



แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
 รหัสวิชา ว32251 รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ปีการศึกษา 2568 ภาคเรียนที่ 1 เวลาเรียน 60 นาที
 ครูผู้สอน นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์

ขอเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูชำนาญการพิเศษ (ริเริ่มพัฒนา : Originate & Improve)

รูปแบบการสอน/วิธีการสอน/เทคนิค :

ริเริ่มพัฒนาการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน
 (5Es Instructional Model) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)

- ระบุชนิดของสารสีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- วาดแผนภาพการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
- ปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

2.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- ทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยกระบวนการกลุ่ม

3. สารสำคัญ / ความคิดรวบยอด

พืชนำพลังงานแสงมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยใช้สารสี (pigment) เป็นตัวรับพลังงานแสง สารสีที่พบในพืชมีหลายชนิด เช่น คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) พบในคลอโรพลาสต์ และแคโรทีนอยด์ (carotenoid) พบในคลอโรพลาสต์และโครโมพลาสต์

คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) เป็นสารสีเขียวพบใน พืช สาหร่าย และไซยาโนแบคทีเรีย จำแนกได้หลายชนิดที่พบในพืช และสาหร่ายสีเขียว คือ คลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a) และคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b) โดยคลอโรฟิลล์จะมีโครงสร้างเป็นวงที่มี Mg^{2+} อยู่ตรงส่วนกลาง และมีสายยาวของไฮโดรคาร์บอนที่สามารถช่วยยึดโมเลกุลไว้ในบริเวณที่ไม่มีขั้วของเยื่อไทลาคอยด์ได้

แคโรทีนอยด์ (carotenoid) เป็นสารที่มีสีเหลืองส้มจนถึงส้มแดง พบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ จำแนก 2 ชนิด คือ แคโรทีน (carotene) และแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) โดยโครงสร้างของแคโรทีนอยด์มีลักษณะเป็นสายยาวของไฮโดรคาร์บอนเชื่อมอยู่ระหว่างวงคาร์บอน

โดยทั่วไปสีของวัตถุที่ตามองเห็นมาจากแสงสีที่สะท้อนหรือส่องผ่านวัตถุมายังตาได้ แต่ถ้าหากวัตถุนั้นดูดกลืนแสงสีใดสีหนึ่งไว้ แสงสีนั้นจะไม่มีแสงสะท้อนหรือส่องผ่านมายังตาได้ ซึ่งจะพบว่าคลอโรฟิลล์ดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงได้ดีที่สุด ในขณะที่ดูดกลืนแสงสีเขียวได้น้อย ดังนั้นการที่ตามนุษย์เห็นสีเขียวของใบไม้จึงมาสะท้อนของแสงสีเขียวมาเข้าตามากกว่าแสงสีอื่น

4. สารการเรียนรู้

- สารสีที่พบในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช
- การดูดกลืนแสงของสารสีในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- สื่อสัจธรรม สุจริต
- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

6. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

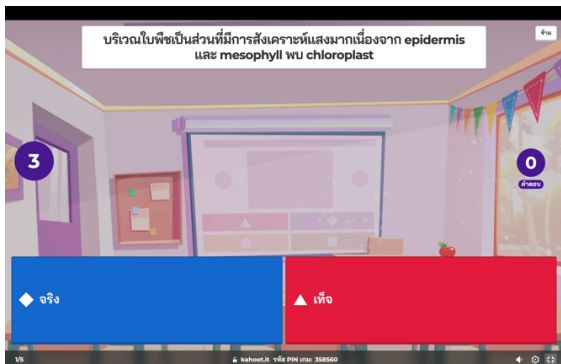
- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. กิจกรรมการเรียนรู้

วิธีสอน การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es Instructional Model) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1. ผู้เรียนทบทวนความรู้เดิม เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยตอบคำถามผ่านโปรแกรม Kahoot ที่ครูสร้างขึ้น



2. ครูกระตุ้นผู้เรียนเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- สารสีที่ได้จากการสกัดจากใบพืชมองเห็นเป็นสีอะไร

