์และ โครงสร้างใดเป็นแกมีโทไฟต์ นักเรียนเคยเห็นแกมีโทไฟต์เพศผู้และแกมีโทไฟต์เพศเมียของพืชดอกหรือไม่ อย่างไร นักเรียนอาจจะตอบได้หรือไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิม ครูให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า ต้นไม้ที่เห็นนั้นคือ สปอโรไฟต์ส่วนแกมีโทไฟต์เพศผู้และแกมีโทไฟต์เพศเมียนักเรียนอาจจะไม่เคยเห็น เนื่องจากมีขนาดเล็กและอยู่ภายในดอก
2. จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษารูป วัฏจักรชีวิตของเฟิร์นและพืชดอก โดย ให้ศึกษาวัฏจักรชีวิตของเฟิร์น ซึ่งเป็นพืชมีท่อลำเลียงที่ไร้เมล็ดก่อน ซึ่งแกมีโทไฟต์แยกออกจาก สปอโรไฟต์เพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของสปอโรไฟต์และแกมีโทไฟต์ได้ชัดเจนมากขึ้น
3. การกระจายสปอร์ของเฟิร์นและพืชดอกแตกต่างกัน คือ เฟิร์นมีการกระจายสปอร์ออกไปจากต้นสปอโรไฟต์ ส่วนพืชดอกไม่มีการกระจายสปอร์ ซึ่งเมกะสปอร์และไมโครสปอร์จะอยู่ภายในดอกบนต้นสปอโรไฟต์

### ชั้นขยายความรู้

1. จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยอาจใช้คำถามดังนี้ นักเรียนเคยเห็นสปอโรไฟต์และแกมีโทไฟต์ของเฟิร์นหรือไม่ อย่างไร แกมีโทไฟต์ของเฟิร์นอยู่บนสปอโรไฟต์หรือไม่ อย่างไร สปอร์สร้างมาจากโครงสร้างใด และมีจำนวนชุดของโครโมโซมเป็นดิพลอยด์หรือแฮพลอยด์ เซลล์สืบพันธุ์ของเฟิร์นสร้างมาจากโครงสร้างใด
2. จากการอภิปราย นักเรียนอาจจะไม่เคยเห็นสปอโรไฟต์ของเฟิร์น แต่บางคนอาจจะเคยเห็นและ บอกได้ว่า เป็นโครงสร้างที่คล้ายรูปหัวใจ สามารถเจอในที่ที่มีความชื้น จากนั้นนักเรียนควรสรุปได้จากการศึกษารูปวัฏจักรชีวิตของเฟิร์นว่า ต้นที่เห็นเป็นสปอโรไฟต์เมื่อสปอโรไฟต์โตเต็มที่ สปอร์มาเทอร์เซลล์ ในอับสปอร์จะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้สปอร์ซึ่งมีโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง เมื่อมีการกระจายสปอร์สปอร์จะหลุดจากสปอโรไฟต์และถ้าสปอร์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นเหมาะสม สปอร์จะงอกแล้วแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเจริญเป็นแกมีโทไฟต์ซึ่งจะมีโครงสร้างที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ต่อไป
3. จากนั้นอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างกันของวัฏจักรชีวิตของเฟิร์น และพืชดอก จากการอภิปรายของนักเรียนควรสรุปได้ว่า พืชทุกกลุ่มไม่ว่ามีดอกหรือไม่มีดอกก็ตาม จะ มีช่วงชีวิตเป็น 2 ระยะสลับกัน คือ สปอโรไฟต์และแกมีโทไฟต์ในพืชดอกนั้นแกมีโทไฟต์ซึ่งทำหน้าที่ สร้างเซลล์สืบพันธุ์นั้นเกิดขึ้นที่ดอก ทั้งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้(สเปิร์ม) และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (เซลล์ไข่) เมื่อสเปิร์มและเซลล์ไข่ปฏิสนธิจะได้เป็นไซโกตซึ่งมีการพัฒนาและเจริญเติบโตต่อไปจนเป็น ผลและเมล็ด เมื่อเมล็ดงอกเป็นต้นอ่อนจะมีการเจริญเติบโตระยะนี้จะเรียกว่า สปอโรไฟต์
4. ครูอาจเน้นให้เห็นว่า มีความแตกต่างกันของการกระจายสปอร์ของเฟิร์นและพืชดอก คือในพืช ดอกนั้น สปอร์ไม่ได้หลุดออกจากสปอโรไฟต์เมื่อสปอร์พัฒนาเป็นแกมีโทไฟต์แกมีโทไฟต์ของพืชดอก จึงไม่ได้อยู่อย่างอิสระ แต่มีขนาดเล็กและเป็นส่วนที่อยู่ในดอก โดยทั่วไปจึงจะมองไม่เห็นแกมีโทไฟต์

ของพืชดอกด้วยตาเปล่าซึ่งต่างจากเฟิร์นที่สปอร์หลุดจากสปอโรไฟต์และออกเป็นแกมีโทไฟต์ที่สามารถมองเห็นได้เป็นแผ่นสีเขียวบางๆ

5. จากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวการตอบ ดังนี้ การกระจายสปอร์ของเฟิร์นและพืชดอกแตกต่างกันอย่างไร เฟิร์นมีการกระจายสปอร์ออกไปจากต้นสปอโรไฟต์ ส่วนพืชดอกไม่มีการกระจายสปอร์ ซึ่งเมกะสปอร์และไมโครสปอร์จะอยู่ภายในดอกบนต้นสปอโรไฟต์

### ขั้นประเมินผล

#### ด้านความรู้

- พืชดอกมีวิวัฒนาการชีวิตแบบสลับประกอบด้วยระยะที่สร้างสปอร์และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์

#### ด้านทักษะ

- การสังเกตและการลงความเห็นจากข้อมูลจากการทำ กิจกรรมและการอภิปรายร่วมกัน
- ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำ กิจกรรมและการนำเสนอ

#### ด้านจิตวิทยาศาสตร์

- ความอยากรู้อยากเห็นและความมุ่งมั่นอดทนจากการสังเกตพฤติกรรมในการทำ กิจกรรม และการอภิปรายร่วมกัน

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. พืช 1 ชนิด/กลุ่ม
2. ปากคีบ                      กลุ่มละ                      1                      อัน
3. จานแก้ว                      กลุ่มละ                      1                      อัน
4. แว่นขยาย                      กลุ่มละ                      1                      อัน
5. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 2 วิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก
6. การทดลอง เรื่องที่ 2 การศึกษาวิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก บันทึกรายงานผลการทดลอง
7. ใบความรู้ เรื่องที่ 2 วิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก
8. ใบงาน เรื่องที่ 2 วิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก
9. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
10. แบบฝึก เรื่องที่ 2 วิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก
11. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 2 วิวัฒนาการชีวิตแบบสลับของพืชดอก
12. แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด        | วิธีการวัดผล                                                                      | เครื่องมือการวัดผล                                                 | เกณฑ์การผ่าน                                             |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลัง | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80% |

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                            | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | เรียน                                                                                         |                                                                                                                                               |                                                                                                                                            |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                           | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย

นางวรินรำไพ แถวกระโทก

ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

### แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 8 การสืบพันธุ์ของพืชดอก เรื่องที่ 3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก

จำนวน ..... ชั่วโมง คะแนนรายจุดประสงค์ ..... คะแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

#### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ผลการเรียนรู้

- อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก

#### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก</li> <li>การปฏิสนธิของพืชดอก</li> </ol> <b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>การสังเกต</li> <li>การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>การตั้งสมมติฐาน</li> <li>การกำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>การทดลอง</li> <li>การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อศึกษาส่วนประกอบของดอกของพืชชนิดต่าง ๆ และสรุปเกี่ยวกับความแตกต่างของส่วนประกอบของดอกในพืชแต่ละชนิด ทำให้เกิดความหลากหลายของรูปร่างดอกซึ่งสัมพันธ์กับการสืบพันธุ์</li> <li>อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ นักเรียนสรุปได้ว่า เรณูในเกสรเพศผู้และถุงเอ็มบริโอในเกสรเพศเมียเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b> <p>กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก การปฏิสนธิของพืชดอก จากการทำกิจกรรม การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ</p> <b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำการทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>การสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ</li> <li>2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ</li> </ol> <p><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ความซื่อสัตย์</li> <li>2. ความมุ่งมั่นอดทน</li> <li>3. ความรอบคอบ</li> <li>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. ให้ความรู้เกี่ยวกับการสร้างไมโครสปอร์ และเมกะสปอร์</li> <li>4. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการถ่ายเรณู เพื่ออภิปรายถึงความสำคัญและปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเรณูของพืชดอก</li> <li>5. อธิบายเกี่ยวกับการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เพื่อให้นักเรียนอธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของพืชดอก</li> <li>6. ให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อสังเกตและบันทึกหรือวาดรูปร่างลักษณะของเรณู การงอกของหลอดเรณู ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นำเสนอผลการทำกิจกรรม อภิปรายร่วมกันและสรุปเกี่ยวกับการงอกของหลอดเรณู</li> <li>7. ให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิสนธิ และร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการปฏิสนธิของพืชดอก</li> </ol> | <p><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b></p> <p>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จากการสังเกตพฤติกรรมในการอภิปรายร่วมกัน และการทำการทดลอง</p> |

### กำหนดการเรียนรู้

| ลำดับที่ | หน่วย/เรื่อง                         | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                     | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|----------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|          |                                      |                                                                                                           |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|          | บทที่ 8 การสืบพันธุ์ของพืชดอก        |                                                                                                           |                   |       |      |      |      |     |
| 2        | 8.3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก | 3. อธิบายและเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก<br>อธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก | 3                 | 3     | 2    | -    | -    | 5   |

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณ์ญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่
4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying 1/Communicating):** ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม (Applying 2/Serving):** ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

#### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อศึกษาส่วนประกอบของดอกของพืชชนิดต่าง ๆ และสรุปเกี่ยวกับความแตกต่างของส่วนประกอบของดอกในพืชแต่ละชนิด ทำให้เกิดความหลากหลายของรูปทรงดอกซึ่งสัมพันธ์กับการสืบพันธุ์

#### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับโครงสร้างของดอกแล้วตั้งประเด็นคำถามดังนี้

- โครงสร้างใดของดอกทำหน้าที่ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์  
ตอบ เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย
  - การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของพืชดอกนั้นนักเรียนคิดว่าเหมือนหรือแตกต่างจากการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์  
ตอบ มีส่วนเหมือนกันคือมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งแต่รายละเอียดของกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในพืชจะแตกต่างไปจากสัตว์
  - การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชนั้นมีกระบวนการสร้างอย่างไร
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคำตอบของนักเรียนโดยครูยังไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้อง
  3. ครูให้นักเรียนดูรูปผีเสื้อหรือผึ้งเกาะอยู่บนเกสรดอกไม้วแล้วตั้งประเด็นคำถามเช่น
    - ผีเสื้อหรือผึ้งมีส่วนช่วยในการผสมเกสรอย่างไร  
ตอบ ผีเสื้อหรือผึ้งจะช่วยนำเรณูจากเกสรเพศผู้ไปยังเกสรเพศเมีย
    - ปัจจัยใดบ้างมีส่วนช่วยในการถ่ายละอองเรณู  
ตอบ ลมแมลงน้ำและสัตว์ต่างๆ
    - นักเรียนคิดว่าการถ่ายละอองเรณูและการงอกของหลอดเรณูลงไปภายในรังไข่ชั้นใดเกิดขึ้นได้อย่างไร
  4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคำตอบของนักเรียนโดยครูยังไม่ได้คำตอบที่ถูกต้อง
  5. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการถ่ายละอองเรณูแล้วตั้งประเด็นคำถามเพื่อนำเข้าสู่เรื่องการปฏิสนธิของพืชดอกเช่น
    - เมื่อเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมียจะเกิดอะไรขึ้น
    - กระบวนการปฏิสนธิจะเกิดขึ้นที่ใด อย่างไร
  6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแนวคำตอบของนักเรียนโดยครูยังไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้อง

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษากระบวนการสร้างเรณูและกระบวนการสร้างถุงเอ็มบริโอจะไปความรู้หรือในหนังสือเรียน
  2. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4 คนกลุ่มละ 5-6 คนโดย 2 กลุ่มแรกกำหนดให้ศึกษาและทำแผนภาพประกอบหรือสร้างแบบจำลองในหัวข้อกระบวนการสร้างเรณูและอีก 2 กลุ่ม กำหนดให้ศึกษาและทำแผนภาพประกอบหรือสร้างแบบจำลองในหัวข้อกระบวนการสร้างถุงเอ็มบริโอ
  3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมการศึกษาและอภิปรายในหัวข้อที่กำหนดให้แล้วร่วมกันระดมความคิดในการจัดทำแผนภาพประกอบหรือสร้างแบบจำลอง
  4. นักเรียนสรุปสาระสำคัญที่สมาชิกกลุ่มได้อาที่อภิปรายร่วมกันเป็นข้อสรุปของกลุ่มครูควรให้สัญญาณแก่กลุ่มก่อนเวลาเพื่อที่จะแต่ละกลุ่มจะได้สรุปผลการอภิปราย
  5. ถ้านักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
  6. นักเรียนศึกษาการถ่ายละอองเรณูและการงอกของหลอด เรณูจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน
  7. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสังเกตรูปร่างของเรณูและการงอกของหลอดเรณูตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะการสังเกตดังนี้
- ตอนที่ 1

- แต่ละกลุ่มนำดอกชนิดต่างๆเช่นแพงพวยฝรั่งพลับพลึงว่านกาบหอยบัวจีนดาวเรืองต้อยติ่งกุหลาบมาใช้ในการศึกษา
  - แกะกลีบดอกออกให้เห็นเกสรเพศผู้ตัดอับเรณูจากเกสรเพศผู้มาวางบนสไลด์ที่มีหยดน้ำใช้ปลายเข็มเขี่ยสะกิดให้เซลล์แตกออกให้เรณูร่วงลงสู่หยดน้ำบนสไลด์ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์แล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำบันทึกผลโดยการวาดรูปลักษณะของเรณู
  - ปฏิบัติเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2 แบบ เหยี่ยูนิตของดอกจนครบทุกชนิด
8. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
- ตอนที่ 2
- ปฏิบัติกิจกรรมเช่นเดียวกับตอนที่ 1 แต่ใช้สารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้นร้อยละ 5 แทนน้ำโดยนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำเป็นเวลาต่อเนื่องประมาณ 5 นาทีวาดรูปการเปลี่ยนแปลงที่มองเห็นแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงต่ออีกทุกๆ 5 นาทีเป็นเวลา 30 นาทีบันทึกผลโดยการวาดรูป
  - ก่อนปฏิบัติการคร่อมอบหมายนักเรียนไว้ล่วงหน้าให้นำดอกชนิดต่างๆเช่นแพงพวยฝรั่งควรถูกเลือกพันธุ์ที่เป็นดอกดั้งเดิมหรือดอกพลับพลึงว่านกาบหอยปราจีนดาวเรืองต้อยติ่งและกุหลาบมาใช้ในการทำกิจกรรม
9. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
10. นักเรียนศึกษาการปฏิสนธิของพืชดอกจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน
11. ครูอภิปรายว่าเมื่อเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมียโดยวิธีใดวิธีหนึ่งโดยเรณูนั้นจะได้รับความชื้นจากยอดเกสรเพศเมียแล้วจึงงอกหลอดเรณูยื่นลงไป ในเนื้อเยื่อและก้านเกสรเพศเมียหลอดเรณูเจริญเติบโตยาวออกมาเรื่อยๆและเข้าสู่ไมโครไพล์ทิวบ์นิวเคลียสซึ่งไหลตามหลอดเรณูมาจะสลายไปตายของเรณูจะแตกออกสเปิร์มนิวเคลียส 2 นิวเคลียสซึ่งไหลมากับหลอดเรณูจะเข้าสู่ถุงเอ็มบริโอเมื่อเกิดการปฏิสนธิต่อไป
12. นักเรียนร่วมกันอภิปรายการปฏิสนธิของพืชดอกโดยให้นักเรียนดูแผนภาพในหนังสือเรียนหรือแผนภาพที่ครูทำขึ้นประกอบ

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติการหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการโดยใช้แนวคำถามดังนี้
  - การสร้างไมโครสปอร์เกิดขึ้นจากเซลล์ที่มีชื่อว่าอะไร
 

ตอบ ไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์
  - ไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์มีการแบ่งเซลล์แบบใด เซลล์ที่ได้แต่ละเซลล์มีกี่นิวเคลียสและแต่ละนิวเคลียสมีโครโมโซมกี่ชุด
 

ตอบ มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ไมโครสปอร์ 4 เซลล์แต่ละเซลล์มี 1 นิวเคลียสแต่ละนิวเคลียสมีจำนวนโครโมโซม 1 ชุด (n)
  - ไมโครสปอร์มีการเจริญต่อไปอย่างไร
 

ตอบ มีการเจริญต่อไปโดยการสร้างเรณูซึ่งเกิดจากการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสได้เป็นทิวบ์นิวเคลียสและเจเนอเรทีฟนิวเคลียส
  - การสร้างเมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์ มีการแบ่งเซลล์แบบใด และผลที่ได้เป็นอย่างไร

- ตอบ มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เมกะสปอร์ 4 เซลล์ได้เมกะสปอร์ 3 เซลล์และจะสลายไป เหลือเพียงเมกะสปอร์เซลล์เดียวที่เจริญต่อไปเป็นเซลล์สืบพันธุ์
- เมกะสปอร์มีการเจริญต่อไปอย่างไร  
ตอบ มีการเจริญต่อไปโดยการสร้างไข่ที่เกิดจากการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส 3 ครั้งติดต่อกัน ได้ 8 นิวเคลียส โดย 3 นิวเคลียส กลุ่มที่อยู่ด้านตรงข้ามไมโครโพล์เรียกว่า antipodal อีก 3 นิวเคลียสที่อยู่ทางด้านไมโครโพล์ซึ่งมี 1 นิวเคลียสที่เป็นไข่อีก 2 นิวเคลียสที่เหลือเรียกว่าซินเนอร์จิสต์ส่วนตรงกลางอีก 2 นิวเคลียสต่อมาจะรวมกันเรียกว่า โพลาร์นิวคลีโอ โครงสร้างที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้เรียกว่าถุงเอ็มบริโอ
3. ครูให้รางวัลคำชมเชยแก่กลุ่มที่จัดทำแผนภาพหรือสร้างแบบจำลองได้ดีมีความคิดสร้างสรรค์สื่อความหมายได้ถูกต้องและตอบคำถามได้ชัดเจน
  4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปดังนี้
    - กระบวนการสร้างเรณู  
ไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์ ( $2n$ ) แบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 2 ครั้ง ได้ 4 ไมโครสปอร์ ( $n$ ) แต่ละเซลล์แบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส ได้เป็นเรณูภายในมี 2 นิวเคลียสคือหัวบนิวเคลียสและเจเนอเรทีฟนิวเคลียส
    - กระบวนการสร้างถุงเอ็มบริโอ  
เมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์ ( $2n$ ) แบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 2 ครั้ง ได้เมกะสปอร์ 4 เซลล์ โดย 3 เซลล์สลายไปมีเมกะสปอร์ 1 เซลล์ เจริญต่อไปแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส 3 ครั้ง อยู่ในถุงเอ็มบริโอ ภายในมี 7 เซลล์ 8 นิวเคลียส
  5. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
  6. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
    - ดอกชนิดต่างๆมีลักษณะของเรณูที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร  
ตอบ แตกต่างกันบางชนิดอาจมีรูปร่างกลมรีหรือขลุ่ยลักษณะบางชนิดอาจมีขอบเรียบหรือขรุขระ
    - จำนวนของเรณูในแต่ละดอกมีความเหมาะสมในการถ่ายละอองเรณูหรือไม่อย่างไร  
ตอบ เหมาะสมเนื่องจากเลนส์นูนในแต่ละดอกมีอยู่จำนวนมากทำให้มีโอกาสในการถ่ายละอองเรณูและเกิดการปฏิสนธิได้มาก
    - จากการปฏิบัติกิจกรรมดอกชนิดต่างๆนั้นจาก ออกของหลอดเรณูหรือไม่และในระยะแรกมีการงอกของหลอดเรณูที่หลอด  
ตอบ ดอกที่นำมาสังเกตส่วนใหญ่มีการงอกของหลอดเรณูโดยงอกหลอดเรณู 2 หลอด
    - ดอกชนิดใดดอกชนิดใดงอกหลอดเรณูได้ง่ายและสมบูรณ์ที่สุด  
ตอบ แพงพวยฝรั่ง
    - การถ่ายละอองเรณูนอกจากเกิดขึ้นตามธรรมชาติแล้วสามารถเกิดขึ้นได้โดยวิธีใดอีก  
ตอบ เกิดขึ้นโดยมนุษย์ช่วยในการถ่ายละอองเรณู
  7. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่า
    - เรณูมีรูปร่างและขนาดที่เล็กมากเรณูของพืชต่างชนิดกันมีความแตกต่างกันทั้งขนาดรูปร่างลักษณะและจำนวนบางชนิดมีผิวขรุขระบางชนิดมีหนามหรือปุ่มยื่นออกมามีความเหนียวขึ้นเมื่อดกกลบจนยอดเกสรเพศเมียแล้วจะไม่ปลิวไปตามลมซึ่งเหมาะสมในการถ่ายละอองเรณูบนยอดเกสรเพศเมีย

- ดอกที่สังเกตเห็นการงอกของหลอดเรณูได้รวดเร็วคือดอกแพงพวยฝรั่งว่านกาบหอยบัวจีน ดาวเรืองต้อยติ่งและกุหลาบตามลำดับ
  - เรณูของดอกบางชนิดอาจไม่งอกหรืองอกในสารละลายชูโครสได้ช้ามากเนื่องจากมีสารละลายน้ำตาลชูโครสเป็นปัจจัยจำกัดใน กิจกรรมนี้ใช้ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลชูโครสเพียงร้อยละ 5 ซึ่งพบว่าเรณูของดอกแพงพวยฝรั่งจะงอกได้เร็วที่ความเข้มข้นนี้แต่เรณูของดอกอื่นอาจจะต้องใช้ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลชูโครสที่มีความเข้มข้นมากหรือน้อยกว่านี้ก็เป็นไปได้
8. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการเรียนรู้โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
- การปฏิสนธิของพืชดอกเกิดขึ้นเมื่อใดและเรียกการปฏิสนธิว่าอย่างไร  
ตอบ การปฏิสนธิเกิดขึ้นเมื่อสเปิร์มนิวเคลียสหนึ่งเข้าผสมกับไข่และอีกหนึ่งสเปิร์มนิวเคลียสเข้าผสมกับโคราชนิวคลีไอการปฏิสนธินี้เรียกว่าการปฏิสนธิคู่
  - สเปิร์มนิวเคลียสมีจำนวนเท่าใดแต่ละนิวเคลียสมีโครโมโซมกี่ชุด  
ตอบ ในพืชดอกมีสเปิร์มนิวเคลียส 2 นิวเคลียสแต่ละนิวเคลียสมีโครโมโซม 1 ชุด (n)
  - ไซโกตเกิดขึ้นได้อย่างไรและมีโครโมโซมกี่ชุด  
ตอบ ไซโกตเกิดจากสเปิร์มนิวเคลียส จำนวน 1 นิวเคลียสเข้าผสมกับไข่ 1 นิวเคลียสได้ไซโกตที่มีจำนวน 1 เซลล์และมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2 ชุด (2n)
  - เอนโดสเปิร์มเกิดขึ้นได้อย่างไรและมีจำนวนโครโมโซมกี่ชุด  
ตอบ เอนโดสเปิร์มเกิดจากสเปิร์มนิวเคลียส 1 นิวเคลียสเข้าผสมกับโพลาร์นิวคลีไอดีที่มี 2 นิวเคลียสได้เป็น endosperm ซึ่งจำนวนโครโมโซมเป็น 3 ชุด (3n)
9. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการเรียนรู้โดยให้ได้ข้อสรุปว่า
- การปฏิสนธิคู่หมายถึงปรากฏการณ์ที่มีการปฏิสนธิ 2 ครั้งในเวลาเดียวกันของพืชดอกดังนี้  
สเปิร์มนิวเคลียส n + ไข่ ไซโกต (2n) เอ็มบริโอ (2n)  
สเปิร์มนิวเคลียส n + โพลาร์นิวคลีไอดี n+n เอนโดสเปิร์ม
  - การเปลี่ยนแปลงหลังการปฏิสนธิคู่อาจเจริญเติบโตไปเป็นเมล็ดรังไข่เปลี่ยนแปลงไปเป็นผล ส่วนประกอบอื่นๆของดอกเช่นกลีบเลี้ยงกลีบดอกเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียจะเหี่ยวแห้งหลุดไป

### ชั้นขยายความรู้

1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปเปรียบเทียบเกี่ยวกับกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอกดังตาราง

| ลักษณะที่พิจารณา                                            | กระบวนการสร้างเรณู     | กระบวนการสร้างถุงเอ็มบริโอ |
|-------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1. เซลล์เริ่มต้นในการแบ่งเซลล์                              | ไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์ | เมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์      |
| 2. เซลล์ที่ได้จากการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส                 | ไมโครสปอร์             | เมกะสปอร์                  |
| 3. จำนวนโครโมโซมของเซลล์ที่ได้จากการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส | แฮพลอยด์ (n)           | แฮพลอยด์ (n)               |

| ลักษณะที่พิจารณา                                     | กระบวนการสร้างเรณู | กระบวนการสร้างถุงเอ็มบริโอ |
|------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|
| 4. เซลล์สุดท้ายที่ได้จากกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ | เรณู 4 เรณู        | ถุงเอ็มบริโอ 1 ถุง         |
| 5. จำนวนนิวเคลียสเซลล์/เซลล์สืบพันธุ์                | 2 นิวเคลียส        | 8 นิวเคลียส 7 เซลล์        |
| 6. แหล่งที่เกิดการสร้างเซลล์สืบพันธุ์                | อับเรณู            | รังไข่                     |

- ครูอภิปรายเพิ่มเติมว่าในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียหรือไข่นั้นจะสร้างในอวัยวะซึ่งอยู่ภายในรังไข่ ส่วนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะยังไม่สร้างในทันทีที่ต้องเกิดกระบวนการถ่ายเรณูก่อน
- นักเรียนค้นคว้าบทความคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับกระบวนการสร้างเรณูและกระบวนการสร้างถุงเอ็มบริโอจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษอินเทอร์เนตแล้วนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง พร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปล
- ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการถ่ายละอองเรณูซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบดังนี้
  - การถ่ายละอองเรณูในต้นเดียวกันอาจเกิดขึ้นในดอกเดียวกันหรือคนละดอกที่อยู่บนต้นเดียวกันการถ่ายละอองเรณูแบบนี้จะทำให้ลูกมีสมบัติทางพันธุกรรมเหมือนเดิม
  - การถ่ายละอองเรณูข้ามต้นเป็นการถ่ายละอองเรณูคนละดอกของพืชคนละต้นในพืชชนิดเดียวกันหรือพันธุ์ที่ใกล้เคียงกันทำให้อุณหภูมิลักษณะหลากหลายอาจทำให้เกิดพันธุ์ใหม่ๆ ขึ้นมาได้
- นักเรียนสืบค้นข้อมูลและร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมในประเด็นที่น่าสนใจเช่น
  - การถ่ายละอองเรณูเกิดขึ้นในดอกเดียวกันมีผลดีผลเสียต่อพืชอย่างไร  
ตอบ มีผลดีและผลเสียคือถ้าต้นพันธุ์เป็นพันธุ์แท้รุ่นลูกที่ได้จะมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนเดิมผลเสียคือทำให้ลูกมีความหลากหลายทางพันธุกรรมน้อยกว่าการถ่ายละอองเรณูข้ามต้นซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความต้านทานโรคลดลงมีลักษณะด้อยปรากฏในรุ่นต่อไป
  - ถ้านักเรียนจะป้องกันการถ่ายละอองเรณูที่เกิดขึ้นในดอกเดียวกันควรทำอย่างไร  
ตอบ ทำได้โดยการเด็ดเกสรเพศผู้ทิ้งก่อนที่ดอกจะบานหรือก่อนที่เกสรเพศผู้จะเจริญเต็มที่การใช้สารเคมีหรือยาฆ่าแมลงมีผลกระทบต่อการใช้สารเคมีหรือยาฆ่าแมลงนั้นจะทำให้จำนวนแมลงที่ช่วยในการถ่ายละอองเรณูมีจำนวนลดลงทำให้การถ่ายละอองเรณูเกิดขึ้นได้น้อยการสืบพันธุ์ของพืชจึงน้อยลงด้วยนอกจากนี้สารพิษจะก่อให้เกิดอันตรายต่อคนที่บริโภคพืชและสะสมอยู่ในดินเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดินวิธีการแก้ปัญหาควรใช้สารที่ได้จากพืชเช่นสารสกัดจากใบสะเดาตะไคร้หอมหรือใช้สารเคมีชนิดที่สลายตัวได้เร็ว
- ครูควรครูควรให้ความรู้เพิ่มเติมว่าเรณูของดอกบางชนิดสามารถงอกได้ดีในน้ำบางชนิดสามารถงอกได้ดีในน้ำที่มือน้ำตาลผสมอยู่เช่นเรณูของมะพร้าวสามารถงอกได้ดีในน้ำ ที่มีน้ำตาลผสมอยู่ร้อยละ 10 ถึง 20 และอัตราการงอกของเรณูก็แตกต่างกันตามชนิดของพืชเช่นเรณูของข้าวเจ้าใช้เวลางอกหลอดเรณู 2-3 วันหลังการถ่ายละอองเรณูส่วนเรณูของข้าวโพดจะงอกหลอดเรณูได้ยาวถึง 6 นิ้วในเวลา 1 วัน

เรณูของส้มหรือไม้ยืนต้นอาจใช้เวลาในการนอนนอกนานเป็นอาทิตย์หรือเป็นเดือนก็ได้ทั้งนี้คุณครูอาจแนะนำให้ให้นักเรียนศึกษาเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อไป

7. ครูเชิญปราชญ์ชาวบ้านหรือเจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอเกษตรจังหวัดมาให้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเทคโนโลยีการถ่ายละอองเรณูจากนั้นให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ว่าเหตุใดจึงต้องใช้เทคโนโลยีการถ่ายละอองเรณูและเทคโนโลยีการถ่ายละอองเรณูมีผลต่อการดำรงชีวิตของคนในท้องถิ่นอย่างไรพืชชนิดใดบ้างที่ต้องใช้ เทคโนโลยีการถ่ายละอองเรณูเข้าช่วย
8. นักเรียนศึกษาวัฏจักรชีวิตของพืชดอกจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนคุณนำอภิปรายว่าพืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับเช่นเดียวกับพืชทั่วไปคือประกอบด้วยช่วงชีวิตที่เป็นระยะสปอโรไฟต์และระยะแกมีโทไฟต์จากนั้นให้นักเรียนศึกษาแผนภาพวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของทั้งสองระยะที่เป็นแบบสลับกันของพืช
9. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูลวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูลโดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อหัวข้อย่อยเช่นวัฏจักรชีวิตแบบสลับของมอสวัฏจักรชีวิตแบบสลับของเฟิร์น และวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้หรือจากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรมวิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆสมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืช
  - นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมโดยให้ได้ข้อสรุปว่ามอสมีช่วงแกมีโทไฟต์เด่นชัดกว่าช่วง sporophyte และสปอโรไฟต์เจริญอยู่บนแกมีโทไฟต์ส่วนเฟิร์นเป็นพืชที่มีวิวัฒนาการมากกว่ามอสมีช่วงแกมีโทไฟต์ไม่เด่นชัดและไม่ยาวนานเท่ากับช่วงสปอโรไฟต์และในช่วงแกมีโทไฟต์จะเจริญเป็นอิสระแยกออกจากสปอโรไฟต์ส่วนพืชดอกมีช่วงสปอโรไฟต์เด่นชัดและมีขนาดใหญ่ส่วนช่วงแกมีโทไฟต์จะสั้นและมีขนาดเล็กแฝงอยู่ใน sporophyte
10. นักเรียนค้นคว้าบทความและคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับการปฏิสนธิของพืชดอกและวัฏจักรชีวิตของพืชดอกจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ตและนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟังพร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปล

### ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีช่วยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น
  - กระบวนการปฏิสนธิของพืชดอกเกิดขึ้นที่ใด
  - ภายหลังการปฏิสนธิได้เป็นไซโกตและเอนโดสเปิร์มนั้นไซโกตและเอนโดสเปิร์มจะเจริญและพัฒนาไปเป็นอะไร
  - วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอกคืออะไร
  - พืชในระยะสปอโรไฟต์มีจำนวนโครโมโซมเท่าใด
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนผังความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก
2. การทดลอง เรื่องที่ 3 การศึกษาการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก
4. ใบงาน เรื่องที่ 1 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด        | วิธีการวัดผล                                                                               | เครื่องมือการวัดผล                                                                                               | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                     |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                               | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                         |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ    | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือ     | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>3. แบบประเมินผังมโน | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่าน |

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                     | เครื่องมือการวัดผล                  | เกณฑ์การผ่าน                            |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
|                               | ชิ้นงาน                                                          | ทศน์ ( Maid Map Rubric )            | ระดับพอใช้                              |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2 |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

## เรื่องที่ 4 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ

### ของผลและเมล็ด

(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย  
นางวรินรำไพ แกวกระโทก  
ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 8 การสืบพันธุ์ของพืชดอก เรื่องที่ 4 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด

จำนวน ..... ชั่วโมง คະแนนรายจุดประสงค์ ..... คະแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

- อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การเกิดเมล็ดและการเกิดผล</li> <li>2. โครงสร้างของเมล็ดและผล</li> <li>3. การเกิดผลเดี่ยว ผลกลุ่ม และผลรวม</li> <li>4. ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล</li> </ol> <b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามทบทวนเรื่องการปฏิสนธิคู่ เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องการเปลี่ยนแปลงของดอก หลังเกิดการปฏิสนธิ</li> <li>2. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของเมล็ดและผล และทำกิจกรรมศึกษาเมล็ดและผลจากตัวอย่างจริง นำเสนอ อภิปรายร่วมกัน เพื่อให้สรุปได้ว่า ออวูลมี การเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ด รังไข่เจริญและพัฒนาไปเป็นผลซึ่งจัดเป็นผลแท้</li> <li>3. ใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เกี่ยวกับประเภทของดอกและ</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>การเกิดเมล็ดและการเกิดผล โครงสร้างของเมล็ดและผล และตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างของเมล็ดและผลของพืชดอกจากการทำงาน การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำงานทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ จาก การสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> <b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b> |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. การกำหนดและควบคุม<br>ตัวแปร<br>6. การทดลอง<br>7. การตีความหมายข้อมูล<br>และลงข้อสรุป<br><b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b><br>1. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ<br>2. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | ส่วนประกอบของดอก<br>เพื่ออธิบายการเกิดผล<br>เดี่ยว ผลกลุ่ม และ<br>ผลรวม<br>4. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล<br>ร่วมกันอภิปรายถึงความ<br>หลากหลายของลักษณะ<br>เมล็ดและผลในแง่ของ<br>การกระจายพันธุ์พืช<br>และยกตัวอย่างการใช้<br>ประโยชน์จากโครงสร้าง<br>ต่าง ๆ ของเมล็ดและผล | จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก<br>การสังเกตพฤติกรรมในการ<br>อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง |

### กำหนดการเรียนรู้

| ลำดับที่ | หน่วย/เรื่อง                                                  | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                             | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|----------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|          |                                                               |                                                                                                                                                                   |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|          | <b>บทที่ 8 การสืบพันธุ์ของพืชดอก</b>                          |                                                                                                                                                                   |                   |       |      |      |      |     |
| 3        | 8.4 การใช้<br>ประโยชน์จาก<br>โครงสร้างต่าง ๆ<br>ของผลและเมล็ด | 4. อธิบายการเกิดผลและการเกิด<br>เมล็ดของพืชดอก อธิบาย<br>โครงสร้างของผลและเมล็ด<br>สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการใช้<br>ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง<br>ๆ ของผลและเมล็ด | 3                 | 2     | 2    | -    | -    | 4   |

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปกกับเวลา

6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

#### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรคและนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

#### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่
4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying 1/Communicating):** ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม (Applying 2/Serving):** ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามทบทวนเรื่องการปฏิสนธิคู่ เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องการเปลี่ยนแปลงของดอกหลังเกิดการปฏิสนธิ

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูนำตัวอย่างผลชนิดต่างๆ ที่มีในท้องถื่นมาให้นักเรียนสังเกตแล้วตั้งประเด็นคำถามเช่น
  - เมื่อสังเกตจากลักษณะภายนอกคนแต่ละชนิดแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร  
ตอบ ผลแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งรูปร่างลักษณะสีและขนาด
  - เมื่อผ่าผลแต่ละชนิดสิ่งที่อยู่ภายในผลเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร  
ตอบ เมื่อผ่าผลแต่ละชนิดจะพบเมล็ดอยู่ข้างในซึ่งเมล็ดของคนแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งรูปร่างลักษณะขนาดและจำนวน
  - นักเรียนสงสัยหรือไม่ว่าผลและเมล็ดเกิดขึ้นได้อย่างไรและลักษณะที่แตกต่างกันของผลและเมล็ดเกิดจากอะไร
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคำตอบของนักเรียนโดยครูยังไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้อง
3. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิสนธิคู่ของพืชที่เกิดขึ้นภายในอวุ้นซึ่งอวุ้นนี้จะเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ดจากนั้นครูแจกเมล็ดชนิดต่างๆ ให้นักเรียนสังเกตลักษณะภายนอกแล้วตั้งประเด็นคำถามเช่น
  - เมล็ดพืชชนิดต่างๆ มีลักษณะภายนอกเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
  - ถ้าผ่าเมล็ดออกดูภายในเมล็ดประกอบด้วยโครงสร้างใดบ้าง
  - เมล็ดของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่มีส่วนประกอบหรือโครงสร้างที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคำตอบของนักเรียนโดยครูยังไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้อง

## ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาผลและประเภทของผลจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูนำอภิปรายว่าผลมาจากคำว่าผลไม้ในทางพฤกษศาสตร์นิยมเรียกว่าผลคือรังไข่ที่ได้รับการผสมแล้วเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงมาเป็นผล
2. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการเปิดเกิดผลและเมล็ดโดยอาจนำต้นพืชเช่นพริกมะเขือที่กำลังออกดอกออกผลมาให้ให้นักเรียนดูหรือนำนักเรียนไปที่เรือนเพาะชำหรือแปลงเกษตรของโรงเรียนเพื่อดูดอกและผลของพืชแล้วให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของรังไข่ที่มีการเจริญและพัฒนาต่อไปจนกลายเป็นผลหรืออาจผ่ารังไข่ของพืชเปรียบเทียบกับรูปร่างของผลที่เจริญเต็มที่แล้ว
3. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรม สังเกตผลชนิดต่างๆตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะการสังเกตดังนี้
  - แต่ละกลุ่มนำดอกและผลชนิดต่างๆเช่นสับประรดยอขนุนมะเดื่อส้มตะขบกล้วยมะม่วงอัญชันการะเวกบัวมาใช้ในการศึกษา
  - สังเกตโครงสร้างของดอกและพาดอกเพื่อศึกษารังไข่พิจารณาลักษณะต่างๆของดอกและของผลเปรียบเทียบกับกันแล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผล
  - ก่อนการปฏิบัติกิจกรรมครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำดอกและผลที่มีในท้องถิ่นเช่นสับประรดยอขนุนมะเดื่อตะขบกล้วยมะม่วงอัญชันการะเวกบัวหลวงมากลุ่มละ 1 ชนิดหรือดอกและผลชนิดอื่นที่นักเรียนสามารถหาได้มาร่วมนำเล่นๆให้นักเรียนนำมาเฉพาะที่จำเป็นต้องศึกษาเท่านั้นไม่ควรเก็บมาฆ่า เพราะอาจเป็นการทำลายธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้
4. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
5. นักเรียนศึกษาส่วนประกอบของเมล็ดจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนจากนั้นครู นำเมล็ดถั่วเมล็ดละหุ่งและเมล็ดข้าวโพดหรืออาจเป็นเมล็ดพืชชนิดอื่นที่หาได้ในท้องถิ่นมาให้นักเรียนศึกษา ส่วนประกอบพร้อมสังเกตโดยผ่านเมล็ดเป็น 2 ซีกเพื่อศึกษาโครงสร้างภายในถ้ามีเปลือกแข็งควรแช่น้ำก่อนเพื่อให้ผ่านได้ง่ายเมล็ดถั่วมีเอ็มบริโอขนาดเล็กควรใช้แว่นขยายในการสังเกต
6. นักเรียนควรสังเกตเมล็ดพืชในประเด็นต่างๆต่อไปนี้
  - ลักษณะภายนอกของเมล็ด
  - ลักษณะภายในของเมล็ด
  - ส่วนประกอบของเอ็มบริโอ
  - จำนวนใบเลี้ยง
  - บริเวณที่สะสมอาหาร
7. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสังเกตการงอกของเมล็ดตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะการสังเกตดังนี้
  - แต่ละกลุ่มนำเมล็ดถั่วและเมล็ดข้าวโพดมาเพราะในกระบะเพาะเมล็ด
  - สังเกตเมล็ดถั่วและเมล็ดข้าวโพดที่กำลังงอกอายุ 1 2 3 และ 10 วันโดยใช้แว่นขยายช่วยในการสังเกตบันทึกผลโดยการวาดรูปประกอบ
  - เปรียบเทียบการงอกของเมล็ดถั่วและเมล็ดข้าวโพด
  - เมล็ดถั่วก่อนที่จะนำมาเพาะต้องแช่น้ำไว้ก่อน 1 คืนเมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้วควรนำเมล็ดพืชไปปลูกเพื่อศึกษาเรื่องพืชต่อไป

- ก่อนการปฏิบัติกิจกรรมครูควรแนะนำนักเรียนว่าเมล็ดที่นำมาใช้ในการศึกษานี้อาจเป็นเมล็ดที่แตกต่างจากในหนังสือเรียนที่กำหนดให้ก็ได้เช่นเมล็ดถั่วแดงเมล็ดมะขามเมล็ดถั่วเขียวหรือถั่วเหลืองก็ได้ซึ่งควรเลือกเมล็ดพืชที่งอกได้ง่ายและเจริญเติบโตเร็ว
8. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - ผลชนิดใดบ้างเป็นผลเดี่ยวพิจารณาจากอะไร  
ตอบ ผลเดี่ยวเช่นส้มมะเขือตำลึงกล้วยมะม่วงพิจารณาจากดอก 1 ดอกที่มีรังไข่ 1 รังไข่หรือดอกย่อย 1 ดอกในช่อดอกที่มีรังไข่ 1 รังไข่
  - ผลชนิดใดบ้างเป็นผลกลุ่มพิจารณาจากอะไร  
ตอบ ผลกลุ่มเช่นการะเวกและจำปีพิจารณาจากดอก 1 ดอกที่มีจำนวนรังไข่หลายรังไข่กลายเป็นผลย่อยหลายผลอยู่รวมกันเป็นกระจุกบนฐานดอกเดียวกัน
  - ผล ชนิดใดบ้างเป็นผลรวมพิจารณาจากอะไร  
ตอบ ผลรวมเช่นสาเกสับปะรดขนุนและมะเดื่อพิจารณาจากช่อดอกแต่ละดอกย่อยที่มีรังไข่ 1 รังไข่รังไข่ของดอกย่อยแต่ละดอกเจริญร่วมกันขึ้นมาเป็นผลย่อยที่อยู่เบียดชิดกันบนแกนช่อดอกจนกลายจนดูคล้ายเป็นผลหนึ่งผล
3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ได้ข้อสรุปว่า
  - ผลเดี่ยวคือผลที่เกิดจากดอก 1 ดอกมีรังไข่ 1 อัน  
ตอบ ดอกอาจเป็นดอกเดี่ยวหรือช่อดอกก็ได้
  - ผลกลุ่มคือผลที่เกิดจากดอก 1 ดอกแต่มีรังไข่หลายอัน  
ตอบ ดอกเดี่ยว 1 ดอกที่มีเกสรเพศเมียมากกว่า 1 เกสรอยู่บนฐานดอกเดียวกัน
  - ผลรวมคือผลที่เกิดจากช่อดอกที่มีรังไข่หลายรังไข่มาเชื่อมรวมกันเป็นผล
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย และหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
 

กิจกรรมที่ให้นักเรียนสังเกตเมล็ดพืช

  - ส่วนประกอบใดบ้างที่ไม่พบในเมล็ดถั่วแต่พบในเมล็ดละหุ่งและเมล็ดข้าวโพด  
ตอบ endosperm
  - เมล็ดถั่วและเมล็ดข้าวโพดมีจำนวนใบเลี้ยงแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร  
ตอบ แตกต่างกันเมล็ดถั่วมีใบเลี้ยง 2 ใบส่วนเมล็ดข้าวโพดมีใบเลี้ยง 1 ใบ
  - ส่วนใดของเมล็ดที่เจริญไปเป็นลำต้น  
ตอบ เอพิคอติลเจริญไปเป็นลำต้น

กิจกรรมสังเกตการงอกของเมล็ด

  - ส่วนที่งอกออกมาจากเมล็ดเป็นอันดับแรกของเมล็ดถั่วและเมล็ดข้าวโพดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร  
ตอบ เหมือนกันส่วนที่งอกจากเมล็ดเป็นอันดับแรกคือ Radical

- โครงสร้างของพืชที่งอกออกมาจากเมล็ดหลัง Radical ของเมล็ดถั่วและเมล็ดข้าวโพดเหมือนกันหรือไม่แตกต่างกันอย่างไร

ตอบ แตกต่างกันเมล็ดถั่วส่วนที่งอกออกมาหลัง Radical คือไฮโปคอติลส่วนเมล็ดข้าวโพดส่วนที่งอกออกมาหลัง Radical คือเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดหรือโคลีออปไทล์

- นักเรียนคิดว่าลักษณะการงอกของเมล็ดพืชแต่ละแบบทำให้พืชได้รับประโยชน์ในลักษณะใด

ตอบ การงอกโดยการชูใบเลี้ยงขึ้นเหนือดินเช่นเมล็ดถั่วใบเลี้ยงจะทำหน้าที่ปกป้องยอดอ่อนก่อนจะโผล่พ้นดินส่วนการงอกโดยใบเลี้ยงอยู่ใต้ดินเช่นเมล็ดข้าวโพดใบเลี้ยงจะช่วยดูดอาหารจากเอนโดสเปิร์มส่งไปเลี้ยงลำต้นขนาดงอกและขณะใบแท้อย่างสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้จนกว่าใบแท้จะโผล่พ้นพื้นดิน

6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปดังนี้  
กิจกรรมที่นักเรียนสังเกตเมล็ดพืช

- เมล็ดถั่วเมล็ดละหุ่งเมล็ดข้าวโพดมีส่วนประกอบของเมล็ดที่เหมือนและแตกต่างกันดังตาราง

| เปรียบเทียบ                    | เมล็ดถั่ว            | เมล็ดละหุ่ง               | เมล็ดข้าวโพด                     |
|--------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 1. เป็นส่วนที่เปลี่ยนแปลงมาจาก | ออวุล                | ออวุล                     | ออวุล                            |
| 2. ส่วนที่ห่อหุ้ม              | มีเปลือกเมล็ด 1 ชั้น | มีเปลือกเมล็ด 2 ชั้น      | มีเปลือกหุ้มผลและเปลือกหุ้มเมล็ด |
| 3. endosperm                   | ไม่มี                | มี                        | มี                               |
| 4. จำนวนใบเลี้ยง               | 2 ใบ                 | 2 ใบ                      | 1 ใบ                             |
| 5. บริเวณสะสมอาหาร             | ใบเลี้ยง             | เอนโดสเปิร์ม<br>endosperm | เอนโดสเปิร์ม<br>endosperm        |

กิจกรรมสังเกตการงอกของเมล็ด

- ส่วนประกอบของเมล็ดสรุป ตามแผนผังได้ดังนี้
- เมล็ดประกอบด้วยเปลือกเมล็ดเอนโดสเปิร์มและเอ็มบริโอ embryo ประกอบด้วยใบเลี้ยงลำต้นเหนือใบเลี้ยงหรือเอพิคอติลลำต้นหุ้มใต้ใบเลี้ยงหรือให้มพาเทียวกแรกแรกเกิดหรือ Radical
- การงอกของเมล็ดถั่วเป็นการงอกโดยการชูใบเลี้ยงขึ้นเหนือดินโดยจะดึงใบเลี้ยงไฮโปคอติลและเอพิคอติลขึ้นมาเหนือดินระบรากเป็นระบรากแก้วส่วนการงอกของเมล็ดข้าวโพดเป็นการงอกโดยใบเลี้ยงอยู่ใต้ดินส่วนแรกที่โผล่พ้นดินเป็นเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดหรือโคลีออปไทล์เมื่อสูงขึ้นมาระยะหนึ่ง โคลีออปไทล์จะหยุดเจริญทำให้เอพิคอติลยืดยาวออกมาเพื่อให้ยอดแรกเกิดพัฒนาไปเป็นใบแท้ต่อไป

### ขั้นขยายความรู้

1. คุณนำผลไม้มาผ่าตามยาวให้นักเรียนศึกษาส่วนต่างๆหรือโครงสร้างของผล
2. ครูยกตัวอย่างผลชนิดต่างๆแล้วให้นักเรียนช่วยกันจำแนกว่าเป็นผลชนิดใด

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเจริญและพัฒนาภายหลังจากการปฏิสนธิของพืชดอกโดยใช้รูปในหนังสือเรียนหรือรูปที่ครูทำขึ้นเองประกอบโดยให้ได้ข้อสรุปดังนี้
  - ภายหลังจากการปฏิสนธิของพืชดอกทำให้เกิดเป็นไซโกตและเอนโดสเปิร์มอยู่ในถุงเอ็มบริโอไซโกตมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้เป็นเอ็มบริโอในระยะนี้ endosperm ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักต่อมาเอ็มบริโอจะเจริญและขยายขนาดขึ้นส่วนเซลล์ของเอนโดสเปิร์มมีขนาดและจำนวนเพิ่มขึ้นเบียดกันจนเต็มถุงเอ็มบริโอ embryo มีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนมากขึ้นแต่มีขนาดเล็กลงเซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อสร้างอวัยวะโดยส่วนบนของเอ็มบริโอจะเห็นลักษณะคล้ายใบเกิดขึ้นส่วนล่างมีลักษณะคล้ายรากส่วนเอนโดสเปิร์มมีการเจริญและพัฒนาต่อไปเป็นเนื้อเยื่อที่สะสมอาหารไว้เลี้ยงต้นอ่อน
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่น่าสนใจเช่น
  - เหตุใดผลไม้บางชนิดเมื่อผ่านแล้วจึงไม่พบเมล็ด  
ตอบ เพราะรังไข่ของพืชบางชนิดเช่นกล้วยอาจพัฒนาเป็นผลได้โดยไม่มีการปฏิสนธิเกิดขึ้น ดังนั้นจึงไม่มีเมล็ด
5. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับการเกิดผลและประเภทของโคนจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ตและนำเสนอให้เพื่อนๆในห้องฟังพร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปล
6. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการงอกของเมล็ดถั่วเหลืองเมล็ดข้าวโพดและเมล็ดถั่วลันเตาเปรียบเทียบกัน โดยใช้รูปในหนังสือเรียน
7. นักเรียนร่วมกันสรุปหน้าที่ของโครงสร้างที่เป็นส่วนประกอบของเมล็ด
8. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนดังนี้
  - เอ็มบริโอของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวพวกหญ้าและข้าวจะมีกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญเป็นเยื่อหุ้มคลุ้มส่วนของยอดแรกเกิดไว้หรือเรียกว่าโคลิออปไทล์และเนื้อเยื่อหุ้มรากแรกเกิดหรือเรียกว่าโคลิโอโรซาเนื้อเยื่อหุ้มทั้ง 2 ชนิดนี้จะช่วยป้องกันอันตรายให้แก่ เอ็มบริโอ คือส่วนยอดแรกเกิดและส่วนยอดของรากแรกเกิดเมื่อเกิดการงอกขึ้น
  - เมล็ดถั่วมีรอยแผลเรียกว่าไฮลัม เป็นตำแหน่งที่เคยยึดอาวุธให้ติดกับผนังรังไข่และมีรูเล็กๆเรียกว่าไมโครไพล์อยู่เหนือไฮลัม น้ำและแก๊สจะเข้าสู่เมล็ดทางไมโครไพล์และพันธุ์และเป็นทางผ่านให้รากเจริญออกมาด้วย
  - เมล็ดตะกั่วจะมีเยื่อเจริญคล้ายฟองน้ำเรียกว่าคาร์จเคิลอยู่ที่ยาวของเมล็ดซึ่งสามารถดูดน้ำไว้ได้มากช่วยในการงอกและจะปิดไมโครไพล์เอาไว้
  - เมล็ดข้าวโพดและเมล็ดข้าวเราเรียกว่าเมล็ดแท้จริงคือผลเนื่องจากเจริญมาจากรังไข่เนื้อผลไม้แต่มีเอนโดสเปิร์มซึ่งเป็นส่วนของเมล็ด

### ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีช่วยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น
  - เมล็ดมีส่วนประกอบอะไรบ้าง
  - เอนโดสเปิร์มทำหน้าที่อะไร
  - เอ็มบริโอ มีส่วนประกอบสำคัญอะไรบ้าง
  - การงอกของเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนผังความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 4 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด
2. การทดลอง เรื่องที่ 4 การศึกษาการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด บันทึก รายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 4 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด
4. ใบงาน เรื่องที่ 4 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 4 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 4 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผลและเมล็ด
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด        | วิธีการวัดผล                                                                               | เครื่องมือการวัดผล                                                                        | เกณฑ์การผ่าน                                                                                         |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                        | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                             |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ    | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21                                 | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับ |

| สิ่งที่ต้องการวัด                 | วิธีการวัดผล                                                                 | เครื่องมือการวัดผล                                  | เกณฑ์การผ่าน                                |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                   | 3. สร้างนวัตกรรมหรือ<br>ชิ้นงาน                                              | 3. แบบประเมินผังมโน<br>ทัศน์ ( Maid Map<br>Rubric ) | ดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่าน<br>ระดับพอใช้  |
| 3. ด้านคุณลักษณะอัน<br>พึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะ<br>ของนักเรียนตามแบบ<br>ประเมินคุณลักษณะอัน<br>พึงประสงค์ | 1. แบบประเมิน<br>คุณลักษณะอันพึง<br>ประสงค์         | 1. มีคุณลักษณะอันพึง<br>ประสงค์ ผ่านระดับ 2 |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 5 เนื้อเยื่อพืช  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย  
นางวรินรำไพ แถวกระโทก  
ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก เรื่องที่ 5 เนื้อเยื่อพืช

จำนวน ..... ชั่วโมง คະแนนรายจุดประสงค์ ..... คະแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

4. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>ชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช<br><b>ด้านทักษะ</b><br>ทักษะกระบวนการทาง<br>วิทยาศาสตร์<br>1. การสังเกต<br>2. การจัดกระทำและสื่อ<br>ความหมายข้อมูล<br>3. การลงความเห็นจาก<br>ข้อมูล<br>4. การตั้งสมมติฐาน<br>5. การกำหนดและควบคุม<br>ตัวแปร<br>6. การทดลอง<br>7. การตีความหมายข้อมูล<br>และลงข้อสรุป<br><b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b><br>1. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ<br>2. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ | 1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้<br>คำถามทบทวนเกี่ยวกับ<br>เซลล์พืช เพื่อเชื่อมโยง<br>เข้าสู่เรื่องเนื้อเยื่อพืช<br>2. ใช้ภาพเนื้อเยื่อพืช<br>ประกอบการบรรยาย<br>เกี่ยวกับลักษณะและ<br>หน้าที่ของเนื้อเยื่อเจริญ<br>และเนื้อเยื่อถาวร<br>3. อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ<br>ลักษณะและหน้าที่ของ<br>เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย<br>เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ<br>และเนื้อเยื่อเจริญ<br>ด้านข้าง และเนื้อเยื่อ<br>ถาวร แบ่งเป็น เนื้อเยื่อ<br>ผิว เนื้อเยื่อพื้น และ<br>เนื้อเยื่อท่อลำเลียง<br>4. ให้นักเรียนเขียนแผนผัง<br>เพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อ<br>พืชโดยวาดภาพและระบุ | <b>ด้านความรู้</b><br>ชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช<br>จากการทำกิจกรรม แผนภาพ<br>สรุป การอภิปรายร่วมกัน และ<br>การทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b><br>1. ทักษะกระบวนการทาง<br>วิทยาศาสตร์ ความ<br>ร่วมมือการทำงานเป็น<br>ทีม และภาวะผู้นำ จาก<br>การทำทดลองและ<br>อภิปรายร่วมกัน<br>2. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ จาก<br>การสืบค้นข้อมูล และ<br>การนำเสนอ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก<br>การสังเกตพฤติกรรมในการ<br>อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                    | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                         | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| ด้านจิตวิทยาศาสตร์<br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | ลักษณะสำคัญ พร้อมทั้ง<br>ระบุหน้าที่ของเนื้อเยื่อ<br>พืชแต่ละชนิดลงใน<br>แผนผัง |                                         |

### กำหนดการเรียนรู้

| สัปดาห์ที่ | หน่วย/เรื่อง                                | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                            | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|            |                                             |                                                                                                                                  |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|            | บทที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก |                                                                                                                                  |                   |       |      |      |      |     |
| 4          | 9.1 เนื้อเยื่อพืช                           | 5. อธิบายลักษณะและหน้าที่และระบุบริเวณที่พบเนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวรของพืชดอก เขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืชดอก | 3                 | 3     | 2    | -    | -    | 5   |

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่
4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying 1/Communicating):** ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม (Applying 2/Serving):** ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตลักษณะของใบพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ผิวใบ ความหนาของใบ และใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายถึงลักษณะ โครงสร้างภายนอกและเชื่อมโยงไปสู่โครงสร้างภายในของใบพืช

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับเรื่องเซลล์ของพืช โดยเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าพืชเป็นสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยเซลล์จำนวนมากรวมกันเป็นเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ แล้วครูใช้คำถามกระตุ้นดังนี้
  - เซลล์พืชประกอบด้วยอะไรบ้าง แต่ละส่วนประกอบทำหน้าที่แตกต่างกันอย่างไร
  - เซลล์พืชมีลักษณะอย่างไร
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ เรื่อง ชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาเนื้อเยื่อพืช จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าเนื้อเยื่อพืชแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป โดยชี้ให้นักเรียนเห็นว่าเนื้อเยื่อเจริญของพืชสามารถแบ่งตามตำแหน่งที่อยู่ได้ 3 ชนิดคือ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ ปล้อง และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง ส่วนเนื้อเยื่อถาวรเป็นเนื้อเยื่อที่เจริญเต็มที่แล้วไม่มีการแบ่งเซลล์ประกอบด้วยเซลล์ชนิดต่างๆ ที่มีลักษณะเฉพาะและทำหน้าที่เฉพาะ
2. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ปฏิบัติกิจกรรมการศึกษาเนื้อเยื่อพืช ตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - แต่ละกลุ่มวางแผนการทำกิจกรรมโดยแบ่งหัวข้อย่อย ให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้น อธิบาย และเขียนแผนผัง เกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้หรือจากหนังสือ วารสารวิทยาศาสตร์ สารานุกรม วิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน และอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชส่งครู
3. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

### ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้คำถามต่อไปนี้
  - xylem และ phloem เป็นเนื้อเยื่อชนิดใด (เนื้อเยื่อถาวร)
  - ยกตัวอย่างเนื้อเยื่อถาวรที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ชนิดเดียวกัน (เนื้อเยื่อผิวหรือเอพิเดอร์มิส พาราเควอิม่า คอลเลงคิมา และสเกลอเควอิม่า)

- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่าเนื้อเยื่อเจริญเป็นเนื้อเยื่อพืชที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์เจริญที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสตลอดเวลา ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตได้สามารถจำแนกได้ตามตำแหน่งที่อยู่ในส่วนต่างๆ ของพืชเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายพบที่บริเวณปลายยอดและปลายรากพืช

ส่วนเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อพบที่บริเวณระหว่างข้อหรือตรงบริเวณเหนือข้อล่างบนของปล้องบน และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง พบที่บริเวณด้านข้างของผนังลำต้นและราก ส่วนเนื้อเยื่อถาวรเป็นเนื้อเยื่อที่ไม่มีการแบ่งเซลล์เพิ่มอีก เช่น พาเรงคิมา คอลเลงคิมา สเกลอเรนคิมา ไซเล็มและโฟลเอ็ม

### ขั้นขยายความรู้

- แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชจากหนังสือ ใบความรู้ วารสารสารานุกรม วิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน และอินเทอร์เน็ต รวมทั้งรวบรวมทั้งนำข้อมูลที่ค้นคว้าได้จัดทำเป็นรายงานหรือจัดป้ายนิเทศให้เพื่อนๆ ได้ทราบเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
- นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ตและนำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องฟังพร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลเขียนลงในสมุดส่งครู
- ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1
- นักเรียนทำแบบฝึกที่ 1
- ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึก

### ขั้นประเมินผล

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
- นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
- นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
- ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น
  - การแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอดทำให้พืชเจริญเติบโตในลักษณะใด
  - เพราะเหตุใดจึงไม่พบเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อในพืชใบเลี้ยงคู่
  - โฟลเอ็มและไซเล็มมีโครงสร้างและหน้าที่อย่างไร
- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชโดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์
- นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

- แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 5 เนื้อเยื่อพืช
- การทดลอง เรื่องที่ 5 การศึกษาเนื้อเยื่อพืช บันทึกรายงานผลการทดลอง
- ใบความรู้ เรื่องที่ 5 เนื้อเยื่อพืช

4. ใบงาน เรื่องที่ 1 เนื้อเยื่อพืช
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 5 เนื้อเยื่อพืช
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 5 เนื้อเยื่อพืช
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

#### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                           | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                        | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ      | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน | 1. บันทึกรูป<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                       | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน  | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                       | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                       | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 6 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย

นางวรินรำไพ แถวกระโทก

ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก เรื่องที่ 6 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก

จำนวน ..... ชั่วโมง คณะแผนรายจุดประสงค์ ..... คะแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

- สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> <li>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>6. การทดลอง</li> <li>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ol> <b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพหรือวีดิทัศน์แสดงการงอกของเมล็ดถั่วและใช้คำถามเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องโครงสร้างของรากกับการเจริญเติบโตของรากพืช</li> <li>2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมศึกษาลักษณะโครงสร้างภายนอกและการเจริญเติบโตของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่</li> <li>3. ให้นักเรียนสังเกตภาพปลายรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวหรือรากพืชใบเลี้ยงคู่ที่ตัดตามยาวหรือใช้สไลด์ถาวรของปลายรากพืชตัดตามยาวภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อสรุป</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง แผนภาพสรุป การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำการทดลองและการอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> <b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จากการสังเกตพฤติกรรมในการ |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                         | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <p>1. การสื่อสารสารสนเทศ<br/>และการรู้เท่าทันสื่อ</p> <p>2. ความร่วมมือ การทำงาน<br/>เป็นทีมและภาวะผู้นำ</p> <p>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</p> <p>1. ความซื่อสัตย์</p> <p>2. ความมุ่งมั่นอดทน</p> <p>3. ความรอบคอบ</p> <p>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br/>เชิงประจักษ์</p> | <p>ให้ได้ว่าโครงสร้างภายใน<br/>ของปลายราก</p> <p>ประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง<br/>ๆ 4 บริเวณ</p> <p>4. ให้นักเรียนทำกิจกรรม<br/>ศึกษาลักษณะโครงสร้าง<br/>ภายในรากพืช โดย<br/>สังเกต อธิบาย และ<br/>เปรียบเทียบโครงสร้าง<br/>ภายในรากตัดตามขวางที่<br/>มีการเจริญเติบโตปฐม<br/>ภูมิของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว<br/>และพืชใบเลี้ยงคู่</p> <p>5. อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ<br/>การเติบโตทุติยภูมิของ<br/>ราก โดยใช้ภาพรากพืช<br/>ใบเลี้ยงคู่ที่มีการเติบโต<br/>ทุติยภูมิ หรือให้นักเรียน<br/>ทำกิจกรรมศึกษารากพืช<br/>ใบเลี้ยงคู่จากการตัดตาม<br/>ขวางโดยตัดช่วงกลาง<br/>ของราก</p> <p>6. นักเรียนร่วมกันสรุป<br/>เกี่ยวกับลักษณะ<br/>โครงสร้างภายในที่สำคัญ<br/>ของรากพืช</p> <p>7. ให้ความรู้เพิ่มเติม<br/>เกี่ยวกับชนิดและหน้าที่<br/>ของรากที่เปลี่ยนแปลงไป<br/>ทำหน้าที่พิเศษ</p> | <p>อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br/>ทดลอง</p> |

## กำหนดการเรียนรู้

| สัปดาห์ที่ | หน่วย/เรื่อง                                | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                           | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|            |                                             |                                                                                                                                                                                                 |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|            | บทที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก |                                                                                                                                                                                                 |                   |       |      |      |      |     |
| 6          | 9.2 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก        | 6. อธิบายโครงสร้างภายนอกและบอกหน้าที่ของรากพืชดอก สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปลายรากตัดตามยาว สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามขวาง | 3                 | 3     | 3    | -    | -    | 6   |

## ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

## ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ

7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

#### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่
4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying 1/Communicating):** ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม (Applying 2/Serving):** ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

#### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพหรือวีดิทัศน์แสดงการออกของเมล็ดถั่ว และใช้คำถามเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องโครงสร้างของรากกับการเจริญเติบโตของรากพืช

### ชั้นสร้างความสนใจ

1. ครูสุ่มนักเรียน 2-3 คน ให้นักเรียนตอบคำถามโดยครูใช้คำถามกระตุ้นดังนี้
  - พืชประกอบไปด้วยส่วนประกอบอะไรบ้างและทำหน้าที่แตกต่างกันอย่างไร
  - ส่วนของพืชที่เจริญเหนือดินและส่วนของพืชที่เจริญอยู่ใต้ดินมีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องโครงสร้างของรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
3. ครูให้นักเรียนดูรูปลักษณะรากพืชใบเลี้ยงคู่(ถั่วสีเขียว) และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว(ข้าวโพด) โดยใช้คำถามกระตุ้นดังนี้
  - รากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดใดบ้าง
  - รากพืชใบเลี้ยงคู่แตกต่างจากรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอย่างไรบ้าง
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

### ชั้นสำรวจค้นหา

1. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่ารากพืชเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและสารอาหารเข้าสู่ลำต้นพืชซึ่งเจริญเติบโตตามแรงดึงดูดของโลกลงสู่ดิน
2. นักเรียนแบ่งกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสังเกตการเจริญเติบโตของรากและโครงสร้างปลายรากตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะการสังเกตตามกิจกรรมการทดลองดังนี้
  - นำเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพดแช่น้ำประมาณ 6-12 ชั่วโมง
  - นำเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพดที่เตรียมได้จากขั้นตอนที่ 1 มาแบ่งออกเป็นกลุ่มละ 2 ชนิดได้ 2 กลุ่ม
  - กลุ่มที่ 1 เพาะบนกระดาษเยื่อที่พื้นในกล่องพลาสติกใสชนิดละ 1 กล่องโดยวางเมล็ดให้กระจายบนกระดาษเยื่อปิดฝากล่องให้สนิทเสียงหมายเลข 1 บนกล่องที่เพาะเมล็ดถั่วเขียวและเขียนหมายเลข 2 บนกล่องที่เพาะเมล็ดข้าวโพด
  - กลุ่มที่ 2 เพาะในกระเพาะที่มีดินชนิดละ 1 กระเพาะเขียนหมายเลข 1 บนกระเพาะที่เพาะเมล็ดถั่วเขียวและเปลี่ยนหมายเลข 2 บนกระเพาะที่เพาะด้วยเมล็ดข้าวโพด
  - ใช้แว่นขยายสังเกตการงอกของเมล็ดจากด้านนอกกล่องพลาสติกใสทั้ง 2 กล่องในกลุ่มที่ 1 ทุกวันโดยสังเกตว่าส่วนใดงอกออกมาก่อนและงอกออกมาจากตำแหน่งใดของเมล็ด
  - วัดความยาวของรากถั่วเขียวและรากข้าวโพดในกล่องหมายเลข 1 และหมายเลข 2 ในกลุ่มที่ 1 ทุกวันเป็นเวลา 3 วันโดยใช้ด้ายหรือเชือกเส้นเล็กและไม้บรรทัดวัดความยาวของรากจากภายนอกกล่องแล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงความยาวรากในแต่ละวัน
  - สังเกตการเพิ่มขึ้นของจำนวนเส้นรากในกล่องหมายเลข 1 และกล่องหมายเลข 2 ในกลุ่มที่ 1 ทุกวันจนครบ 3 วันโดยสังเกตว่าเป็นรากที่เกิดขึ้นนั้นเจริญมาจากส่วนใดบนที่กผลการสังเกต
3. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง
4. ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างภายในและหน้าที่ของรากพืชจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยให้นักเรียนดูรูปบริเวณต่างๆของปลายรากที่ตัดตามยาวและตั้งคำถามว่าบริเวณต่างๆเหล่านี้มีเซลล์ที่มีรูปร่างเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่อย่างไรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบที่

ถูกต้องและชี้ให้นักเรียนเห็นว่าหากปลายรากพืชมาตัดตามขวางจะทำให้มองเห็นรูปร่างลักษณะของเซลล์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

5. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองสังเกตโครงสร้างภายในของรากที่ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะการสังเกตดังนี้
  - นำต้นถั่วเขียวและต้นข้าวโพดที่กำลังงอกระวังไม่ให้ปลายรากขาด
  - ถ้านำรากต้นพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดอื่นที่เตรียมขึ้นมาจากดินต้องระวังไม่ให้ปลายรากขาด
  - ล้างรากพืชด้วยน้ำสะอาดรากที่สมบูรณ์อย่างละ 2-3 ราก แล้วนำไปแช่น้ำ
  - ตัดปลายรากด้วยใบมีดโกนให้เป็นท่อนสั้นๆ ประมาณ 3 Cm แล้วนำไป แล้วนำไปตัดตามขวางให้ได้เป็นชิ้นบางๆ การใช้ใบมีดโกนตัดรากให้เป็นชิ้นบางๆ ทำได้โดยจะจับท่อนรากด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ ให้น้ำตัดที่ต้องการตัดอยู่ในแนวระนาบและสูงกว่า นิ้วมือเล็กน้อย จุ่มใบมีดโกนให้เปียกน้ำ แล้วจับใบมีดโกนด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ของมืออีกข้าง โดยให้คมมีดโกนอยู่ในระนาบเสมอ จรดใบมีดโกนกับหน้าตัดของท่อนราก พยายามดึงใบมีดเข้าหาตัวเพียงครั้งเดียว การตัดใช้โฟมหรือใส่ในของลำต้นคั้นน้ำ อุปกรณ์ช่วยในการตัด โดยตัดโฟมหรือใส่ในของลำต้นคั้นน้ำ เป็นท่อนสี่เหลี่ยมที่มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง 1 cm ยาว 3 cm ผ่าแท่งโฟมหรือแท่งใส่ในของลำต้นคั้นน้ำให้ลึกประมาณ 1 cm สอดชิ้นส่วนของรากพืชที่ต้องการศึกษาลงในรอยผ่า แล้วตัดโฟมหรือใส่ในของลำต้นคั้นน้ำให้เป็นชิ้นบางๆ ตามขวางซึ่งจะได้รากพืชติดมาด้วย นำไปแช่น้ำให้ชิ้นส่วนรากพืชหลุดออกมา
  - ใช้ฟู่กันหรือเข็มเย็บตะขิ่นชิ้นส่วนของรากพืชที่เป็นชิ้นบางๆ แخلลงในสีชาฟานินหรือน้ำยาอุทัยทิพย์ ที่อยู่ในจานเพาะเชื้อโดยแยกเป็นจานละชนิด
  - เลือกชิ้นส่วนของรากที่บางและสมบูรณ์ ซึ่งติดสีแล้วจำนวน 3-4 ชิ้นตัววางชิ้นส่วนของรากบนหยดน้ำที่อยู่บนกระจกสไลด์ แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ โดยระวังอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ใน และไม่ให้ด้านบนของกระจกปิดสไลด์เปียกน้ำ
  - นำแผ่นสไลด์ที่เตรียมได้ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยเริ่มจากกำลังขยายต่ำแล้วเปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูง วาดรูปสิ่งที่ต้องลงในตารางบันทึกผล
6. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง

### ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามดังนี้
3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่าเมื่อเราศึกษาปลายรากพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์จะสามารถแบ่งบริเวณต่างๆ ของปลายรากที่ได้ตามลักษณะของเซลล์เรียงลำดับจากปลายสุดของรากพืชขึ้นไปได้คือ หมวกราก บริเวณการแบ่งเซลล์ บริเวณการยืดความยาวของเซลล์และบริเวณการเปลี่ยนสภาพและการเจริญเต็มที่ของเซลล์โดยให้นักเรียนดูรูปบริเวณต่างๆ ของปลายรากที่ที่ตัดตามยาวดังในชุดกิจกรรม
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - รากพืชที่สังเกตได้แบ่งออกเป็นกี่บริเวณอะไรบ้าง (3 บริเวณคือ เอพิเดอร์มิส คอर्टเท็กซ์ และสตีล)

- เนื้อเยื่อชั้นต่างๆ ที่พบในรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวแตกต่างกันในลักษณะใด (รากพืชใบเลี้ยงคู่ ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ในไซเล็ม เรียงเป็นแฉก 4 แฉก และมีและมียกลุ่มเซลล์ในโฟลเอ็ม แทรกอยู่ระหว่าง แฉก ทั้ง 4 กลุ่มนั้น มองเห็นชั้นของเอนโดเดอร์มิส ไม่ชัดเจน และใจกลางรากมักเป็นไซเล็ม ส่วนรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ไซเล็มมีจำนวนแฉกมากกว่า 10 แฉก มองชั้นเอนโดเดอร์มิสชัดเจนและใจกลางรากเป็นพิต)
- 6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้อธิบายว่า รากพืชใบเลี้ยงคู่ และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและโครงสร้างไป เพื่อทำหน้าที่เฉพาะ โดยประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 บริเวณ คือ เอพิดERMิสอยู่นอกสุด ถัดมาเป็นชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นในสุดเป็นชั้น Steel โดยรากพืช ปกติมีหน้าที่ดูดซึมน้ำและสารอาหาร แต่พืชบางชนิดมีรากพิเศษที่เกิดจากใบ หรือส่วนของลำต้นที่อยู่เหนือผิวดิน และเจริญเติบโตไปทำหน้าที่เฉพาะ เช่น เป็นรากสะสมอาหาร รากอิงอาศัย หรือรากหายใจ

