

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชีววิทยา 3 รหัส ว30243

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2/2559

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

เรื่อง ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง เวลา 3 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

2. ตัวชี้วัด

ม. 4-6/2 ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช

3. สาระการเรียนรู้

ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

4. สาระสำคัญ

ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

ปัจจัยภายใน

1. โครงสร้างของใบ
2. สภาพของโพรงโทพลาสซึม
3. อายุของใบ
4. ปริมาณของคลอโรฟิลล์และรงควัตถุที่ช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสง

ปัจจัยภายนอก

1. แสงและความเข้มแสง
2. CO₂ จุดอิ่มตัวของ CO₂ (CO₂ saturation point)
3. อุณหภูมิ
4. ปริมาณน้ำ
5. แร่ธาตุต่าง ๆ

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้

1. วิเคราะห์และอธิบายปัจจัยภายในที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. วิเคราะห์และอธิบายปัจจัยภายนอกที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์

ด้วยแสง

2) ด้านทักษะและกระบวนการ

1. นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ทดลองเกี่ยวกับปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

3) ด้านสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสนใจใฝ่รู้
3. ความรับผิดชอบ
4. ความซื่อสัตย์
5. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับผังกราฟิก

1. ขั้นสร้างความสนใจ

(1) ครูให้นักเรียนดู Animation เรื่อง ปัจจัยจำกัดในการสังเคราะห์ด้วยแสง จากนั้นครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าสภาพแวดล้อมของพืชมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่

(2) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น เพื่อนำเข้าสู่ขั้นต่อไป

2. ขั้นสำรวจค้นหา

(1) แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 6 คน

(2) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและจัดทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

(3) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันบันทึกผลการทดลองและสรุปประเด็นสำคัญ

(4) ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 5.1 เรื่องปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มเติมพร้อมปรับปรุงผลงาน

3. ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

2) นักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปผลการจัดกิจกรรมโดยครูตั้งคำถามดังนี้

- ผลการศึกษาสอดคล้องกับคำตอบที่นักเรียนคิดไว้หรือไม่อย่างไร
- สรุปผลการศึกษานี้ได้อย่างไร

3) นักเรียนตอบคำถาม และแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันโดยครูกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่หลากหลายพร้อมทั้งนำเสนอเหตุผลของความคิดเห็นนั้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปได้ว่า

- ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่

1) แสง และความเข้มแสง 2) อุณหภูมิ 3) ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

4. ขั้นขยายความรู้ โดยการใช้ผังกราฟิก

(1) ครูอธิบายความหมาย รูปแบบ และการเลือกใช้ผังกราฟิกให้นักเรียนเข้าใจ

(2) นักเรียนแต่ละคนนำข้อสรุปที่ได้มาจัดทำเป็นผังกราฟิกเพื่อแสดงความสัมพันธ์ นำเสนอหลักการ และประเด็นสำคัญโดยเลือกรูปแบบตามความเหมาะสม พร้อมทั้งเชื่อมโยงองค์ความรู้กับการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

5. ขั้นประเมินผล

(1) นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมามีจุดใดบ้างที่ไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัย

(2) ครูทดสอบความรู้นักเรียนโดยใช้แบบทดสอบ

6. การวัด และการประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือ	เกณฑ์
1) ด้านความรู้ วิเคราะห์และอธิบายปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง	แบบทดสอบ	ร้อยละ 70
2) ด้านทักษะและกระบวนการ 1. นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 2. นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1) แบบทดสอบทักษะการคิดวิเคราะห์ 2) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละ 70 ระดับดี
3) ด้านสมรรถนะที่สำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสนใจใฝ่รู้ 3. ความรับผิดชอบ 4. ความซื่อสัตย์ 5. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	แบบสังเกตพฤติกรรม	ระดับดี

7. สื่อการเรียนรู้

- 1) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
- 2) ใบความรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
- 3) ภาพยนตร์ Animation เรื่อง ปัจจัยจำกัดในการสังเคราะห์ด้วยแสง

8. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1) ด้านความรู้

1. วิเคราะห์และอธิบายปัจจัยภายในที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์

ด้วยแสง

(จำนวนคน คิดเป็นร้อยละ

2. วิเคราะห์และอธิบายปัจจัยภายนอกที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์

ด้วยแสง

(จำนวนคน คิดเป็นร้อยละ

2) ด้านทักษะและกระบวนการ

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

(จำนวนคน คิดเป็นร้อยละ

2. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(จำนวนคน คิดเป็นร้อยละ

3) ด้านสมรรถนะที่สำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความสามารถในการสื่อสาร

(จำนวนคน คิดเป็นร้อยละ

2. ความสนใจใฝ่รู้

(จำนวนคน คิดเป็นร้อยละ

3. ความรับผิดชอบ

(จำนวนคน คิดเป็นร้อยละ

4. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

(จำนวนคน คิดเป็นร้อยละ

ปัญหาและอุปสรรค

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางจุฑามาส ทวีบุตร)

การทดลอง

เรื่อง ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิกกลุ่ม 1.

2.

3.

4.

5.

6.