แนวคำตอบ สีเขียว

- เพราะเหตุใดสารสกัดจากใบพืชจึงเป็นสีเขียว

แนวคำตอบ เนื่องจากพืชมีสารสีที่ไม่ดูดกลืนแสงสีเขียวจึงแสดงออกเป็นสีเขียว

3. ผู้เรียนร่วมกับสมาชิกในกลุ่มทบทวนการดำเนินการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ซึ่งประกอบด้วย จุดประสงค์การทำกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม และวิธีการทดลอง (ผู้เรียนวาดภาพการดำเนินการทดลองจากการอ่านวิธีดำเนินการกิจกรรมใน direction lab หรือ วิดีทัศน์ที่ครูจัดทำขึ้น ลงในใบกิจกรรมล่วงหน้าก่อนเข้าคาบเรียน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (20 นาที)

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 8 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 5 คน โดยสมาชิกในกลุ่มประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์เก่ง 1 คน กลาง 2 คน อ่อน 2 คน และมีการคละเพศทั้งชายและหญิง (ผลการจัดกลุ่มเกิดจากคะแนนสอบก่อนเรียนที่สอบในคาบก่อนหน้าและได้จัดกลุ่มล่วงหน้าก่อนเข้าคาบเรียน)

2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาชนิดของสารสีที่แยกได้จากการแยกสารสกัดจากใบพืชโดยวิธีโครมาโทกราฟี (ผู้เรียนนำสารสกัดจากพืชมาใส่กระดาษโครมาโทกราฟีและแช่ลงในตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ : อะซิโตน ในอัตราส่วน 9 : 1 ในช่วงพักกลางวันก่อนเข้าคาบเรียน)

3. ผู้เรียนแต่ละคนบันทึกผลการทดลองลงตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 1 เรื่องการแยกสารสกัดจากใบพืช

4. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำสารสีที่ได้จากกระดาษโครมาโทกราฟีจากการทดลองในตอนที่ 1 มาทำการทดลองในในตอนที่ 2 เรื่องการวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร

ทำการแบ่งกลุ่มเพื่อปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

กลุ่ม A (ศึกษาความยาวคลื่น 400 450 และ 500 nm) ประกอบด้วย

- กลุ่ม 1 ศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงของแคโรทีน
- กลุ่ม 2 ศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงของแซนโทฟิลล์
- กลุ่ม 3 ศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงของคลอโรฟิลล์เอ
- กลุ่ม 4 ศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงของคลอโรฟิลล์บี

กลุ่ม B (ศึกษาความยาวคลื่น 550 600 และ 650 nm) ประกอบด้วย

- กลุ่ม 5 ศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงของแคโรทีน
- กลุ่ม 6 ศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงของแซนโทฟิลล์
- กลุ่ม 7 ศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงของคลอโรฟิลล์เอ
- กลุ่ม 8 ศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงของคลอโรฟิลล์บี

4. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตารางบันทึกผลการทดลองตอน ที่ 2 เรื่อง การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer ลงในตารางบันทึกผลการทดลอง **ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (10 นาที)**

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเลือกตัวแทนนำเสนอผลการทดลองตอนที่ 1 เรื่องการแยกสารสกัดจากใบพืช และตอนที่ 2 เรื่องการวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

2. ครูและผู้เรียนเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

3. ผู้เรียนเขียนบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันลงในใบกิจกรรมเรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (10 นาที)

1. ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี เข้ากับการใช้ชีวิตประจำวันโดยครู ตั้งสถานการณ์ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นบนกระดานในโปรแกรม CANVA (5 นาที)