### ชั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างภายนอกของรากพืชจากใบความรู้ หนังสือวารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ตรวมทั้งนำข้อมูลที่ค้นคว้าได้มาจัดทำเป็นรายงานหรือจัดป้ายนิเทศให้เพื่อนๆ ได้ทราบแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
2. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับโครงสร้างภายนอกของรากพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ตและนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟังพร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลเขียนลงในสมุด

### ชั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีสิ่งใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังสงสัยถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดๆ และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น
  - การเจริญเติบโตของรากพืชใบเลี้ยงคู่รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวแตกต่างกันในลักษณะใด
  - รากพืชมีความสำคัญต่อพืชอย่างไร
  - ชั้นคอร์เทกซ์ของรากพืชใบเลี้ยงคู่ทำหน้าที่อย่างไร
  - รากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีการเจริญเติบโตปฐมภูมิแตกต่างจากการเจริญเติบโตทุติยภูมิอย่างไร
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างภายนอกภายในของรากพืชโดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 6 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก

2. การทดลอง เรื่องที่ 6 การศึกษาโครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 6 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก
4. ใบงาน เรื่องที่ 6 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 6 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 6 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

#### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                        | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ      | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                        | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                       | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แก้วกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 7 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย

นางวรินรำไพ แถวกระโทก

ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก เรื่องที่ 7 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

จำนวน ..... ชั่วโมง คะแนนรายจุดประสงค์ ..... คะแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

6. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ จากการตัดตามขวาง

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | แนวทางการวัดและประเมินผล การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ จากการตัดตามขวาง<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> <li>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>6. การทดลอง</li> <li>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนศึกษาต้นพืชขนาดเล็ก หรือต้นพืชที่เพาะไว้ในกิจกรรมที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างราก และใช้คำถามเชื่อมโยงเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น</li> <li>2. ร่วมกันอภิปราย และสรุปเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างของโครงสร้างภายนอกของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่</li> <li>3. ให้นักเรียนสังเกตภาพหรือใช้สไลด์ถาวรของปลายยอดพืชตัดตามยาวภายใต้กล้องจุลทรรศน์</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ จากการตัดตามขวาง แผนภาพสรุป การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำการทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ</li> <li>2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ</li> </ol> <p><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ความซื่อสัตย์</li> <li>2. ความมุ่งมั่นอดทน</li> <li>3. ความรอบคอบ</li> <li>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์</li> </ol> | <p>เพื่อระบุโครงสร้างภายในของปลายยอด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. ให้นักเรียนทำกิจกรรมศึกษาโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่ออธิบายและเปรียบเทียบโครงสร้างภายในตัดตามขวางที่มีการเติบโตปฐมภูมิของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่</li> <li>5. อธิบายเกี่ยวกับการเติบโตทุติยภูมิของลำต้นพืช โดยใช้ภาพการเติบโตของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ หรือให้นักเรียนทำกิจกรรมศึกษาลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวางโดยตัดช่วงกลางของลำต้น</li> <li>6. ร่วมกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญของลำต้นพืชทั่วไป</li> <li>7. ใช้ภาพลำต้นที่ทำหน้าที่พิเศษชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดและหน้าที่ของลำต้นที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่พิเศษ</li> </ol> | <p><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b></p> <p>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จากการสังเกตพฤติกรรมในการอภิปรายร่วมกัน และการทำการทดลอง</p> |

## กำหนดการเรียนรู้

| สัปดาห์ที่ | หน่วย/เรื่อง                                | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                  | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|            |                                             |                                                                                                                                                                                                        |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|            | บทที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก |                                                                                                                                                                                                        |                   |       |      |      |      |     |
| 7          | 9.3 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น      | 7. อธิบายโครงสร้างภายนอกและบอกหน้าที่ของลำต้นพืชดอก สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปลายยอดตัดตามยาว สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ตัดตามขวาง | 3                 | 3     | 2    | -    | -    | 5   |

## ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

## ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ

7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณ์ญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่
4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying 1/Communicating):** ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม (Applying 2/Serving):** ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

#### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนศึกษาต้นพีชขนาดเล็ก หรือต้นพีชที่เพาะไว้ในกิจกรรมที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างราก และใช้คำถามเชื่อมโยงเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น

### ชั้นสร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนศึกษาต้นพืชขนาดเล็ก เช่น ต้อยตุง เทียน หรือข้าวที่เพาะไว้ โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้
  - นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าบริเวณใดเป็นลำต้นและบริเวณใดเป็นรากพืช
  - ส่วนของพืชที่เจริญเหนือดินมีโครงสร้างแตกต่างจากส่วนของพืชที่เจริญอยู่ใต้ดินหรือไม่อย่างไร
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ เรื่อง ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่
3. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างภายนอกของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่กับลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้
  - ลักษณะภายนอกของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่เหมือนหรือแตกต่างจากลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในลักษณะใดบ้าง
  - ยกตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ ที่นักเรียนรู้จักมาชนิดละ 5 ตัวอย่าง
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ เรื่อง ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

### ชั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาโครงสร้างภายนอกและหน้าที่ของลำต้นจากใบความรู้ หรือหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า ลำต้นพืชส่วนใหญ่เจริญเติบโตอยู่เหนือดิน แต่อาจมีพืชบางชนิดที่มีลำต้นเจริญเติบโตอยู่ใต้ดินได้ โดยลำต้นพืชมีหน้าที่ช่วยพยุงกิ่งและใบ ลำเลียงน้ำ สารอาหาร และอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ตลอดจนช่วยสร้างเนื้อเยื่อพืชได้
2. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ปฏิบัติกิจกรรม สังเกตโครงสร้างภายนอกของลำต้น ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการสังเกต ดังนี้
  - นำพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่ต้องการศึกษามาสังเกตลักษณะภายนอกของลำต้น แล้วบันทึกผลการสังเกต โดยสังเกตลักษณะต่อไปนี้
    - ข้อและปล้อง
    - ตำแหน่งที่เกิดใบ
    - ตำแหน่งของตาที่บริเวณซอกใบ
    - ผิวและสีของลำต้น
    - ปลายยอด
3. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
4. นักเรียนศึกษาโครงสร้างภายในลำต้นจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูถามคำถามนักเรียนว่า จากการปฏิบัติกิจกรรม การสังเกตโครงสร้างภายนอกของลำต้น ที่นักเรียนศึกษาไปแล้วนั้นนักเรียนคิดว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ มีโครงสร้างภายในและการเจริญเติบโตแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ครูยังไม่เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แล้วชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ถ้านำลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ มาตัดตามยาวผ่านกลางและศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะทำให้นักเรียนสังเกตเห็นเนื้อเยื่อบริเวณต่าง ๆ ได้ชัดเจน
5. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ปฏิบัติกิจกรรม สังเกตโครงสร้างภายในของลำต้น ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการสังเกต ดังนี้

- นำลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น ถั่วเขียวและหมอน้อย (หย้าละออง) มาตัดเป็นชิ้นบาง ๆ ด้วยวิธีการเช่นเดียวกับการศึกษาโครงสร้างภายในของพืช
    - ศึกษาโครงสร้างภายในของลำต้นที่มีการเจริญเติบโตปฐมภูมิจากบริเวณใกล้ยอดหรือบริเวณเหนือแนวโค้งเมื่อโน้มปลายยอดให้โค้งลง
    - ศึกษาโครงสร้างที่มีการเติบโตทุติยภูมิ จากบริเวณที่อยู่ใต้แนวโค้งหรือบริเวณใกล้โคนลำต้น
  - นำลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด และหญ้าขน มาลอกกาบใบออก เพื่อให้เห็นส่วนข้อและปล้องของลำต้น แล้วใช้ใบมีดโกนตัดบริเวณกลางปล้องให้เป็นชิ้นบาง ๆ เพื่อศึกษาโครงสร้างที่มีการเจริญเติบโตปฐมภูมิ วาดรูปสิ่งที่สังเกตได้ลงในตารางบันทึกผล
  - การศึกษาโครงสร้างภายในที่มีการเจริญเติบโตปฐมภูมิของลำต้นถั่วเขียว ควรเลือกต้นถั่วเขียวที่มีลำต้นตรง ไม่โค้งงอ ใช้ใบมีดโกนตัดลำต้นให้ใกล้ปลายยอดมากที่สุด และตัดตามขวางลงมาเป็นชิ้นบาง ๆ หลาย ๆ ชิ้น
  - การศึกษาโครงสร้างภายในที่มีการเติบโตทุติยภูมิของลำต้นถั่วเขียว สามารถทำได้โดยนำลำต้นที่ต้องการศึกษามาโน้มปลายยอดให้โค้งลง ที่ตำแหน่งใต้แนวโค้งจะมีการเติบโตทุติยภูมิ
  - การศึกษาโครงสร้างภายในของลำต้นข้าวโพดที่มีการเติบโตปฐมภูมิ ให้ลอกกาบใบออกจากข้อก่อน แล้วใช้ใบมีดโกนตัดตามขวาง บริเวณกลางปล้องให้เป็นชิ้นบาง ๆ โดยพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไม่มีการเจริญเติบโตทุติยภูมิจึงไม่ต้องการศึกษา
6. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
7. ให้นักเรียนหารูปลำต้นพืชชนิดต่าง ๆ หรือตัวอย่างลำต้นพืชเล็ก ๆ ชนิดที่ทำหน้าที่พิเศษอื่น ๆ นอกเหนือจากการชูกิ่ง ก้าน และใบ มาสังเกตลักษณะต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนช่วยกันจำแนกชนิดและหน้าที่ของลำต้นพืช ซึ่งนักเรียนอาจจำแนกได้เป็น
- ลำต้นพืชสะสมอาหาร เช่น บุก กลอย
  - ลำต้นพืชที่เป็นพุ่มลอย เช่น ผักกระเฉด
  - ลำต้นพืชที่ทำหน้าที่เลื้อยพัน เช่น อัญชัน ตำลึง
  - ลำต้นพืชที่เปลี่ยนใบเป็นหนาม เช่น กระบองเพชร

### ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - โครงสร้างภายนอกลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ที่สังเกตได้มีอะไรบ้าง (มองเห็นข้อปล้องไม่ชัดเจน ตำแหน่งที่เกิดใบอยู่ตรงข้อบริเวณที่มีก้านใบติดอยู่ มีตาตามซอกใบ ผิวลำต้นมีลักษณะเรียบหรือขรุขระ และปลายยอดมีใบเกิดใหม่อยู่)
  - โครงสร้างภายนอกลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่สังเกตได้มีอะไรบ้าง (มองเห็นข้อปล้องได้ชัดเจน ตำแหน่งที่เกิดใบอยู่ตรงข้อ โดยมีก้านใบหุ้มอยู่ มองไม่เห็นตาตามซอก ผิวลำต้นมีลักษณะเรียบหรือขรุขระ ปลายยอดมีใบเกิดใหม่อยู่)
3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่า ลักษณะภายนอกของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่กับลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีบางส่วนที่เหมือนกันและแตกต่างกันออกไป และเมื่อศึกษาโครงสร้างปลายยอดของพืชใบเลี้ยงคู่ที่ตัดตามยาวแล้วผ่ากลาง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า

ประกอบด้วยเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ คือ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย ใบเริ่มเกิด ใบอ่อน และลำต้นอ่อน โดยให้นักเรียนดูรูปปลายยอดของต้นพืชผสมที่ตัดตามยาวประกอบการอธิบาย

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - การเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงในลำต้นใบเลี้ยงคู่กับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนหรือแตกต่างกันในลักษณะใด (ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่มีคอร์เทกซ์ซึ่งมีอาณาเขตแคบ ในชั้นสตีลมีมัดท่อลำเลียงหลายกลุ่มเรียงตัวเป็นระเบียบ มองเห็นขอบเขตของพืชชัดเจน แต่ละกลุ่มมีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงด้านในเป็นไซเล็ม และด้านนอกเป็นโฟลเอ็มเรียงตัวในแนวรัศมีเดียวกัน ส่วนลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ชั้นสตีลมีกลุ่มมัดท่อลำเลียงกระจายทั่วทำให้มองไม่เห็นขอบเขตพืช ไซเล็มและโฟลเอ็มเรียงตัวอยู่ในแนวรัศมีเดียวกัน มองดูคล้ายหวักะไหลทุกคน)
  - โครงสร้างตัดตามขวางของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ บริเวณใกล้ยอดกับบริเวณใกล้โคนลำต้นแตกต่างกันอย่างไร (บริเวณใกล้ยอดตัดตามขวางมีการเติบโตปฐมภูมิ พบมัดท่อลำเลียงหลายกลุ่มเรียงเป็นระเบียบรอบลำต้น ส่วนลำต้นใกล้โคนมีการเติบโตทุติยภูมิ พบเนื้อเยื่อท่อลำเลียงเกิดเพิ่มขึ้นเรียงเป็นวง เนื่องจากมีวาสคิวลาร์แคมเบียมแบ่งเซลล์สร้างเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น)
6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อตัดตามขวางลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ พบว่ามีการเติบโตปฐมภูมิ ประกอบด้วย 3 บริเวณ คือ เอพิดอร์มิส คอร์เทกซ์ และสตีล ที่มีมัดท่อลำเลียงเรียงตัวเป็นวงรอบลำต้น และมีการเติบโตทุติยภูมิที่เกิดขึ้นจากการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อวาสคิวลาร์แคมเบียมและคอร์กแคมเบียม ส่วนลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว การเติบโตปฐมภูมิประกอบด้วยชั้นของเนื้อเยื่อต่าง ๆ คล้ายลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ แต่มัดท่อลำเลียงไม่เรียงกันเป็นวงเหมือนลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ และไม่มีวาสคิวลาร์แคมเบียม ทำให้ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไม่มีการเติบโตทุติยภูมิ

### ขั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โครงสร้างภายนอกและหน้าที่ของลำต้นจากใบความรู้ หนังสือ วารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต รวมทั้งนำข้อมูลที่ค้นคว้าได้มาจัดทำเป็นรายงาน หรือจัดทำป้ายนิเทศให้เพื่อน ๆ ได้ทราบเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
2. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับโครงสร้างภายนอกและหน้าที่ของลำต้นจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง พร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลลงในสมุด

### ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างภายนอกและหน้าที่ของลำต้น โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 7 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น
2. การทดลอง เรื่องที่ 7 การศึกษาโครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 7 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น
4. ใบงาน เรื่องที่ 7 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 7 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 7 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด        | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                            | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                            | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ    | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอัน      | 1. สังเกตคุณลักษณะ                                                                            | 1. แบบประเมิน                                                                                                                                 | 1. มีคุณลักษณะอันพึง                                                                                                                       |

| สิ่งที่ต้องการวัด | วิธีการวัดผล                                           | เครื่องมือการวัดผล         | เกณฑ์การผ่าน        |
|-------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|
| ฟังประสงค์        | ของนักเรียนตามแบบ<br>ประเมินคุณลักษณะอัน<br>พึงประสงค์ | คุณลักษณะอันพึง<br>ประสงค์ | ประสงค์ ผ่านระดับ 2 |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

## เรื่องที่ 8 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ

(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย  
นางวรินรำไพ แกวกระโทก  
ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก เรื่องที่ 8 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ

จำนวน ..... ชั่วโมง คะแนนรายจุดประสงค์ ..... คะแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

7. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>ด้านความรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. โครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง</li> <li>2. ชนิดและหน้าที่ของใบที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่พิเศษ</li> </ol> <p><b>ด้านทักษะ</b></p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> <li>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>6. การทดลอง</li> <li>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตลักษณะของใบพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ผิวใบ ความหนาของใบ และใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายถึงลักษณะ โครงสร้างภายนอกและเชื่อมโยงไปสู่โครงสร้างภายในของใบพืช</li> <li>2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมศึกษาโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวางภายใต้กล้องจุลทรรศน์ สังเกต วาดภาพ</li> <li>3. ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูล อธิบายโครงสร้างภายในของใบพืช พร้อมทั้งชี้ระบุเนื้อเยื่อบริเวณเอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์</li> </ol> | <p><b>ด้านความรู้</b></p> <p>โครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง ชนิดและหน้าที่ของใบที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่พิเศษ จากการทำกิจกรรม แผนภาพสรุป การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ</p> <p><b>ด้านทักษะ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> <p><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b></p> <p>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จากการสังเกตพฤติกรรมในการ</p> |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                      | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>1. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ<br>2. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br>ด้านจิตวิทยาศาสตร์<br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | และเนื้อเยื่อต่อลำเลียง<br>และร่วมกันสรุปเกี่ยวกับ<br>ลักษณะที่สำคัญของใบ<br>พืชทั่วไป<br>4. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล<br>นำเสนอ และสรุป<br>เกี่ยวกับชนิดและหน้าที่<br>ของใบที่เปลี่ยนแปลงไป<br>ทำหน้าที่พิเศษ | อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง     |

#### กำหนดการเรียนรู้

| สัปดาห์ที่ | หน่วย/เรื่อง                                | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                             | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|            |                                             |                                                                                                   |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|            | บทที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก |                                                                                                   |                   |       |      |      |      |     |
| 8          | 9.4 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ         | 8. อธิบายโครงสร้างภายนอกและบอกหน้าที่ของใบพืชดอก สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชตัดตามขวาง | 3                 | 3     | 2    | -    | -    | 5   |

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

## 15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่

4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ** (Applying 1/Communicating): ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม** (Applying 2/Serving): ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตลักษณะของใบพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ผิวใบ ความหนาของใบ และใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายถึงลักษณะ โครงสร้างภายนอกและเชื่อมโยงไปสู่โครงสร้างภายในของใบพืช

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนนำใบไม้ที่พบในท้องถิ่นมาสังเกต 2-3 ชนิดแล้วทบทวนความรู้เดิมโดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - ใบไม้มีส่วนประกอบอะไรบ้าง
  - โครงสร้างของใบไม้ช่วยให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้อย่างไร
  - ลักษณะของพืชใบเลี้ยงคู่แตกต่างจากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวหรือไม่อย่างไร
2. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถามเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของใบ

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของใบจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าใบพืชมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือแผ่นใบและก้านใบซึ่งพืชใบเลี้ยงคู่มีการจัดระเบียบของเส้นใบแตกต่างจากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวแล้วให้นักเรียนดูรูปโครงสร้างภายนอกของพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในหนังสือเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตบริเวณลำต้นที่มีการแตกออกของใบและตำแหน่งหูใบแล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงโครงสร้างภายนอกของใบว่ามีความเหมาะสมต่อการทำหน้าที่อย่างไรบ้าง
2. ให้นักเรียนดูรูปตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบประกอบในหนังสือเรียนโดยครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าวิธีการสังเกตว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยวหรือใบประกอบนั้นให้ดูที่ก้านใบซึ่งมีตาตามซอกใบอยู่ถ้าบนก้านใบ 1 ก้านใบมีแผ่นใบเสร็จอยู่เพียง 1 ใบเรียกว่าใบเดี่ยวถ้าบนก้านใบ 1 ก้านมี แผ่นใบหลายแผ่นหรือมีใบย่อยติดอยู่ที่ซอกใบย่อยไม่มีตาตามซอกเรียกว่าใบประกอบ
3. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสังเกตโครงสร้างภายนอกและภายในของใบตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะการสังเกตดังนี้

#### ตอนที่ 1

- สังเกตลักษณะภายนอกของใบไม้ชนิดต่างๆเช่นชนิดของใบรูปร่างแผ่นใบขนาดของใบและลักษณะของเส้นใบแล้วบันทึกผลการสังเกต

#### ตอนที่ 2

- เลือกใบพืชตัวอย่างที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมาชนิดละ 1 ตัวอย่างเพื่อศึกษาโครงสร้างภายในโดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้
    - กรณี ใบพืชบางให้ม้วนไปตามยาวเป็นท่อนกลมให้แน่นแล้วตัดปลายข้างหนึ่งออกไปประมาณ 1 ใน 3 ของความยาวทั้งหมด
    - กรณีใบพืชหนาและแข็งให้ตัดใบเป็นชิ้นเล็กๆขนาดประมาณ 1 X 3 เซนติเมตร
    - กรณีใบมีขนาดใหญ่ให้ตัดแบ่งใบเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 1 X 3 เซนติเมตรโดยให้มีเส้นใบอยู่ตรงกลางและขนานกับขอบของชิ้นที่ตัด
    - ใช้ใบมีดโกนตัดตามขวางใบที่ม้วนไว้หรือตัดชิ้นของใบที่เตรียมได้จากขั้นตอนที่ 1 ให้บางที่สุดจำนวนหลายๆชิ้น
  - นำส่วนของใบที่ตัดได้ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่มีน้ำใช้ฟุ้งกันหรือเข็มเย็บเย็บเลือกชิ้นที่บางที่สุดจำนวน 2-3 ชิ้นวางบนหยดสี Safarin หรือหยดน้ำอุทัยที่อยู่บนสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์โดยระวังอย่าให้มีฟองอากาศ
  - นำสไลด์ที่เตรียมได้ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เนื่องจากกำลังขยายต่ำแล้วเปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูงวาดรูปลักษณะที่สังเกตได้ลงในตารางบันทึกผล
  - วิธีการการตัดใบตามขวางใบพืชที่บางและอ่อนนุ่มให้ตัดเป็นชิ้นบางๆอาจทำได้โดยใช้โฟมหรือไส้ในของลำต้นค่น้ำเป็นอุปกรณ์ช่วยตัดโดยตัดแบ่งใบพืชที่ต้องการศึกษาตามขวางให้มีขนาด 1 X 3 และมีเส้นใบอยู่ตรงกลางสอดชิ้นของใบลงในรอยผ่าของแท่งกลมหรือไส้ในของลำต้นค่น้ำโดยให้แนวของเส้นใบอยู่ในแนวตั้งแล้วตัดโฟมหรือไส้ในของค่น้ำเป็นชิ้นบางๆตามแนวขวางจะได้ชิ้นใบพืชติดมาด้วยนำไปแช่น้ำให้ชิ้นใบพืชหลุดออกเลือกชิ้นใบที่บางที่สุดวางลงบนเนื้อบนหยดน้ำที่อยู่บนกระจกสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ในการปฏิบัติกิจกรรม
  - ครูควรสาธิตการม้วนใบให้นักเรียนดูประกอบกับรูปที่แสดงไว้ในหนังสือเรียนโดยถ้าใบที่ใช้นมวลกว้างเกินไปให้ตัดขอบไปทั้งสองข้างออกเพื่อสะดวกในการม้วนให้แน่นวิธีตัดควรจับใช้มือจับที่ม้วนจน เล่นให้อยู่ในระดับสายตาดัดปลายใบออกแล้วจึงตัดตามขวางการตัดควรตัดหลายๆครั้งเพื่อให้ได้ชิ้นส่วนพืชที่บางที่สุดถ้าใบพืชที่นำมาศึกษามีความหนาเช่นใบยี่โถหนวดปลาหมึกว่าน กาบหอยและหัวใจสีม่วงไม่ต้องม้วนไปเพราะเป็นพืชที่อืดน้ำจึงอาจทำให้ใบแตกได้ให้ตัดขอบไปทั้ง 2 ข้างออกเท่ากันหรือเนื้อที่ห่างจากเส้นกลางใบทั้งสองข้างพอที่จะใช้มือจับได้ถนัดแล้วจึงใช้ใบมีดโกนตัดตามขวาง
4. ให้นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมโดยให้นักเรียนเปรียบเทียบลักษณะของใบพืชที่สังเกตเห็นได้จากกล้องจุลทรรศน์กับรูปภายในโครงสร้างของใบพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจากการตัดตามขวาง

#### ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - ลักษณะใบไม้แต่ละชนิดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ ใบไม้ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นแผ่นแบนเหมือนกันแต่มีขนาดรูปร่างและลักษณะเส้นใบแตกต่างกันออกไป

- เนื้อเยื่อชั้นต่างๆที่พบในพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

ตอบ ไม่แตกต่างกันคือประกอบด้วยเอพิเดอร์มิสมีโซฟิลล์และมดท่อลำเลียงเหมือนกัน

- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ได้อธิบายว่าโครงสร้างภายในใบของพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามขวางประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่มีการเรียงตัวจากชั้นนอกสุดไปชั้นในสุดคือชั้น epidermis มีไซฟิลล์และมัดท่อลำเลียงโดยภายในชั้นมีไซฟิลล์มีคลอโรพลาสต์จำนวนมากทำให้ใบพืชมีสีเขียวเข้มทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงมาใช้ในการสร้างอาหารได้ส่วนมัดท่อลำเลียงที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือเส้นกลางใบโดยภายในกลุ่มท่อลำเลียงมีไซเลมทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและสารอาหารที่มาจากรากไปตามลำต้นและใบและ phloem ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงจากใบไปยังส่วนต่างๆของพืชได้

### ขั้นขยายความรู้

- แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โครงสร้างภายนอกและหน้าที่ของลำต้นจากใบความรู้ หนังสือ วารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต รวมทั้งนำข้อมูลที่ค้นคว้าได้มาจัดทำเป็นรายงาน หรือจัดทำป้ายนิเทศให้เพื่อน ๆ ได้ทราบเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
- นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับโครงสร้างภายนอกและหน้าที่ของลำต้นจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง พร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลลงในสมุด

### ขั้นประเมินผล

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
- นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
- นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
- ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น
  - เพราะเหตุใดผิวใบด้านบนจึงมีสีเขียวเข้มมากกว่าผิวใบด้านล่าง
  - ใบพืชมีความเหมาะสมต่อการทำหน้าที่ในการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่เพราะอะไร
  - มัดท่อลำเลียงในเส้นใบมีความสำคัญต่อพืชในลักษณะใด
- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างภายนอกและหน้าที่ของลำต้น โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์
- นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

- แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 8 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ
- การทดลอง เรื่องที่ 8 การศึกษาโครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ บันทึกรายงานผลการทดลอง
- ใบความรู้ เรื่องที่ 8 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ
- ใบงาน เรื่องที่ 8 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ

5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 8 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 8 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

#### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                        | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ      | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                        | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                       | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 9 การลำเลียงน้ำ  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย  
นางวรินรำไพ แถวกระโทก  
ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 10 การลำเลียงของพืช เรื่องที่ 9 การลำเลียงน้ำ

จำนวน ..... ชั่วโมง คณะแผนรายจุดประสงค์ ..... คณะแผน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

9. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำจากดินเข้าสู่ราก และการลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>กลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> <li>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>6. การทดลอง</li> <li>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ol> <b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพต้นไม้ที่มีความสูงเทียบเท่าตึกหลายชั้นและภาพการสูบน้ำขึ้นไปใช้ในตึกสูง และใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องกลไกการลำเลียงน้ำของพืช</li> <li>2. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลนำเสนอ และสรุปกลไกการลำเลียงน้ำของพืชจากภายนอกเข้าสู่รากและจากรากขึ้นสู่ลำต้น</li> <li>3. อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการคายน้ำ และการลำเลียงน้ำของพืช</li> <li>4. อธิบายเกี่ยวกับแรงดันรากกับปรากฏการณ์กัตเตชัน</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>กลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช จากการทำกิจกรรม แผนภาพสรุป การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> <b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จากการสังเกตพฤติกรรมในการ |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                             | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                         | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 2. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | 5. ใช้คำถามเชื่อมโยงเรื่อง<br>การคายน้ำ เพื่อนำไปสู่<br>เรื่องการลำเลียงธาตุ<br>อาหารของพืช<br>6. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล<br>เพื่ออธิบายและสรุป<br>กลไกการลำเลียงธาตุ<br>อาหารของพืช<br>7. อภิปรายร่วมกันเพื่อให้<br>นักเรียนเปรียบเทียบ<br>กลไกการลำเลียงน้ำและ<br>กลไกการลำเลียงธาตุ<br>อาหาร | อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง     |

#### กำหนดการเรียนรู้

| ลำดับที่ | หน่วย/เรื่อง              | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                   | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|----------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|          |                           |                                                                                                         |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|          | บทที่ 10 การลำเลียงของพืช |                                                                                                         |                   |       |      |      |      |     |
| 9        | 10.1 การ<br>ลำเลียงน้ำ    | 9. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไก<br>การลำเลียงน้ำจากดินเข้าสู่ราก<br>และการลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ<br>ของพืช | 3                 | 2     | 2    | -    | -    | 4   |

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)

13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่

4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ** (Applying 1/Communicating): ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม** (Applying 2/Serving): ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพต้นไม้ที่มีความสูงเทียบเท่าตึกหลายชั้นและภาพการสูบน้ำขึ้นไปใช้ในตึกสูง และใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องกลไกการลำเลียงน้ำของพืช

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะของพืชที่นักเรียนเคยพบเห็นโดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - นักเรียนเคยเห็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีขนาดและความสูงแตกต่างกันหรือไม่
  - ยกตัวอย่างพืชที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันแต่มีความสูงและขนาดแตกต่างกันมา 3 ตัวอย่าง
  - พืชที่มีความสูงและขนาดแตกต่างกันมีกลไกการลำเลียงน้ำแตกต่างกันหรือไม่
2. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำถามของคำถามโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบ ที่ถูกต้องเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องการลำเลียงน้ำของพืช

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาการลำเลียงน้ำของพืชจากใบความรู้ ชุดกิจกรรมหรือหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า การคายน้ำของพืชมีความสัมพันธ์กับการลำเลียงน้ำ โดยการคายน้ำส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ใบของพืช เมื่อพืชสูญเสียน้ำออกทางปากใบแล้วส่วนหนึ่งจะมีการลำเลียงน้ำจากรากขึ้นมายังลำต้น เพื่อชดเชยน้ำที่สูญเสียไป
2. ครูนำสไลด์ถาวรแสดงโครงสร้างของเนื้อเยื่อภายในราก ลำต้นและใบของพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมาให้นักเรียนดู เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำ โดยเน้นให้นักเรียนสังเกตกลุ่มท่อลำเลียงน้ำและเอนโดเดอร์มิส แล้วอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าการลำเลียงน้ำในดินเข้าสู่เซลล์ของรากไปยังไซเล็ม ต้องอาศัยระบบการเคลื่อนที่ของน้ำสองแบบคือ แบบโพลาสต์ ซึ่งเป็นการลำเลียงน้ำโดยการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ไปยังช่องว่างระหว่างผนังเซลล์ และแบบซิมพลาสต์ ซึ่งเป็นการลำเลียงน้ำผ่านผนังเซลล์ในชั้น endodermis โดยการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่ไซโทพลาสซึมของเซลล์ชั้นเอนโดเดอร์มิส เมื่อน้ำเคลื่อนที่เข้าสู่ไซเล็มของรากแล้ว พืชจะลำเลียงน้ำไปยังลำต้นใบและยอดที่อยู่สูงต่อไปได้โดยอาศัยแรงโคฮีชันและแรง adhesion
3. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูล การลำเลียงน้ำของพืช ตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น การลำเลียงน้ำแบบโพลาสต์ และการลำเลียงแบบซิมพลาสต์
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ ชุดกิจกรรม หนังสือเรียน วารสาร สารานุกรมและอินเทอร์เน็ต

- สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคาดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืช
4. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม

### ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - การลำเลียงน้ำแบบอโพลาสต์ และแบบซิมพลาสต์ เกิดขึ้นเมื่อใด  
ตอบ การลำเลียงน้ำแบบอโพลาสต์ เกิดขึ้นเมื่อน้ำในดินแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่เซลล์ราก แล้วเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างผนังเซลล์ ส่วนการลำเลียงน้ำแบบซิมพลาสต์เกิดขึ้นเมื่อน้ำแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่ไซโทพลาซึมของเซลล์เอนโดเดอร์มิส
  - เมื่อน้ำถูกลำเลียงเข้าสู่ไซเล็มแล้วจะลำเลียงน้ำขึ้นสู่ส่วนต่างๆ ของพืชได้อย่างไร  
ตอบ การลำเลียงน้ำโดยอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ คือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำกับผนังของท่อไซเล็มที่เรียกว่า แรงแอดฮีชัน และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกันเองเรียกว่า แรงโคฮีชัน cohesion
3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้นักเรียนสรุปการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าสู่ไซเล็มในหนังสือเรียน แล้วลงข้อสรุปร่วมกันว่า การที่น้ำในดินแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่เซลล์ของรากได้ ต้องอาศัยการลำเลียงแบบอโพลาสต์ ผ่านผนังเซลล์และช่องว่างระหว่างเซลล์เมื่อถึงชั้นเอนโดเดอร์มิสที่ผนังเซลล์มีแถบแคสพาเรียน น้ำจะไม่สามารถลำเลียงแบบอโพลาสต์เข้าไปได้ จึงลำเลียงน้ำแบบซิมพลาสต์ ผ่านทางผนังเซลล์ด้านที่ไม่มีแถบแคสพาเรียน การลำเลียงน้ำนี้เกิดขึ้นต่อเนื่องไปจนถึงชั้นในของท่อไซเล็มแล้วจึงมีการลำเลียงโดยอาศัยแรง adhesion และ cohesion ต่อไป

### ขั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืช จากหนังสือเรียน ชุดกิจกรรมวารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต รวมทั้งนำความรู้ที่ค้นคว้าได้มาจัดทำเป็นรายงานหรือป้ายนิเทศให้เพื่อนๆ ได้เรียนรู้และแลกเปลี่ยนความรู้กัน
2. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืชจากหนังสือเรียน ภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องฟังรวมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลเขียนลงในสมุด

### ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีช่วยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น
  - น้ำถูกไล่เลียงเข้าสู่ไซเล็มของพืชได้อย่างไร
  - พืชที่มีลำต้นสูงการลำเลียงน้ำไปสู่ยอดพืชต้องอาศัยแรงใดบ้าง
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืชโดยร่วมกันเขียนเป็นแผนผังความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 9 การลำเลียงน้ำ
2. การทดลอง เรื่องที่ 9 การศึกษาการลำเลียงน้ำ บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 9 การลำเลียงน้ำ
4. ใบงาน เรื่องที่ 8 การลำเลียงน้ำ
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 9 การลำเลียงน้ำ
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 9 การลำเลียงน้ำ
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด        | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                            | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                            | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ    | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                     | เครื่องมือการวัดผล                  | เกณฑ์การผ่าน                            |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2 |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

## เรื่องที่ 10 การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ

(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย  
นางวรินรำไพ แถวกระโทก  
ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 10 การลำเลียงของพืช เรื่องที่ 10 การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ

จำนวน ..... ชั่วโมง คณะแผนรายจุดประสงค์ ..... คณะแผน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

10. สืบค้นข้อมูล สังเกตการณ์คายน้ำของพืช และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืชผ่านทางปากใบ อธิบายและยกตัวอย่างปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>1. กลไกการเปิดปิดปากใบ<br>2. การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b><br>1. การสังเกต<br>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล<br>3. การลงความเห็นจากข้อมูล<br>4. การตั้งสมมติฐาน<br>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร<br>6. การทดลอง<br>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป<br><b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b> | 1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเกี่ยวกับการนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง หรือการปล่อยแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อเชื่อมโยงว่ารูปากใบเป็นช่องทางผ่านเข้าออกของแก๊ส<br>2. บรรยายเกี่ยวกับกลไกการเปิดปิดของปากใบซึ่งทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำในพืช<br>3. ให้นักเรียนสังเกตภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของปากใบพืชชนิดเดียวกันที่ได้รับน้ำเพียงพอและที่ขาดน้ำ | <b>ด้านความรู้</b><br>กลไกการเปิดปิดปากใบ การแลกเปลี่ยนแก๊ส และการคายน้ำของพืชจากการสืบค้นข้อมูล จากการทำกิจกรรม แผนภาพสรุปการอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b><br>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและการอภิปรายร่วมกัน<br>2. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b> |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                              | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ<br>4. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | เป็นเวลานาน และ<br>อธิบายความแตกต่างของ<br>การเปิดปิดของปากใบ<br>ของทั้งสองภาพ<br>4. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล<br>นำเสนอ อภิปรายร่วมกัน<br>และสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มี<br>ผลต่อการเปิดปิดของ<br>ปากใบและการคายน้ำ<br>ของพืช คือความเข้มของ<br>แสง สภาพน้ำในดิน<br>ความชื้นในอากาศ ลม<br>อุณหภูมิ และแก๊ส<br>คาร์บอนไดออกไซด์ | จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก<br>การสังเกตพฤติกรรมในการ<br>อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง |

### กำหนดการเรียนรู้

| สัปดาห์ที่ | หน่วย/เรื่อง                       | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|            |                                    |                                                                                                                                                      |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|            | บทที่ 10 การลำเลียงของพืช          |                                                                                                                                                      |                   |       |      |      |      |     |
| 10         | 10.2 การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ | 10. สืบค้นข้อมูล สังเกตการณ์คายน้ำของพืช และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืชผ่านทางปากใบ อธิบายและยกตัวอย่างปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช | 3                 | 2     | 2    | -    | -    | 4   |

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering): ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน

2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ** (Searching/Exploring): ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้** (Processing/Structuring): ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่
4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ** (Applying 1/Communicating): ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม** (Applying 2/Serving): ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเกี่ยวกับการนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง หรือการปล่อยแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อเชื่อมโยงว่ารูปากใบเป็นช่องทางผ่านเข้าออกของแก๊ส

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างภายนอกของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่กับลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้
  - ใบพืชประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญอะไรบ้าง
  - นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าเซลล์คุมอยู่บริเวณใดของชั้นเนื้อเยื่อพืช
  - เซลล์คุมมีความสำคัญต่อพืชอย่างไร
2. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช
3. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับลักษณะของเซลล์คุมและรูปากใบ โดยครูตั้งประเด็นคำถาม ดังนี้
  - เซลล์คุมมีลักษณะอย่างไร และทำหน้าที่อะไร
  - พืชที่ได้รับน้ำแตกต่างกันมีลักษณะของรูปากใบเหมือนกันหรือไม่
  - การปิดหรือเปิดของปากใบเกี่ยวข้องกับเซลล์คุมหรือไม่
4. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการปิดหรือเปิดของปากใบและการคายน้ำของพืช