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการการสังเคราะห์แสงของพืชในที่ร่มและในที่รับแสง

วัสดุและอุปกรณ์

ตอนที่ 1

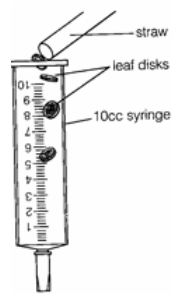
1. ใบพืชสีเขียว
2. เครื่องเจาะกระดาษ
3. โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3)
4. กระบอกฉีดยา
5. โคมไฟ
6. ปีกเกอร์
7. น้ำยาล้างจาน

วิธีการทดลอง

1. นำใบพืชสีเขียวมาเจาะเป็นแผ่นกลมด้วยเครื่องเจาะกระดาษ แล้วนำไปแช่ในน้ำผสมน้ำยาล้างจาน เป็นเวลา 5 นาที
2. เตรียมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ปริมาณ 1 กรัม ละลายในน้ำปริมาตร 50 mL

3. นำแผ่นใบพืชออกจากน้ำผสมน้ำยาล้างจาน เพื่อใส่สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต NaHCO_3 ที่เตรียมไว้

4. นำใบพืชใส่ลงในกระบอกลีดตา แล้วดูดสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต NaHCO_3 ดังภาพ (1) และ (2)



ภาพที่ 1

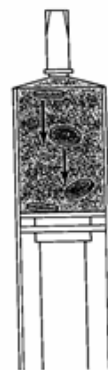


ภาพที่ 2

5. ทำการไล่อากาศของจากกระบอกลีดตา แล้วปิดปลายกระบอกลีดตาด้วยนิ้วเสิร์จแล้วดึงลูกสูบกระบอกลีดตาลงด้านล่าง แล้วค่อย ๆ ปลดลูกสูบกระบอกลีดตา ดังภาพ (3) และ (4) ทำซ้ำ จนใบพืชจมลงทุกใบ



ภาพที่ 3



ภาพที่ 4

6. นำใบพืชออกจากกระบอกลีดตา แล้วแยกใส่บีกเกอร์ที่มีสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต จำนวน 2 บีกเกอร์ บีกเกอร์ละ 5 แผ่น

ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

สิ่งที่มีอิทธิพลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วยปัจจัย 2 ประเภท คือปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอก

1. ปัจจัยภายในได้แก่

1.1 โครงสร้างของใบ

การเข้าสู่ใบของคาร์บอนไดออกไซด์จะยากง่ายไม่เท่ากันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวน ตลอดจนตำแหน่งของปากใบซึ่งอยู่แตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด นอกจากนี้ปริมาณของช่องว่างระหว่างเซลล์ซึ่งเกิดจากการเรียงตัวของเนื้อเยื่อเมโซฟิลล์ (mesophyll) ของใบยังมีผลต่อการแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย ความหนาของชั้นคิวติเคิลที่เนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) และขนของใบจะมีผลในการทำให้คาร์บอนไดออกไซด์กระจายเข้าสู่ใบได้ไม่เท่ากันเพราะถ้าหนาเกินไปแสงจะตกกระทบกับคลอโรพลาสต์ ได้น้อยลง

1.2 อายุของใบ

เมื่อพิจารณาถึงใบแต่ละใบของพืชจะพบว่าใบอ่อนสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้สูงจนถึงจุดที่ใบแก่ แต่หลังจากนั้นการสังเคราะห์แสงจะลดลงเมื่อใบแก่และเสื่อมสภาพใบเหลืองจะไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้เพราะไม่มีคลอโรฟิลล์

1.3 การเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต

พืชที่มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงจะมีการเคลื่อนย้ายน้ำตาลได้สูงด้วย

1.4 โพรโทพลาสต์

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะมีความสัมพันธ์กับการทำงานของโพรโทพลาสต์มาก เมื่อพืชขาดน้ำสภาพคอลลอยด์ของโพรโทพลาสต์จะอยู่ในสภาพขาดน้ำด้วย ทำให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงทำงานได้ไม่เต็มที่แต่พืชแต่ละชนิดโพรโทพลาสต์จะปรับตัวให้ทำงานได้ดีไม่เท่ากันทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

เปลี่ยนไปไม่เท่ากัน

2. ปัจจัยภายนอก ได้แก่

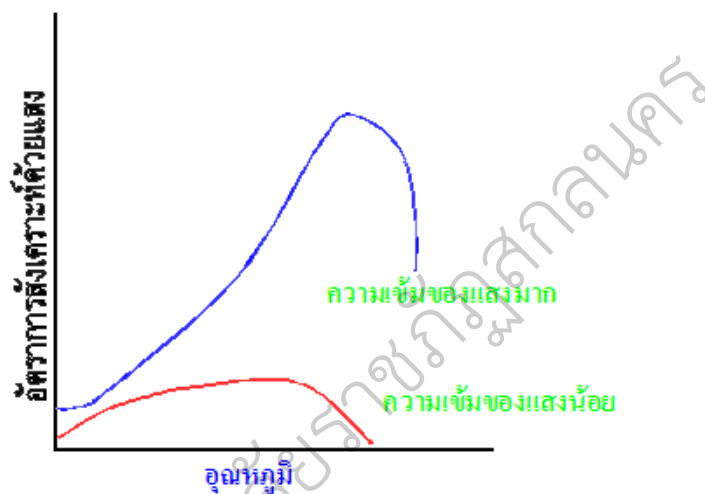
2.1 แสงและความเข้มแสง (light intensity)