กำหนดสถานการณ์ ดังนี้

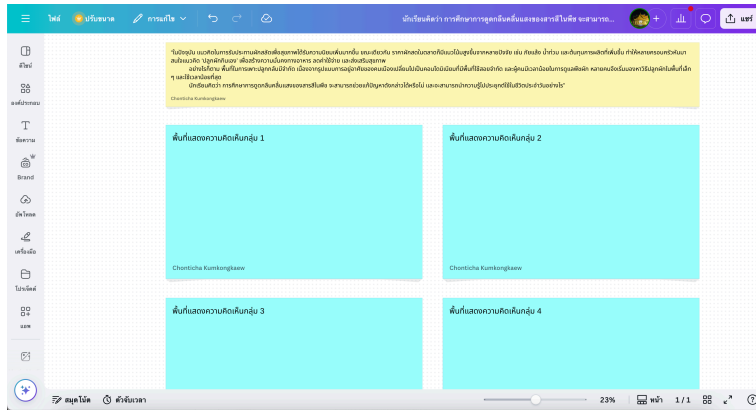
“ในปัจจุบัน แนวคิดในการรับประทานผักสดเพื่อสุขภาพได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ขณะเดียวกัน ราคาผักสดในตลาดก็มีแนวโน้มสูงขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม และต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ทำให้หลายครอบครัวหันมาสนใจแนวคิด ‘ปลูกผักกินเอง’ เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร ลดค่าใช้จ่าย และส่งเสริมสุขภาพ

อย่างไรก็ตาม พื้นที่ในการเพาะปลูกกลับมีจำกัด เนื่องจากรูปแบบการอยู่อาศัยของคนเมืองเปลี่ยนไป เป็นคอนโดมิเนียมที่มีพื้นที่ใช้สอยจำกัด และผู้คนมีเวลาน้อยในการดูแลพืชผัก หลายคนจึงเริ่มมองหาวิธีปลูกผักในพื้นที่เล็ก ๆ และใช้เวลาน้อยที่สุด

ผู้เรียนคิดว่า การศึกษาการดูดแสงของสารสีในพืช จะสามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้หรือไม่ และจะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไร”

แนวคำตอบ :

สามารถช่วยได้ เพราะเมื่อเราศึกษาว่าพืชดูดกลืนแสงช่วงใดได้ดีที่สุด เช่น แสงสีน้ำเงินและแสงสีแดง เราก็สามารถนำความรู้นี้ไปประยุกต์ใช้กับการปลูกพืชในที่ร่มได้ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่มีแสงแดด เช่น ห้องในคอนโดหรือในอาคารเราสามารถใช้หลอดไฟ LED ที่ให้แสงในช่วงคลื่นที่พืชต้องการ เพื่อให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงและเจริญเติบโตได้ การใช้ไฟ LED ยังประหยัดพลังงานและปรับแสงได้ตามความเหมาะสม จึงช่วยให้สามารถปลูกผักในบ้านได้แม้พื้นที่และเวลาจำกัด

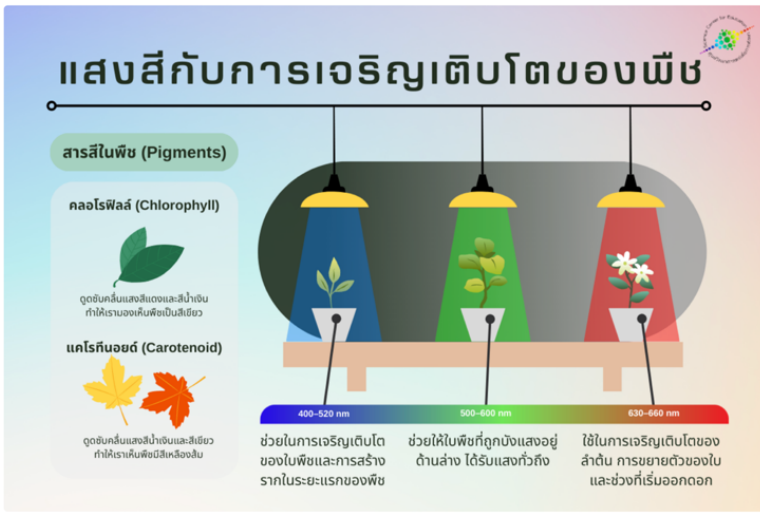


2. ครูขยายความรู้ เรื่องความยาวคลื่นแสงที่มีผลกระทบต่อระบบการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