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืชจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนักเรียนได้เคยทดลองนำถุงพลาสติกใส่คลุมกิ่งพืชแล้วรัดปากถุง เพื่อสังเกตการณ์คายน้ำทางใบของพืชมาแล้ว จากผลการสังเกตพบว่า ภายในถุงพลาสติกมีละอองน้ำเกาะอยู่ แสดงว่าพืชมีการคายน้ำออกทางใบ ไอน้ำที่พืชคายออกมาเมื่อกระทบกับความเย็นของถุงพลาสติกที่คลุมอยู่ทำให้เกิดเป็นละอองน้ำ แสดงว่าการคายน้ำและการแลกเปลี่ยนแก๊ส ของพืชเกิดขึ้นที่บริเวณปากใบ ที่อยู่บริเวณชั้นเอพิเดอร์มิส นอกจากนี้พืชบางชนิดอาจมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำบริเวณอื่นได้อีกด้วย เช่น เลนติเซลที่พบอยู่ตามลำต้นของพืชที่มีการเติบโตทุกฤดูกาล โดยการคายน้ำของพืชนี้จะเกิดเป็นกระบวนการอย่างต่อเนื่องภายในลำต้นของพืช

2. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ปฏิบัติกิจกรรม สังเกตปากใบ ตามขั้นตอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการสังเกต ดังนี้
  - แต่ละกลุ่มนำไปไม้มากลุ่มละ 1-2 ชนิด มาฉีกตามแนวทแยงให้เห็นเนื้อเยื่อเอพิเดอร์มิสด้านล่างเป็นแผ่นบาง ๆ ถ้าใบไม้ฉีกยากให้ใช้น้ำยาทาเล็บชนิดใสหาบริเวณที่จะฉีกให้ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 3 นาที และใช้ปากคีบปลายแหลมคีบแถบที่ทำน้ำยาทาเล็บออก
  - วางเนื้อเยื่อที่ฉีกได้ลงบนแผ่นสไลด์ที่มีหยดน้ำ โดยให้เยื่อด้านนอกอยู่ด้านบน ใช้ฟู่กันหรือเข็มชี้เยื่อให้เยื่อแผ่ออกเป็นแผ่น และปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
  - นำแผ่นสไลด์ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ่ายภาพและนับจำนวนปากใบที่สังเกตได้
  - ทำซ้ำแต่เปลี่ยนเป็นศึกษาเนื้อเยื่อใบพืชด้านบน
  - อภิปรายเปรียบเทียบจำนวนเอพิเดอร์มิสด้านบนและด้านล่าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
4. นักเรียนศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปิดหรือเปิดของปากใบและการคายน้ำของพืช จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า การปิดหรือเปิดของปากใบพืชมีความสัมพันธ์กับเซลล์คุม เนื่องจากที่เซลล์คุมมีคลอโรพลาสต์อยู่ภายใน เมื่อเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เกิดน้ำตาลขึ้นที่เซลล์คุม ทำให้ความเข้มข้นของเซลล์คุมมากกว่าเซลล์ข้างเคียง น้ำจากเซลล์ข้างเคียงจึงแพร่เข้าสู่เซลล์คุม ทำให้เซลล์คุมพองตัวเต่งขึ้น รูปากใบจึงเปิดออก แต่ถ้าน้ำในเซลล์คุมแพร่ออกจะทำให้เซลล์คุมเหี่ยว รูปากใบจะปิด
5. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัจจัยที่มีผลต่อการปิดหรือเปิดของปากใบและการคายน้ำของพืชว่ามีปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้อง โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายได้ว่า การปิดหรือเปิดของปากใบพืชเกี่ยวข้องกับการคายน้ำ โครงสร้างของใบพืชและสภาพแวดล้อม
6. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

### ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - เซลล์คุมนี้อะไร (มีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วแดง 2 เมล็ด มาประกบกันเป็นคู่ทางด้านเว้า ทำให้เกิดเป็นช่องตรงกลาง)
  - พืชชนิดเดียวกัน ความหนาแน่นของปากใบที่เอพิเดอร์มิสด้านบนและด้านล่างแตกต่างกันหรือไม่ (แตกต่างกัน แต่ขึ้นอยู่กับพืชที่นำมาศึกษา ถ้าเป็นพืชบกจะพบปากใบจำนวนมากทางด้านท้องใบ ถ้าเป็นพืชที่อยู่บนน้ำ จะพบปากใบทางด้านบนของใบ)
3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยสรุปให้ได้ว่า “เซลล์คุมนี้อะไร (มีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วแดง 2 เมล็ดมาประกบกัน เกิดเป็นช่องว่างตรงกลาง เรียกว่า รูปากใบ และภายในเซลล์คุมนี้อะไร (มีคลอโรพลาสต์ที่มีคลอโรฟิลล์อยู่ ถ้าเป็นพืชบกจะพบปากใบจำนวนมากทางด้านท้องใบ ถ้าเป็นพืชที่อยู่บนน้ำ จะพบปากใบทางด้านบนของใบ)”
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
  - สภาพแวดล้อมมีผลต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืชหรือไม่ (มีผล)

- ปริมาณน้ำที่พืชได้รับเกี่ยวข้องกับการปิดหรือเปิดของปากใบพืชหรือไม่ อย่างไร (เกี่ยวข้องถ้าพืชได้รับน้ำน้อยเป็นเวลานาน ๆ พืชจำเป็นต้องมีกลไกการควบคุมระดับน้ำภายในต้นพืช โดยรูปากใบจะปิด)
- 5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้อธิบายว่า ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มของแสง กระแสลม สภาพของดิน และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการปิดหรือเปิดของปากใบและการคายน้ำของพืช

### ขั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช จากใบความรู้ หนังสือ วารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต รวมทั้งนำข้อมูลที่ค้นคว้าได้มาจัดทำเป็นรายงาน หรือจัดทำป้ายนิเทศให้เพื่อน ๆ ได้ทราบเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
2. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับ การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช จากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง พร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลลงในสมุด

### ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น
  - เซลล์คุมแตกต่างจากเซลล์อื่นในชั้นเอพิเดอร์มิสอย่างไร
  - ความหนาแน่นของปากใบในพืชแต่ละกลุ่มบอกอะไรแก่นักเรียนบ้าง
  - ยกตัวอย่างปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการปิดหรือเปิดของปากใบพืช
  - น้ำถูกลำเลียงเข้าสู่เซลล์ของพืชได้อย่างไร
  - พืชที่มีลำต้นสูงการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำไปสู่ยอดพืชต้องอาศัยแรงใดบ้าง
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับ การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 10 การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ
2. การทดลอง เรื่องที่ 10 การศึกษาการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 10 การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ
4. ใบงาน เรื่องที่ 10 การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ

5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 10 การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 10 การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

#### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                            | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ      | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                            | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                           | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

#### 1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

#### 4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

#### 5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

#### 6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

#### 7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 11 การลำเลียงธาตุอาหาร  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย

นางวรินรำไพ แถวกระโทก

ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 11

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 10 การลำเลียงของพืช เรื่องที่ 11 การลำเลียงธาตุอาหาร

จำนวน ..... ชั่วโมง คณะแผนรายจุดประสงค์ ..... คณะแผน

สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการลำเลียงธาตุอาหารของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

11. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการลำเลียงธาตุอาหารของพืช สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสำคัญของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และยกตัวอย่างการนำมาใช้ประโยชน์ในการปลูกพืช

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>1. กลไกการเปิดปิดปากใบ<br>2. การลำเลียงธาตุอาหาร<br><br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b><br>1. การสังเกต<br>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล<br>3. การลงความเห็นจากข้อมูล<br>4. การตั้งสมมติฐาน<br>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร<br>6. การทดลอง<br>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป | 1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเกี่ยวกับการนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง หรือการปล่อยแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อเชื่อมโยงว่าปากใบเป็นช่องทางผ่านเข้าออกของแก๊ส<br>2. บรรยายเกี่ยวกับกลไกการเปิดปิดของปากใบซึ่งทำให้เกิดการลำเลียงธาตุอาหารในพืช<br>3. ให้นักเรียนสังเกตภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของปากใบพืชชนิดเดียวกันที่ได้รับน้ำ | <b>ด้านความรู้</b><br>กลไกการเปิดปิดปากใบ การแลกเปลี่ยนแก๊ส และการคายน้ำของพืชจากการสืบค้นข้อมูล จากการทำกิจกรรม แผนภาพสรุปการอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><br><b>ด้านทักษะ</b><br>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและอภิปรายร่วมกัน<br>2. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                              | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b><br>1. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ<br>2. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | เพียงพอและที่ขาดน้ำ<br>เป็นเวลานาน และ<br>อธิบายความแตกต่างของ<br>การเปิดปิดของปากใบ<br>ของทั้งสองภาพ<br>4. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล<br>นำเสนอ อภิปรายร่วมกัน<br>และสรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่<br>มีผลต่อการเปิดปิดของ<br>ปากใบและการคายน้ำ<br>ของพืช คือความเข้มของ<br>แสง สภาพน้ำในดิน<br>ความชื้นในอากาศ ลม<br>อุณหภูมิ และแก๊ส<br>คาร์บอนไดออกไซด์ | <b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก<br>การสังเกตพฤติกรรมในการ<br>อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง |

#### กำหนดการเรียนรู้

| ลำดับที่ | หน่วย/เรื่อง                     | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                             | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|----------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|          |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|          | บทที่ 10 การลำเลียงของพืช        |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |       |      |      |      |     |
| 11       | 10.3 การ<br>ลำเลียงธาตุ<br>อาหาร | 11. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไก<br>การลำเลียงธาตุอาหารของพืช<br>สืบค้นข้อมูลและอธิบาย<br>ความสำคัญของธาตุอาหารที่มีผล<br>ต่อการเจริญเติบโตของพืช<br>ยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มี<br>ผลต่อการเจริญเติบโตของพืช<br>และยกตัวอย่างกรนำมาใช้<br>ประโยชน์ในการปลูกพืช | 3                 | -     | -    | 3    | 3    | 6   |

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา

6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

#### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรคและนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

#### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่
4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying 1/Communicating):** ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม (Applying 2/Serving):** ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเกี่ยวกับการนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง หรือการปล่อยแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อเชื่อมโยงว่ารูปากใบเป็นช่องทางผ่านเข้าออกของแก๊ส

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างภายนอกของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่กับลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้
  - ใบพืชประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญอะไรบ้าง
  - นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าเซลล์คุมอยู่บริเวณใดของชั้นเนื้อเยื่อพืช
  - เซลล์คุมมีความสำคัญต่อพืชอย่างไร
2. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง การลำเลียงธาตุอาหารของพืช
3. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับลักษณะของเซลล์คุมและรูปากใบ โดยครูตั้งประเด็นคำถาม ดังนี้
  - เซลล์คุมมีลักษณะอย่างไร และทำหน้าที่อะไร
  - พืชที่ได้รับน้ำแตกต่างกันมีลักษณะของรูปากใบเหมือนกันหรือไม่
  - การปิดหรือเปิดของปากใบเกี่ยวข้องกับเซลล์คุมหรือไม่
4. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการปิดหรือเปิดของปากใบและการคายน้ำของพืช

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาการลำเลียงธาตุอาหารของพืชจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนักเรียนได้เคยทดลองนำถุงพลาสติกใส่คลุมกิ่งพืชแล้ววัด

ปากถุง เพื่อสังเกตการณ์คายน้ำทางใบของพืชมาแล้ว จากผลการสังเกตพบว่า ภายในถุงพลาสติกมี ละอองน้ำเกาะอยู่ แสดงว่าพืชมีการคายน้ำออกทางใบ ไอน้ำที่พืชคายออกมาเมื่อกระทบกับความเย็น ของถุงพลาสติกที่คลุมอยู่ทำให้เกิดเป็นละอองน้ำ แสดงว่าการคายน้ำและการแลกเปลี่ยนแก๊ส ของพืช เกิดขึ้นที่บริเวณปากใบ ที่อยู่บริเวณชั้นเอพิเดอร์มิส นอกจากนี้พืชบางชนิดอาจมีการลำเลียงธาตุ อาหารบริเวณอื่นได้อีกด้วย เช่น เลนติเซลที่พบอยู่ตามลำต้นของพืชที่มีการเติบโตทุติยภูมิ โดยการ คายน้ำของพืชนี้จะเกิดเป็นกระบวนการอย่างต่อเนื่องภายในลำต้นของพืช

2. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ปฏิบัติกิจกรรม สังเกตปากใบ ตามขั้นตอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะ การสังเกต ดังนี้
  - แต่ละกลุ่มนำไปไม้มากลุ่มละ 1-2 ชนิด มาฉีกตามแนวทแยงให้เห็นเนื้อเยื่อเอพิเดอร์มิสด้าน ล่างเป็นแผ่นบาง ๆ ถ้าไปไม้ฉีกยากให้ใช้น้ำยาทาเล็บชนิดใสหาบริเวณที่จะฉีกให้ยาว ประมาณ 1 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 3 นาที และใช้ปากคีบปลายแหลมคีบแถบที่ทาน้ำยาทาเล็บ ออก
  - วางเนื้อเยื่อที่ฉีกได้ลงบนแผ่นสไลด์ที่มีหยดน้ำ โดยให้เยื่อด้านนอกอยู่ด้านบน ใช้ฟู่กันหรือ เข็มเขี่ยให้เยื่อแผ่ออกเป็นแผ่น และปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
  - นำแผ่นสไลด์ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ่ายภาพและนับจำนวนปากใบที่สังเกตได้
  - ทำซ้ำแต่เปลี่ยนเป็นศึกษาเนื้อเยื่อใบพืชด้านบน
  - อภิปรายเปรียบเทียบจำนวนเอพิเดอร์มิสด้านบนและด้านล่าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
4. นักเรียนศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปิดหรือเปิดของปากใบและการคายน้ำของพืช จากใบความรู้หรือใน หนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า การปิดหรือเปิดของปากใบพืชมีความสัมพันธ์กับ เซลล์คุม เนื่องจากที่เซลล์คุมมีคลอโรพลาสต์อยู่ภายใน เมื่อเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เกิด น้ำตาลขึ้นที่เซลล์คุม ทำให้ความเข้มข้นของเซลล์คุมมากกว่าเซลล์ข้างเคียง น้ำจากเซลล์ข้างเคียงจึง แพร่เข้าสู่เซลล์คุม ทำให้เซลล์คุมพองตัวเต่งขึ้น รูปากใบจึงเปิดออก แต่ถ้าน้ำในเซลล์คุมแพร่ออกจะ ทำให้เซลล์คุมเหี่ยว รูปากใบจะปิด
5. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัจจัยที่มีผลต่อการปิด หรือเปิดของปากใบและการคายน้ำของพืชว่ามีปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้อง โดยครูและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายได้ว่า การปิดหรือเปิดของปากใบพืชเกี่ยวข้องกับการคายน้ำ โครงสร้างของใบพืชและ สภาพแวดล้อม
6. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

### ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - เซลล์คุมมีลักษณะอย่างไร (มีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วแดง 2 เมล็ด มาประกบกันเป็นคู่ทางด้าน เว้า ทำให้เกิดเป็นช่องตรงกลาง)
  - พืชชนิดเดียวกัน ความหนาแน่นของปากใบที่เอพิเดอร์มิสด้านบนและด้านล่างแตกต่างกัน หรือไม่ (แตกต่างกัน แต่ขึ้นอยู่กับพืชที่นำมาศึกษา ถ้าเป็นพืชบกจะพบปากใบจำนวนมาก ทางด้านท้องใบ ถ้าเป็นพืชที่อยู่บนน้ำ จะพบปากใบทางด้านบนของใบ)

3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยสรุปให้ได้ว่า “เซลล์คุมมีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วแดง 2 เมล็ดมาประกบกัน เกิดเป็นช่องว่างตรงกลาง เรียกว่า รูปากใบ และภายในเซลล์คุมมีสีเขียวเนื่องจากมีคลอโรพลาสต์ที่มีคลอโรฟิลล์อยู่ ถ้าเป็นพืชบกจะพบปากใบจำนวนมากทางด้านท้องใบ ถ้าเป็นพืชที่อยู่บนน้ำ จะพบปากใบทางด้านบนของใบ”
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้
  - สภาพแวดล้อมมีผลต่อการลำเลียงธาตุอาหารของพืชหรือไม่ (มีผล)
  - ปริมาณน้ำที่พืชได้รับเกี่ยวข้องกับการปิดหรือเปิดของปากใบพืชหรือไม่ อย่างไร (เกี่ยวข้องถ้าพืชได้รับน้ำน้อยเป็นเวลานาน ๆ พืชจำเป็นต้องมีกลไกการควบคุมระดับน้ำภายในต้นพืช โดยรูปากใบจะปิด)
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่า ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มของแสง กระแสลม สภาพของดิน และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการปิดหรือเปิดของปากใบและการคายน้ำของพืช

### ขั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ การลำเลียงธาตุอาหารของพืช จากใบความรู้ หนังสือวารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต รวมทั้งนำข้อมูลที่ค้นคว้าได้มาจัดทำเป็นรายงาน หรือจัดทำป้ายนิเทศให้เพื่อน ๆ ได้ทราบเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
2. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับ การลำเลียงธาตุอาหารของพืช จากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง พร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลลงในสมุด

### ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น
  - เซลล์คุมแตกต่างจากเซลล์อื่นในชั้นเอพิเดอร์มิสอย่างไร
  - ความหนาแน่นของปากใบในพืชแต่ละกลุ่มบอกอะไรแก่นักเรียนบ้าง
  - ยกตัวอย่างปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการปิดหรือเปิดของปากใบพืช
  - น้ำถูกลำเลียงเข้าสู่ไซเล็มของพืชได้อย่างไร
  - พืชที่มีลำต้นสูงการลำเลียงน้ำไปสู่ยอดพืชต้องอาศัยแรงใดบ้าง
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับ การลำเลียงธาตุอาหารของพืช โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 11 การลำเลียงธาตุอาหาร
2. การทดลอง เรื่องที่ 11 การศึกษาการลำเลียงธาตุอาหาร บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 11 การลำเลียงธาตุอาหาร
4. ใบงาน เรื่องที่ 11 การลำเลียงธาตุอาหาร
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 11 การลำเลียงธาตุอาหาร
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 11 การลำเลียงธาตุอาหาร
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                            | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ      | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                            | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                           | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

## บันทึกหลังสอน

## 1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

## 2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

## 3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

## 4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

## 5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

## 6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

## 7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 12 การลำเลียงอาหาร  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย  
นางวรินรำไพ แถวกระโทก  
ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 12

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 10 การลำเลียงของพืช เรื่องที่ 12 การลำเลียงอาหาร

จำนวน ..... ชั่วโมง คณะแผนรายจุดประสงค์ ..... คณะแผน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

12. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>กลไกการลำเลียงอาหารในพืช<br><b>ด้านทักษะ</b><br>ทักษะกระบวนการทาง<br>วิทยาศาสตร์<br>1. การสังเกต<br>2. การจัดกระทำและสื่อ<br>ความหมายข้อมูล<br>3. การลงความเห็นจาก<br>ข้อมูล<br>4. การตั้งสมมติฐาน<br>5. การกำหนดและควบคุม<br>ตัวแปร<br>6. การทดลอง<br>7. การตีความหมายข้อมูล<br>และลงข้อสรุป<br><b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b><br>1. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ | 1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้<br>คำถามนำไปสู่การ<br>อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับ<br>การใช้อาหารของเซลล์<br>ในเนื้อเยื่อพืช เพื่อ<br>เชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องการ<br>ลำเลียงอาหารที่ได้จาก<br>การสังเคราะห์ด้วยแสงที่<br>ไปไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของ<br>พืช<br>2. ใช้ภาพตัวอย่างใบและลำ<br>ต้นพืชตัดตามขวาง เพื่อ<br>ทบทวนความรู้เกี่ยวกับ<br>ตำแหน่งของเนื้อเยื่อไซ<br>เล็มและโฟลเอ็มในพืช<br>3. นักเรียนศึกษาตัวอย่าง<br>การทดลองเกี่ยวกับทิศ<br>ทางการลำเลียงอาหารใน<br>พืชและร่วมกันอภิปราย<br>และสรุปเกี่ยวกับทิศ | <b>ด้านความรู้</b><br>กลไกการลำเลียงอาหารในพืช<br>จากการทำกิจกรรม แผนภาพ<br>สรุป การอภิปรายร่วมกัน และ<br>การทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b><br>1. ทักษะกระบวนการทาง<br>วิทยาศาสตร์ ความ<br>ร่วมมือการทำงานเป็น<br>ทีม และภาวะผู้นำ จาก<br>การทำการทดลองและ<br>อภิปรายร่วมกัน<br>2. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ จาก<br>การสืบค้นข้อมูล และ<br>การนำเสนอ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก<br>การสังเกตพฤติกรรมในการ |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                             | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 2. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | ทางกลำเลียงอาหารใน<br>พืช เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่<br>กลไกการลำเลียงอาหาร<br>ในพืช<br><br>4. นักเรียนศึกษา<br>แบบจำลองการลำเลียง<br>อาหารในพืชของมินซ์<br>เพื่ออธิบายและสรุป<br>กลไกการลำเลียงอาหาร<br>ในพืชจากเซลล์ที่ทำ<br>หน้าที่สร้างอาหารไปยัง<br>เซลล์ที่มีการใช้อาหาร<br>ผ่านทางโพลีเอมซึ่ง<br>เกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำ | อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง     |

#### กำหนดการเรียนรู้

| สัปดาห์ที่ | หน่วย/เรื่อง              | จุดประสงค์การเรียนรู้                  | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|------------|---------------------------|----------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|            |                           |                                        |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|            | บทที่ 10 การลำเลียงของพืช |                                        |                   |       |      |      |      |     |
| 12         | 10.4 การ<br>ลำเลียงอาหาร  | 12. อธิบายกลไกการลำเลียง<br>อาหารในพืช | 3                 | -     | -    | 2    | 2    | 4   |

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)

14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรคและนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่

4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ** (Applying 1/Communicating): ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม** (Applying 2/Serving): ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามนำไปสู่การอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการใช้อาหารของเซลล์ในเนื้อเยื่อพืช เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องการลำเลียงอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ใบไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับ การสร้างอาหารพืชที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วโดยครูต้องตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - รากและลำต้นของพืชต้องการอาหารหรือไม่ และอาหารนั้นมาจากที่ใด
  - พืชสร้างอาหารได้เองหรือไม่ โดยกระบวนการใด
  - อาหารที่พืชสร้างขึ้นถูกลำเลียงไปยังบริเวณต่าง ๆ ด้วยวิธีการใด
2. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่ การเรียนรู้ เรื่อง การลำเลียงอาหารของพืช

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาการลำเลียงอาหารของพืช จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า รากและลำต้นของพืช ต้องการอาหารเพื่อนำพลังงานที่ได้จากอาหารไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ ซึ่งอาหารเหล่านี้ได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ใบของพืช แล้วถูกลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช
2. ครูนำสไลด์ถาวรแสดงโครงสร้างของเนื้อเยื่อในลำต้นพืช ใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ให้นักเรียนดูเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนตำแหน่งของเนื้อเยื่อไซเลมและโฟลเอ็มที่อยู่ในลำต้นพืช แล้วให้นักเรียนศึกษาการทดลองของมาร์เชลโล มัลพิจี และการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้ทำการศึกษาต่อมา ในหนังสือเรียน โดยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า เมื่อใบพืชสร้างอาหารแล้ว น้ำตาลที่สร้างจากใบพืช ที่อยู่ส่วนล่างของลำต้น จะถูกลำเลียงไปยังส่วนล่างของลำต้น ส่วนน้ำตาลที่สร้างจากใบพืช ที่อยู่ส่วนบนของลำต้น จะถูกลำเลียงไปยังบริเวณยอด และใบพืชที่อยู่กลางลำต้นเมื่อสร้างน้ำตาลแล้วสามารถลำเลียงน้ำตาลได้ 2 ทิศทาง แสดงว่าท่อโฟลเอ็มในพืชเชื่อมโยงต่อกันไปตลอดลำต้น พืชจึงสามารถเคลื่อนย้ายอาหารไปยังบริเวณต่าง ๆ ได้
3. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คน ปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูล กลไกการลำเลียงอาหารของพืชตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้น ตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น การศึกษากลไกการลำเลียงอาหารของมาร์เชลโล มัลพิจี และกลไกการลำเลียงอาหารของ อี มินส์

- สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อย ช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตัวเองรับผิดชอบ โดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้ หรือจากหนังสือ วารสารวิทยาศาสตร์ สารานุกรม วิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อน ๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และช่วยการจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับกลไกการลำเลียงอาหารของพืช
4. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - จากการศึกษาของมาร์เซลโล มัลพิจิ นักเรียนจะอธิบายการพองของเปลือกลำต้นเหี่ยวรอยควั่นว่าอย่างไร  
 ตอบ การที่เปลือกเหี่ยวรอยควั่นพองออก เนื่องจากมีอาหารที่ถูกลำเลียงจากท่อโฟลเอ็มมาสะสมอยู่ โดยอาหารที่ลำเลียงนี้ไม่สามารถลำเลียงไปยังส่วนล่างของลำต้นได้ เนื่องจากท่อโฟลเอ็มถูกตัดขาดออกจากกัน
  - อาหารที่ลำเลียงในท่อโฟลเอ็มประกอบด้วยอะไรบ้าง  
 ตอบ น้ำตาลซูโครส กรดอะมิโน ฮอร์โมนและสารอาหาร
  - อาหารที่สร้างขึ้นจากใบจะถูกลำเลียงเข้าสู่เซลล์โดยใช้วิธีการใด  
 ตอบ อาหารที่สร้างขึ้นถูกลำเลียงเข้าซิฟทิวบ์ของโฟลเอ็ม โดยกระบวนการแพร่ที่ซิฟทิวบ์ต้นทางมีแรงดันออสโมซิสเกิดขึ้น ทำให้น้ำตาลถูกลำเลียงไปยังปลายทางได้
3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อใบพืชผลิตกลูโคสซึ่งเป็นอาหารของพืช จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในชั้นมีโซฟิลล์ของใบแล้ว กลูโคสจะแพร่ไปยังเซลล์รอบๆ เส้นใบซึ่งล้อมรอบด้วยมัดท่อลำเลียง แล้วเปลี่ยนเป็นซูโครสก่อนเข้าสู่โฟลเอ็มทางซิฟทิวบ์ ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายใน 10 นิ้วต้นทางสูงขึ้น น้ำจากเซลล์ข้างเคียงจะ osmosis เข้ามา และเพิ่มแรงดันในซิฟทิวบ์ต้นทางสูงขึ้น น้ำจากเซลล์ข้างเคียงจะออสโมซิสเข้ามา และเพิ่มแรงดันในซิฟทิวบ์ ดันให้ซูโครสลำเลียงไปตามท่อของซิฟทิวบ์ จนถึงเนื้อเยื่อต่างๆ ของพืชได้ เมื่อซิฟทิวบ์ปลายทางมีความเข้มข้นของสารละลายลดลง น้ำจากซิฟทิวบ์ปลายทางจึงแพร่ออกสู่เซลล์ข้างเคียง ทำให้ซิฟทิวบ์ปลายทางมีแรงดันน้อยกว่าซิฟทิวบ์ต้นทาง และเกิดการลำเลียงอาหารอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาในโฟลเอ็ม

### ชั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืช จากหนังสือเรียน ชุดกิจกรรม วารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต รวมทั้งนำความรู้ที่ค้นคว้าได้มาจัดทำเป็นรายงานหรือป้ายนิเทศให้เพื่อนๆ ได้เรียนรู้และแลกเปลี่ยนความรู้กัน

- นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องฟังรวมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลเขียนลงในสมุด

### ขั้นประเมินผล

- ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีช่วยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
- นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
- นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
- ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น
  - ทิศทางการลำเลียงอาหารของพืชเป็นอย่างไร
  - นักเรียนจะสรุปแบบจำลองการลำเลียงอาหารของ อี มินส์ ได้อย่างไร
- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการลำเลียงสารอาหารของพืชโดยร่วมกันเขียนเป็นแผนผังความคิดหรือผังมโนทัศน์
- นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

- แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 12 การลำเลียงอาหาร
- การทดลอง เรื่องที่ 12 การศึกษาการลำเลียงอาหาร บันทึกรายงานผลการทดลอง
- ใบความรู้ เรื่องที่ 12 การลำเลียงอาหาร
- ใบงาน เรื่องที่ 12 การลำเลียงอาหาร
- ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
- แบบฝึก เรื่องที่ 12 การลำเลียงอาหาร
- แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 12 การลำเลียงอาหาร
- แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด        | วิธีการวัดผล                                                                               | เครื่องมือการวัดผล                                                 | เกณฑ์การผ่าน                                             |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80% |

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                        | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                       | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 13 การศึกษาที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย

นางวรินรำไพ แกวกระโทก

ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง เรื่องที่ 13 การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

จำนวน ..... ชั่วโมง คะแนนรายจุดประสงค์ ..... คะแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

13. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | แนวทางการวัดและประเมินผล การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>การศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> <li>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>6. การทดลอง</li> <li>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพของสัตว์ที่กินพืชและใช้คำถามเกี่ยวกับประโยชน์ของพืชที่เป็นผู้ผลิตและให้นักเรียนร่วมอภิปรายเกี่ยวกับวัตถุดิบและผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง</li> <li>2. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่ออภิปรายร่วมกันและสรุปได้ว่าพืชใช้</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>การศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากการทำกิจกรรม แผนภาพสรุป การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                              | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                         | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b><br>3. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ<br>4. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>5. ความซื่อสัตย์<br>6. ความมุ่งมั่นอดทน<br>7. ความรอบคอบ<br>8. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | คาร์บอนไดออกไซด์และ<br>น้ำเป็นวัตถุดิบในการ<br>สังเคราะห์ด้วยแสงและ<br>ผลผลิตที่ได้คือน้ำตาล<br>ออกซิเจน และน้ำ | <b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก<br>การสังเกตพฤติกรรมในการ<br>อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง |

#### กำหนดการเรียนรู้

| สัปดาห์ที่ | หน่วย/เรื่อง                                              | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                 | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|            |                                                           |                                                                                                                                       |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|            | <b>บทที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง</b>                      |                                                                                                                                       |                   |       |      |      |      |     |
| 13         | 11.1 การศึกษา<br>ที่เกี่ยวกับการ<br>สังเคราะห์ด้วย<br>แสง | 13. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และ<br>สรุปการศึกษาที่ได้จากการ<br>ทดลองของนักวิทยาศาสตร์ใน<br>อดีตเกี่ยวกับกระบวนการ<br>สังเคราะห์ด้วยแสง | 3                 | -     | -    | 2    | 2    | 4   |

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)

14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรคและนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering): ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring): ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring): ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่

4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ** (Applying 1/Communicating): ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม** (Applying 2/Serving): ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนศึกษาภาพหรือทำกิจกรรมเพื่อสังเกตคลอโรพลาสต์ของใบพืช ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และใช้คำถามเกี่ยวกับความสำคัญของคลอโรพลาสต์ต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามที่อยากทราบเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยครูเขียนคำถามของนักเรียนไว้บนกระดาน จากนั้นครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - นักวิทยาศาสตร์ในอดีตมีความสงสัยและตั้งคำถามเช่นเดียวกับนักเรียนที่สงสัย เมื่อเป็นเช่นนั้น นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ในอดีต มีวิธีการศึกษาทดลองและค้นคว้า จนได้เป็นข้อสรุปที่เป็นความรู้อย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบันได้โดยวิธีใด
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ เรื่อง การค้นคว้าเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า ประวัติการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีความสำคัญมากเพราะช่วยให้เรียนรู้เรื่องและเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษาหาความรู้
2. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูลการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น ฌอง แบบติสต์ แวน เฮลมอนท์ โจเซฟ ปริสต์ลีย์ แจน อินเก็น ฮูซ นิโคลาส ดีโอเตอร์ เดอ โซซูร์ แวน นีล แซม รูเบน และมาร์ติน คาเมน
  - แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่ม ช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น โรบิน ฮิลล์ และ แดเนียล อาร์นอน
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้ หรือจากหนังสือ วารสารวิทยาศาสตร์ สารานุกรม วิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อน ๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน

- สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และช่วยการจัดทำรายงาน การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- 3. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม การอภิปรายของนักเรียน ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้แปลความหมายของข้อมูลและสรุปผลจากข้อมูลให้มากที่สุด โดยใช้คำถามจากกรอบพัฒนาสู่ทักษะ เพื่อนำไปสู่การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุปผลจากข้อมูล เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบด้วยตัวเองโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ ซึ่งกระบวนการสอนครูอาจใช้รูปในหนังสือเรียนประกอบการอภิปราย เพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนได้พิจารณาข้อมูลและตัวแปรต่างๆ ได้อย่างเข้าใจยิ่งขึ้น

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - จากการทดลองของเฮลมอนด์นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร ว่าน้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นจาก 5 ปอนด์เป็น 169 ปอนด์ 3 ปอนด์มาจากที่ใด  
 แนวคำตอบ จากประจักษ์พยานจะเห็นได้ว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไม่น่าจะมาจากดิน แต่อาจจะเป็นไปได้ว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอาจมีบ้างที่ได้มาจากสารอาหารต่าง ๆ ที่อยู่ในดิน และบางส่วนอาจมาจากอากาศ เพราะน้ำหนักของดินน้อยลงกว่าเมื่อเริ่มทดลองเพียง 2 ออนซ์เท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามการทดลองนี้ยังไม่สามารถบอกได้ว่าส่วนประกอบของดินที่หายไปนั้นเข้าไปอยู่ในพืชจริงหรือไม่ ครูจึงไม่ควรตัดสินว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด แต่ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบต่อไป
  - ถ้าพริสตัลล์สรุปว่า แก๊สที่ทำให้เทียนไขดับและทำให้หนูตายเป็นแก๊สชนิดเดียวกันนักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปนี้หรือไม่เพราะเหตุใด  
 แนวคำตอบ เห็นด้วยเพราะเมื่อใส่หนูลงในครอบแก้วที่เทียนไขดับหนูตายทันทีแสดงว่าแก๊สที่ทำให้เทียนไขดับเป็นแก๊สที่ทำให้หนูตาย และเมื่อจุดเทียนไขแล้วนำไปใส่ในครอบแก้วที่มีหนูตายอยู่ข้างในปรากฏว่าเทียนไขดับเกือบทันทีเช่นกัน
  - พริสตัลล์น่าจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร ถ้าอากาศที่ทำให้หนูตายและอากาศที่ทำให้เทียนไขดับเรียกว่าอากาศเสีย  
 ตอบ ถ้าอากาศที่ทำให้หนูตายและอากาศที่ทำให้เทียนไขดับคืออากาศเสีย ดังนั้นอากาศเสียนี้น่าจะเป็นชนิดเดียวกัน
  - เพราะเหตุใดพริสตัลล์จึงต้องแบ่งอากาศหลังจากเทียนไขดับแล้วเป็น 2 ส่วน แล้วจึงจุดเทียนไขตอบ เพราะต้องการควบคุมตัวแปรเพื่อให้แน่ใจว่าเทียนไขจะลุกไหม้ เมื่อมีฟิซอยู่ด้วยเท่านั้น ถ้าไม่มีฟิซจะไม่สามารถจุดเทียนไขให้ลุกไหม้ได้
  - การทดลองของฮูซ นักเรียนคิดว่าคาร์บอนที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์มาจากที่ใด  
 ตอบ มาจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
  - ซัลเฟอร์มาจากการสลายตัวของสารใด  
 ตอบ มาจากการสลายตัวของไฮโดรเจนซัลไฟด์
  - จากผลการทดลองของนีล นักเรียนคิดว่าเป็นไปได้หรือไม่ที่แก๊สออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมาจากน้ำ

ตอบ เป็นไปได้ เนื่องจากการทดลองของนีลไมใช้น้ำแต่ใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งผลการทดลองที่เกิดขึ้นไม่เกิดแก๊สออกซิเจนแต่เกิดซัลเฟอร์ซันแทน ดังนั้นจะต้องมีการสลายแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้เป็นซัลเฟอร์ ถ้านีลเปลี่ยนจากการใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์มาเป็นน้ำแทน แล้วพืชจะสังเคราะห์ด้วยแสงได้แก๊สออกซิเจน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นที่ผ่านมา แสดงว่าต้องมีการสลายน้ำแล้วได้แก๊สออกซิเจนเกิดขึ้น

- จากการทดลองของโรบิน ฮิลล์ เกลือเฟอริกเปลี่ยนเป็นเกลือเฟอร์รัสได้อย่างไร

ตอบ เกลือเฟอริกเปลี่ยนเป็นเกลือเฟอร์รัสได้ เพราะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีการรับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น 1 อิเล็กตรอน ทำให้  $\text{Fe}^{3+}$  เปลี่ยนเป็น  $\text{Fe}^{2+}$  แสดงว่า  $\text{Fe}^{3+}$  ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน

- แก๊สออกซิเจนจากการทดลองของโรบิน ฮิลล์เกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ แก๊สออกซิเจนที่ได้นำจะมาจากน้ำ เนื่องจากไม่มีปัจจัยอื่น และสอดคล้องกับปฏิกิริยาการแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) ดังสมการเคมี  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{การแยกสลายด้วยน้ำ}} 4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

- การทดลองของอาร์โนล NADPH และออกซิเจน เกิดขึ้นได้เนื่องจากมีสารใด

ตอบ  $\text{NADP}^+$  และน้ำ

- ไม่ว่าจะใส่  $\text{NADP}^+$  ลงไปหรือไม่ถ้ามี  $\text{ADP} + \text{pi}$  พืชจะสามารถสร้างสารใดได้