ความเข้มแสงมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ถ้าเพิ่มความเข้มแสงจะทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดหนึ่งเรียกว่า จุดอิ่มแสง (light saturation point) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะคงที่ ถ้าเพิ่มความเข้มแสงมากกว่านี้จะพบว่า อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะไม่เพิ่มขึ้นอีก ยกเว้น ในพืช C_4 แต่จะมีผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง เพราะแสงที่มีความเข้มเกินไปจะทำให้ปากใบปิด มีการทำลายสารสีและเอนไซม์ต่างๆที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง มีการเร่งอัตราการหายใจ เป็นต้น พืชต่างชนิดกันมีจุดอิ่มแสงต่างกัน พืชที่ชอบขึ้นในที่ที่มีแสงจะมีจุดอิ่มแสงสูงกว่าพืชที่ชอบขึ้นในที่ร่ม และโดยทั่ว ๆ ไปพืช C_3 จะมีจุดอิ่มแสงต่ำกว่าพืช C_4

2.2 อุณหภูมิกับความเข้มแสง

อุณหภูมิกับความเข้มแสงมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงรวมกันคือ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นเพียงอย่างเดียวแต่ความเข้มแสงน้อย จะไม่ให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงขีดหนึ่งแล้วอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดต่ำลงตาม อุณหภูมิและความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นโดยปกติ ถ้าไม่คิดถึงปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชส่วนใหญ่ จะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นในช่วง 0-35 องศาเซลเซียสหรือ 0-40 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์ควบคุมและการทำงานของเอนไซม์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้น เรื่องของอุณหภูมิจึงมีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง เรียกปฏิกิริยาเคมีที่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิจึงมีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (thermochemical) ถ้าความเข้มแสงน้อยมาก จนทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นน้อยกว่ากระบวนการหายใจ น้ำตาลถูกใช้หมดไปพืชจะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ อัตราการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืชไม่ได้ ขึ้นอยู่กับความเข้มแสงเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น (คุณภาพ) ของแสง และช่วงเวลาที่ได้รับ เช่น ถ้าพืชได้รับแสงนานจะมีกระบวนการ

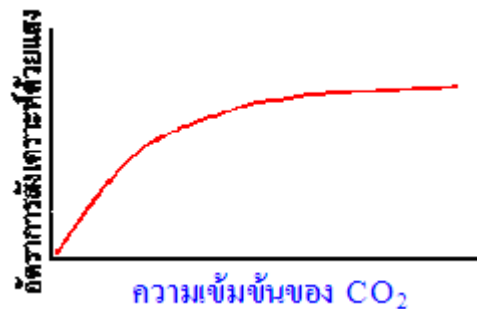
สังเคราะห์ด้วยแสงดีขึ้น แต่ถ้าพืชได้แสงที่มีความเข้มมาก ๆ ในเวลานานเกินไป จะทำให้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงชะงัก หรือหยุดลงได้ทั้งนี้เพราะคลอโรฟิลล์ถูกกระตุ้นมากเกินไป ออกซิเจนที่เกิดขึ้นแทนที่จะออกสู่บรรยากาศภายนอกพืชกลับนำไปออกซิไดส์ ส่วนประกอบและสารอาหารต่าง ๆ ภายในเซลล์ รวมทั้งคลอโรฟิลล์ทำให้สีของคลอโรฟิลล์จางลง ประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์และเอนไซม์เสื่อมลงทำให้การสร้างน้ำตาลลดลง ให้นักเรียนศึกษารูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงอุณหภูมิกับความเข้มแสงและอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
ที่มา : www.thaigoodview.com/library/teachershow/phayao/pensri_t/lingt_syntesis

2.3 ความเข้มข้นของ CO₂ (carbondioxide concentration)

ถ้าความเข้มข้นของ CO₂ เพิ่มขึ้นจากระดับปกติที่มีในอากาศ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย จนถึงระดับหนึ่งถึงแม้ว่าความเข้มข้นของ CO₂ จะสูงขึ้นแต่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้สูงขึ้นตามไปด้วย และถ้าหากว่าพืชได้รับ CO₂ ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าระดับน้ำแล้วเป็นเวลานาน ๆ จะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดต่ำลงได้ ให้นักเรียนศึกษารูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงความเข้มข้นของ CO_2 กับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

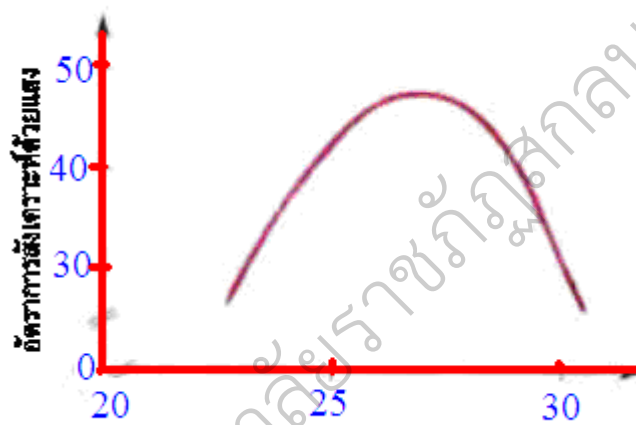
ที่มา : www.thaigoodview.com/library/teachershow/phayao/pensri_t/lingt_syntesis

CO_2 จะมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับปัจจัยอย่างอื่นด้วย เช่น ความเข้มข้นสูงขึ้นแต่ความเข้มแสงน้อย และอุณหภูมิของอากาศก็ต่ำ กรณีเช่นนี้ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดต่ำลงตามไปด้วย ในทางตรงกันข้าม ถ้า CO_2 มีความเข้มข้นสูงขึ้น ความเข้มแสงและอุณหภูมิของอากาศก็เพิ่มขึ้น กรณีเช่นนี้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย

นักชีววิทยาจึงมักเลี้ยงพืชบางชนิดไว้ในเรือนกระจกที่แสงผ่านเข้าได้มาก ๆ แล้วให้ CO_2 มากขึ้นเป็นพิเศษ ซึ่งมีผลทำให้พืชมีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มมากขึ้น อาหารเกิดมากขึ้นจึงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ออกดอกออกผลเร็ว และออกดอกออกผลนอกฤดูกาลก็ได้

2.4 อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิ เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยทั่วไปอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 10 – 35 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นกว่านี้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดต่ำลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงที่อุณหภูมิสูง ๆ ยังขึ้นอยู่กับเวลาอีกปัจจัยหนึ่งด้วย กล่าวคือถ้าอุณหภูมิสูงคงที่ เช่น ที่ 40 องศาเซลเซียส อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะเอนไซม์ทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิพอเหมาะ ถ้าสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส เอนไซม์จะเสื่อมสภาพทำให้การทำงานของเอนไซม์ชะงักลง ให้นักเรียนศึกษารูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 กราฟแสดงอุณหภูมิกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

ที่มา : www.thaigoodview.com/library/teachershow/phayao/pensri_t/lingt_syntesis

2.5 ปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

2.5.1 ออกซิเจน (oxygen)

ตามปกติในอากาศจะมีปริมาณของ O_2 ประมาณ 25% ซึ่งมักคงที่อยู่แล้วจึงไม่ค่อยมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ถ้าปริมาณออกซิเจนลดลงจะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงขึ้น แต่ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารต่าง ๆ ภายในเซลล์ โดยเป็นผลจากพลังงานแสง (Photorespiration) รุนแรงขึ้น การสังเคราะห์ด้วยแสงจึงลดลง

2.5.2 น้ำ (H_2O)

น้ำถือเป็นวัตถุดิบที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (แต่ต้องการประมาณ 1% เท่านั้น จึงไม่สำคัญมากนัก เพราะพืชมีน้ำอยู่ในเซลล์อย่างเพียงพอ) อิทธิพลของน้ำมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทางอ้อม คือ ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์

2.5.3 เกลือแร่ (mineral salt)

ธาตุแมกนีเซียม (Mg) และธาตุไนโตรเจน (N) ของเกลือในดินมีความสำคัญต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง เพราะธาตุดังกล่าวเป็นองค์ประกอบอยู่ในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ ดังนั้น ถ้าในดินขาดธาตุทั้งสอง พืชก็จะขาดคลอโรฟิลล์ ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลงด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า ธาตุเหล็ก (Fe) จำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ และไซโทโครม (cytochrome) ซึ่งเป็นตัวรับและถ่ายโอนอิเล็กตรอน ถ้าไม่มีธาตุเหล็กในดินเพียงพอการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ก็จะเกิดขึ้นไม่ได้

2.5.4 อายุของใบ

ใบจะต้องไม่แก่หรืออ่อนจนเกินไป ทั้งนี้เพราะในใบอ่อนคลอโรฟิลล์ยังเจริญไม่เต็มที่ ส่วนใบที่แก่มาก ๆ คลอโรฟิลล์จะสลายตัวไปเป็นจำนวนมาก

คำถามพัฒนาการคิดวิเคราะห์

เรื่องปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

1. ถ้านำเฟิร์นที่ชอบอยู่ในที่ร่มไปปลูกไว้ในที่มีแสงแดดจ้า อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง จะเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพราะเหตุใด (วิเคราะห์หลักการ)

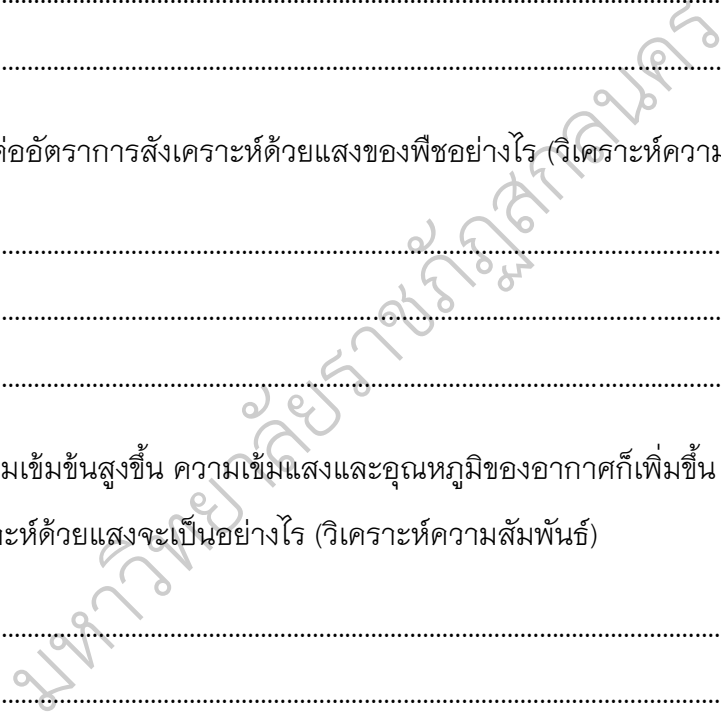
.....
.....
.....

2. อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอย่างไร (วิเคราะห์ความสำคัญ)

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

3. ถ้า CO₂ มีความเข้มข้นสูงขึ้น ความเข้มแสงและอุณหภูมิของอากาศก็เพิ่มขึ้น กรณีเช่นนี้ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเป็นอย่างไร (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

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



แนวเฉลยคำถามพัฒนาการคิดวิเคราะห์

เรื่องปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

1. ถ้านำเฟิร์นที่ชอบอยู่ในที่ร่มไปปลูกไว้ในที่มีแสงแดดจ้า อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพราะเหตุใด (วิเคราะห์หลักการ)

แนวการตอบ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของเฟิร์นจะไม่เพิ่ม เพราะเฟิร์นเป็นพืชที่ต้องการแสงน้อย นอกจากนี้แสงแดดยังอาจเป็นอันตรายต่อสารสีทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง

2. อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอย่างไร (วิเคราะห์ความสำคัญ)

แนวการตอบ อุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

3. ถ้า CO₂ มีความเข้มข้นสูงขึ้น ความเข้มแสงและอุณหภูมิของอากาศก็เพิ่มขึ้น กรณีเช่นนี้ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเป็นอย่างไร (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

แนวการตอบ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย

แบบทดสอบ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน (ข้อละ 1 คะแนน) ใช้เวลาทำข้อสอบ 10 นาที

2. นักเรียนอ่านแบบทดสอบแล้วตอบคำถามโดยทำเครื่องหมาย X ทับตัวอักษร ก ข ค หรือ ง ที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

(ความรู้ความจำ)

- ก. สภาพของโพรงทอพอลาสซิม, อุณหภูมิ
- ข. ปริมาณคลอโรฟิลล์, โครงสร้างของใบ
- ค. ความเข้มข้นของ CO_2 , ปริมาณคลอโรฟิลล์
- ง. อุณหภูมิ, ความเข้มข้นของ CO_2

2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นปัจจัยภายในที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

(ความรู้ความจำ)

- ก. สภาพของโพรงทอพอลาสซิม, อุณหภูมิ
- ข. ปริมาณคลอโรฟิลล์, โครงสร้างของใบ
- ค. ความเข้มข้นของ CO_2 , ปริมาณคลอโรฟิลล์
- ง. อุณหภูมิ, ความเข้มข้นของ CO_2

3. ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

- ก. พืชแต่ละชนิดมีความต้องการแสงในช่วงเวลาต่าง ๆ เหมือนกัน
- ข. อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชแต่ละชนิดจะแปรผันตามปริมาณของ

แสงสีต่าง ๆ

- ค. พืชทุกชนิดมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเหมือนกัน
- ง. พืชมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงในแสงสีเข้มมากกว่าแสงสีอ่อน

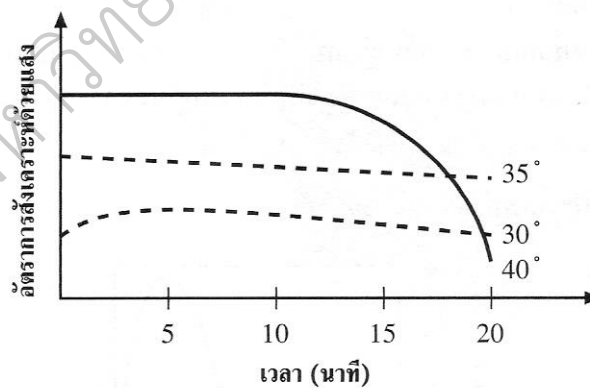
4. พืชจะสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีในบริเวณที่มีอุณหภูมิเช่นไร เพราะเหตุใด
(ความเข้าใจ)

- ก. อุณหภูมิสูง เพราะอุณหภูมิที่สูง จะทำให้พืชสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้เร็วขึ้น
- ข. อุณหภูมิสูง เพราะอุณหภูมิที่สูง จะทำให้พืชดูดพลังงานแสงได้มากขึ้น
- ค. อุณหภูมิต่ำ เพราะอุณหภูมิต่ำ จะทำให้พืชสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้อย่างสม่ำเสมอ
- ง. ไม่สูงหรือต่ำเกินไป เพราะอุณหภูมิที่สูง หรือต่ำเกินไปมีผลทำให้เอนไซม์เสียสภาพ

5. เพราะเหตุใด พืชบางชนิดจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่ร่ม (วิเคราะห์)

- ก. เพราะเมื่ออยู่ในที่ร่มไม่จำเป็นต้องใช้แสงในการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ข. เพราะเป็นพืชที่สามารถเก็บพลังงานแสงได้อย่างรวดเร็ว
- ค. เพราะเป็นพืชที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้แม้มีความเข้มแสงน้อย
- ง. เพราะเป็นพืชพวกที่ไม่มีแสงก็สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้

6. ข้อมูลจากกราฟ แสดงให้เห็นถึงข้อใด (คิดวิเคราะห์)



- ก. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อเวลา
- ข. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ค. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ง. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา

7. ถ้านักเรียนปลูกพืชในที่ที่รับแสงสว่างได้อย่างเพียงพอและพบว่าใบพืชมีสีเหลืองซีด และพืชไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร ทั้ง ๆ ที่มีการรดน้ำและใส่ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ นักเรียนจะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร (การนำไปใช้)

- ก. ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืชน้อยเกินไป ควรให้แร่ธาตุ Mg และ Fe แก่พืช
- ข. แสงสว่างไม่เพียงพอ ควรนำพืชไปตั้งไว้กลางแจ้ง
- ค. ปริมาณ CO₂ ต่ำเกินไปควรนำไปตั้งไว้ในบริเวณที่มีสัตว์เลี้ยง
- ง. ใบพืชมีอายุมากเกินไป ควรเด็ดใบทิ้งและรอให้พืชแตกใบใหม่