- แสงสีน้ำเงิน มีผลต่อปริมาณของคลอโรฟิลล์และการเจริญเติบโตของใบพืช รวมทั้งการสร้างรากในระยะแรกของพืช (veg stage/ growth) แต่ไม่ควรให้แสงสีฟ้ามากเกินไปในพืชบางชนิด เพราะอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้

- แสงสีแดง จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของลำต้นและการขยายตัวของใบ รวมทั้งมีผลกับพืชเมื่ออยู่ในช่วงที่เริ่มออกดอก (flowering) จึงเหมาะกับพืชที่เราต้องการผลมากกว่าพืชใบ

- แสงสีเขียว ถึงแม้พืชจะนำมาใช้น้อยที่สุด แต่ก็ส่งผลกับใบพืชที่อยู่ด้านล่าง เนื่องจากแสงสีเขียวทะลุผ่านได้ดีกว่า ทำให้พืชได้รับแสงอย่างทั่วถึง



ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้อชีววิทยาศาสตร์ (2023)

ขั้นที่ 5 ชั้นประเมินผล (10 นาที)

1. ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีใน google form จำนวน 10 ข้อ ผ่าน qr code ดังรูป



2. ครูประกาศคะแนนพัฒนาการรายกลุ่ม และกล่าวชมเชยกลุ่มเรียนที่มีการพัฒนาการสูงสุด
3. ผู้เรียนส่งใบกิจกรรมเรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีเป็นรายบุคคลให้เรียบร้อย
4. ครูมอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้เรื่องสารสีที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาแสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเพื่อเชื่อมโยงความรู้จากการทำกิจกรรมเข้ากับเนื้อหาใหม่ที่เรียน
5. ครูมอบหมายให้ผู้เรียนทำความสะอาด และเก็บอุปกรณ์การทดลองให้เป็นระเบียบ

8. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
- ชุดอุปกรณ์การทดลองเรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
- Power point เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
- วิดีทัศน์ เรื่อง สารสีและดูดกลืนแสงของสารสี
- โปรแกรม CANVA เรื่อง การดูดกลืนแสงของพืชเข้ากับนวัตกรรมการปลูกพืชผักในที่ร่มด้วยแสงจาก

หลอด LED

- โปรแกรม google form สำหรับแบบทดสอบหลังเรียนเรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
- โปรแกรม Kahoot สำหรับกิจกรรมเกมทบทวนบทเรียน เรื่อง การสังเคราะห์แสงของพืช

8.2 แหล่งเรียนรู้

1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2) สื่อการเรียนการสอนเรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ตอนที่ 1 ในเว็บไซต์ <https://proj14.ipst.ac.th/m4-6-biology/m5-bio-book3/bio-m5b3-017/> จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

3) สื่อการเรียนการสอน เรื่อง แสงสีกับการเจริญเติบโตของพืช ในเว็บไซต์ <https://sciplanet.org/content/12621> จัดทำโดยศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้อาชีววิทยาศาสตร์


9. การวัดและประเมินผล

9.1 การประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้

รายการที่วัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)			
1. ระบุชนิดของสารสี ใน กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	- ตรวจสอบทดสอบหลัง เรียนเรื่อง สารสีและการ ดูดกลืนแสงของสารสี	- แบบทดสอบหลัง เรียนเรื่อง สารสีและ การดูดกลืนแสงของ สารสี	- ได้คะแนน ร้อยละ 70
2. ระบุความสามารถในการดูดกลืน แสงของสารสีในกระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสง	- ตรวจสอบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสง ของสารสี	- ใบกิจกรรม เรื่อง สาร สีและการดูดกลืนแสง ของสารสี	- ได้ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P)			
1. วาดแผนภาพการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี	- ตรวจสอบแผนภาพการ ทดลอง เรื่อง สารสีและ การดูดกลืนแสงของสารสี	- แผนภาพการทดลอง เรื่อง สารสีและการ ดูดกลืนแสงของสารสี	- ได้ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป
2. ปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและ การดูดกลืนแสงของสารสี	- สังเกตพฤติกรรมการ ปฏิบัติการทดลอง ของผู้เรียน	- ประเมินทักษะการ ปฏิบัติการทดลอง รายบุคคล	- ได้ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A)			
1. ทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วย กระบวนการกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมของ ผู้เรียน	- แบบประเมินทำงาน ร่วมกับผู้อื่นด้วย กระบวนการกลุ่ม	- ได้ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป

9.2 การประเมินสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตามหลักสูตรแกนกลาง

รายการที่วัดและประเมินผล	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์			
1. ซื่อสัตย์ สุจริต 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. มุ่งมั่นในการทำงาน	- สังเกตพฤติกรรมของ ผู้เรียน	- แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	- ได้ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป
ด้านสมรรถนะสำคัญ			
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	- สังเกตพฤติกรรมของ ผู้เรียน	- แบบประเมินด้าน สมรรถนะ	- ได้ระดับ คุณภาพดี ขึ้นไป

ลงชื่อ.....  ผู้จัดทำ

(นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี (ตาม 8 ตัวชี้วัด)

ตัวชี้วัดที่ 1 ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสิ่งที่เรียนและเข้าใจบทเรียน

1. การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มพัฒนา

1.1 เนื้อหา (content) หรือมโนทัศน์ ที่จัดให้ผู้เรียนเรียนรู้หรือฝึกฝนมีความถูกต้อง และตรงตามหลักสูตร

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสิ่งที่เรียนและเข้าใจบทเรียนโดยครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es Instructional Model) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี เป็นเนื้อหาที่มีความถูกต้องและตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ สาระชีววิทยา ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2 ออกแบบและจัดโครงสร้างบทเรียนเป็นระบบและใช้เวลาเหมาะสม

ครูได้มีการวางแผน ออกแบบ จัดโครงสร้างบทเรียนไว้อย่างเป็นระบบ และกำหนดเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินกิจกรรมสำหรับเนื้อหา เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีจึงสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งนี้ได้เสร็จสมบูรณ์และทันภายในเวลาที่กำหนด 60 นาที (1 คาบเรียน)

1.3 ใช้สื่อประกอบบทเรียนได้เหมาะสมและช่วยในการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์

ครูริเริ่มพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เหมาะสมกับผู้เรียน และช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน กิจกรรมเกมทบทวนความรู้ด้วยโปรแกรม Kahoot กระดานนำเสนอความคิดเห็นจากโปรแกรม CANVA วิดีทัศน์สาธิตการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี และใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

1.4 แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มออกแบบโครงสร้าง กิจกรรม หรือสื่อการเรียนรู้ใหม่ ๆ ในบทเรียน

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย ดังนี้

ก่อนการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ศึกษาเอกสารการทดลอง และวีดิทัศน์ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อวาดภาพออกแบบกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในคาบเรียนล่วงหน้า เพื่อเตรียมตัวให้พร้อมต่อการเรียนรู้ในคาบเรียน **กิจกรรมการเรียนรู้** ในชั้นเรียนครูได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองเพื่อศึกษาสารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีโดยผู้เรียนดำเนินกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม และแลกเปลี่ยนข้อมูลการทดลองระหว่างกลุ่ม และร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง และผู้เรียนระดมความคิดร่วมกับสมาชิกในกลุ่มแสดงความคิดเห็นลงในกระดานเสนอข้อมูลในโปรแกรม CANVA เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่ครูตั้งขึ้นซึ่งถือเป็นการขยายความรู้ของผู้เรียน

1.5 แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มออกแบบโครงสร้าง หรือสื่อการเรียนรู้ใหม่ ๆ ส่งผลดีต่อผู้เรียน (มีบันทึกหลังการสอน)

ริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลายพบว่าผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้ ดังนี้

ก่อนการเรียนรู้ ผู้เรียนศึกษาเอกสารการทดลอง และวิดีโอที่ครูสร้างขึ้นเพื่อวางแผนภาพการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี พบว่าผู้เรียนทุกคนสามารถวางแผนภาพการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีได้ระดับคุณภาพดีขึ้น ซึ่งถือเป็นการผ่านเกณฑ์การประเมิน ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีในชั้นเรียนได้ด้วยตัวเอง