ตอบ ATP

- ถ้าไม่มีการเติม  $\text{ADP} + \text{pi}$  จะเกิดการสร้าง ATP ได้เองหรือไม่

ตอบ ไม่ได้

- คาร์บอนไดออกไซด์ ที่ใช้ในการทดลองนี้มีความสำคัญอย่างไร

ตอบ เป็นตัวทำปฏิกิริยาของปฏิกิริยาเคมี โดยจะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์โบไฮเดรตได้ เนื่องจากได้รับอิเล็กตรอน เพิ่มจาก NADPH โดยใช้พลังงานจากโมเลกุลของ ATP ได้เป็นผลิตภัณฑ์คือ น้ำตาล  $\text{ADP} + \text{pi}$  และ  $\text{NADP}^+$

- การทดลองปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสงของอาร์โนล สามารถสังเคราะห์น้ำตาลได้เนื่องจากสาเหตุใด

ตอบ เนื่องจากการเติม NADPH และ ATP ในปริมาณที่มากพอจนสามารถทำให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปได้ จนเกิดผลิตภัณฑ์ขึ้น

- การสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วยขั้นตอนหลักอะไรบ้าง

ตอบ ขั้นตอนของการใช้แสงและขั้นตอนของการใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่า ในอดีตนักวิทยาศาสตร์ได้มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการหาคำตอบ

### ชั้นขยายความรู้

- แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืช จากหนังสือเรียน ชุดกิจกรรมวารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต รวมทั้งนำความรู้ที่ค้นคว้าได้มาจัดทำเป็นรายงานหรือป้ายนิเทศให้เพื่อนๆ ได้เรียนรู้และแลกเปลี่ยนความรู้กัน
- นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องฟังรวมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลเขียนลงในสมุด

### ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจ หรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีช่วยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น
  - ยกตัวอย่างการทดลองเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสนใจมา 1 การทดลอง พร้อมอธิบายสรุป
  - นักเรียนคิดว่าขั้นตอนการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้างในการหาคำตอบ
  - สรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการลำเลียงสารอาหารของพืชโดยร่วมกันเขียนเป็นแผนผังความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 13 การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. การทดลอง เรื่องที่ 13 การศึกษาการศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 13 การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. ใบงาน เรื่องที่ 13 การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 13 การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 13 การศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด        | วิธีการวัดผล                                                                               | เครื่องมือการวัดผล                                                 | เกณฑ์การผ่าน                                             |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80% |

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                        | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                       | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

#### 1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

#### 4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

#### 5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

#### 6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

#### 7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 14 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

จัดทำโดย

นางวรินรำไพ แถวกระโทก

ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 14

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง เรื่องที่ 14 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

จำนวน ..... ชั่วโมง คณะแผนรายจุดประสงค์ ..... คณะแผน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

14. อธิบายความสำคัญของแสง สารสี และความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง อธิบาย และสรุปขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช  $C_3$

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>ขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช $C_3$<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> <li>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>6. การทดลอง</li> <li>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ol> <b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนศึกษาภาพหรือทำกิจกรรมเพื่อสังเกตคลอโรพลาสต์ของใบพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์และใช้คำถามเกี่ยวกับความสำคัญของคลอโรพลาสต์ต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง</li> <li>2. อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับโครงสร้างของคลอโรพลาสต์</li> <li>3. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับบทบาทและความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ ของคลอโรฟิลล์และสารสีอื่น ๆ ในคลอโรพลาสต์</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>ขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช $C_3$<br>จากการทำกิจกรรม แผนภาพสรุป การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> <b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b> |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                              | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                             | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ<br>6. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | ลาสต์ และทำกิจกรรม<br>ความสามารถในการ<br>ดูดกลืนแสงของสารสี<br>ชนิดต่าง ๆ<br>4. บรรยายเกี่ยวกับขั้นตอน<br>ของกระบวนการ<br>สังเคราะห์ด้วยแสง<br>เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่า<br>กระบวนการสังเคราะห์<br>ด้วยแสงประกอบด้วย<br>ปฏิกิริยาแสงและการตรึง<br>คาร์บอนไดออกไซด์ของ<br>พืช $C_3$ | จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก<br>การสังเกตพฤติกรรมในการ<br>อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง |

### กำหนดการเรียนรู้

| สัปดาห์ที่ | หน่วย/เรื่อง                                     | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                         | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|            |                                                  |                                                                                                                                                                                               |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|            | บทที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง                    |                                                                                                                                                                                               |                   |       |      |      |      |     |
| 14         | 11.2<br>กระบวนการ<br>สังเคราะห์ด้วย<br>แสงของพืช | 14. อธิบายความสำคัญของแสง<br>สารสี และความสามารถในการ<br>ดูดกลืนแสงของสารสีใน<br>กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง<br>อธิบาย และสรุปขั้นตอนที่สำคัญ<br>ของกระบวนการสังเคราะห์ด้วย<br>แสงของพืช $C_3$ | 2                 | -     | -    | 3    | 4    | 7   |

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่
4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying 1/Communicating):** ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม (Applying 2/Serving):** ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนศึกษาภาพหรือทำกิจกรรมเพื่อสังเกตคลอโรพลาสต์ของใบพืช ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และใช้คำถามเกี่ยวกับความสำคัญของคลอโรพลาสต์ต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสารสีที่นักเรียนได้เคยเรียนรู้มาแล้วโดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - นักเรียนรู้จักสารสีใดบ้างในใบพืช  
ตอบ สารสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์
  - คลอโรฟิลล์นี้อยู่ที่ส่วนใดของใบพืช
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องโครงสร้างของคลอโรพลาสต์
3. จากการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงที่ผ่านมา ทำให้ทราบว่า การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นที่ส่วนใดของพืช  
ตอบ คลอโรพลาสต์
4. ภายในคลอโรพลาสต์มีสารสีบรรจุอยู่ สารสีเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอย่างไร

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาโครงสร้างของคลอโรพลาสต์จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูนำรูปโครงสร้างและส่วนประกอบของคลอโรพลาสต์จากในหนังสือเรียน มาช่วยประกอบการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าโครงสร้างของใบพืชประกอบด้วยเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์จำนวนมากคลอโรพลาสต์มีโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญเช่น ไทลาคอยด์สโตรมาและช่องในเซลล์ ภายในไทลาคอยด์จะพบสารสีต่างๆอยู่หลายชนิด
2. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ปฏิบัติกิจกรรม สืบค้นข้อมูลโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ตามขั้นตอนต่อไปนี้

- แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้น ตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อยเช่น คลอโรพลาสต์และคลอโรฟิลล์
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อย ช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้หรือจากหนังสือ วารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรม วิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆสมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคาดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับโครงสร้างของคลอโรพลาสต์
3. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
- สกัดสารสีในใบไม้ซึ่งมีวิธีการสกัดดังนี้
    - นำใบไม้ที่ต้องการตรวจสอบสารสีมาล้างน้ำกลั่นให้สะอาด นำไปผึ่งให้แห้งแล้วตัดเป็นชิ้นเล็กๆ
    - ชั่งใบไม้ให้ได้น้ำหนัก 20 กรัม ใส่ลงในกรดบดสารแล้วบดให้ละเอียดนำไปใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
    - ใส่เอทานอล 95% ปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยแบ่งเอทานอลจำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรเทลงในโกร่งบดสาร เพื่อชะล้างสารสีที่ติดอยู่ที่ใบไม้ แล้วจึงเทใส่ขวดรูปชมพู่พร้อมกับส่วนที่เหลืออีก 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร
    - ใส่เฮกเซนหรือปิโตรเลียมอีเทอร์ (อย่างใดอย่างหนึ่ง) ปริมาตร 35 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในขวดรูปชมพู่ ใช้แท่งแก้วคนสารคนให้เข้ากันแล้วปิดด้วยจุกยางเพื่อไม่ให้สารละลายระเหย ทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที ระหว่างที่ทิ้งไว้เขย่าขวดรูปชมพู่เป็นระยะ
    - กรองสารละลายที่สกัดได้ด้วยกระดาษกรองในขวดรูปชมพู่ขนาด 150 ลูกบาศก์เซนติเมตรทิ้งไว้จนกระทั่งสารละลายแยกเป็น 2 ชั้นนำสารละลายแต่ละชั้นมาเทใส่หลอดทดลองประมาณ 1 ใน 4 ของหลอด
  - จัดอุปกรณ์การดูกลืนแสงดังรูปแล้วเปิดสวิตช์ให้แสงส่องผ่านแผ่นเกรตติง สังเกตแสงที่ปรากฏบนฉากรับแสง
  - นำหลอดทดลองที่ใส่สารละลายที่สกัดได้ในแต่ละชั้นไปวางที่ด้านหน้าของแหล่งกำเนิดแสง สังเกตแถบสีสเปกตรัมที่ปรากฏบนฉากรับแสงเปรียบเทียบกับครั้งแรกที่ยังไม่ได้วางหลอดทดลอง
  - ข้อเสนอแนะเตรียม
    - เตรียมใบไม้หลากสีหรือให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมใบไม้ชนิดต่างๆที่ต้องการตรวจสอบสารสีกลุ่มละ 1 ชนิด โดยให้นักเรียนนำใบแก้มมาทำการทดลองเนื่องจากเมื่อนำมาสกัดสารสีแล้วจะได้สารสีที่มีความเข้มข้นมากกว่าใบที่ยังอ่อนอยู่
    - นักเรียนสกัดสารสีจากใบไม้ที่มีสีเขียวล้วนเช่นใบกะน้าหูกวางโดยเมื่อสกัดสารสีออกมาแล้วจะได้สีเขียวเข้มของสาร 4 จำพวกคลอโรฟิลล์และเมื่อนำไปทดสอบความสามารถในการดูกลืนแสงจะเห็นความแตกต่างของแถบสีสเปกตรัมได้ชัดเจนเนื่องจากแถบสีสเปกตรัมสีแดงและสีน้ำเงินจะหายไปหรือแคบเข้าแสดงว่าสารสีจำพวกคลอโรฟิลล์ดูดกลืนแสงสีแดงและสีน้ำเงินเพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

- นักเรียนสกัดสารสีจากใบไม้ที่มีหลายชนิดเช่นใบโกสนใบว่านกาบหอยโดยเมื่อสกัด สารสีออกมาแล้วจะมีสารสีผสมระหว่างสารสีเดียวกับสารสีชนิดอื่นๆเช่นสีแดงส้มม่วงสารสีเหล่านี้จะแยกกันอยู่ในตัวทำละลายคือเอทานอลและเฮกเซน หรือปิโตรเลียมอีเทอร์ ครูให้นักเรียนกรองสารสีที่ละลายในตัวทำละลายทั้ง 2 ชั้นนี้แล้วนำมาทดสอบการดูดกลืนแสง
- ให้นักเรียนตรวจสอบความยาวคลื่นแสงของแถบสเปกตรัมที่ 3-4 นั้นดูดกลืนไว้โดยการตรวจสอบกับกราฟแสดงอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในช่วงความยาวคลื่นของแสงต่างๆ

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - คลอโรพลาสต์ประกอบด้วยเยื่อที่ชั้นอะไรบ้าง  
ตอบ 2 ชั้นคือเยื่อชั้นนอกและเยื่อชั้นใน
  - อธิบายส่วนประกอบภายในคลอโรพลาสต์  
ตอบ ภายในคลอโรพลาสต์มีของเหลวที่เรียกว่า Stroma ซึ่งมีเอนไซม์ที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง และมีเยื่อไทลาคอยด์ ซึ่งเป็นส่วนของเยื่อชั้นในที่พับคล้ายถุงทับซ้อนกันเป็นชั้นๆแต่ละชั้นเรียกว่า กรานุม มีลักษณะคล้ายเหรียญเรียงซ้อนกันกระจายอยู่ทั่วไปภายในคลอโรพลาสต์ ส่วนของเยื่อที่ไม่พับซ้อนกันและเชื่อมต่อกันระหว่างไทลาคอยด์ และกรานุม เรียกว่า สโตรมาลาเมลลา ภายในไทลาคอยด์ซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงจะมีช่องที่ เรียกว่า ช่องในไทลาคอยด์ ภายในบรรจุของเหลวที่ประกอบด้วยเอนไซม์ต่างๆ
  - สารสีพบที่บริเวณใด  
ตอบ เยื่อไทลาคอยด์
  - เพราะเหตุใดจึงต้องสกัดสารสีออกจากใบพืชก่อนที่จะนำไปทดสอบกับการดูดกลืนแสง  
ตอบ เพราะสารสีในเซลล์พืชจะอยู่ในส่วนต่างๆของเซลล์บางชนิดอยู่ในแวคิวโอลบางชนิดอยู่ในคลอโรพลาสต์ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำให้สารสีเหล่านี้หลุดออกมาก่อนด้วยการบดหรือโหลกให้ละเอียดเพื่อให้เซลล์แตกจากนั้นนำไปละลายด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆเพื่อให้สารสีอยู่ในสภาพสารละลายแล้วจึงนำไปทดสอบการดูดกลืนแสงต่อไป
  - สารสีที่ละลายอยู่ในชั้นเอทานอลและที่ละลายอยู่ในชั้นเฮกเซนหรือปิโตรเลียมอีเทอร์คือสารสีใดตามลำดับ  
ตอบ ขึ้นอยู่กับชนิดของใบไม้ที่นำมาสกัดทั้งนี้สารสีที่ละลายอยู่ในชั้นเอทานอลเป็นสารสีอื่นที่ไม่ใช่คลอโรฟิลล์เช่นแคโรทีนอยด์แอนโทไซยานินส่วนคลอโรฟิลล์ละลายอยู่ในชั้นของเฮกเซนหรือปิโตรเลียมอีเทอร์
  - แถบสเปกตรัมสารสีใดที่เกิดการเปลี่ยนแปลง  
ตอบ สีแดงและสีน้ำเงิน
  - คลอโรฟิลล์เอคลอโรฟิลล์บีและแคโรทีนอยด์ดูดกลืนพลังงานแสงได้ดีที่ความยาวคลื่นเท่าใด  
ตอบ คลอโรฟิลล์เอ ดูดกลืนพลังงานแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 400 ถึง 500 และ 650 ถึง 700 นาโนเมตรคลอโรฟิลล์บี ดูดกลืนพลังงานแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 450 ถึง 500 และ 630-670 นาโนเมตรแคโรทีนอยด์ดูดกลืนพลังงานแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 660 ถึง 700 นาโนเมตร

- จากกราฟทั้ง 2 รูปจะเห็นว่าในช่วงที่คลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บีไม่ดูดกลืนพลังงานแสงไว้แต่พืชยังมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์นี้ว่าอย่างไร  
ตอบ อธิบายได้ว่านอกจากพืชจะมีสารสีจำพวกคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บีแล้วพืชน่าจะมีสารสีอื่นๆรวมอยู่ด้วยทำให้พืชสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้
  - จากข้อมูลสารสีชนิดใดพบทั้งในพืชสาหร่ายไซยาโนแบคทีเรียและกรีนแบคทีเรีย  
ตอบ แคโรทีนอยด์
  - สารสีชนิดใดบ้างที่พบเฉพาะในพืชและสาหร่ายสีเขียว  
ตอบ คลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บี
  - ไฟโคบิลินพบเฉพาะในสิ่งมีชีวิตชนิดใด  
ตอบ สาหร่ายสีแดงและไซยาโนแบคทีเรีย
3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่าคลอโรฟิลล์อยู่ในคลอโรพลาสต์ ภายในคลอโรพลาสต์ประกอบด้วยโครงสร้างต่างๆ เช่น ไทลาคอยด์ stroma และช่องในไทลาคอยด์ เราจะพบสารสีอยู่ในเยื่อไทลาคอยด์

### ขั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืช จากหนังสือเรียน ชุดกิจกรรมวารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต รวมทั้งนำความรู้ที่ค้นคว้าได้มาจัดทำเป็นรายงานหรือป้ายนิเทศให้เพื่อนๆ ได้เรียนรู้และแลกเปลี่ยนความรู้กัน
2. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องฟังรวมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลเขียนลงในสมุด

### ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีช่วยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น
  - สโตรมา ไทลาคอยด์ และกรานุมมีลักษณะอย่างไร
  - สารสีในใบพืชพบที่บริเวณใด สารสีเหล่านี้ทำหน้าที่อะไร
  - นักวิทยาศาสตร์ใช้สิ่งใดเป็นเครื่องบ่งชี้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
  - สารสีในสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้มีอะไรบ้าง
  - การที่สารสีของพืชดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน เป็นประโยชน์ต่อพืชในเรื่องใด
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการลำเลียงสารอาหารของพืชโดยร่วมกันเขียนเป็นแผนผังความคิดหรือผังมโนทัศน์

6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 14 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
2. การทดลอง เรื่องที่ 14 การศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 14 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
4. ใบงาน เรื่องที่ 14 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 14 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 14 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                        | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ      | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                        | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                       | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 15 โฟโตเรสไพเรชัน  
(1 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย  
นางวรินรำไพ แกวกระโทก  
ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 15

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง เรื่องที่ 15 โฟโตเรสไพเรชัน

จำนวน ..... ชั่วโมง คະแนนรายจุดประสงค์ ..... คະแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

15. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปการเกิดโฟโตเรสไพเรชัน

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>กลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์<br>ในพืช C <sub>3</sub> พืช C <sub>4</sub> และพืช CAM<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทาง</b><br><b>วิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อ<br/>ความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจาก<br/>ข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> <li>5. การกำหนดและควบคุม<br/>ตัวแปร</li> <li>6. การทดลอง</li> <li>7. การตีความหมายข้อมูล<br/>และลงข้อสรุป</li> </ol> <b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. การสื่อสารสารสนเทศ<br/>และการรู้เท่าทันสื่อ</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้<br/>ภาพพืช C<sub>4</sub> เช่น ข้าวโพด<br/>ที่อยู่กลางแจ้งและพืช<br/>CAM เช่น กระบองเพชร<br/>ที่อยู่ในทะเลทราย และ<br/>ใช้คำถามเกี่ยวกับปริมาณ<br/>คาร์บอนไดออกไซด์ที่<br/>ละลายอยู่ในเซลล์มีโซ<br/>ฟิลล์ของใบเพื่อเชื่อมโยง<br/>เข้าสู่เรื่องกลไกการเพิ่ม<br/>ความเข้มข้นของ<br/>คาร์บอนไดออกไซด์ใน<br/>พืช C<sub>4</sub> และพืช CAM</li> <li>2. อธิบายเกี่ยวกับกลไกการ<br/>ตรึงคาร์บอนไดออกไซด์<br/>ของพืช C<sub>4</sub> และพืช CAM<br/>และอภิปรายร่วมกัน<br/>เพื่อให้นักเรียนสรุป<br/>ความสัมพันธ์ระหว่าง<br/>กลไกการเพิ่มความ</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>เปรียบเทียบกลไกการตรึง<br>คาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C <sub>3</sub> พืช<br>C <sub>4</sub> และพืช CAM จากการทำ<br>กิจกรรม การอภิปรายร่วมกัน<br>และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทาง<br/>วิทยาศาสตร์ ความ<br/>ร่วมมือการทำงานเป็น<br/>ทีม และภาวะผู้นำ จาก<br/>การทำการทดลองและ<br/>อภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศ<br/>และการรู้เท่าทันสื่อ จาก<br/>การสืบค้นข้อมูล และ<br/>การนำเสนอ</li> </ol> <b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก<br>การสังเกตพฤติกรรมในการ |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                             | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                      | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 8. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | เข้าชั้นของ<br>คาร์บอนไดออกไซด์ของ<br>พืช C <sub>4</sub> และพืช CAM กับ<br>สภาพแวดล้อมและถิ่นที่<br>อยู่<br>3. ร่วมกันสรุปเปรียบเทียบ<br>กลไกการตรึง<br>คาร์บอนไดออกไซด์ของ<br>พืช C <sub>3</sub> พืช C <sub>4</sub> และ CAM | อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง     |

#### กำหนดการเรียนรู้

| สัปดาห์ที่ | หน่วย/เรื่อง                  | จุดประสงค์การเรียนรู้                                | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|            |                               |                                                      |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|            | บทที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง |                                                      |                   |       |      |      |      |     |
| 14         | 11.3 โฟโตเรสไพเรชัน           | 15. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และสรุปการเกิดโฟโตเรสไพเรชัน | 1                 | -     | -    | 1    | 2    | 3   |

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

#### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบ Active Learning (5 Steps)

1. **ขั้นตั้งคำถาม/ตั้งประเด็น (Questioning/Triggering):** ครูใช้สื่อหรือสถานการณ์จำลองกระตุ้นความสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตและตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐาน
2. **ขั้นแสวงหาความรู้/สำรวจ (Searching/Exploring):** ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ (อินเทอร์เน็ต, หนังสือ, สัมภาษณ์) เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน
3. **ขั้นวิเคราะห์และสร้างความรู้ (Processing/Structuring):** ผู้เรียนนำข้อมูลมาจัดระเบียบ วิเคราะห์ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างความเข้าใจใหม่
4. **ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying 1/Communicating):** ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ผ่านผลงาน รายงาน หรือการพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5. **ขั้นประเมินและบริการสังคม (Applying 2/Serving):** ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจริง และแบ่งปันความรู้สู่สังคม

### ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพพืช  $C_4$  เช่น ข้าวโพดที่อยู่กลางแจ้งและพืช CAM เช่น กระบองเพชรที่อยู่ในทะเลทราย และใช้คำถามเกี่ยวกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในเซลล์มีโซฟิลล์ของใบ เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช  $C_4$  และพืช CAM

### ชั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการทดลองของอาโนนที่ที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาแล้วโดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - จากการทดลองของอาโนนทำให้สรุปได้ว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วยขั้นตอนอะไรบ้าง  
ตอบ การใช้แสงและการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
  - ปฏิกริยาแสงเป็นการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงให้เป็นพลังงานอะไร  
ตอบ พลังงานเคมี
  - พืชเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานในรูปของ ATP และ NADPH ได้อย่างไร
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องปฏิกริยาแสง
  - จากการทดลองของอาโนนทำให้สรุปได้ว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วยขั้นตอนอะไรบ้าง  
ตอบ การใช้แสงและการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์
  - การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีการใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อนำไปใช้สร้างสิ่งใด  
ตอบ คาร์โบไฮเดรต
  - กระบวนการใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อนำไปสร้างคาร์โบไฮเดรตของพืชมีกี่ขั้นตอนอย่างไร
  - การตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้ามีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์น้อย RuBP จะสามารถตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างเดิมหรือไม่
3. ผลผลิตที่ได้จากการกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนอกจากจะได้น้ำตาลและน้ำแล้วยังได้แก๊สออกซิเจนแก๊สออกซิเจนนี้ RuBP สามารถตรึงไว้ได้หรือไม่
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

### ชั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาปฏิกริยาแสงจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูให้นักเรียนดูรูปการจัดเรียงตัวของโครงสร้างบนเยื่อไทลาคอยด์ในหนังสือเรียนแล้วอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าจากรูปเป็นแบบจำลองการจัดเรียงตัวของระบบแสง I ระบบแสง II และโปรตีนบนเยื่อไทลาคอยด์เพื่อทำหน้าที่รับและถ่ายทอดอิเล็กตรอนสารสีใน antenna จะถ่ายทอดพลังงานแสงจากสารสีโมเลกุลหนึ่งไปยังสารสีอีกโมเลกุลหนึ่งไปจนถึงคลอโรฟิลล์เอซึ่งเป็นโมเลกุลพิเศษที่เป็นศูนย์กลางปฏิกริยาของระบบแสงพลังงานแสงนี้จะกระตุ้นให้อิเล็กตรอนของคลอโรฟิลล์ เอ ที่เป็นศูนย์กลางปฏิกริยามีพลังงานสูงขึ้นและถ่ายทอด

อิเล็กตรอนไปยังตัวรับอิเล็กตรอนขณะที่มีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะมีการถ่ายทอดพลังงานตามไปด้วยทำให้เกิดการสร้างพลังงานเคมีขึ้น

2. ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อนำเข้าสู่เรื่องการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรโดยครูยังไม่เฉลยคำตอบดังนี้
  - เมื่อมีตัวรับอิเล็กตรอนแล้วจะทำให้เกิดการสร้าง ATP และ NADPH ได้อย่างไร
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมโดยใช้รูปการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรในหนังสือเรียนประกอบการอธิบายเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่าขณะที่มีการถ่ายทอดอิเล็กตรอน จะมีการถ่ายทอดพลังงานไปด้วย พลังงานจากแสงจะนำไปเก็บไว้ที่ ATP และ NADPH
4. ครูอธิบายต่อในหัวข้อการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรโดยใช้รูปถ่ายทอดเป็นแบบวัฏจักรในหนังสือเรียนช่วยในการอธิบายเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่าการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรเป็นการถ่ายทอดอิเล็กตรอนที่เกี่ยวข้องกับระบบแสง I เท่านั้นโดยจะไม่นย้อนกลับไปที่ระบบแสง II ทำให้มีการสร้าง ATP อย่างเดียว
5. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูลปฏิกิริยาแสงตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูลโดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น ปฏิกิริยาแสงการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรและการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยการสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้หรือจากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรมวิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆสมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปฏิกิริยาแสง
5. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรม
6. นักเรียนศึกษาการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูให้นักเรียนดูรูปชุดการทดลองเพื่อศึกษาผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของคันฉ่องและคณะในหนังสือเรียนประกอบการอธิบายเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่า
7. การทดลองของ calvin ใช้แหล่งคาร์บอนที่เป็นกัมมันตภาพรังสีแก่สาหร่ายคลอเรลลาเพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง เมื่อการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้น คัลวิน ตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่มีสารกัมมันตภาพรังสี 2 ชนิด คือ สารที่มีคาร์บอน 3 อะตอม PGA และสารที่มีคาร์บอน 5 อะตอมคือ ไรบูโลส 1-5 bisphosphate (RuBP) ซึ่งการเกิด PGA และ RuBP มีการเกิดเป็นกระบวนการหลายขั้นตอนต่อเนื่องเป็นวัฏจักร เรียกว่าวัฏจักรนี้ว่า วัฏจักรคัลวิน
8. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนการเกิด PGA และ RuBP เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่ามีการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดย RuBP มีคาร์บอน 5 อะตอม ทำให้เกิดสารที่มีคาร์บอน 6 อะตอม ซึ่งไม่เสถียร และสารนี้จะถูกเปลี่ยนเป็น PGA มีคาร์บอน 3 อะตอม 2 โมเลกุล PGA จะถูกเปลี่ยนไปเป็น PGAL หรือ G3P ซึ่งเป็นน้ำตาลตัวแรกโดยใช้พลังงานจาก ATP และ NADPH ซึ่ง PGAL นี้จะมีการใช้ ATP นำไปสร้าง RuBP ขึ้นใหม่เพื่อนำไปใช้ในการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ให้เกิดเป็นวัฏจักรต่อเนื่องต่อไปการสร้าง RuBP ขึ้นใหม่นี้ต้องใช้ PGAL 5 โมเลกุล (5C3) เป็นอย่างน้อยเพื่อนำไปสร้าง

RuBP 3 โมเลกุล (3C5) ดังนั้นในการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะต้องตรึงให้เกิด C3 ไม่ต่ำกว่า 5 โมเลกุล (5C3) 1 รอบการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล จะทำปฏิกิริยากับ RuBP 1 โมเลกุลได้ PGAL 2 โมเลกุล จึงต้องมีการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อย่างน้อย 3 รอบได้ PGAL 6 โมเลกุล ซึ่งสามารถนำ PGAL 5 โมเลกุล ไปสร้าง RuBP ได้ใหม่ 3 โมเลกุล ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งการเกิดวัฏจักรคัลวิน 1 รอบ โดยสมบูรณ์นั้นต้องมีการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 3 โมเลกุล ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหลือเป็น PGAL 1 โมเลกุล

9. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คน ปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูล การตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น การติดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และวัฏจักรคัลวิน
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้หรือจากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรมวิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อน ๆ ฟังสมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
10. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
11. นักเรียนศึกษาการหายใจเชิงแสงจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าขณะที่พืชตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะมีการตรึงแก๊สออกซิเจนโดย RuBP ควบคู่ไปด้วยทำให้ความสามารถในการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงเนื่องจาก RuBP ลดลงเพราะ RuBP ส่วนหนึ่งจะถูกสลายโดยแก๊สออกซิเจนทำให้มี RuBP เหลือน้อยลง
12. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรม สืบค้นข้อมูลการหายใจเชิงแสงตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูลโดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น การหายใจเชิงแสง ปฏิกิริยาแสงที่สร้างพลังงานสูง
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้น จากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้หรือจากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรมวิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อน ๆ สมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการหายใจเชิงแสง
13. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรม

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

- การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร สารใดเป็นตัวให้อิเล็กตรอน และสารใดเป็นตัวรับอิเล็กตรอนลำดับสุดท้าย  
ตอบ น้ำเป็นตัวให้อิเล็กตรอนแก่ระบบแสง I และ  $\text{NADP}^+$  เป็นตัวรับอิเล็กตรอนในลำดับสุดท้าย
  - พลังงานที่ใช้ในการสังเคราะห์ ATP มาจากที่ใด  
ตอบ มาจากแสง
  - ถ้าไม่มีตัวรับและถ่ายทอดอิเล็กตรอนปฏิกิริยาแสงจะเกิดขึ้นได้หรือไม่เพราะเหตุใด  
ตอบ ไม่ได้เพราะถ้าไม่มีตัวรับและถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะไม่เกิดการแตกตัวของน้ำและไม่มีการสะสมโปรตอนในช่องในช่องในไทลาคอยด์ซึ่งทำให้ไม่เกิดการสังเคราะห์ ATP และ NADPH
3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ได้อธิบายว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การถ่ายทอดอิเล็กตรอนเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรและการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรโดยการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรจะถ่ายทอดเฉพาะในระบบแสง I และจะไม่ย้อนกลับไปที่ระบบแสง II ทำให้มีการสร้าง ATP อย่างเดียวโดยระบบแสง I เมื่อรับพลังงานแสงโดยตรงจะมีการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ยังไซโทโครมคอมเพล็กซ์ทำให้มีการสังเคราะห์ ATP เกิดขึ้นแล้วอิเล็กตรอนจะถูกถ่ายทอดเข้าสู่ระบบแสง I อีกครั้งเป็นวัฏจักร
  4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
  5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
    - การเกิดวัฏจักรคัลวินเกิดขึ้นที่บริเวณใดของคลอโรพลาสต์  
ตอบ stroma
    - การตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีกี่ขั้นตอนอะไรบ้าง  
ตอบ 3 ขั้นตอน คือ คาร์บอกซิเลชัน รีดักชัน และการทำให้คืนสภาพ
    - การตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายคืออะไร  
ตอบ PGAL แก๊สออกซิเจนและน้ำ
  6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ได้อธิบายว่า วัฏจักรคัลวินเกิดขึ้นที่ใดมาของคลอโรพลาสต์ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ 1) คาร์บอกซิเลชัน เป็นขั้นตอนที่ RuBP ทำปฏิกิริยากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ PGA ที่มีคาร์บอน 3 อะตอม ซึ่งเป็นสารที่เสถียรตัวแรก ของวัฏจักรคัลวิน 2) รีดักชัน เป็นขั้นตอนที่ PGA รับพลังงานจาก ATP และ NADPH จากปฏิกิริยาแสง เปลี่ยนเป็น PGAL ที่มีคาร์บอน 3 อะตอม ซึ่งเป็นน้ำตาลตัวแรกในวัฏจักรคัลวิน 3) การทำให้คืนสภาพเป็นการสร้าง RuBP ขึ้นใหม่เพื่อนำไปใช้ในการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และผลิตเซลล์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหลือจะถูกนำไปสร้างกลูโคสและสารประกอบอินทรีย์อื่นๆต่อไป
  7. เน้นให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับวัฏจักรคัลวินว่า ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากวัฏจักรคัลวินคือ PGAL 1 โมเลกุล ซึ่งเกิดใน 1 รอบของวัฏจักรแต่เนื่องจากความรู้ที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาเข้าใจว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงคือน้ำตาล น้ำและแก๊สออกซิเจนครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบว่า น้ำตาลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงคือน้ำตาลกลูโคสซึ่งไม่ใช่ตาลซึ่งเป็นผลที่ได้จากวัฏจักรคัลวินโดยตรงแต่เนื่องจากวัฏจักรคัลวินหนึ่งวัฏจักรได้ PGAL 1 โมเลกุลแต่วัฏจักรคัลวินเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาที่มีแสงดังนั้น PGAL ดังนั้นจะได้ PGAL ที่เหลือจำนวนมากซึ่งพืชสามารถนำไปใช้สังเคราะห์กลูโคสหรือสารอินทรีย์อื่นๆได้
  8. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
  9. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้

- การหายใจเชิงแสงคืออะไร  
ตอบ กระบวนการตรึงแก๊สออกซิเจนโดย RuBP ในคลอโรพลาสต์เมื่อได้รับแสง
  - การหายใจเชิงแสงแตกต่างจากการหายใจในลักษณะใด  
ตอบ การหายใจเชิงแสงเป็นการตรึงแก๊ส เช่นโดย RuBP ในคลอโรพลาสต์เมื่อได้รับแสง ส่วนการหายใจเป็นการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงานเกิดขึ้นในไมโทคอนเดรีย
10. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่าการหายใจเชิงแสงเป็นการใช้แก๊สออกซิเจนทำปฏิกิริยากับ RuBP แล้วปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจำนวนมาก

### ชั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืช จากหนังสือเรียน ชุดกิจกรรมวารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต รวมทั้งนำความรู้ที่ค้นคว้าได้มาจัดทำเป็นรายงานหรือป้ายนิเทศให้เพื่อนๆ ได้เรียนรู้และแลกเปลี่ยนความรู้กัน
2. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องฟังรวมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลเขียนลงในสมุด

### ชั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีช่วยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น
  - อธิบายการจัดเรียงตัวของระบบแสง I และระบบแสง II บนเยื่อไทลาคอยด์
  - อธิบายการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรที่เกิดขึ้นบนคลอโรพลาสต์
  - อธิบายการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรที่เกิดขึ้นบนคลอโรพลาสต์
  - อธิบายการทดลองเพื่อศึกษาผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของชั้นวิทย์และคณะ
  - วัฏจักรคัลวินประกอบด้วยปฏิกิริยากี่ขั้นตอนอะไรบ้าง
  - การหายใจเชิงแสงคืออะไรมีผลต่อการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชในลักษณะใด
  - การหายใจเชิงแสงมีประโยชน์ต่อพืชในเรื่องใด
  - ถ้าพืชเกิดการหายใจเชิงแสงมากจะเกิดผลต่อพืชในลักษณะใด
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการลำเลียงสารอาหารของพืชโดยร่วมกันเขียนเป็นแผนผังความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 15 โฟโตเรสไพเรชัน
2. การทดลอง เรื่องที่ 15 การศึกษาโฟโตเรสไพเรชัน บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 15 โฟโตเรสไพเรชัน
4. ใบงาน เรื่องที่ 15 โฟโตเรสไพเรชัน
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 15 โฟโตเรสไพเรชัน
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 15 โฟโตเรสไพเรชัน
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                            | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ      | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                            | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                           | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

#### 1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

#### 4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

#### 5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

#### 6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

#### 7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 16 การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย  
นางวรินรำไพ แกวกระโทก  
ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง เรื่องที่ 16 การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

จำนวน ..... ชั่วโมง คะแนนรายจุดประสงค์ ..... คะแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

16. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกในการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช  $C_4$  และพืช CAM วิเคราะห์ อธิบายและเปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนในพืช  $C_3$  พืช  $C_4$  และพืช CAM

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> <li>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>6. การทดลอง</li> <li>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ol> <b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่เรื่องความเข้มของแสง</li> <li>2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชที่ความเข้มของแสงแตกต่างกัน</li> <li>3. ให้นักเรียนนำเสนออภิปรายร่วมกันและสรุปผลการทำกิจกรรมวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชที่ความเข้มของแสงแตกต่างกัน</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>ปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จากการทำกิจกรรม การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ จาก การสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                              | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                           | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ<br>10. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | 4. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล<br>และอภิปรายร่วมกัน<br>เกี่ยวกับปัจจัยอื่นๆ ที่<br>เกี่ยวข้องกับการ<br>สังเคราะห์ด้วยแสงของ<br>พืช เช่น ความเข้มข้นของ<br>คาร์บอนไดออกไซด์<br>อุณหภูมิ ปริมาณน้ำใน<br>ดิน ธาตุอาหาร และอายุ<br>ใบ<br>5. ร่วมกันสรุปปัจจัยที่มีผล<br>ต่อการสังเคราะห์ด้วย<br>แสงของพืช | <b>ด้านจิตวิทยาาสตร์</b><br>จิตวิทยาาสตร์ด้านต่างๆ จาก<br>การสังเกตพฤติกรรมในการ<br>อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง |

#### กำหนดการเรียนรู้

| ลำดับที่ | หน่วย/เรื่อง                                    | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                        | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|----------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|          |                                                 |                                                                                                                                                                                                              |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|          | บทที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง                   |                                                                                                                                                                                                              |                   |       |      |      |      |     |
| 15       | 11.4 การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ | 16. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกในการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C <sub>4</sub> และพืช CAM วิเคราะห์อธิบายและเปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนในพืช C <sub>3</sub> พืช C <sub>4</sub> และพืช CAM | 3                 | -     | -    | 3    | 3    | 6   |

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)

8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรคและนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

#### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่เรื่องความเข้มของแสง

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาแล้วโดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - สารประกอบคาร์บอนที่เสถียรตัวแรกในวัฏจักรคัลวินคืออะไร  
ตอบ PGA
  - สารประกอบดังกล่าวมีคาร์บอนกี่อะตอม  
ตอบ 3 อะตอม
  - นักวิทยาศาสตร์เรียกพืชที่ตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในวัฏจักรคัลวินได้สารประกอบที่เสถียรชนิดแรกเป็นสารที่มีคาร์บอน 3 อะตอมนี้ว่าอะไร  
ตอบ พืช C4
  - นักเรียนคิดว่าพืชทุกชนิดมีกลไกในการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เหมือนกันหรือไม่
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4
3. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4 ที่นักเรียนได้เคยเรียนรู้มาแล้วโดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - พืช C4 มีกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แตกต่างจากพืช C3 ในลักษณะใด
  - พืชบางชนิด เช่น กระบองเพชร เป็นพืชทนแล้งเจริญได้ดีที่แห้งแล้งและอุณหภูมิสูงนักเรียนคิดว่าพืชเหล่านี้มีกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เหมือนกับพืช C3 และพืช C4 หรือไม่เพราะเหตุใด
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM
5. ครูสุ่มนักเรียน 2-3 คนให้นักเรียนตอบคำถามโดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - ถ้านักเรียนต้องการปลูกพืช นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่าพืชใช้ปัจจัยใดบ้างในการเจริญเติบโต
  - เมื่อพืชได้รับพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์พืชดูดกลืนพลังงานแสงไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้อย่างไร
6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องแสงและความเข้มของแสง
7. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับแสงและความเข้มของแสงที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาแล้วโดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - พืชสามารถดูดกลืนแสงที่ส่องมายังโลกไว้ร้อยละเท่าใด
  - พืชและแต่ละชนิดต้องการแสงเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงปริมาณที่ต่างกันหรือไม่ลักษณะใด
  - นอกจากความเข้มของแสงที่เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชแล้วนักเรียนคิดว่ายังมีปัจจัยอื่นอีกหรือไม่ที่พืชต้องการใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

8. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
9. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับอุณหภูมิที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาแล้ว โดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - อุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในลักษณะใด
  - กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต้องอาศัยเอนไซม์ในการทำปฏิกิริยานักเรียนคิดว่าอุณหภูมิมีผลต่อเอนไซม์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่ลักษณะใด
10. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องอุณหภูมิ
11. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับปัจจัยบางประการ ที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้วโดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีอะไรบ้าง
  - นอกจากปัจจัยต่างๆที่กล่าวมาแล้วนักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดอีกบ้างที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
12. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องอายุใบปริมาณน้ำที่พืชได้รับและสารอาหาร
13. ครูนำนักเรียนไปศึกษานอกสถานที่โดยให้นักเรียนศึกษาใบพืชที่อยู่กลางแจ้งและที่อยู่ในร่มโดยครูให้นักเรียนสังเกตลักษณะผิวใบขนาดใบความหนาของใบและการจัดเรียง ตัวของใบแล้วให้นักเรียนจดบันทึกและนำผลที่ได้มาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนโดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - ใบพืชที่อยู่กลางแจ้งและที่อยู่ในร่มมีความแตกต่างกันหรือไม่ลักษณะใด
14. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาหลักการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4 จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เรียกที่เรียกพืชที่ตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในวัฏจักรคัลวินได้สารประกอบที่เสถียรชนิดแรกเป็นสารที่มีคาร์บอน 3 อะตอมนี้ว่าพืช C3 ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองและพบว่าพืชบางชนิดสามารถสร้างสารประกอบคาร์บอนที่เสถียรชนิดแรกที่เป็นสารที่มีคาร์บอน 4 อะตอมซึ่งพบว่าพืชกลุ่มนี้มีกลไกการสร้างที่นอกเหนือไปจากวัฏจักรคัลวินนักวิทยาศาสตร์เรียกพืชกลุ่มนี้ว่าพืช C4
2. ครูสุ่มนักเรียน 2-3 คนให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อนำเข้าสู่หัวข้อโครงสร้างของใบพืช C3 และใบพืช C4 ดังนี้
  - นักเรียนคิดว่าพืชทุกชนิดมีกลไกในการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เหมือนกันหรือไม่ลักษณะใด
  - พืช C4 มีโครงสร้างที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงเหมือนหรือแตกต่างจากพืช C3 หรือไม่ลักษณะใด
3. ครูให้นักเรียนศึกษารูปโครงสร้างภายในใบพืช C3 และพืช C4 ตัดตามขวางในหนังสือจากในหนังสือเรียนจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าโครงสร้างภายในใบพืช C3 เซลล์ภายในเซลล์มี

มีไซฟิลล์แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ palisade mesophyll และสpongมีไซฟิลล์ เซลล์ทั้งสองชนิดมีคลอโรพลาสต์อยู่อย่างหนาแน่นในใบพืช C3 อาจมีหรือไม่มีเยื่อหุ้มท่อลำเลียง บันเดิลชีท ล้อมรอบกลุ่มท่อลำเลียงก็ได้ภายในเซลล์ของเยื่อหุ้มท่อลำเลียงไม่พบคลอโรพลาสต์สำหรับโครงสร้างภายในใบพืช C4 พบว่าเซลล์ในมีไซฟิลล์ไม่มีการแบ่งเป็นแพลลิสมีไซฟิลล์และสpongมีไซฟิลล์ อย่างชัดเจนบริเวณรอบๆกลุ่มท่อลำเลียงของใบพืช C4 มีเยื่อหุ้มท่อลำเลียงล้อมรอบซึ่งภายในเยื่อหุ้มท่อลำเลียงรวมทั้งในมีไซฟิลล์พบคลอโรพลาสต์ชัดเจน

4. ครูให้นักเรียนศึกษาแผนภาพวัฏจักรคาร์บอนของพืช C4 ในหนังสือเรียนเพื่อประกอบการอธิบายถึงกลไกการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในพืช C3 และพืช C4 โดยกลไกการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C4 เกิดขึ้น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เกิดขึ้นที่สโตรมาของเซลล์มีไซฟิลล์ เป็นการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน ( $\text{HCO}_3^-$ ) โดยสารประกอบ PEP ซึ่งมีคาร์บอน 3 อะตอมโดยมีเอนไซม์ PEP คาร์บอกซิเลส ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้เป็น OAA ซึ่งมีคาร์บอน 4 อะตอม สารชนิดนี้เป็นสารประกอบที่เสถียรชนิดแรกที่ได้จากการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เรียกพืชที่มีกระบวนการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลักษณะนี้ว่าพืช C4 ส่วนพืช C3 สารประกอบที่เสถียรตัวแรกที่ได้จากการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์คือ PGA ซึ่งเป็นสารที่มีคาร์บอน 3 อะตอม จึงเรียกว่าพืช C3 สำหรับ OAA จะถูกเปลี่ยนเป็นมาเลตหรือกรดมาลิก ซึ่งเป็นสารที่มีคาร์บอน 4 อะตอม สารนี้จะถูกลำเลียงผ่านช่องพลาสโมเดสมามาเข้าสู่เซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียงครั้งที่ 2 เกิดขึ้นในเซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง โดยมาเลตหรือกรดมาลิก เมื่อถูกลำเลียงจากเซลล์มีไซฟิลล์เข้าสู่เซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียงจะถูกสลายให้กรดไพริวิก ซึ่งมีคาร์บอน 3 อะตอมและปล่อยคาร์บอนที่เหลืออีก 1 อะตอม ในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นี้จะเข้าสู่วัฏจักรคัลวินโดยเข้าไปทำปฏิกิริยากับ RuBP ในคลอโรพลาสต์ของเซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง ส่วนกรดไพริวิกถูกลำเลียงผ่านช่องพลาสโมเดสมากลับเข้าไปยังเซลล์มีไซฟิลล์ตามเดิมแล้วเปลี่ยนเป็น PEP โดยอาศัยพลังงานจาก ATP เพื่อกลับไปใช้ในการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไป
5. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูลกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4 ตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยการสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อยเช่นโครงสร้างของใบพืช C3 และใบพืช C4 วัฏจักรคาร์บอนของพืช C4
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้จากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรมวิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆสมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4
6. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรม
7. นักเรียนศึกษากลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า พืชโดยทั่วไปจะเกิดการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในขณะที่มีแสง แต่พืช CAM ช่วงเวลากลางวันที่มีแสงปากใบจะปิดเพื่อลดการ

คายน้ำ ทำให้ไม่สามารถตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ จึงมีการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลา กลางคืนแทน โดยปากใบจะเปิดเพื่อตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไป สร้าง OAA และเปลี่ยนเป็นกรดมาลิกนำไปเก็บสะสมไว้ในแวคิวโอลในเซลล์ของใบพืช เมื่อถึงช่วงเวลา กลางวันปากใบจะปิด กรดมาลิกจะเปลี่ยนเป็นกรดไพรูวิกและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อเข้าสู่วัฏ จักรคัลวิน ส่วนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สามารถแพร่ออกทางปากใบได้เนื่องจากปากใบปิด ทำ ให้ความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์สูงขึ้น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จึงรวมกับ RuBP เข้าสู่วัฏจักรคัลวิน เพื่อสร้างน้ำตาล น้ำตาลที่ได้ถูกเปลี่ยนเป็นแป้งและเก็บสะสมไว้ในกิจกรรมต่างๆ ต่อไป เรียกพืชที่มีการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในลักษณะนี้ว่าพืช CAM

8. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรม สืบค้นข้อมูลกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM ตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่ สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น พืช CAM และกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการ สืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้ หรือจากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรม วิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆสมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปราย ซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงาน การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM
9. นักเรียนและครูช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
10. นักเรียนศึกษาแสงและความเข้มของแสงจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูอธิบายให้นักเรียน เข้าใจว่า พืชดูดกลืนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ได้ประมาณร้อยละ 40 แต่พลังงานแสงร้อยละ 40 นี้ จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้น้อยมาก ซึ่งในช่วงเวลาต่างๆในรอบ 1 วัน แสงอาทิตย์ที่ส่องมายังพื้นผิวโลกมีความเข้มของแสงที่แตกต่างกัน ทำให้พลังงานแสงที่พืชนำไปใช้มี ความเข้มของแสงที่แตกต่างกันด้วย
11. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรม การทดลองการวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วย แสงของพืชที่มีความเข้มแสงแตกต่างกัน ตามขั้นตอนวิทยาศาสตร์ดังนี้
  - ขั้นตอนที่ 1 กำหนดปัญหา
    - ความเข้มแสงมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่ลักษณะใด
  - ขั้นตอนที่ 2 กำหนดสมมติฐาน
    - ความเข้มของแสงมากน่าจะให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นได้มาก
  - ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบสมมติฐาน
    - ชั่งโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 0.4 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มี น้ำ 450 ลูกบาศก์เซนติเมตร

- นำสาหร่ายหางกระรอกที่เตรียมมาใส่ ลงในขวดรูปชมพู่ ปิดขวดด้วยจุกยางซึ่งมีหลอดนำแก๊สเสียบอยู่ 2 หลอด
  - นำสายยางมาต่อเข้ากับหลอดนำแก๊สทั้ง 2 หลอด โดยให้ปลายของสายยางสายหนึ่งต่อเข้ากับหลอดรูเล็กซึ่งภายในบรรจุน้ำสีผสมผงซักฟอก
  - นำไม้บรรทัดมาติดเข้ากับด้านล่างของกระดาดขาว แล้วนำไปวางทับไว้หลังหลอดรูเล็กเพื่อใช้สำหรับวัดระยะการเคลื่อนที่ของหยดน้ำสี
  - วางขวดรูปชมพู่ที่ใส่สารและสาหร่ายหางกระรอกลงในบีกเกอร์ขนาด 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ใส่น้ำจนเกือบเต็ม
  - นำโคมไฟพร้อมหลอดไฟฟ้าขนาด 100 วัตต์มาวางให้อยู่ห่างจากสาหร่ายหางกระรอกประมาณ 40 cm เปิดไฟแล้วตั้งทิ้งไว้ 3 ถึง 10 นาที จากนั้นนำที่หนีบมาหนีบใส่ ยางอีกทอดหนึ่งที่เหลือ เพื่อไม่ให้อากาศเข้าหรือออกจากขวดรูปชมพู่
  - สังเกตและบันทึกการเคลื่อนที่ของหยดน้ำสีในหลอดรูเล็ก โดยบันทึกทุกๆ 1 นาทีเป็นเวลา 5 นาที หรือจนกระทั่งหยดน้ำสีเคลื่อนที่บนกระดาดขาว แล้วนำระยะทางที่ได้มาคำนวณหาอัตราการเคลื่อนที่ของหยดน้ำสีในเวลา 1 นาที
  - เริ่มทำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 5-7 อีกครั้ง แต่ให้เลื่อนโคมไฟให้อยู่ห่างจากสาหร่ายหางกระรอกในระยะ 30 20 และ 10 เซนติเมตรตามลำดับ และทุกครั้งที่จะเริ่มการทดลองใหม่ให้อาที่หนีบที่สายยางออกเพื่อปรับระดับหยดน้ำสีในหลอดรูเล็ก
  - นำอัตราการเคลื่อนที่ของหยดน้ำสีที่ได้ขณะตั้งโคมไฟห่างจากสาหร่ายหางกระรอกในระยะต่างๆ มาเขียนกราฟแสดงอัตราการเคลื่อนที่ของหยดน้ำสีซึ่งถือเป็นอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลอง
- แปลความหมายข้อมูลที่ได้จากตารางบันทึกผลการทดลอง
  - นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาเพื่ออธิบายว่าเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมุติฐานหรือไม่
- ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการทดลอง
- นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองแล้วเขียนเป็นรายงานสรุปผลการทดลอง
12. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
13. นักเรียนศึกษาแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูให้นักเรียนศึกษารูปความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 2 ชนิดในหนังสือเรียน เพื่อใช้ประกอบการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า อ้อยซึ่งเป็นพืช C4 มีจุดอิ่มตัวของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าข้าวซึ่งเป็นพืช C3 อัตราการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิของพืช C4 จะสูงกว่าพืช C3 ในช่วงที่มีความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำเท่านั้น แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้น อ้อยจะถึงจุดอิ่มตัวของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้เร็วกว่าข้าว ดังนั้นอัตราการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิของพืช C3 จึงสูงกว่าพืช C4
14. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรม สืบค้นข้อมูลปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงตามขั้นตอนต่อไปนี้
- แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

- สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้ หรือจากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรม วิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆสมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
15. นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
16. นักเรียนศึกษาอุณหภูมิจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูให้นักเรียนศึกษารูปผลของการผลของอุณหภูมิต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของยางพาราในหนังสือเรียน เพื่อใช้ประกอบการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า อุณหภูมิมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยจะสังเกตได้จากกราฟจะเห็นว่า ที่อุณหภูมิประมาณ 26-28 องศาเซลเซียส ใบของยางพารามีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุดเนื่องจากเป็นช่วงที่มีอัตราการหายใจเชิงแสงเพิ่มขึ้น ทำให้การตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงลดลงด้วย ดังนั้นช่วงอุณหภูมิประมาณ 26-28 องศาเซลเซียส จึงเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของยางพารา
17. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูลปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงตามขั้นตอนต่อไปนี้
- แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและอุณหภูมิ
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยการสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้ หรือจากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรม วิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆสมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
18. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
19. นักเรียนศึกษาอายุใบ ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ และสารอาหารจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะสูงขึ้นเมื่อ 1) พืชมีอายุใบไม่แก่หรืออ่อนเกินไปเพราะมีผลต่อการพัฒนาคลอโรพลาสต์ 2) ปริมาณน้ำในดินไม่มากหรือน้อยเกินไป เพราะถ้าในดินน้อยเกินไปปากใบจะปิด แต่ถ้าในดินมากเกินไปพืชจะพืชก็จะขาดแก๊สออกซิเจน ทำให้ดูดซึมสารอาหารได้น้อยลง 3) สารอาหารที่มีธาตุอาหารหลายชนิด เช่น แมกนีเซียม ไนโตรเจนและเหล็ก ซึ่งจำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ที่จะนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
20. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูลปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงตามขั้นตอนต่อไปนี้

- แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง อายุใบ ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ และสารอาหาร
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้หรือจากหนังสือ วารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรม วิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆสมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยการจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
21. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
22. นักเรียนศึกษาการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสงจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า การที่พืชแต่ละชนิดเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีความเข้มของแสงแตกต่างกัน แสดงว่าพืชมีการปรับโครงสร้างของใบเพื่อให้เอื้อต่อการรับแสง การปรับโครงสร้างของใบพืชมีลักษณะแตกต่างกัน คือ 1) การปรับโครงสร้างของใบเพื่อรับแสง 2) การปรับทิศทางของใบเพื่อรับแสง 3) การปรับตัวโดยการจัดเรียงใบเพื่อแข่งขันในการรับแสงของพืชที่ขึ้นในบริเวณเดียวกัน
23. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรม สืบค้นข้อมูลการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสงตามขั้นตอนต่อไปนี้
- แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น การปรับโครงสร้างของใบเพื่อรับแสงการปรับทิศทางของใบเพื่อรับแสง การปรับตัวโดยการจัดเรียงใบเพื่อแข่งขัน ในการรับแสงของพืชที่ขึ้นบริเวณเดียวกัน
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้ หรือจากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรม วิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆสมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความเข้าใจตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง
24. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

### ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - จากการเปรียบเทียบโครงสร้างภายในใบของพืชสิ่งที่แตกต่างกันระหว่างพืช C3 และพืช C4 คืออะไร
  - ตอบ ลักษณะของเซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง บันเดิลชีท
  - การตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4 เกิดขึ้นในส่วนประกอบใดของพืช

ตอบ ครั้งที่ 1 เกิดขึ้นในสโตรมา ครั้งที่ 2 เกิดขึ้นในเซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียง

- การที่พืชมีความสามารถในการตรึงสารประกอบอนินทรีย์ของคาร์บอนได้ 2 ครั้งมีผลต่อพืชในลักษณะใด

ตอบ ทำให้พืช C4 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืช

- ยกตัวอย่างพืช C3 และพืช C4 ที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน

ตอบ พืช C3 เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ถั่ว และพืชทั่วไปเกือบทุกชนิด พืช C4 เช่น อ้อย ข้าวโพด ข้าวฟ่าง หญ้าแพรก บานไม่รู้โรย และพืชเขตร้อนประมาณ 1,500 ชนิด

- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ได้ข้อสรุปว่าพืช C4 มีกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 2 ครั้ง ซึ่งต้องใช้ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาแสงปริมาณมากกว่าพืช C3 จึงมีประสิทธิภาพการใช้แสงสูงกว่าพืช C3 และการที่พืช C4 มีกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากนี้เป็นกลไกการแข่งขันทับกับแก๊สออกซิเจนในการทำปฏิกิริยากับ RuBP จึงพบว่าการหายใจเชิงแสงของพืช C4 เกิดขึ้นได้น้อยมากจนอาจวัดไม่ได้ในสภาพปกติ
- นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
- นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - เปรียบเทียบการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C3 และพืช C4 และพืช CAM ตามหัวข้อต่อไปนี้
    - จำนวนครั้งของการตรึงสารประกอบอนินทรีย์ของคาร์บอน
    - เวลาที่เกิดการตรึงสารประกอบอนินทรีย์ของคาร์บอนโดยสาร PEP
    - การเกิดวัฏจักรคัลวิน
    - สารที่ใช้ตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
    - แหล่งที่ใช้ตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ข้อเปรียบเทียบ

- จำนวนครั้งของการตรึงสารประกอบอนินทรีย์ของคาร์บอน พืช C3 1 ครั้ง พืช C4 2 ครั้ง พืช CAM 2 ครั้ง
- เวลาการตรึงสารประกอบอนินทรีย์ของคาร์บอนโดยสาร PEP พืช C3 ไม่มี พืช C4 ตอนกลางวัน พืช CAM ตอนกลางคืน
- การเกิดวัฏจักรคัลวินพืช C3 เกิดพืช C4 เกิดพืช CAM เกิด
- สารที่ใช้ตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์พืช C3 RuBP พืช C4 ครั้งที่ 1 PEP ครั้งที่ 2 RuBP พืช CAM ครั้งที่ 1 PEP ครั้งที่ 2 RuBP
- แหล่งที่ใช้ตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์พืช C3 เซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ พืช C4 เซลล์เยื่อหุ้มท่อลำเลียงบันเดิลชีทเซลล์ พืช CAM เซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์
  - ยก ตัวอย่างพืช C3 พืช C4 และพืช CAM ที่นักเรียนรู้จักมาอย่างละ 2 ชนิด

ตอบ พืช C3 เช่น ข้าว ถั่ว พืช C4 เช่น ข้าวโพด อ้อย พืช CAM เช่น กระบองเพชร กุหลาบหิน
- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ได้ข้อสรุปว่าพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในถิ่นที่อยู่ที่มีสภาพอากาศแห้งแล้งในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิจะสูงและความชื้นต่ำแต่ในช่วงเวลากลางคืน

อุณหภูมิจะต่ำและความชื้นสูงพืชเหล่านี้จะต้องมีการปรับตัวเพื่อลดอัตราการสูญเสียน้ำโดยจะมีการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 2 ครั้งคล้ายกับพืช C4 แตกต่างเวลากัน

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
8. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - การที่โคไมไฟอยู่ห่างจากสาหร่ายทางกระรอกในระยะต่างๆนั้นมีผลต่อความเข้มของแสงที่สาหร่ายทางกระรอกได้รับในลักษณะใด
 

ตอบ ถ้าระยะห่างระหว่างโคไมไฟกับสาหร่ายทางกระรอกห่างกันมากความเข้มของแสงจะน้อยลง
  - ความเข้มของแสงมีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่ลักษณะใด
 

ตอบ มีกล่าวคือถ้าเพิ่มความเข้มของแสงให้มากขึ้นอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มขึ้นแต่จะเพิ่มขึ้น จนถึงระดับหนึ่งเท่านั้นจากนั้นแม้ว่าจะเพิ่มความเข้มของแสงให้มากขึ้นเท่าใดก็ไม่สามารถเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
  - การนำขวดที่ใส่สาหร่ายทางกระรอกแช่ลงในบีกเกอร์บรรจุน้ำเพื่อจุดประสงค์ใด
 

ตอบ เพื่อควบคุมอุณหภูมิของการทดลองให้คงที่
9. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่าความเข้มของแสงมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงถ้าความเข้มของแสงมากพืชจะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมากขึ้นด้วย
10. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
11. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - พืช C3 หรือพืช C4 พืชชนิดใดมีอัตราการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิสูงกว่ากัน
 

ตอบ พืช C3 มีอัตราการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิสูงกว่าพืช C4
  - นักเรียนคิดว่าพืช C3 หรือพืช C4 ที่สามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ในบริเวณที่มีความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นจำนวนมากเพราะเหตุใด
 

ตอบ พืช C3 เพราะมีจุดอิ่มตัวของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าพืช C4 และถ้าบริเวณนั้นมีความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงถึงจุดอิ่มตัวของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อัตราการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิของพืช C3 จะสูงกว่าพืช C4 ดังนั้นพืช C3 จึงได้เปรียบกว่าพืช C3 ในสภาพที่มีความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงพืช C3 จึงมีโอกาสมีชีวิตรอดได้มากกว่าพืช C4
12. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่าพืช C3 มีอัตราการตรึงแก๊สแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิสูงกว่าพืช C4
13. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
14. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชหรือไม่ลักษณะใด
 

ตอบ มีผลกล่าวคือกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต้องอาศัยเอนไซม์ รูบิสโก ในการทำปฏิกิริยา ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะมีผลทำให้เอนไซม์เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพและทำงานผิดปกติแต่ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปก็อาจทำให้เอนไซม์ทำงานได้ไม่ดีซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้
  - พืชที่เจริญในเขตศูนย์สูตร พืชที่เจริญในเขตหนาวและพืชที่เจริญในเขตทะเลทรายมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงแตกต่างกันหรือไม่ลักษณะใด

ตอบ แตกต่างกันพืชที่เจริญในเขตศูนย์สูตรมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงประมาณ 26-28 องศาเซลเซียสซึ่งสูงกว่าพืชเขตหนาวที่มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีที่อุณหภูมิใกล้ 0 องศาเซลเซียสส่วนพืชทะเลทรายสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส

- พืช C3 และพืช C4 ซึ่งอยู่ในเขตศูนย์สูตรอุณหภูมิที่เหมาะสมต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงแตกต่างกันหรือไม่ลักษณะใด

ตอบ แตกต่างกันพืช C3 มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำกว่าพืช C4 เพราะพืช C3 เมื่ออุณหภูมิสูงจะเกิดการหายใจเชิงแสงได้ดีเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ rubisco จึงทำให้อัตราการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำลง

- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต้องอาศัยเอนไซม์ในการทำปฏิกิริยาซึ่งหากอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปอาจมีผลทำให้เอนไซม์เกิดการเปลี่ยนแปลงและทำงานผิดปกติได้ซึ่งจะมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
- นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - อายุใบของพืชที่เหมาะสมต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงควรมีลักษณะอย่างไร

ตอบ ควรมีอายุใบที่ไม่อ่อนหรือแก่เกินไปเพราะใบพืชที่อ่อนเกินไปคลอโรพลาสต์ยังเจริญไม่เต็มที่จึงมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำในขณะที่ใบพืชแก่เกินไปส่วนของปลานุ่มและคลอโรฟิลล์มีการสลายตัวการสลายตัวของการอุมและคลอโรฟิลล์นี้ทำให้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชลดลง

- ปริมาณน้ำในดินเกี่ยวข้องกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในลักษณะใด

ตอบ ถ้าน้ำในดินน้อยเกินไปปากใบจะปิดทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แพร่เข้าสู่ปากใบได้ยากส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชลดลง และถ้าน้ำในดินมากเกินไปรากของพืชจะขาดแก๊สออกซิเจนทำให้พืชดูดซึ่มสารอาหารในดินได้น้อยลง

  - ถ้าพืชขาดสารอาหารจะมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในลักษณะใด

ตอบ พืชจะขาดสารอาหารซึ่งมีธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการสร้างคลอโรฟิลล์ที่เป็นสารสีสำหรับใช้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะสูงขึ้นก็ต่อเมื่อ 1) อายุใบไม่แก่หรืออ่อนเกินไป 2) ปริมาณน้ำในดินไม่มากหรือน้อยเกินไป 3) ได้รับสารอาหารที่จำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์
- นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
- นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - ใบพืชชนิดเดียวกันที่อยู่ในที่กลางแจ้งกับที่อยู่ในที่ร่มมีการปรับตัวและปรับโครงสร้างเพื่อรับแสงแตกต่างกันหรือไม่ลักษณะใด

ตอบ แตกต่างกันใบพืชที่อยู่กลางแจ้งจะได้รับแสงที่มีความเข้มข้นของแสงสูงกว่าใบพืชที่อยู่ในที่ร่มดังนั้นใบพืชที่อยู่กลางแจ้งลักษณะผิวใบจะมีความหนาและมันเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำและมีการจัดเรียงตัวของใบซึ่งมีทิศทางหลีกเลี่ยงการรับแสงโดยตรงเพราะแสงอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมในเซลล์พืชได้รวมถึงมีการปรับโครงสร้าง ของใบในชั้น palisade mesophyll ให้มีรูปร่างยาวและเรียงตัวในแนวตั้งฉากกับเนื้อเยื่อชั้นผิวเอพิเดอร์มิสทำให้มีพื้นที่

ผิวอิสระแสงจึงสามารถหักเหผ่านพื้นที่ผิวอิสระนี้ไปยังเซลล์อื่นๆได้ทำให้เกิดการสะท้อนของแสงไปได้หลายทิศทางเป็นการช่วยเพิ่มโอกาสในการดูดซับแสงโดยสารสีในเซลล์ของใบพืชส่วนใหญ่ในร่มได้รับแสงน้อยลักษณะผิวใบจะบางและไม่เป็นมันและการจัดเรียงตัวของใบมีทิศทางที่กางใบออกเพื่อให้ได้รับแสงไว้ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงรวมถึงมีการปรับโครงสร้างของใบในชั้น palisade mesophyll ให้มีรูปร่างไม่แน่นอน

- ถ้านักเรียนนำต้นไม้ที่ปลูกในกระถางไปวางไว้ในห้องรับแขกนักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่าลักษณะของใบไม้หันไปทิศใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ตอบ โดยทั่วไปห้องรับแขกจะมีปริมาณแสงน้อยกว่าห้องอื่นดังนั้นจะเห็นได้ว่าต้นไม้มักจะพยายามหันไปใบในทิศทางที่มีแสงซึ่งอยู่ภายนอกห้องเพื่อให้ได้รับแสงอย่างเพียงพอเหตุที่เป็นเช่นนั้นเพราะต้นไม้ต้องการแสงเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

- การจัดเรียงตัวของใบพืชมีประโยชน์ต่อพืชในเรื่องใด

ตอบ ทำให้พืชสามารถรับแสงได้ทั่วถึงทุกใบ

21. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่าพืชจำเป็นต้องมีการปรับตัวของใบเพื่อให้เล็ดต่อการรับแสงการปรับตัวของใบพืชเช่น 1) การปรับโครงสร้างของใบเพื่อรับแสง 2) การปรับทิศทางของใบเพื่อรับแสง 3) การปรับตัวโดยการจัดเรียงใบเพื่อแข่งขันในการรับแสงของพืชที่ขึ้นในบริเวณเดียวกัน

### ชั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืช จากหนังสือเรียน ชุดกิจกรรมวารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต รวมทั้งนำความรู้ที่ค้นคว้าได้มาจัดทำเป็นรายงานหรือป้ายนิเทศให้เพื่อนๆ ได้เรียนรู้และแลกเปลี่ยนความรู้กัน
2. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำของพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องฟังรวมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลเขียนลงในสมุด

### ชั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีช่วยให้ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น
  - อธิบายโครงสร้างของพืช C3 และพืช C4
  - สรุปการเกิดวัฏจักรคาร์บอนของพืช C4
  - เปรียบเทียบโครงสร้างและกลไกในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C3 และพืช C4
  - การหายใจเชิงแสงคืออะไรมีผลต่อการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชในลักษณะใด
  - การหายใจเชิงแสงมีประโยชน์ต่อพืชในเรื่องใด

- ถ้าพืชเกิดการหายใจเชิงแสงมากจะเกิดผลต่อพืชในลักษณะใด
  - พืชดูดกลืนแสงจากดวงอาทิตย์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละเท่าใด
  - พืชแต่ละชนิดต้องการความเข้มแสงแตกต่างกันหรือไม่ลักษณะใด
  - ยกตัวอย่างพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในที่ร่มและพืชที่เจริญเติบโตในที่กลางแจ้งตามประสบการณ์ที่นักเรียนเคยพบเห็นมา
  - จุดชดเชยของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และจุดอิ่มตัวของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์คืออะไร
  - จุดชดเชยของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชแต่ละชนิดเท่ากันหรือไม่เพราะเหตุใด
  - ยางพาราเป็นพืชที่เจริญในเขตศูนย์สูตรที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเหมือนพืชในเขตหนาวและพืชในเขตทะเลทรายหรือไม่ลักษณะใด
  - อุณหภูมิมีผลมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร
  - อายุใบและปริมาณน้ำในดินมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในลักษณะใด
  - ในสารอาหารของพืชมีธาตุอาหารอยู่หลายชนิดธาตุอาหารที่จำเป็นต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีอะไรบ้าง
  - การจัดเรียงตัวของเซลล์ในชั้น palisade mesophyll และสpongiform ช่วยในการรับแสงได้อย่างไร
  - ถั่วและฝ้ายซึ่งเป็นพืชล้มลุกมีการปรับทิศทางของใบเพื่อลดการรับแสงที่มากเกินไปได้อย่างไร
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนผังความคิดหรือผังโน้ต
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 16 การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
2. การทดลอง เรื่องที่ 16 การศึกษาการเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 16 การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
4. ใบงาน เรื่องที่ 16 การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 16 การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 16 การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด        | วิธีการวัดผล                                                     | เครื่องมือการวัดผล                                                 | เกณฑ์การผ่าน                                             |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80% |

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                        | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | 3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน                                                                        |                                                                                                                                           |                                                                                                                                            |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                       | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

#### 1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

#### 4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

#### 5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

#### 6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

#### 7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 17 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย

นางวรินรำไพ แกวกระโทก

ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 17

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง เรื่องที่ 17 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

จำนวน ..... ชั่วโมง คณะแผนรายจุดประสงค์ ..... คณะแผน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

17. สืบค้นข้อมูล และระบุปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช วิเคราะห์และอธิบายเกี่ยวกับความเข้มข้นแสง ความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | แนวทางการวัดและประเมินผล การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>1. ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด<br>2. สภาพการพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด<br>3. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการวัดการเจริญเติบโตของพืช<br><br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b><br>1. การสังเกต<br>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล | 1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างของเมล็ด แล้วใช้คำถามเชื่อมโยงไปสู่ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด<br>2. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง<br>3. ให้นักเรียนทำการทดลองนำเสนอ อภิปรายร่วมกัน และสรุปเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด | <b>ด้านความรู้</b><br>ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ดและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอก และการวัดการเจริญเติบโตของพืช จากการทดลอง การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b><br>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและอภิปรายร่วมกัน |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                   | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. การลงความเห็นจากข้อมูล<br>4. การตั้งสมมติฐาน<br>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร<br>6. การทดลอง<br>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป<br><b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b><br>1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ<br>2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ | 4. ให้ความรู้เกี่ยวกับสภาพการพักตัวของเมล็ด และปัจจัยที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด<br>5. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางในการแก้สภาพการพักตัวของเมล็ด<br>6. อธิบายการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการวัดการเจริญเติบโตของพืช | 2. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ<br><b>ด้านจิตวิทยาาสตร์</b><br>จิตวิทยาาสตร์ด้านต่างๆ จากการสังเกตพฤติกรรมในการอภิปรายร่วมกัน และการทำการทดลอง |

## กำหนดการเรียนรู้

| ลำดับที่ | หน่วย/เรื่อง                                       | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                      | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|----------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|          |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|          | บทที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |       |      |      |      |     |
| 16       | 11.5 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง | 17. สืบค้นข้อมูล และระบุปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช วิเคราะห์และอธิบายเกี่ยวกับความเข้มข้นแสง ความเข้มข้นของแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช | 3                 | -     | -    | 2    | 3    | 5   |

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

#### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างของเมล็ด แล้วใช้คำถามเชื่อมโยงไปสู่ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

#### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เช่น
  - นักเรียนเคยเพาะเมล็ดพืชหรือไม่ มีวิธีการเพาะอย่างไร
  - พืชชนิดใดบ้างที่นิยมปลูกโดยการเพาะเมล็ด
  - การงอกของเมล็ดต้องอาศัยปัจจัยใดบ้าง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคำตอบของนักเรียน
3. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยตั้งประเด็นคำถามเช่น
  - การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศหมายถึงอะไร
 

ตอบ เป็นการสืบพันธุ์โดยไม่มีการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย
  - ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชที่มีการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่างๆของพืช
 

ตอบ สตrobilium ขยายพันธุ์โดยใช้ไหล มันฝรั่งขยายพันธุ์โดยใช้หัว โคมญี่ปุ่นขยายพันธุ์โดยใช้ใบ
  - การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมีข้อดีอย่างไร
 

ตอบ เป็นการรักษาพันธุ์พืชให้มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนเดิมไม่เกิดการกลายพันธุ์ขึ้น
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคำตอบของนักเรียน

#### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า การงอกของเมล็ด คือ การที่เอ็มบริโอของเมล็ดเริ่มมีกิจกรรมในการเจริญเติบโตงอกออกมาจากเมล็ดและเปลี่ยนแปลงไปเป็นพืชต้นใหม่ เมล็ดที่จะนำไปเพาะและงอกเป็นพืชต้นใหม่ได้นั้นต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายปัจจัยทางกายภาพหรือปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดในหนังสือเรียนประกอบ
3. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดตามขั้นตอนต่อไปนี้

- แต่ละกลุ่มวางแผนสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด และปัจจัยภายในที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้หรือจากหนังสือ วารสารวิทยาศาสตร์ สารานุกรม วิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดส่งครู
4. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
  5. นักเรียนศึกษาการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการขยายพันธุ์พืชจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูนำอภิปรายว่าการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเป็นการสืบพันธุ์โดยไม่ต้องมีการผสมของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียซึ่งในพืชดอกมีการสืบพันธุ์โดยวิธีนี้มากไม่ว่าจะเป็นไปตามธรรมชาติหรือเกิดการกระทำของมนุษย์ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้มีการนำเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาช่วยในการขยายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงคุณภาพผลผลิตทางการเกษตรให้ได้คุณภาพตามที่มนุษย์ต้องการวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ก็คือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช
  6. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูลการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชตามขั้นตอนต่อไปนี้
    - แต่ละกลุ่มวางแผนสืบค้นข้อมูลโดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อยเช่นประวัติความเป็นมาของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชหลักการและวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชอาหารสังเคราะห์สำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช
    - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้หรือจากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
    - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
    - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชส่งครู
  7. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดได้แก่ปัจจัยใดบ้าง
  - ตอบ น้ำหรือความชื้น แก๊สออกซิเจน อุณหภูมิและแสงสว่าง