8. แสงมีบทบาทสำคัญอย่างไรในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (วิเคราะห์)

- ก. ทำให้ฮีลิกตรอนสะสมในคลอโรพลาสต์มากขึ้น
- ข. ทำให้โมเลกุลของน้ำแตกตัว
- ค. ทำให้เกิดการจับเรียงตัวของโมเลกุลของคลอโรฟิลล์
- ง. ทำให้โมเลกุลของน้ำเพิ่มมากขึ้น

9. พืชที่มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมากควรอยู่ในสถานะเช่นไร (สังเคราะห์)

- ก. มีความเข้มแสงน้อย ระยะเวลารับแสงนาน ความยาวคลื่นเหมาะสม
- ข. มีความเข้มแสงมาก ระยะเวลารับแสงนาน ความยาวคลื่นเหมาะสม
- ค. มีความเข้มแสงน้อย ระยะเวลารับแสงน้อย ความยาวคลื่นเหมาะสม
- ง. มีความเข้มแสงมาก ระยะเวลารับแสงน้อย ความยาวคลื่นเหมาะสม

10. พืชสามารถสร้างกรดอินทรีย์ในตอนกลางคืนได้ในปริมาณที่มากกว่าตอนกลางวัน เพราะเหตุใด (วิเคราะห์)

- ก. เพราะการสังเคราะห์กรดอินทรีย์นั้นต้องการความมืด
- ข. เพราะปฏิกิริยานี้ต้องการน้ำ แต่ตอนกลางวันมีน้ำน้อย
- ค. เพราะตอนกลางคืนมีปริมาณ CO₂ มากกว่าตอนกลางวัน
- ง. เพราะตอนกลางคืนมีอุณหภูมิต่ำกว่าตอนกลางวัน

เฉลยแบบทดสอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				/
2		/		
3		/		
4				/
5			/	
6	/			
7				/
8		/		
9		/		
10			/	

กิจกรรมพัฒนาการคิดวิเคราะห์

เรื่อง ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

ชื่อ - สกุล.....เลขที่.....

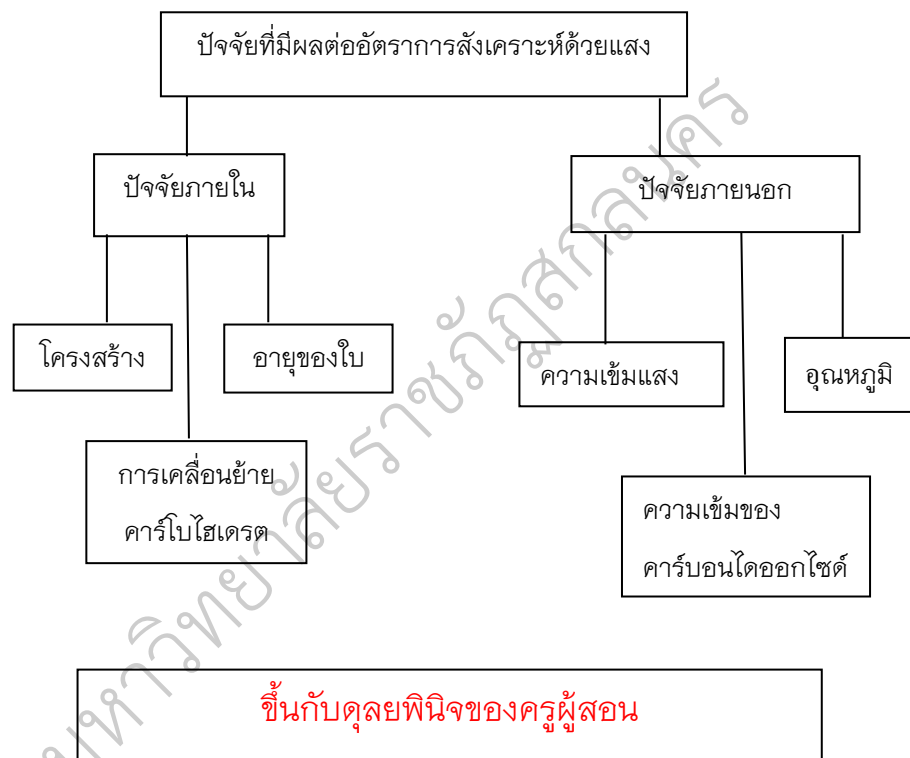
คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนผังกราฟิก แสดงความสัมพันธ์ ของปัจจัยที่มีผลต่อ
อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยเลือกใช้ผังกราฟิกตามความเหมาะสม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

เฉลยกิจกรรมพัฒนาการคิดวิเคราะห์
เรื่อง ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์

ชื่อ - สกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนผังกราฟิก แสดงความสัมพันธ์ ของปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยเลือกใช้ผังกราฟิกตามความเหมาะสม



แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อกลุ่ม.....ชั้นวันที่.....