สรุปคะแนนการประเมินแผนภาพการทดลองจากใบกิจกรรม (ตามระดับคุณภาพ)

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	36	94.74
ดี	2	5.26
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

จากการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองเพื่อศึกษาสารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีตอนที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยวิธีโครมาโทกราฟี ผู้เรียนได้ปฏิบัติการทดลองโดยการนำสารสกัดจากใบพืชไปแยกโดยวิธีโครมาโทกราฟีในตัวทำละลายปิโทเลียม : อะซิโตน สังเกตผลการทดลอง บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง และสามารถระบุชนิดของสารสีที่พบในใบพืชได้ และตอนที่ 2 เรื่อง การดูดกลืนคลื่นแสงโดย spectrophotometer ผู้เรียนสามารถอ่านค่าค่าการดูดกลืนแสงของสารสีจากการใช้เครื่อง spectrophotometer สามารถเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนสารสีแต่ละชนิด และเขียนกราฟแสดงผลการดูดกลืนคลื่นแสงของสารสีแต่ละชนิด นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีโอกาสระดมความคิดร่วมกับสมาชิกในกลุ่มแสดงความคิดเห็นลงในกระดานเสนอข้อมูลในโปรแกรม CANVA เพื่อขยายความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง โดยนำความรู้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ครูสร้างขึ้น จากการปฏิบัติกิจกรรมทั้งหมดของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนทุกคนได้รับการพัฒนาด้านความรู้ความเข้าใจ (K) ด้านทักษะกระบวนการ (P) ด้านคุณลักษณะ (A) ครบถ้วนจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการประเมินของผู้เรียนผ่านเกณฑ์ในทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

จากคะแนนจากคะแนนแบบทดสอบ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี พบว่าผู้เรียนร้อยละ 94.74 ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)

จากการประเมินใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี พบว่าผู้เรียนร้อยละ 86.84 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก และผู้เรียนร้อยละ 13.16 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)

สรุปผลการประเมินใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี (ตามระดับคุณภาพ)
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	33	86.84
ดี	5	13.16
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม		

จากการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองรายบุคคล เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี พบว่าผู้เรียนร้อยละ 97.37 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก และผู้เรียนร้อยละ 2.63 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ด้านทักษะกระบวนการ (P)

สรุปผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองรายบุคคล (ตามระดับคุณภาพ)
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	37	97.37
ดี	1	2.63
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

จากการประเมินพฤติกรรมการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยกระบวนการกลุ่ม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี พบว่าผู้เรียนร้อยละ 94.74 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก และร้อยละ 5.26 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ซึ่งถือว่าผู้เรียนทุกคนผ่านเกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะ (A)

สรุปผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยกระบวนการกลุ่ม (ตามระดับคุณภาพ)
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	36	94.74
ดี	2	5.26
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

2. ปัญหาและอุปสรรค

2.1. ผู้เรียนบางคนอาจต้องใช้เวลาในการเรียนรู้มากกว่าผู้เรียนคนอื่น และทำงานล่าช้ากว่าที่ครูกำหนด

3. แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

3.1 ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยให้เพื่อนช่วยอธิบายเนื้อหาในการทำกิจกรรมให้เพื่อนฟัง และครูได้จัดทำวีดิทัศน์การดำเนินกิจกรรมให้ผู้เรียนสามารถเปิดทบทวนขั้นตอนและวิธีการได้หลายครั้ง รวมถึงตั้งคำถามกระตุ้นการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

ตัวชี้วัดที่ 2 ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่

1. การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มพัฒนา

1.1 มีการทบทวนความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์เดิม เช่น การใช้คำถามแบบฝึก หรือกิจกรรม ฯลฯ

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่โดยขึ้นสร้างความสนใจ ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เดิม เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยครูใช้เกมทบทวนความรู้ด้วยโปรแกรม Kahoot เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามจำนวน 5 ข้อ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปในคาบก่อนหน้า เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์เดิม เมื่อนักเรียนตอบคำถามตามเวลาในแต่ละข้อ จะมีเฉลยปรากฏเพื่อให้นักเรียนรับทราบคำตอบในแต่ละข้อทันที