- แก๊สออกซิเจนมีความสำคัญต่อการงอกของเมล็ดอย่างไร  
ตอบ ขณะงอกเมล็ดมีอัตราการหายใจสูงจึงต้องการแก๊สออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงานและใช้แก๊สออกซิเจนในกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ
- สภาพพักตัวของเมล็ดคืออะไร เกิดจากสาเหตุใดบ้าง  
ตอบ สภาพพักตัวของเมล็ด คือ ระยะหนึ่งของเมล็ดพืชที่หยุดการเจริญชั่วคราวเพื่อหลีกเลี่ยงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมสภาพพักตัวของเมล็ดเกิดจากสาเหตุหลายประการเช่นเปลือกเมล็ดที่แข็งและหนาทำให้น้ำไม่สามารถผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ดได้เอ็มบริโอยังไม่เต็มที่ที่ทำให้เมล็ดไม่สามารถงอกได้ต้องรอเวลาช่วงหนึ่งเพื่อให้เอ็มบริโอมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเมล็ดพืชบางชนิดมีเอนโดสเปิร์มน้อยมากทำให้ไม่มีอาหารเพียงพอสำหรับเลี้ยงเอ็มบริโอระหว่างการงอก
- 3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่า
  - ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดได้แก่น้ำหรือความชื้นแก๊สออกซิเจนอุณหภูมิและแสงสว่างปัจจัยภายในที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดคือสภาพพักตัวของเมล็ด
- 4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
- 5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - พืชชนิดใดบ้างที่นิยมขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช  
ตอบ กล้ายไม้ กล้าย สดอเบอร์รี่ รวมทั้งพืชดอกกลุ่มอื่นๆ
  - การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชคืออะไร  
ตอบ การนำส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิตอาจเป็นอวัยวะเนื้อเยื่อเซลล์ตลอดจนโพรโทพลาสต์ซึ่งเป็นโพรโทพลาสต์ที่ปราศจากผนังเซลล์หุ้มมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อโดยให้อาหารสังเคราะห์และควบคุมสภาพแวดล้อมเช่นแสงอุณหภูมิและความชื้น
  - การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง  
ตอบ มีขั้นตอนที่สำคัญคือการคัดเลือกและการเตรียมชิ้นส่วนการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อและการย้ายต้นพืชออกปลูกในสภาพธรรมชาติ
  - ส่วนใดของพืชที่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้  
ตอบ ตายอด ข้อหรือป้อม เมล็ด ใบและราก
- 6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชต้องใช้เทคนิคปลอดเชื้อทุกขั้นตอนเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆเช่นเพื่อการขยายพันธุ์พืชการปรับปรุงพันธุ์พืชและการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีการนำฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่างๆมาเป็นส่วนประกอบในอาหารเพาะเลี้ยงเพื่อกระตุ้นให้ชิ้นส่วนพืชสามารถเจริญเติบโตเป็นพืชต้นเล็กๆในปริมาณมากและเจริญต่อไปจนกลายเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์แข็งแรงมีรากพร้อมที่จะไปปลูกในกระถางหรือโรงเรือนเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมการเกษตรต่อไป

### ชั้นขยายความรู้

1. ครูตั้งประเด็นคำถามที่น่าสนใจให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเช่น  
ตอบ สภาพพักตัวของเมล็ดสามารถทำลายได้ด้วยวิธีการใดบ้างตอบวิธีทำลายสภาพพักตัวของเมล็ดสามารถทำได้หลายวิธีได้แก่
  - 1.1 สภาพพักตัวของเมล็ดอันเนื่องมาจากเปลือกหรือส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดสามารถทำลายด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

- ใช้กลวิธีเป็นการทำให้เปลือกเมล็ดบางลง จนน้ำและแก๊สออกซิเจนสามารถซึมผ่านเข้าไปได้ทำไรได้หลายวิธีเช่นการถูหรือผลเมล็ดการตัดตายเมล็ดด้านตรงข้ามเอ็มบริโอทุกเมล็ดให้เป็นรอยร้าวหรือกระเพาะเปลือกเมล็ดออกก่อนนำไปเพาะ
- การแช่น้ำเพื่อล้างสารยับยั้งการงอกออกไปและทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนแก๊สออกซิเจนสามารถผ่านเข้าไปในเมล็ดได้อาจใช้วิธีแช่น้ำอุ่นก่อนน้ำเย็น
- การใช้สารเคมีกัดเปลือกเมล็ด เช่น กรดแอซิดิก กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟิวริก เพื่อทำลายเปลือกเมล็ดให้ยุบบางลง โดยแช่เมล็ดในกรดหรือเบสประมาณ 15 ถึง 20 นาที แล้วนำเมล็ดไปล้างน้ำให้กดอกหมดก่อนนำไปเพาะ

1.2 ทำลายสภาพพักตัวของเมล็ดอันเนื่องมาจากเอ็มบริโอจะต้องเก็บเมล็ดไว้ในที่มีอุณหภูมิสูงแล้วนำไปเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำแล้วจึงนำเมล็ดไปเพาะในวัสดุที่ขึ้น

- เมล็ดพืชที่มีสภาพพักตัวของเมล็ดนานกับเมล็ดพืชที่ไม่มีสภาพพักตัวของเมล็ดมีข้อได้เปรียบเสียเปรียบในการขยายพันธุ์อย่างไรบ้าง

ตอบ เมล็ดที่มีสภาพพักตัวของเมล็ดนั้นมีข้อได้เปรียบคือเมื่อสภาพแวดล้อมยังไม่เหมาะสมจะไม่งอกทำให้เก็บเมล็ดไว้ได้นานเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงงอกทำให้มีโอกาสอยู่รอดได้สูงแต่มีข้อเสียเปรียบคืองอกช้าทำให้การขยายพันธุ์ช้าไปด้วยส่วนเมล็ดที่ไม่มีสภาพพักตัวของเมล็ดมีข้อได้เปรียบ คือเมล็ดงอกได้เร็วอาจจะงอกตั้งแต่อยู่ในผลมีการเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้เร็วแต่มีข้อเสียเปรียบคือสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตอาจยังไม่เหมาะสมทำให้มีโอกาสอยู่รอดได้น้อย

1.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดโดยการวัดดัชนีการงอกของเมล็ดโดยให้ได้ข้อสรุปว่าการวัดดัชนีการงอกของเมล็ดเป็นวิธีการวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่จะตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดก่อนนำไปเพาะปลูกโดยอาศัยหลักการที่ว่าเมล็ดพันธุ์ใดมีความแข็งแรงมากย่อมงอกได้เร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงน้อย

1.4 ครูให้นักเรียนฝึกคำนวณหาค่าดัชนีการงอกของเมล็ดโดยใช้ข้อมูลจากตารางการงอกของต้นกล้าถั่วเหลืองที่ได้มาจากแหล่งที่แตกต่างกัน 3 แหล่งดังนี้

| เมล็ดพันธุ์ | จำนวนต้นกล้าที่งอกในแต่ละวัน |         |         |         |         |         |         | ดัชนีการงอกของเมล็ด |
|-------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
|             | วันที่1                      | วันที่2 | วันที่3 | วันที่4 | วันที่5 | วันที่6 | วันที่7 |                     |
| แหล่งที่1   | -                            | -       | -       | 25      | 20      | 25      | -       | 14.42               |
| แหล่งที่2   | -                            | -       | 40      | 20      | 30      | -       | -       |                     |
| แหล่งที่3   | -                            | 15      | 30      | 40      | 8       | 2       | -       |                     |

ดัชนีการงอกของเมล็ดจากแหล่งที่ 1 =  $25/4 + 20/5 + 25/6 = 14.42$

ดัชนีการงอกของเมล็ดจากแหล่งที่ 2 =  $40/3 + 20/4 + 30/5 = 24.33$

ดัชนีการงอกของเมล็ดจากแหล่งที่ 3 =  $15/2 + 30/3 + 40/4 + 8/5 + 2/6 = 29.43$

- จากค่าดัชนีการงอกของเมล็ดทั้ง 3 แหล่งพบว่าแหล่งที่ 3 มีค่าดัชนีการงอกสูงที่สุดแสดงว่าเมล็ดมีความแข็งแรงมากที่สุดในความเป็นจริงเกษตรกรอาจไม่เลือกค่าดัชนีการงอกของเมล็ดที่สูงที่สุดแต่อาจเลือกจากปริมาณเมล็ดที่งอกได้มากและงอกได้สม่ำเสมอส่วนแรงที่ 1 มีค่าดัชนีการงอกต่ำที่สุดแสดงว่าเมล็ดมีความแข็งแรงน้อยกว่าแหล่งอื่นๆจึงงอกช้าที่สุด

### 1.5 นักเรียนสืบค้นข้อมูลในประเด็นที่น่าสนใจเช่น

- กระบวนการงอกของเมล็ด
- การแพร่กระจายของเมล็ด
- การอนุรักษ์เมล็ดพันธุ์
- ความสำคัญของเมล็ดในทางเศรษฐกิจ

นำข้อมูลที่ได้จัดทำเป็นรายงานส่งครูหรือจัดป้ายนิเทศให้ความรู้หรือร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน

2. นักเรียนแบ่งกลุ่มสืบค้นข้อมูลการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่นักเรียนสนใจนำข้อมูลที่ได้มาจัดป้ายนิเทศให้ความรู้หรือจัดทำเป็นรายงานส่งครู
3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการวัดการเจริญเติบโตของพืชโดยให้ข้อมูลดังนี้
  - การวัดการเจริญเติบโตของพืชสามารถวัดได้หลายวิธีเช่นการวัดความสูงการหามวลโดยการชั่งน้ำหนักสดหรือน้ำหนักแห้งของพืชการนับจำนวนใบซึ่งแต่ละวิธีมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน เช่น
    1. การวัดความสูง การวัดความสูงมีโอกาสคลาดเคลื่อนเนื่องจากขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้วัดความเที่ยงตรงของคนวัดและกรณีที่พืชมีความสูงมากอาจใช้วิธีนี้ไม่ได้อาจต้องใช้วิธีการวัดรอบวงของลำต้นแทน
    2. การวัดมวลโดยการชั่งน้ำหนักสดของพืช อาจไม่ได้ค่าน้ำหนักที่แท้จริงและถ้าจำนวนตัวแทนพืชมีน้อยไปก็ยังไม่ถือว่าเป็นตัวแทนทั้งหมดได้
    3. การหามวลโดยการชั่งน้ำหนักแห้งของพืช เนื่องจากมวลชีวภาพของพืชแต่ละต้นมีความแตกต่างกันถ้าตัวแทนพืชที่ใช้มีจำนวนน้อยอาจไม่ถือว่าเป็นตัวแทนของพืชทั้งหมด
    4. การนับจำนวนใบ ถ้าพืชมีก้านสาขามากอาจไม่สามารถนับได้หมดหรือถ้าเป็นตัวแทนพืชตัวอย่างน้อยไปก็ยังไม่ถือว่าเป็นตัวแทนพืชทั้งหมดได้
  - การวัดการเจริญเติบโตของพืชตั้งแต่งอกจากเมล็ดจนกระทั่งเจริญเติบโตเต็มที่ออกดอกออกผลมีลักษณะคล้ายกราฟการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั่วไปคือได้กราฟรูปตัวเอส S
4. คุยขยายความรู้ของนักเรียนให้กว้างขวางยิ่งขึ้นโดยให้นักเรียนศึกษาและอภิปรายเกี่ยวกับดอกและผลของพืชที่เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญและเป็นอุตสาหกรรมของประเทศเช่นดอกและผลกล้วยดอกและเมล็ดข้าวดอกข้าวโพดและดอกทุเรียน
5. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการวัดการเจริญเติบโตของพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ตและนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟังรวมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลลงสมุดส่งครู
6. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้
7. นักเรียนทำแบบฝึก
8. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึก

### ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนโดยการถามตอบ เช่น
  - การงอกของเมล็ดเกี่ยวข้องกับปัจจัยใดบ้าง
  - ถ้านักเรียนเป็นเกษตรกรจะมีวิธีการเก็บเมล็ด พันไว้ใช้เพื่อการเพาะปลูกในฤดูกาลถัดไปอย่างไร
  - การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดทำได้โดยวิธีการใดบ้าง
  - การนำส่วนต่างๆของพืชมาขยายพันธุ์มีข้อดีข้อเสียอย่างไร
  - การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีประโยชน์อย่างไร
  - การวัดการเจริญเติบโตของพืชมีวิธีการวัดจากอะไรบ้าง
  - การวัด การเจริญเติบโตของพืชโดยการวัดด้วยความสูงมีข้อจำกัดอย่างไร
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชโดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

#### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 17 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. การทดลอง เรื่องที่ 17 การศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 17 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. ใบงาน เรื่องที่ 17 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 17 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 17 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

#### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด        | วิธีการวัดผล                                                                               | เครื่องมือการวัดผล                                                        | เกณฑ์การผ่าน                                                   |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน        | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%       |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ    | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่                                        | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะ | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบ |

| สิ่งที่ต้องการวัด                 | วิธีการวัดผล                                                                 | เครื่องมือการวัดผล                                                          | เกณฑ์การผ่าน                                                                             |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือ<br>ชิ้นงาน                                    | แห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. แบบประเมินผังมโน<br>ทัศน์ ( Maid Map<br>Rubric ) | ประเมินทักษะแห่ง<br>ศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับ<br>ดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่าน<br>ระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอัน<br>พึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะ<br>ของนักเรียนตามแบบ<br>ประเมินคุณลักษณะอัน<br>พึงประสงค์ | 1. แบบประเมิน<br>คุณลักษณะอันพึง<br>ประสงค์                                 | 1. มีคุณลักษณะอันพึง<br>ประสงค์ ผ่านระดับ 2                                              |

### บันทึกหลังสอน

1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 18 ฮอว์โมนพืช  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย

นางวรินรำไพ แกวกระโทก

ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 18

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 12 การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช เรื่องที่ 18 ฮอโมนพืช

จำนวน ..... ชั่วโมง คณะแผนรายจุดประสงค์ ..... คณะแผน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

18. อธิบายกระบวนการตอบสนองของพืชต่อฮอโมนพืช สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอธิบายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>1. บทบาทหน้าที่ของ ออกซิน ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน และกรดแอบไซซิก<br>2. การนำข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีสังเคราะห์ที่มีสมบัติเหมือนกับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่พืชสร้างขึ้นมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b><br>1. การสังเกต<br>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล | 1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพหรือ Animation<br>2. การทดลองเกี่ยวกับการตอบสนองต่อแสงของปลายโคลีออฟไทล์ของพืช เพื่ออธิบายเกี่ยวกับผลของสารที่พืชสร้างขึ้นเพื่อควบคุมการเจริญเติบโต<br>3. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับบทบาท และหน้าที่ของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ออกซิน ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน และกรดแอบไซซิก ซึ่งเป็นสิ่งเร้าภายใน | <b>ด้านความรู้</b><br>1. บทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก จากการสืบค้นข้อมูลและอภิปรายร่วมกันและการทำแบบทดสอบ<br>2. การนำสารเคมีสังเคราะห์ที่มีสมบัติเหมือนกับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่พืชสร้างขึ้น มาไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรจากการสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายร่วมกันด้านทักษะการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่า |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                           | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. การลงความเห็นจากข้อมูล<br>4. การตั้งสมมติฐาน<br>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร<br>6. การทดลอง<br>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป<br><b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b><br>1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ<br>2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ | 4. อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ นักเรียนสรุปเกี่ยวกับ บทบาทและหน้าที่ของ สารควบคุมการ เจริญเติบโตชนิดต่างๆ ที่พืชสร้างขึ้น<br>5. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล นำเสนอ และอภิปราย ร่วมกันเกี่ยวกับสาร สังเคราะห์ที่มีสมบัติ เหมือนกับสารควบคุม การเจริญเติบโตที่พืช สร้างขึ้นและการนำมาใช้ ประโยชน์ทางการเกษตร | ทนต่อการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอ<br><b>ด้านทักษะ</b><br>3. ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ความ ร่วมมือการทำงานเป็น ทีม และภาวะผู้นำ จาก การทำการทดลองและ อภิปรายร่วมกัน<br>4. การสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ จาก การสืบค้นข้อมูล และ การนำเสนอ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก การสังเกตพฤติกรรมในการ อภิปรายร่วมกัน และการทำการ ทดลอง |

#### กำหนดการเรียนรู้

| ลำดับที่ | หน่วย/เรื่อง                                                | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                 | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|----------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|          |                                                             |                                                                                                                                                                                       |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|          | <b>บทที่ 12 การควบคุมการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช</b> |                                                                                                                                                                                       |                   |       |      |      |      |     |
| 17       | 12.1 ฮอโมนพืช                                               | 18. อธิบายกระบวนการตอบสนองของพืชต่อฮอโมนพืช สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอธิบายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร | 3                 | -     | -    | 3    | 4    | 7   |

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)

3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

#### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

#### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพหรือ Animation
3. การทดลองเกี่ยวกับการตอบสนองต่อแสงของปลายโคเลออปพอล์ของพืช เพื่ออธิบายเกี่ยวกับผลของสารที่พืชสร้างขึ้นเพื่อควบคุมการเจริญเติบโต

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหรือฮอร์โมนพืช โดยครูตั้งประเด็นคำถามดังนี้
  - ถ้านักเรียนต้องการทำให้ผลไม้ที่เก็บมาสุกเร็วขึ้นจะใช้วิธีการใด
  - เกษตรกรใช้วิธีการใดเพื่อให้การติดผลของผลไม้เพิ่มขึ้น
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องการตอบสนองต่อแสงของยอดแรกเกิด
3. ครูทบทวนการเกี่ยวกับการตอบสนองต่อแสงของยอดแรกเกิดโดยสุ่มนักเรียน 2-3 คนให้นักเรียนตอบคำถามโดยครูใช้คำถามกระตุ้นดังนี้
  - กลไกในการโค้งงอของพืชเป็นอย่างไร
  - นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองเพื่อศึกษาการตอบสนองต่อแสงของปลายยอดแรกเกิดด้วยวิธีการใด
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องฮอร์โมนพืช

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาการตอบสนองต่อแสงของยอดแรกเกิด จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า ฮอร์โมนพืช คือ สารเคมีที่พืชสร้างขึ้นแล้วมีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาเกี่ยวกับฮอร์โมนพืชมาตั้งแต่อดีต จากการสังเกตเห็นว่าปลายยอดของต้นอ่อนของพืชโค้งงอเข้าหาแสงเสมอ พวกเขาจึงได้กำหนดสมมติฐานเพื่อการศึกษาสิ่งที่สังเกตเห็น การทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับความสนใจ คือ การทดลองของชาร์ล ดาร์วิน และฟรานซิส ดาร์วิน ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม
2. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองการตอบสนองต่อแสงของปลายเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ดังนี้
 

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

  - ปลายเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดมีการตอบสนองต่อแสงอย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดสมมติฐาน

  - พืชที่มีปลายเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดอยู่ในสภาพปกติน่าจะเจริญเติบโตและโค้งงอเข้าหาแสง

ขั้นที่ 3 การทดลอง

- เพาะเมล็ดข้าวโพดในกระบะเพาะเมล็ดโดยเก็บไว้ในที่มีด 1 ถึง 2 วัน เลือกเมล็ดข้าวโพดที่ออกจมน้ำเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดสูงประมาณ 2 เซนติเมตรจำนวน 9 ต้น แล้วนำมาปลูกลงในกระถาง โดยแบ่งเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3 ต้น ดังนี้
    - กลุ่มที่ 1 ตัดปลายเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดออกประมาณ 0.5 ถึง 1 cm
    - กลุ่มที่ 2 นำกระดาดตะกั่วหรือกระดาดสีดำพับเป็นหมวกครอบปลายเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดไว้
    - กลุ่มที่ 3 ตั้งอยู่ในสภาพปกติ
  - นำกล่องกระดาดที่บดแสงมาเจาะรูด้านหนึ่งของกล่องให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร และอยู่ในระดับเดียวกับปลายเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดของข้าวโพดนำกล่องมาครอบกระถางไว้
  - ตั้งชุดการทดลองไว้ใกล้หน้าต่างที่มีแสงแดดร่มประมาณ 1 วันแล้วนำกระถาง อ่องที่ครอบออก สังเกตผลการทดลองและบันทึกข้อมูล ดังภาพ
3. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
  4. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่า การเจริญที่ปลายยอดและแปลว่าของพืชมีสารเคมีที่เรียกว่า ฮอร์โมนพืชเป็นตัวควบคุม ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์สามารถสังเคราะห์สารที่มีสมบัติเหมือนฮอร์โมนพืชได้ในห้องปฏิบัติการ และเรียกรวมฮอร์โมนพืชที่ได้จากธรรมชาติและสารที่ได้จากการสังเคราะห์ว่า สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกัน 5 กลุ่ม คือ ออกซิน ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก
  5. แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มตัวแทนกลุ่มออกมาจับฉลากเลือกปฏิบัติกิจกรรมต่อไปนี้
    - กิจกรรมสืบค้นข้อมูล อิทธิพลของออกซินต่อพืช
    - กิจกรรมสืบค้นข้อมูล อิทธิพลของไซโตไคนินและจิบเบอเรลลินต่อพืช
    - กิจกรรมสืบค้นข้อมูล อิทธิพลของเอทิลีนและกรดแอบไซซิกต่อพืช
    - แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น
      - กิจกรรมสืบค้นข้อมูลอิทธิพลของออกซินต่อพืช
        - ผลของออกซินต่อการเจริญเติบโตในส่วนต่างๆของพืช
        - ออกซินสังเคราะห์ที่ใช้ในด้านเกษตรกรรม
        - การนำออกซินไปใช้ประโยชน์ในด้านเกษตรกรรม
      - กิจกรรมสืบค้นข้อมูลอิทธิพลของไซโตไคนินและจิบเบอเรลลินต่อพืช
        - ผลของไซโตไคนินและจิบเบอเรลลินต่อการเจริญเติบโตในส่วนต่างๆของพืช
        - ไซโตไคนินและ gibberellin สังเคราะห์ที่ใช้ในด้านเกษตรกรรม
        - การนำไซโตไคนินและจิบเบอเรลลินไปใช้ประโยชน์ในด้านเกษตรกรรม
      - กิจกรรมสืบค้นข้อมูลอิทธิพลของเอทิลีนและกรดแอบไซซิกต่อพืช
        - ผลของเอทิลีนในการเปลี่ยนแปลงของพืช
        - ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์เอทิลีน
        - ความสัมพันธ์ระหว่างกรดแอบไซซิกและฮอร์โมนชนิดอื่น

- สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้ จากหนังสือ วารสารวิทยาศาสตร์ สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
  - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆสมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจึงคาดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับที่ผลของออกซินไซโตไคนินจิบเบอเรลลินเอทิลีนและกรดแอบไซซิกส่งครู
6. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามดังนี้
  - ตัวแปรต้นและตัวแปรตามของการทดลองนี้คืออะไร  
ตอบ ตัวแปรต้น คือ การตัดหรือไม่ตัดปลายเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิด ตัวแปรตาม คือ การเบนเข้าหาแสงของปลายเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิด
  - การเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืชทั้ง 3 กลุ่มมีลักษณะใด  
ตอบ กลุ่มที่ 1 ไปเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดของต้นกล้าไม่เจริญเติบโตแต่ตั้งตรง กลุ่มที่ 2 ปลายเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดของต้นกล้าเจริญเติบโตและตั้งตรง กลุ่มที่ 3 ปลายเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดของต้นกล้าเจริญเติบโตและโค้งงอเข้าหาแสง
3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ได้ข้อสรุปว่า ปลายเนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดของต้นกล้าเมื่อได้รับแสงจะตอบสนองโดยการโค้งงอเข้าหาแสงซึ่งต่อมามีผู้อธิบายว่าที่ยอดของต้นอ่อนโค้งเข้าหาแสงได้เนื่องจากเซลล์บริเวณยอดแรกเกิดสร้างสารชนิดหนึ่งขึ้นมาและแสงทำให้สารชนิดนี้แพร่จากด้านที่ได้รับแสงมากไปยังด้านที่ได้รับแสงน้อยทำให้เซลล์บริเวณยอดแรกเกิดด้านที่ได้รับแสงน้อยมีปริมาณสารชนิดนี้มากและกระตุ้นให้เซลล์ขยายตัวตามความยาวดังรูป
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
 

กิจกรรมสืบค้นข้อมูลอิทธิพลของออกซินต่อพืช

  - แหล่งสร้างออกซินอยู่ที่บริเวณใดบ้าง  
ตอบ ปลายยอด ปลายราก ตา ใบอ่อน และเอ็มบริโอ
  - ยกตัวอย่างสารเคมีสังเคราะห์ที่มีสมบัติลักษณะเดียวกับออกซิน  
ตอบ IBA , NAA, 2,4-D

กิจกรรมสืบค้นข้อมูลอิทธิพลของไซโตไคนินและจิบเบอเรลลินต่อพืช

  - หน้าที่หลักของไซโตไคนินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชคืออะไร  
ตอบ กระตุ้นการบางเซลล์และการเจริญของเซลล์
  - เพราะเหตุใดจึงนำไซโตไคนินสังเคราะห์มาใช้ร่วมกับออกซินในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช  
ตอบ เพราะช่วยชักนำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดการแบ่งเซลล์ สร้างแคลลัส และเปลี่ยนสภาพของเซลล์จนเจริญเป็นต้นพืชได้

- ไม้ดอกเมืองหนาวที่ต้องการอุณหภูมิต่ำในการออกดอก ถ้านำมาปลูกในที่ที่มีสภาพอากาศเย็นไม่เพียงพอเกษตรกรสามารถกระตุ้นให้ออกดอกได้โดยใช้ฮอร์โมนพืชชนิดใด

ตอบ จิบเบอเรลลิน

กิจกรรมสืบค้นข้อมูลอิทธิพลของเอทิลีนและกรดแอบไซซิกต่อพืช

- ถ้าชาวสวนต้องการเร่งให้ผลไม้สุกพร้อมกันจำนวนมากเพื่อการจำหน่ายจะมีวิธีการอย่างไร
- ตอบ ห่อถ่านแก๊สด้วยกระดาษแล้ววางไว้ในภาชนะที่บรรจุผลไม้ไอน้ำจะทำปฏิกิริยากับถ่านแก๊สเกิดแก๊สเอทิลีนที่มีสมบัติคล้ายเอทิลีนจึงทำให้ผลไม้สุกได้
- เพราะเหตุใดจึงกล่าวว่าการดอปไซซิกเป็นฮอร์โมนพืชที่ทำงานตรงข้ามกับฮอร์โมนชนิดอื่น
- ตอบ กรดแอบไซซิกเป็นฮอร์โมนที่สร้างสาร์ยับยั้งหรือชะลอการเจริญ และการยืดตัวของเซลล์

- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่าฮอร์โมนพืชที่นักเรียนได้เรียนรู้เป็นสารที่พืชสังเคราะห์ขึ้นมาได้เองในธรรมชาติซึ่งปริมาณฮอร์โมนของพืชแต่ละชนิดที่พบในพืชมีปริมาณแตกต่างกันในปัจจุบันมนุษย์สามารถสังเคราะห์สารเคมีที่มีสมบัติแบบฮอร์โมนพืชเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้จึงมีการนำไปใช้ประโยชน์ด้านเกษตรกรรมและการค้ามากมาย

### ขั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชจากหนังสือ ใบความรู้ วารสารสารานุกรม วิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน และอินเทอร์เน็ต รวมทั้งรวบรวมทั้งนำข้อมูลที่ค้นคว้าได้จัดทำเป็นรายงานหรือจัดป้ายนิเทศให้เพื่อนๆ ได้ทราบเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
2. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ตและนำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องฟังพร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลเขียนลงในสมุดส่งครู
3. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้
4. นักเรียนทำแบบฝึก
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึก

### ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนโดยการถามตอบ เช่น
  - การโค้งงอของยอดต้นอ่อนของพืชเกิดขึ้นเนื่องจากสิ่งใด
  - เนื้อเยื่อหุ้มยอดแรกเกิดแสงและการคดงอของพืชเกี่ยวข้องกันอย่างไร
  - ฮอร์โมนพืชแต่ละชนิดมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในลักษณะใดบ้าง
  - มนุษย์นำสารสังเคราะห์ที่มีสมบัติเหมือนกับฮอร์โมนพืชไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชโดยรวมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

#### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 18 ฮอว์โมนพืช
2. การทดลอง เรื่องที่ 18 การศึกษาฮอว์โมนพืช บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 18 ฮอว์โมนพืช
4. ใบงาน เรื่องที่ 18 ฮอว์โมนพืช
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 18 ฮอว์โมนพืช
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 18 ฮอว์โมนพืช
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

#### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                        | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ      | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                        | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                       | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

#### 1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

#### 4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

#### 5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

#### 6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

#### 7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 19 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย

นางวรินรำไพ แกวกระโทก

ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 19

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 12 การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช เรื่องที่ 19 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

จำนวน ..... ชั่วโมง คะแนนรายจุดประสงค์ ..... คะแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

19. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดและสภาพพักตัวของเมล็ด อธิบายแนวทางในการทำลายสภาพพักตัวของเมล็ด

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด</li> <li>สภาพการพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด</li> <li>การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการวัดการเจริญเติบโตของพืช</li> </ol> <b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>การสังเกต</li> <li>การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>นำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างของเมล็ด แล้วใช้คำถามเชื่อมโยงไปสู่ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด</li> <li>ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง</li> <li>ให้นักเรียนทำการทดลองนำเสนอ อภิปรายร่วมกัน และสรุปเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ดและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอก และการวัดการเจริญเติบโตของพืช จากการทดลอง การอภิปรายร่วมกัน และการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>การสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ จาก</li> </ol> |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                   | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. การลงความเห็นจากข้อมูล<br>4. การตั้งสมมติฐาน<br>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร<br>6. การทดลอง<br>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป<br><b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b><br>1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ<br>2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ | 4. ให้ความรู้เกี่ยวกับสภาพการพักตัวของเมล็ด และปัจจัยที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด<br>5. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางในการแก้สภาพการพักตัวของเมล็ด<br>6. อธิบายการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการวัดการเจริญเติบโตของพืช | การสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก<br>การสังเกตพฤติกรรมในการอภิปรายร่วมกัน และการทำการทดลอง |

### กำหนดการเรียนรู้

| ลำดับที่ | หน่วย/เรื่อง                                                | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                           | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|----------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|          |                                                             |                                                                                                                                 |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|          | <b>บทที่ 12 การควบคุมการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช</b> |                                                                                                                                 |                   |       |      |      |      |     |
| 18       | 12.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด                         | 19. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดและสภาพพักตัวของเมล็ด อธิบายแนวทางในการทำลายสภาพพักตัวของเมล็ด | 3                 | -     | -    | 2    | 3    | 5   |

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

#### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรคและนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

#### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยการอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างของเมล็ด แล้วใช้คำถามเชื่อมโยงไปสู่ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูตั้งประเด็นคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เช่น
  - นักเรียนเคยเพาะเมล็ดพืชหรือไม่ มีวิธีการเพาะอย่างไร
  - พืชชนิดใดบ้างที่นิยมปลูกโดยการเพาะเมล็ด
  - การงอกของเมล็ดต้องอาศัยปัจจัยใดบ้าง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคำตอบของนักเรียน
3. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยตั้งประเด็นคำถามเช่น
  - การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศหมายถึงอะไร  
ตอบ เป็นการสืบพันธุ์โดยไม่มีการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย
  - ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชที่มีการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่างๆของพืช  
ตอบ สตอเบอร์ขยายพันธุ์โดยใช้ไหล มันฝรั่งขยายพันธุ์โดยใช้หัว โคมญี่ปุ่นขยายพันธุ์โดยใช้ใบ
  - การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมีข้อดีอย่างไร  
ตอบ เป็นการรักษารูปร่างพืชให้มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนเดิมไม่เกิดการกลายพันธุ์ขึ้น
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคำตอบของนักเรียน

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า การงอกของเมล็ด คือ การที่เอ็มบริโอของเมล็ดเริ่มมีกิจกรรมในการเจริญเติบโตงอกออกมาจากเมล็ดและเปลี่ยนแปลงไปเป็นพืชต้นใหม่ เมล็ดที่จะนำไปเพาะและงอกเป็นพืชต้นใหม่ได้นั้นต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายปัจจัยทางกายภาพหรือปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดในหนังสือเรียนประกอบ
3. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดตามขั้นตอนต่อไปนี้
  - แต่ละกลุ่มวางแผนสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด และปัจจัยภายในที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด
  - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้หรือจากหนังสือ วารสารวิทยาศาสตร์ สารานุกรม วิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต

- สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
  - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดส่งครู
4. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม
  5. นักเรียนศึกษาการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการขยายพันธุ์พืชจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูนำอภิปรายว่าการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเป็นการสืบพันธุ์โดยไม่ต้องมีการผสมของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียซึ่งในพืชดอกมีการสืบพันธุ์โดยวิธีนี้มากไม่ว่าจะเป็นไปตามธรรมชาติหรือเกิดการกระทำของมนุษย์ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้มีการนำเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาช่วยในการขยายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงคุณภาพผลผลิตทางการเกษตรให้ได้คุณภาพตามที่มนุษย์ต้องการวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ก็คือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช
  6. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรมสืบค้นข้อมูลการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชตามขั้นตอนต่อไปนี้
    - แต่ละกลุ่มวางแผนสืบค้นข้อมูลโดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อยเช่นประวัติความเป็นมาของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชหลักการและวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชอาหารสังเคราะห์สำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช
    - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบโดยการสืบค้นจากใบความรู้ที่ครูเตรียมมาให้หรือจากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์สารานุกรมวิทยาศาสตร์สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนและอินเทอร์เน็ต
    - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟังรวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
    - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่มและช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชส่งครู
  7. นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดได้แก่ปัจจัยใดบ้าง  
ตอบ น้ำหรือความชื้น แก๊สออกซิเจน อุณหภูมิและแสงสว่าง
  - แก๊สออกซิเจนมีความสำคัญต่อการงอกของเมล็ดอย่างไร  
ตอบ ขณะงอกเมล็ดมีอัตราการหายใจสูงจึงต้องการแก๊สออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงานและใช้แก๊สออกซิเจนในกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ
  - สภาพพักตัวของเมล็ดคืออะไร เกิดจากสาเหตุใดบ้าง  
ตอบ สภาพพักตัวของเมล็ด คือ ระยะหนึ่งของเมล็ดพืชที่หยุดการเจริญชั่วคราวเพื่อหลีกเลี่ยงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมสภาพพักตัวของเมล็ดเกิดจากสาเหตุหลายประการเช่นเปลือกเมล็ด

ที่แข็งและหนาทำให้น้ำไม่สามารถผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ดได้เอ็มบริโอจึงเจริญไม่เต็มที่ทำให้เมล็ดไม่สามารถงอกได้ต้องรอเวลาช่วงหนึ่งเพื่อให้เอ็มบริโอมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเมล็ดพืชบางชนิดมีเอนโดสเปิร์มน้อยมากทำให้ไม่มีอาหารเพียงพอสำหรับเลี้ยงเอ็มบริโอระหว่างการงอก

3. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่า
  - ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดได้แก่น้ำหรือความชื้นแก๊สออกซิเจนอุณหภูมิและแสงสว่างปัจจัยภายในที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดคือสภาพพักตัวของเมล็ด
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - พืชชนิดใดบ้างที่นิยมขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช  
ตอบ กล้วยไม้ กล้วย สดอเบอรี่ รวมทั้งพืชดอกกลุ่มอื่นๆ
  - การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชคืออะไร  
ตอบ การนำส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิตอาจเป็นอวัยวะเนื้อเยื่อเซลล์ตลอดจนโพรโทพลาสต์ซึ่งเป็นโพรโทพลาสซึมที่ปราศจากผนังเซลล์หุ้มมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อโดยให้อาหารสังเคราะห์และควบคุมสภาพแวดล้อมเช่นแสงอุณหภูมิและความชื้น
  - การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง  
ตอบ มีขั้นตอนที่สำคัญคือการคัดเลือกและการเตรียมชิ้นส่วนการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อและการย้ายต้นพืชออกปลูกในสภาพธรรมชาติ
  - ส่วนใดของพืชที่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้  
ตอบ ตายอด ข้อหรือป้อม เมล็ด ใบและราก
6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชต้องใช้เทคนิคปลอดเชื้อทุกขั้นตอนเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆเช่นเพื่อการขยายพันธุ์พืชการปรับปรุงพันธุ์พืชและการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีการนำปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดและสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่างๆมาเป็นส่วนประกอบในอาหารเพาะเลี้ยงเพื่อกระตุ้นให้ชิ้นส่วนพืชสามารถเจริญเติบโตเป็นพืชต้นเล็กๆในปริมาณมากและเจริญต่อไปจนกลายเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์แข็งแรงมากมีรากพร้อมที่จะไปปลูกในกระถางหรือโรงเรือนเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมการเกษตรต่อไป

### ชั้นขยายความรู้

1. ครูตั้งประเด็นคำถามที่น่าสนใจให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเช่น
 

ตอบ สภาพพักตัวของเมล็ดสามารถทำลายได้ด้วยวิธีการใดบ้างตอบวิธีทำลายสภาพพักตัวของเมล็ดสามารถทำได้หลายวิธีได้แก่