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตรงกับระดับพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก
ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

รายการพฤติกรรม	ระดับคุณภาพ				ข้อเสนอแนะ
	4	3	2	1	
1. ทักษะการสังเกต					
2. ทักษะการวัด					
3. ทักษะการจำแนกประเภท					
4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล					
5. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล					
6. ทักษะการตั้งสมมติฐาน					
7. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ					
8. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร					
9. ทักษะการทดลอง					
10. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป					
รวม					
ร้อยละ					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
36-40	ดีมาก
26-35	ดี
20-25	พอใช้
ต่ำกว่า 19	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	คุณภาพพฤติกรรมที่ปรากฏ / ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกต โดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในเรื่องที่สังเกต ได้ข้อมูลถูกต้อง ครบถ้วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกต โดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในเรื่องที่สังเกต ได้ข้อมูลถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกต โดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในเรื่องที่สังเกต ได้ข้อมูลถูกต้อง เป็นบางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการสังเกต โดยใส่ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้สังเกตลงไปในเรื่องที่สังเกต ได้ข้อมูลถูกต้อง บางส่วน
2. ทักษะการวัด	เลือกเครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสม เลือกใช้หน่วยที่จะวัดได้อย่างถูกต้อง บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง บันทึกผลการวัดได้ถูกต้อง	เลือกเครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสม เลือกใช้หน่วยที่จะวัดได้อย่างถูกต้อง บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่ บันทึกผลการวัดได้ถูกต้อง	เลือกเครื่องมือในการวัดได้อย่างเหมาะสม เลือกใช้หน่วยที่จะวัดได้อย่างถูกต้อง บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ เป็นบางส่วน บันทึกผลการวัดไม่ถูกต้อง	เลือกเครื่องมือในการวัดได้เหมาะสม เลือกใช้หน่วยที่จะวัดไม่ได้ บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดไม่ถูกต้อง บันทึกผลการวัดไม่ถูกต้อง
3. ทักษะการคำนวณ	แสดงวิธีคำนวณได้อย่างถูกต้อง ผลลัพธ์ถูกต้อง บอกหน่วยวัดได้ถูกต้อง	แสดงวิธีคำนวณได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ ผลลัพธ์ถูกต้อง บอกหน่วยวัดได้ถูกต้อง	แสดงวิธีคำนวณไม่ถูกต้อง ผลลัพธ์ถูกต้อง บอกหน่วยวัดได้ถูกต้อง	แสดงวิธีคำนวณไม่ถูกต้อง ผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง บอกหน่วยวัดได้ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คุณภาพพฤติกรรมที่ปรากฏ / ระดับคะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
4. ทักษะการจำแนกประเภท	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกประเภทได้เหมาะสม แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกประเภทได้เหมาะสม แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้เป็นส่วนใหญ่	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกประเภทได้ แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้บางส่วน	บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกประเภทได้ แบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ได้
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	มองความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 3 มิติ กับวัตถุ 2 มิติและความสัมพันธ์ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้ถูกต้องทุกรายการ	มองความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 3 มิติ กับวัตถุ 2 มิติและความสัมพันธ์ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	มองความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 3 มิติ กับวัตถุ 2 มิติและความสัมพันธ์ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้เป็นบางส่วน	มองความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 3 มิติ กับวัตถุ 2 มิติและความสัมพันธ์ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งไม่ได้
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลและออกแบบการเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจได้ดีขึ้น บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ออกแบบการเสนอข้อมูลให้เข้าใจได้ บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้พอสมควร	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้ ออกแบบการเสนอข้อมูลให้เข้าใจได้พอสมควร บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้น้อย	เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้ ออกแบบการเสนอข้อมูลให้เข้าใจไม่ได้ บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจไม่ได้

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คุณภาพพฤติกรรมที่ปรากฏ / ระดับคะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดีมาก ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดี ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ พอใช้ ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน	สามารถรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้บ้าง เล็กน้อย สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้น้อย ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน
8. ทักษะการพยากรณ์	ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้อย่างสมเหตุสมผล	ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ อย่างสมเหตุสมผล เป็นส่วนใหญ่	ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ อย่างสมเหตุสมผล เป็นบางส่วน	ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่อย่าง ไม่สมเหตุสมผล
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลชัดเจน	สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล แต่ยังไม่ชัดเจน	สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล	สมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้ และสามารถวัดได้	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้ เป็นส่วนใหญ่ และสามารถวัดได้	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้ เป็นบางส่วน และสามารถวัดได้เป็นบางส่วน	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้ เป็นบางส่วน ไม่สามารถวัดได้

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คุณภาพพฤติกรรมที่ปรากฏ / ระดับคะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมได้ ถูกต้องครบถ้วน	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมไม่ครบโดยขาดอย่างใดอย่างหนึ่ง	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมไม่ครบโดยขาด 2 ใน 3	ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมไม่ได้
12. ทักษะการทดลอง	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง มีการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองอย่างเรียบร้อย	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง แต่ขาดการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองให้เรียบร้อย	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน แต่ใช้อุปกรณ์การทดลองไม่ถูกต้อง 1 อย่าง จัดเก็บอุปกรณ์การทดลองอย่างเรียบร้อย	ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน แต่ใช้อุปกรณ์การทดลองไม่ถูกต้อง 1 อย่าง และขาดการจัดเก็บอุปกรณ์การทดลองให้เรียบร้อย
13. ทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป	แปลความหมายถูกต้องและสรุปผลสอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายถูกต้อง สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูลบางส่วน	แปลความหมายถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายไม่ถูกต้อง บางส่วน และไม่สรุปผล

แบบบันทึกผลการประเมินด้านสมรรถนะที่สำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

วิชาชีววิทยา 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมรรถนะ ที่สำคัญ	คุณลักษณะอันพึงประสงค์				คะแนนรวม	ผลการตัดสิน
		ความสามารถใน การสื่อสาร	ความสนใจใฝ่รู้	ความรับผิดชอบ	ความซื่อสัตย์	ทำงานร่วมกับผู้อื่น		
		(4)	(4)	(4)	(4)	(4)	(20)	
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
16-20	ดีเยี่ยม
15-10	ดี
9	พอใช้

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะที่สำคัญ

วิชาชีววิทยา 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	คุณภาพพฤติกรรมที่ปรากฏ / ระดับคะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสามารถในการสื่อสาร	<p>ความสามารถในการรับและส่งสาร</p> <p>มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ</p> <p>ความรู้สึก และทัศนคติของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง</p> <p>การเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคมโดยมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ</p>	<p>ความสามารถในการรับและส่งสาร</p> <p>มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ</p> <p>ความรู้สึก และทัศนคติของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง</p> <p>การเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคมโดยมีการปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่</p>	<p>ความสามารถในการรับและส่งสาร</p> <p>มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนคติของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง</p> <p>การเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคมโดยมีการปฏิบัติเพียงเล็กน้อย</p>	<p>ความสามารถในการรับและส่งสาร</p> <p>มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ</p> <p>ความรู้สึก และทัศนคติของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและ ความถูกต้อง</p> <p>การเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคมโดยมีการปฏิบัติได้น้อยมาก</p>

เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิชาชีพวิทยา 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	คุณภาพพฤติกรรมที่ปรากฏ / ระดับคะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสนใจใฝ่รู้	ตั้งใจ เพียรพยายาม ในการเรียนและเข้าร่วม กิจกรรม แสวงหา ความรู้จากแหล่งเรียนรู้ ต่าง ๆ สรุปเป็นองค์ ความรู้ สามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีการปฏิบัติอย่าง สม่ำเสมอ	ตั้งใจ เพียรพยายาม ในการเรียนและเข้าร่วม กิจกรรม แสวงหา ความรู้จากแหล่งเรียนรู้ ต่าง ๆ สรุปเป็นองค์ ความรู้ สามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีการปฏิบัติ เป็นส่วนใหญ่	ตั้งใจ เพียรพยายาม ในการเรียนและเข้าร่วม กิจกรรม แสวงหา ความรู้จากแหล่งเรียนรู้ ต่าง ๆ สรุปเป็นองค์ ความรู้ สามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีการปฏิบัติ ได้เพียงเล็กน้อย	ตั้งใจ เพียรพยายาม ในการเรียนและเข้าร่วม กิจกรรม แสวงหา ความรู้จากแหล่งเรียนรู้ ต่าง ๆ สรุปเป็นองค์ ความรู้ สามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีการปฏิบัติได้ เล็กน้อยมาก
ความรับผิดชอบ	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของกลุ่มและ โรงเรียน มีความตรงต่อ เวลามีระเบียบ ความ รับผิดชอบในการปฏิบัติ กิจกรรมต่าง ๆ โดยมี การปฏิบัติอย่าง สม่ำเสมอ	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของกลุ่มและ โรงเรียน มีความตรงต่อ เวลามีระเบียบ ความรับผิดชอบในการ ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีการปฏิบัติเป็น ส่วนใหญ่	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของกลุ่มและ โรงเรียน มีความตรงต่อ เวลามีระเบียบ ความรับผิดชอบในการ ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีการปฏิบัติได้เพียง เล็กน้อย	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของกลุ่มและ โรงเรียน มีความตรงต่อ เวลามีระเบียบ ความรับผิดชอบในการ ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีการปฏิบัติได้ เล็กน้อยมาก
ความซื่อสัตย์	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและ เป็นจริง ปฏิบัติตนโดย คำนึงถึงความถูกต้อง ไม่ถือเอาสิ่งของผู้อื่นมา เป็นของตนเอง และ แสวงหาประโยชน์ ในทางที่สุจริต โดยมี การปฏิบัติอย่าง สม่ำเสมอ	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและ เป็นจริง ปฏิบัติตนโดย คำนึงถึงความถูกต้อง ไม่ถือเอาสิ่งของผู้อื่นมา เป็นของตนเอง และ แสวงหาประโยชน์ ในทางที่ สุจริต โดยมีการปฏิบัติเป็น ส่วนใหญ่	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและ เป็นจริง ปฏิบัติตนโดย คำนึงถึงความถูกต้อง ไม่ถือเอาสิ่งของผู้อื่นมา เป็นของตนเอง และ แสวงหาประโยชน์ ในทางที่สุจริต โดยมีการปฏิบัติได้เพียง เล็กน้อย	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและ เป็นจริง ปฏิบัติตนโดย คำนึงถึงความถูกต้อง ไม่ถือเอาสิ่งของผู้อื่นมา เป็นของตนเอง และ แสวงหาประโยชน์ ในทางที่สุจริต โดยมีการปฏิบัติได้ เล็กน้อยมาก

เกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิชาชีววิทยา 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	คุณภาพพฤติกรรมที่ปรากฏ / ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ทำงานร่วมกับผู้อื่น	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรค เพื่อให้งานสำเร็จ โดยมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรค เพื่อให้งานสำเร็จ โดยมีการปฏิบัติเป็นส่วนใหญ่	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรค เพื่อให้งานสำเร็จ โดยมีการปฏิบัติได้เพียงเล็กน้อย	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรค เพื่อให้งานสำเร็จ โดยมีการปฏิบัติได้เล็กน้อยมาก