  - 1.1 สภาพพักตัวของเมล็ดอันเนื่องมาจากเปลือกหรือส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ดสามารถทำลายด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้
    - ใช้กลวิธีเป็นการทำให้เปลือกเมล็ดบางลง จนน้ำและแก๊สออกซิเจนสามารถซึมผ่านเข้าไปได้ทำไรได้หลายวิธีเช่นการถูหรือผลเมล็ดการตัดตายเมล็ดด้านตรงข้ามเอ็มบริโอทุกเมล็ดให้เป็นรอยร้าวหรือกระเทาะเปลือกเมล็ดออกก่อนนำไปเพาะ
    - การแช่น้ำเพื่อล้างสารยับยั้งการงอกออกไปและทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนแก๊สออกซิเจนสามารถผ่านเข้าไปในเมล็ดได้อาจใช้วิธีแช่น้ำอุ่นก่อนน้ำเย็น

- การใช้สารเคมีกำจัดเปลือกเมล็ด เช่น กรดแอซิดิก กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟิวริก เพื่อทำลายเปลือกเมล็ดให้ยุบบางลง โดยแช่เมล็ดในกรดหรือเบสประมาณ 15 ถึง 20 นาที แล้วนำเมล็ดไปล้างน้ำให้สะอาดก่อนนำไปเพาะ

1.2 ทำลายสภาพพักตัวของเมล็ดอันเนื่องมาจากเอ็มบริโอจะต้องเก็บเมล็ดไว้ในที่มีอุณหภูมิสูงแล้วนำไปเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำแล้วจึงนำเมล็ดไปเพาะในวัสดุที่ขึ้น

- เมล็ดพืชที่มีสภาพพักตัวของเมล็ดนานกับเมล็ดพืชที่ไม่มีสภาพพักตัวของเมล็ดมีข้อได้เปรียบเสียเปรียบในการขยายพันธุ์อย่างไรบ้าง

ตอบ เมล็ดที่มีสภาพพักตัวของเมล็ดนั้นมีข้อได้เปรียบคือเมื่อสภาพแวดล้อมยังไม่เหมาะสมจะไม่งอกทำให้เก็บเมล็ดไว้ได้นานเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงงอกทำให้มีโอกาสอยู่รอดได้สูงแต่มีข้อเสียเปรียบคืองอกช้าทำให้การขยายพันธุ์ช้าไปด้วยส่วนเมล็ดที่ไม่มีสภาพพักตัวของเมล็ดมีข้อได้เปรียบ คือเมล็ดงอกได้เร็วอาจจะงอกตั้งแต่อยู่ในผลมีการเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้เร็วแต่มีข้อเสียเปรียบคือสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตอาจยังไม่เหมาะสมทำให้มีโอกาสอยู่รอดได้น้อย

1.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดโดยการวัดดัชนีการงอกของเมล็ดโดยให้ได้อธิบายว่าการวัดดัชนีการงอกของเมล็ดเป็นวิธีการวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่จะตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดก่อนนำไปเพาะปลูกโดยอาศัยหลักการที่ว่าเมล็ดพันธุ์ใดมีความแข็งแรงมากย่อมงอกได้เร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงน้อย

1.4 ครูให้นักเรียนฝึกคำนวณหาค่าดัชนีการงอกของเมล็ดโดยใช้ข้อมูลจากตารางการงอกของต้นกล้าถั่วเหลืองที่ได้มาจากแหล่งที่แตกต่างกัน 3 แหล่งดังนี้

| เมล็ดพันธุ์ | จำนวนต้นกล้าที่งอกในแต่ละวัน |         |         |         |         |         |         | ดัชนีการงอกของเมล็ด |
|-------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
|             | วันที่1                      | วันที่2 | วันที่3 | วันที่4 | วันที่5 | วันที่6 | วันที่7 |                     |
| แหล่งที่1   | -                            | -       | -       | 25      | 20      | 25      | -       | 14.42               |
| แหล่งที่2   | -                            | -       | 40      | 20      | 30      | -       | -       |                     |
| แหล่งที่3   | -                            | 15      | 30      | 40      | 8       | 2       | -       |                     |

ดัชนีการงอกของเมล็ดจากแหล่งที่ 1 =  $25/4 + 20/5 + 25/6 = 14.42$

ดัชนีการงอกของเมล็ดจากแหล่งที่ 2 =  $40/3 + 20/4 + 30/5 = 24.33$

ดัชนีการงอกของเมล็ดจากแหล่งที่ 3 =  $15/2 + 30/3 + 40/4 + 8/5 + 2/6 = 29.43$

- จากค่าดัชนีการงอกของเมล็ดทั้ง 3 แหล่งพบว่าแหล่งที่ 3 มีค่าดัชนีการงอกสูงที่สุดแสดงว่าเมล็ดมีความแข็งแรงมากที่สุดในความเป็นจริงเกษตรกรอาจไม่เลือกค่าดัชนีการงอกของเมล็ดที่สูงที่สุดแต่อาจเลือกจากปริมาณเมล็ดที่งอกได้มากและงอกได้สม่ำเสมอส่วนแรงที่ 1 มีค่าดัชนีการงอกต่ำที่สุดแสดงว่าเมล็ดมีความแข็งแรงน้อยกว่าแหล่งอื่นๆจึงงอกช้าที่สุด

1.5 นักเรียนสืบค้นข้อมูลในประเด็นที่น่าสนใจเช่น

- กระบวนการงอกของเมล็ด
- การแพร่กระจายของเมล็ด
- การอนุรักษ์เมล็ดพันธุ์
- ความสำคัญของเมล็ดในทางเศรษฐกิจ

นำข้อมูลที่ได้จัดทำเป็นรายงานส่งครูหรือจัดป้ายนิเทศให้ความรู้หรือร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน

2. นักเรียนแบ่งกลุ่มสืบค้นข้อมูลการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่นักเรียนสนใจนำข้อมูลที่ได้มาจัดป้ายนิเทศให้ความรู้หรือจัดทำเป็นรายงานส่งครู
3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการวัดการเจริญเติบโตของพืชโดยให้ข้อสรุปดังนี้
  - การวัดการเจริญเติบโตของพืชสามารถวัดได้หลายวิธีเช่นการวัดความสูงการหามวลโดยการชั่งน้ำหนักสดหรือน้ำหนักแห้งของพืชการนับจำนวนใบซึ่งแต่ละวิธีมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน เช่น
    5. การวัดความสูง การวัดความสูงมีโอกาสคลาดเคลื่อนเนื่องจากขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้วัดความเที่ยงตรงของคนวัดและกรณีที่พืชมีความสูงมากอาจใช้วิธีนี้ไม่ได้อาจต้องใช้วิธีการวัดรอบวงของลำต้นแทน
    6. การวัดมวลโดยการชั่งน้ำหนักสดของพืช อาจไม่ได้ค่าน้ำหนักที่แท้จริงและถ้าจำนวนตัวแทนพืชมีน้อยไปก็ยังไม่ถือว่าเป็นตัวแทนทั้งหมดได้
    7. การหามวลโดยการชั่งน้ำหนักแห้งของพืช เนื่องจากมวลชีวภาพของพืชแต่ละต้นมีความแตกต่างกันถ้าตัวแทนพืชที่ใช้มีจำนวนน้อยอาจไม่ถือว่าเป็นตัวแทนของพืชทั้งหมด
    8. การนับจำนวนใบ ถ้าพืชมีกิ่งก้านสาขามากอาจไม่สามารถนับได้หมดหรือถ้าเป็นตัวแทนพืชตัวอย่างน้อยไปก็ยังไม่ถือว่าเป็นตัวแทนพืชทั้งหมดได้
  - การวัดการเจริญเติบโตของพืชตั้งแต่แรกจนกระทั่งเจริญเติบโตเต็มที่ออกดอกออกผลมีลักษณะคล้ายกราฟการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั่วไปคือได้กราฟรูปตัวเอส S
4. คุยขยายความรู้ของนักเรียนให้กว้างขวางยิ่งขึ้นโดยให้นักเรียนศึกษาและอภิปรายเกี่ยวกับดอกและผลของพืชที่เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญและเป็นอุตสาหกรรมของประเทศเช่นดอกและผลกล้วยดอกและเมล็ดข้าวดอกข้าวโพดและดอกทุเรียน
5. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการวัดการเจริญเติบโตของพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ตและนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟังรวมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลลงสมุดส่งครู
6. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้
7. นักเรียนทำแบบฝึก
8. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึก

### ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนโดยการถามตอบ เช่น
  - การงอกของเมล็ดเกี่ยวข้องกับปัจจัยใดบ้าง
  - ถ้านักเรียนเป็นเกษตรกรจะมีวิธีการเก็บเมล็ด พันธุ์ไว้เพื่อการเพาะปลูกในฤดูกาลถัดไปอย่างไร

- การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดทำได้โดยวิธีการใดบ้าง
  - การนำส่วนต่างๆของพืชมาขยายพันธุ์มีข้อดีข้อเสียอย่างไร
  - การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีประโยชน์อย่างไร
  - การวัดการเจริญเติบโตของพืชมีวิธีการวัดจากอะไรบ้าง
  - การวัด การเจริญเติบโตของพืชโดยการวัดด้วยความสูงมีข้อจำกัดอย่างไร
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชโดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์
  6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 19 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด
2. การทดลอง เรื่องที่ 19 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด บันทึกgrayงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 19 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด
4. ใบงาน เรื่องที่ 19 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 19 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 19 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

### การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด        | วิธีการวัดผล                                                                               | เครื่องมือการวัดผล                                                                                               | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                     |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน | 1. บันทึกผล<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                               | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                         |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ    | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือ     | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br>3. แบบประเมินผังมโน | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่าน |

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                     | เครื่องมือการวัดผล                  | เกณฑ์การผ่าน                            |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
|                               | ชิ้นงาน                                                          | ทศน์ ( Maid Map Rubric )            | ระดับพอใช้                              |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2 |

## บันทึกหลังสอน

## 1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

## 2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

## 3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

## 4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

## 5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

## 6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

## 7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 20 การตอบสนองของพืชในลักษณะการเคลื่อนไหว  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย

นางวรินรำไพ แกวกระโทก

ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 20

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 12 การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช เรื่องที่ 20 การตอบสนองของพืช  
ในลักษณะการเคลื่อนไหว

จำนวน ..... ชั่วโมง คะแนนรายจุดประสงค์ ..... คะแนน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

20. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> <li>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>6. การทดลอง</li> <li>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ol> <b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามทบทวนเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</li> <li>2. ใช้ภาพหรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างๆของพืช เช่น แสง ความชื้น เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</li> <li>3. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</li> <li>4. ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของสิ่งเร้า</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชจากการสืบค้นข้อมูลและอภิปรายร่วมกันและจากการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ จาก การสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> <b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b> |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                             | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. การสื่อสารสารสนเทศ<br>และการรู้เท่าทันสื่อ<br>4. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | 5. นำเสนอผลการทดลอง<br>และอภิปรายร่วมกันเพื่อ<br>เชื่อมโยงสิ่งเร้าภายนอก<br>กับลักษณะการ<br>เจริญเติบโตของพืช<br>6. ให้นักเรียนเขียนแผนผัง<br>สรุปบทบาทหน้าที่ของ<br>สิ่งเร้าภายนอกและสิ่งเร้า<br>ภายในที่มีผลต่อการ<br>เจริญเติบโตของพืช<br>7. ให้ความรู้เพิ่มเติม<br>เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง<br>ของพืชที่สังเกตเห็นได้ซึ่ง<br>เป็นผลจากการ<br>ตอบสนองต่อสิ่งเร้า<br>ภายนอก | จิตวิทยาาสตร์ด้านต่างๆ จาก<br>การสังเกตพฤติกรรมในการ<br>อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง |

### กำหนดการเรียนรู้

| ลำดับที่ | หน่วย/เรื่อง                                                     | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                           | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|----------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|          |                                                                  |                                                                                                                 |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|          | <b>บทที่ 12 การควบคุมการเจริญเติบโต และการ<br/>ตอบสนองของพืช</b> |                                                                                                                 |                   |       |      |      |      |     |
| 19       | 12.3 การ<br>ตอบสนองของพืช<br>ในลักษณะ<br>เคลื่อนไหว              | 20. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และ<br>อธิบายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มี<br>ผลต่อการเจริญเติบโต และการ<br>ตอบสนองของพืช | 3                 | -     | -    | 3    | 3    | 6   |

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)
7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามทบทวนเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
3. ใช้ภาพหรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างๆของพืช เช่น แสง ความชื้น เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

### ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูนำรูปไปยอตพืชที่เบนเข้าหาแสง ดอกไม้ที่บ้านในเวลาเช้าและการเจริญของรากพืชลงสู่ดินมาให้ นักเรียนดู แล้วสุ่มนักเรียน 2-3 คน ให้ตอบคำถามโดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้
  - สิ่งเร้าที่ทำให้พืชเกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปคืออะไร
  - เพราะอะไรพืชจึงต้องตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มากกระตุ้นนั้น
2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม

### ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล เพื่ออภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
2. ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของสิ่งเร้าภายนอกที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช
3. นำเสนอผลการทดลองและอภิปรายร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงสิ่งเร้าภายนอกกับลักษณะการเจริญเติบโตของพืช
4. นักเรียนศึกษาการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียนโดยครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าพืชสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มากกระตุ้นได้เช่นเดียวกับสัตว์แต่เป็นไปอย่างช้าๆ โดยมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อและโครงสร้างของพืชการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อมจึงมีกระบวนการเช่นเดียวกับกระบวนการสื่อสารระหว่างเซลล์คือประกอบด้วยการรับสัญญาณการส่งสัญญาณและการตอบสนอง
5. แบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คนปฏิบัติกิจกรรม การทดลองตอบสนองของพืชต่อแรงโน้มถ่วงของโลกตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้
 

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

  - ปลายรากและปลายยอดของพืชหนึ่งลอมมีการตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของโลกในลักษณะใด

ขั้นที่ 2 กำหนดสมมติฐาน

    - ปลายยอดของพืชหนึ่งลอมจะตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของโลกในทิศทางตรงกันข้ามส่วนปลายรากน่าจะตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของโลกในทิศทางเดียวกัน

ขั้นที่ 3 ทดลอง

      - นำเมล็ดถั่วขนาดใหญ่แช่น้ำ 1 คืนแล้วเลือกเมล็ดที่กำลังงอกที่มีขนาดเท่ากันจำนวน 6 เมล็ด

- เตรียมกล่องพลาสติกใสแล้วนำกระดาษเยื่อวางในกล่องพลาสติกพรมน้ำให้พอชื้นและปูด้วยกระดาษลูกฟูกให้ความยาวของกระดาษลูกฟูกเท่ากับความยาวของกล่องพลาสติก ส่วนด้านกว้างให้น้อยกว่าความกว้างของกล่องพลาสติกด้านละ 0.5 cm
- ใช้เข็มหมุดหนึ่งเม็ดติดตัวกับกระดาษลูกฟูกให้อยู่ในกล่อง ให้อยู่กับที่ในทิศทางที่แตกต่างกันดังรูปจากนั้นปิดฝากล่องและตะแคงกล่องลง
- นำพลาสติกดำคลุมกล่องพลาสติกใสหรือนำชุดการทดลองเก็บไว้ในที่มืด
- สังเกตและวาดภาพรูปการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทุกวันเป็นเวลา 3 วัน
- ครูอาจมอบหมายให้นักเรียนทำกิจกรรมล่วงหน้า 3 วันโดยให้นักเรียนนำเมล็ดพืชที่มีขนาดใหญ่พอสมควรมาทำการทดลองเช่นเมล็ดถั่วแดงถั่วดำหรือถั่วลิสงแล้วจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนนักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากกิจกรรม

### ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ให้นักเรียนเขียนแผนผังสรุปบทบาทหน้าที่ของสิ่งเร้าภายนอกและสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
2. ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของพืชที่สังเกตเห็นได้ซึ่งเป็นผลจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้แนวคำถามต่อไปนี้
  - ตัวแปรต้นและตัวแปรตามของการทดลองนี้คืออะไร  
ตอบ ตัวแปรต้นคือตำแหน่งของเมล็ดถั่วที่จัดวางอยู่ ในลักษณะที่แตกต่างกันตัวแปรตามคือ การโค้งงอของปลายรากและปลายยอด
  - การเจริญเติบโตของปลายรากและปลายยอดมีลักษณะใด  
ตอบ ขณะที่พืชเจริญเติบโตปลายรากเจริญเข้าหาแรงโน้มถ่วงของโลกส่วนปลายยอดเจริญหนีแรงโน้มถ่วงของโลก
  - ถ้าไม่ใช้แผ่นพลาสติกสีดำคลุมกล่องผลการปฏิบัติกิจกรรมจะเหมือนเดิมหรือไม่อย่างไร  
ตอบ ผลการปฏิบัติกิจกรรมอาจไม่เหมือนเดิมเพราะแสงอาจมีผลต่อการเจริญของปลายรากและปลายยอดของเมล็ดถั่ว
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยให้ข้อสรุปว่าแรงโน้มถ่วงของโลกมีผลต่อปลายยอดและปลายรากของพืชโดยปลายรากของพืชจะเจริญเข้าหาแรงโน้มถ่วงของโลกในขณะที่ปลายยอดของพืชจะเจริญหนีแรงโน้มถ่วงของโลกเสมอไม่ว่าจะวางเมล็ดพืชให้อยู่ในตำแหน่งใด
6. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าเมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของพืชเราสามารถแบ่งการตอบสนองของพืชได้ 2 รูปแบบคือการเคลื่อนไหวแบบพอกปึกซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวของพืชที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้าเช่นการเจริญของมือเกาะตำลึงที่มีการสัมผัสเป็นสิ่งเร้าและการเคลื่อนไหวแบบนาสติกซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวของพืชที่มีทิศทางไม่สัมพันธ์กับ ของสิ่งเร้าเช่นการบานของดอกบัวในเวลากลางวันแล้วให้นักเรียนศึกษาสิ่งเร้าต่างๆที่ทำให้พืชมีการเคลื่อนไหวแบบทอติคและแบบนาสติก

### ชั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชจากหนังสือ ใบความรู้ วารสารสารานุกรม วิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน และอินเทอร์เน็ต รวมทั้งรวมทั้งนำข้อมูลที่ค้นคว้าได้จัดทำเป็นรายงานหรือจัดป้ายนิเทศให้เพื่อนๆ ได้ทราบเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
2. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ตและนำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องฟังพร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลเขียนลงในสมุดส่งครู
3. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้
4. นักเรียนทำแบบฝึก
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึก

### ชั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถามเช่น
  - การเคลื่อนไหวของพืชแบบทropicแตกต่างจากแบบนาสติกอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบอธิบาย
  - พืชต้นเดียวกันมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าชนิดเดียวกันในรูปแบบที่แตกต่างกันได้หรือไม่ อย่างไร
  - โพลีเอมและไซเลมมีโครงสร้างและหน้าที่อย่างไร
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชโดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 20 การตอบสนองของพืชในลักษณะการเคลื่อนไหว
2. การทดลอง เรื่องที่ 20 การศึกษาการตอบสนองของพืชในลักษณะการเคลื่อนไหว บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 20 การตอบสนองของพืชในลักษณะการเคลื่อนไหว
4. ใบงาน เรื่องที่ 20 การตอบสนองของพืชในลักษณะการเคลื่อนไหว
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 20 การตอบสนองของพืชในลักษณะการเคลื่อนไหว
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 20 การตอบสนองของพืชในลักษณะการเคลื่อนไหว
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

## การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                            | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ      | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกรูป<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                           | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                           | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

## บันทึกหลังสอน

## 1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

## 2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

## 3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

## 4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

## 5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

## 6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

## 7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ



# แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่องที่ 21 การตอบสนองต่อภาวะเครียด  
(3 ชั่วโมง)

วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1,3-7

จัดทำโดย

นางวรินรำไพ แถวกระโทก

ครู

โรงเรียนนางรองพิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 21

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาชีววิทยา 3 (ว32242)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 12 การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช เรื่องที่ 21 การตอบสนองต่อภาวะเครียด

จำนวน ..... ชั่วโมง คณะแผนรายจุดประสงค์ ..... คณะแผน  
สัปดาห์ที่..... วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### สาระชีววิทยา

เข้าใจส่วนประกอบของพืชการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

21. อธิบายการตอบสนองของพืชในภาวะเครียดที่เกิดจากสิ่งเร้าทางกายภาพและสิ่งเร้าทางชีวภาพ

### วิเคราะห์ผลการเรียนรู้

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช<br><b>ด้านทักษะ</b><br><b>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสังเกต</li> <li>2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</li> <li>3. การลงความเห็นจากข้อมูล</li> <li>4. การตั้งสมมติฐาน</li> <li>5. การกำหนดและควบคุมตัวแปร</li> <li>6. การทดลอง</li> <li>7. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</li> </ol> <b>ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามทบทวนเกี่ยวกับการตอบสนองต่อภาวะเครียด</li> <li>2. ใช้ภาพหรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างๆของพืช เช่น แสง ความชื้น เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เรื่องสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</li> <li>3. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</li> <li>4. ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของสิ่งเร้าภายนอกที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช</li> </ol> | <b>ด้านความรู้</b><br>สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชจากการสืบค้นข้อมูลและอภิปรายร่วมกันและจากการทำแบบทดสอบ<br><b>ด้านทักษะ</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ จากการทำทดลองและอภิปรายร่วมกัน</li> <li>2. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ จากการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ</li> </ol> <b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>จิตวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จากการสังเกตพฤติกรรมในการ |

| การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                             | แนวทางการจัดการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | แนวทางการวัดและประเมินผล<br>การเรียนรู้ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 2. ความร่วมมือ การทำงาน<br>เป็นทีมและภาวะผู้นำ<br><b>ด้านจิตวิทยาศาสตร์</b><br>1. ความซื่อสัตย์<br>2. ความมุ่งมั่นอดทน<br>3. ความรอบคอบ<br>4. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน<br>เชิงประจักษ์ | 5. นำเสนอผลการทดลอง<br>และอภิปรายร่วมกันเพื่อ<br>เชื่อมโยงสิ่งเร้าภายนอก<br>กับลักษณะการ<br>เจริญเติบโตของพืช<br>6. ให้นักเรียนเขียนแผนผัง<br>สรุปบทบาทหน้าที่ของ<br>สิ่งเร้าภายนอกและสิ่งเร้า<br>ภายในที่มีผลต่อการ<br>เจริญเติบโตของพืช<br>7. ให้ความรู้เพิ่มเติม<br>เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง<br>ของพืชที่สังเกตเห็นได้ซึ่ง<br>เป็นผลจากการ<br>ตอบสนองต่อสิ่งเร้า<br>ภายนอก | อภิปรายร่วมกัน และการทำการ<br>ทดลอง     |

### กำหนดการเรียนรู้

| ลำดับที่ | หน่วย/เรื่อง                                                     | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                                             | เวลา<br>(ชั่วโมง) | คะแนน |      |      |      |     |
|----------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------|------|------|-----|
|          |                                                                  |                                                                                                   |                   | ก่อน  | กลาง | หลัง | ปลาย | รวม |
|          | <b>บทที่ 12 การควบคุมการเจริญเติบโต และการ<br/>ตอบสนองของพืช</b> |                                                                                                   |                   |       |      |      |      |     |
| 20       | 12.4 การ<br>ตอบสนองต่อ<br>ภาวะเครียด                             | 21. อธิบายการตอบสนองของพืช<br>ในภาวะเครียดที่เกิดจากสิ่งเร้า<br>ทางกายภาพและสิ่งเร้าทาง<br>ชีวภาพ | 3                 | -     | -    | 1    | 1    | 2   |

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)
2. ทักษะการวัด (Measuring)
3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา
6. (Relationship of Space and Time)

7. ทักษะการใช้จำนวน (Using Number)
8. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
9. (Organizing and Communicating Data)
10. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
11. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally)
13. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
14. ทักษะการทดลอง (Experimenting)
15. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### ทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21

1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา
2. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ
3. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง
4. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์
5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม
6. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ
7. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม
8. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

### เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes)

1. การใช้วิจารณญาณ (Critical-Mindedness)
2. ความรอบคอบ (Suspended Judgement)
3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน (Respect for Evidence)
4. ความซื่อสัตย์ (Honesty)
5. วัตถุวิสัย (Objectivity)
6. การยอมรับความเห็นต่าง (Willingness to Change Opinions)
7. ความใจกว้าง (Open-Mindedness)
8. ความอยากรู้อยากเห็น (Questioning Attitude)
9. ความมุ่งมั่นอดทน (Tolerance of Uncertainty)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |                                                     |                                                        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์     | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้     | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย         | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ       |

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที
2. นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามทบทวนเกี่ยวกับการตอบสนองต่อภาวะเครียด
3. ใช้ภาพหรือวีดิทัศน์เกี่ยวกับการตอบสนองต่อการตอบสนองต่อภาวะเครียด

### ขั้นสร้างความสนใจ

ครูอาจใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียนว่า นักเรียนเคยปลูกพืชแล้วลืมน้ำ หรือ ไม่ และ ต้นพืชนั้นมีลักษณะแตกต่างจากต้นพืชที่รดน้ำ อย่างไร นอกจากนี้ครูอาจใช้รูป 12.17 การม้วนของใบข้าวที่ตอบสนองต่อการขาดน้ำ โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและร่วมกันอภิปราย โดยมี แนวคำถามดังนี้

- ใบข้าวอยู่ในภาวะสมดุลโดยมีการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตเป็นปกติหรือไม่
- ใบข้าวมีการตอบสนองต่อปัจจัยภายนอกอย่างไร

### ขั้นสำรวจและค้นหา

12.4.1 ภาวะเครียดจากสิ่งเร้าทางกายภาพ ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับภาวะเครียดจากสิ่งเร้าทางกายภาพอื่นๆ นอกเหนือจาก น้ำ และถามนักเรียนต่อไปอีกว่า นอกจากน้ำ แล้ว นักเรียนคิดว่ามีสิ่งเร้าทางกายภาพใดอีกบ้าง ที่ส่งผลให้พืชตอบสนองต่อภาวะเครียด ซึ่งแนวคำตอบของนักเรียนอาจตอบว่า มีสิ่งเร้าทางกายภาพ อื่นอีก เช่น อุณหภูมิซึ่งในกรณีที่พืชได้รับอุณหภูมิสูงพืชสามารถตอบสนองโดยการคายน้ำ เพื่อรักษาอุณหภูมิของใบไม่ให้สูงมากขึ้น และยังช่วยรักษาสภาพการทำงานของเซลล์ให้เป็นปกติกรณีที่พืชได้รับอุณหภูมิสูงมากเกินไป พืชอาจปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ กรณีที่พืชได้รับอุณหภูมิต่ำ มากเกินไป พืชจะสร้างโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ให้มีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากขึ้น เพื่อทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ ยังคงมีสมบัติในการเป็นของไหล

12.4.2 ภาวะเครียดจากสิ่งเร้าทางชีวภาพ ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่องภาวะเครียดจากสิ่งเร้าทางชีวภาพและร่วมกันอภิปรายปัจจัยทางชีวภาพที่ทำให้พืชอยู่ในภาวะเครียด ซึ่งแนวคำตอบอาจเป็นดังนี้ภาวะเครียดจากสิ่งเร้าทางชีวภาพ เช่น การเข้าทำลายจากสัตว์กินพืช จุลินทรีย์จากนั้นครูถามนักเรียนต่อไปว่าพืชมีวิธีการป้องกันภาวะเครียดจากสิ่งเร้าทางชีวภาพได้อย่างไร แนวคำตอบของนักเรียนอาจเป็นดังนี้คือ มีวิธีการป้องกัน ทางโครงสร้าง เช่น การมีขนบนใบและลำ ต้น การมีหนาม และการสร้างสารเคมีธรรมชาติ เช่น สารกลุ่มฟีนอล หรือการมีน้ำยาง

เมื่อพืชอยู่ในภาวะเครียดจะส่งผลให้พืชตอบสนองทางด้านโครงสร้างและด้านสรีรวิทยา อาจแตกต่างกันไปตามชนิดพืช และสิ่งเร้าที่พืชได้รับ เพื่อให้พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้แต่ถ้าพืชไม่สามารถปรับตัวได้หรืออยู่ในภาวะเครียดเป็นเวลานานอาจทำให้พืชตายได้

### ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ให้นักเรียนเขียนแผนผังสรุปการตอบสนองต่อภาวะเครียดของพืช
2. ให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการตอบสนองต่อภาวะเครียดของพืช
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม

5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม

6. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ ได้แก่

- ภาวะเครียดจากสิ่งรบกวนทางกายภาพ ได้แก่ น้ำ เมื่อพืชอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำท่วมขัง ทำให้ช่องว่างในดินเต็มไปด้วยน้ำ ไม่มีช่องว่างสำหรับแก๊สออกซิเจนเพื่อใช้ในการหายใจระดับเซลล์ รากพืชจะหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและได้เอทานอล เมื่อพืชทนอยู่ในสภาวะแบบนี้เป็นระยะเวลานาน ๆ จะมีอาการใบเหลือง และยังกระตุ้นการสร้างเอทิลีนในปริมาณที่สูงกว่าปกติ ทำให้ใบดกและผล เกิดการหลุดร่วงและตายในที่สุด แต่ก็มีพืชบางชนิดมีการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอด เช่น การสร้างโพรงอากาศในราก ซึ่งเกิดจากการสลายกลุ่มเซลล์พาเรงคิมาบางส่วนในคอร์เทกซ์ เกิดเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่างเซลล์ช่วยในการถ่ายเทอากาศที่ราก
- เมื่อพืชขาดน้ำจะทำให้แรงดันเต่งลดลง ดังนั้นพืชจะมีการปรับตัวเพื่อลดการสูญเสียน้ำ เช่น ข้างจะเกิดการม้วนใบ เพื่อลดพื้นที่ด้านที่มีปากใบที่สัมผัสกับอากาศ หรือสร้างขนเพิ่มขึ้นและมี cuticle หนาขึ้นเพื่อช่วยลดการคายน้ำ พืชอาจมีการสร้างและสะสมสารอินทรีย์บางชนิดในไซโทซอลเพื่อปรับศักย์ของเซลล์ให้ต่ำลงทำให้น้ำเข้าสู่เซลล์ได้ รวมทั้งเกิดการกระตุ้นให้สร้างกรดแอบไซซิก ซึ่งมีผลทำให้ปากใบปิด เพื่อลดการสูญเสียน้ำ รวมทั้งกระตุ้นการทำงานของโปรตีนชนิดต่าง ๆ ที่ทำให้พืชทนต่อสภาวะการขาดน้ำได้ นอกจากนี้พืชบางชนิด เช่น สับปะรดเมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำจะเปลี่ยนกลไกการตรึงคาร์บอนแบบพืช  $C_3$  เป็นแบบพืช CAM ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้น้ำดีขึ้น
- อุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงขึ้นทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศลดลง พืชจะมีอัตราการคายน้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นกลไกในการช่วยรักษาระดับอุณหภูมิของใบไม่ให้สูงเกินไปเพื่อรักษาสภาพการทำงานของเซลล์ให้เป็นปกติ แต่หากได้รับอุณหภูมิสูงเกินไปพืชสามารถป้องกันการเสียหายของโปรตีนในเซลล์โดยการทำงานของ **ฮีตช็อกโปรตีน** (heat-shock protein) โปรตีนซึ่งจะถูกกระตุ้นเมื่อพืชได้รับความร้อนโดยจะช่วยรักษาโครงสร้างของโปรตีนชนิดอื่นให้สามารถทำงานได้ เมื่ออุณหภูมิของสภาพแวดล้อมต่ำลงมากจะทำให้เยื่อหุ้มเซลล์สูญเสียบรรยากาศการเป็นของไหล เพื่อจะมีการปรับโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ให้มีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากขึ้น ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ยังคงสมบัติในการเป็นของไหลอยู่ และเมื่ออุณหภูมิต่ำลงจนน้ำภายในเซลล์กลายเป็นผลึก พืชจะสร้าง **แอนติฟรีสโปรตีน** (antifreeze protein) เพื่อช่วยป้องกันและลดการเกิดผลึกภายในเซลล์
- ความเค็มเมื่อพืชอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเค็มสูงทำให้พืชขาดน้ำ เนื่องจากสารละลายในดินมีปริมาณเกลือมากจึงมีความเข้มข้นสูงกว่าสารละลายภายในเซลล์รากทำให้เซลล์ในดินต่ำกว่าเซลล์ในราก น้ำจึงเคลื่อนที่ออกจากรากสู่ดิน พืชมีการตอบสนองต่อภาวะเครียดจากความเค็มคล้ายกับการตอบสนองต่อสภาวะการขาดน้ำ นอกจากนี้พืชอาจได้รับไอออนของเกลือที่มีอยู่ในสารละลายดินเข้าไปสะสมในเซลล์เป็นปริมาณมาก ทำให้เป็นพืชต่อเซลล์ พืชบางชนิดมีกลไกลดการนำโซเดียมไอออนจากดินเข้าสู่รากหรือมีการกระตุ้นให้โปรตีนบางชนิดขับเกลือออกจากเซลล์หรือเก็บไว้ในแวคิวโอล ถ้าพืชต้องอยู่ในภาวะเครียดจากความเค็มเป็นระยะเวลานาน ซึ่งก็จะตายยกเว้น **พืชดินเค็ม** (halophyte) เช่น แสม ชะคราม ผักบุ้งทะเล สามารถเจริญเติบโตเป็นปกติในดินเค็มจัดได้ เพราะมีความสามารถในการรับโซเดียมไอออนได้สูงกว่าพืชทั่วไป
- ภาวะเครียดจากสิ่งรบกวนทางชีวภาพ พืชมีวิธีการป้องกันจากการถูกสัตว์กัดกินหรือจุลินทรีย์ก่อโรคเข้าทำลายดังนี้ การป้องกันเชิงกล เช่น การมีขนบนใบและลำต้น การมีหนามทำให้ยากต่อการ

เข้าทำลายจากสัตว์ ผนังเซลล์มีซิลิกาทำให้เนื้อเยื่อพืชมีความแข็งแรงทนต่อการกัดกินของแมลง ภายในเซลล์มีผลึกแคลเซียมออกซาเลตในแวคิวโอลทำให้เกิดการระคายเคืองต่อหลอดอาหารของสัตว์กินพืช การป้องกันเชิงเคมีโดยพืชสร้างสารเคมีตามชนิด เช่น คาเฟอีนในต้นชาหรือกาแฟ น้ำยางพารา ช่วยป้องกันการเข้าทำลายของสัตว์กินพืชและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ในพืชบางชนิดเมื่อถูกสัตว์หรือจุลินทรีย์ก่อโรคเข้าทำลายจะกระตุ้นให้พืชสร้างโปรตีนบางชนิดที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ของสัตว์กินพืชชนิดนั้น

### ชั้นขยายความรู้

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชจากหนังสือ ใบความรู้ วารสารสารานุกรม วิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน และอินเทอร์เน็ต รวมทั้งรวมทั้งนำข้อมูลที่ค้นคว้าได้จัดทำเป็นรายงานหรือจัดป้ายนิเทศให้เพื่อนๆ ได้ทราบเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
2. นักเรียนค้นคว้าบทความหรือคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชจากหนังสือเรียนภาษาอังกฤษหรืออินเทอร์เน็ตและนำเสนอให้เพื่อนๆ ในห้องฟังพร้อมทั้งรวบรวมคำศัพท์และคำแปลเขียนลงในสมุดส่งครู
3. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้
4. นักเรียนทำแบบฝึก
5. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึก

### ชั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
2. นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใดและได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง
3. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
4. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชโดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยการใช้โทรศัพท์สแกนคิวอาร์โค้ดและลงมือทำ ส่ง ตรวจคะแนนทันที

### วัสดุ-อุปกรณ์/สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องที่ 21 การตอบสนองต่อภาวะเครียด
2. การทดลอง เรื่องที่ 21 การศึกษาการตอบสนองต่อภาวะเครียด บันทึกรายงานผลการทดลอง
3. ใบความรู้ เรื่องที่ 21 การตอบสนองต่อภาวะเครียด
4. ใบงาน เรื่องที่ 21 การตอบสนองต่อภาวะเครียด
5. ข้อสอบ O – Net ข้อสอบสอบเข้าเรียนต่ออื่น ๆ
6. แบบฝึก เรื่องที่ 21 การตอบสนองต่อภาวะเครียด
7. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องที่ 21 การตอบสนองต่อภาวะเครียด
8. แบบประเมินความพึงพอใจ

## การวัดและประเมินผล

| สิ่งที่ต้องการวัด             | วิธีการวัดผล                                                                                  | เครื่องมือการวัดผล                                                                                                                            | เกณฑ์การผ่าน                                                                                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ      | 1. กิจกรรมกลุ่ม<br>2. ทำแบบฝึก<br>3. ปฏิบัติการทดลอง/<br>กิจกรรม<br>3. ทำแบบทดสอบหลังเรียน    | 1. บันทึกรูป<br>2. แบบฝึก<br>3. แบบรายงานผล<br>4. แบบทดสอบหลังเรียน                                                                           | 1. ผ่าน 80%<br>2. ผ่าน 80%<br>3. ผ่าน 80%<br>4. ผ่าน 80%                                                                                   |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ         | 1. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br><br>2. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. สร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน | 1. แบบประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน<br>2. แบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21<br><br>3. แบบประเมินผังมโนทัศน์ ( Maid Map Rubric ) | 1. ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบประเมิน ผ่านระดับ-3<br>2. มีทักษะตามแบบประเมินทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ผ่านระดับดี<br>3. ประเมินชิ้นงาน ผ่านระดับพอใช้ |
| 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 1. สังเกตคุณลักษณะของนักเรียนตามแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                              | 1. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์                                                                                                           | 1. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผ่านระดับ 2                                                                                                    |

### บันทึกหลังสอน

#### 1. การมาเรียนของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 2. พฤติกรรมนักเรียนระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

#### 3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

#### 4. การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

#### 5. การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

#### 6. ปัญหาอุปสรรค/และวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

#### 7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

( นางวรินรำไพ แกวกระโทก )

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