1.2 มีการเข้าถึงผู้เรียนที่ยังไม่พร้อมที่จะเรียนรู้ใหม่

ครูได้สร้างกิจกรรมเกมทบทวนความรู้ด้วยโปรแกรม Kahoot เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ และตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้สังเกตอุปกรณ์การทดลอง และสารสีที่ครูเตรียมไว้ให้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียนรู้เรื่องใหม่ และครูเดินสำรวจผู้เรียนแต่ละกลุ่มในขณะที่ทำกิจกรรม เมื่อพบผู้เรียนที่ไม่เข้าใจในเนื้อหากิจกรรมจะเข้าไปคำแนะนำโดยทันที

1.3 มีการช่วยเหลือผู้เรียนที่ยังมีความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์เดิมไม่เพียงพอที่จะเชื่อมโยงกับการเรียนรู้ใหม่ เช่น การอธิบาย ยกตัวอย่าง การใช้คำถามเกม หรือกิจกรรม ฯลฯ

ครูได้จัดทำวีดิทัศน์สาธิตการปฏิบัติการทดลอง และการใช้เครื่อง spectrophotometer ให้ผู้เรียนศึกษาล่วงหน้า และให้นักเรียนวาดภาพขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองล่วงหน้า 3 วันก่อนเข้าคาบเรียน และเมื่อปฏิบัติการทดลองครูสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน เมื่อมีผู้เรียนที่ใช้เครื่องมือไม่ถูกต้อง บันทึกข้อมูลไม่ถูกต้อง รวมถึงไม่เข้าใจ/ไม่สามารถอธิบายผลการปฏิบัติการทดลองได้ ครูเข้ามาอธิบายเพิ่มเติมโดยการตั้งคำถามรายบุคคลเพื่อไปสู่ความเข้าใจของผู้เรียน

1.4 แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มใช้วิธีการใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่ ดังนี้

- ครูจัดทำวีดิทัศน์สาธิตการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ให้ผู้เรียนศึกษาและวางแผนการทดลองล่วงหน้า เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการทำกิจกรรมในชั้นเรียนซึ่งนำไปสู่ความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนจะได้รับ

- ครูจัดทำเกมทบทวนความรู้ด้วยโปรแกรม Kahoot เพื่อทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนมาก่อนนำเข้าสู่การปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

1.5 แสดงให้เห็นถึงการใช้วิธีการใหม่ ๆ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่ (มีบันทึกหลังการสอน)

จากการริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนทบทวนความรู้โดยโปรแกรม Kahoot เพื่อทบทวนบทเรียนเรื่อง การสังเคราะห์แสงของพืช พบว่าผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้ และผู้ที่ตอบคำถามได้สูงสุด ตอบได้ 4 ข้อจากทั้งหมด 5 ข้อ และผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมในการเรียนรู้จากการศึกษาวีดิทัศน์

สาธิตการทดลอง และศึกษาขั้นตอนในใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี พบว่าผู้เรียนทุกคนมีการวาดภาพออกแบบขั้นตอนการทดลองครบทุกคนและได้ระดับคุณภาพดีขึ้นไป ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ด้วยตัวเอง

สรุปคะแนนการประเมินแผนภาพการทดลองจากใบกิจกรรม (ตามระดับคุณภาพ)
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	36	94.74
ดี	2	5.26
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

2. ปัญหาและอุปสรรค

ผู้เรียนมีความตื่นเต้นและตกใจในเวลาที่คุณครูให้ในการตอบคำถามในข้อแรกทำให้ตอบคำถามไม่ทัน

3. แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

ครูให้ผู้เรียนปรับตัวในข้อถัดไป ทำให้ผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้ทันเวลาที่กำหนด และได้รับการทบทวนความรู้เดิม และครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มเติมความรู้ให้นักเรียนอีกครั้งและเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้นในคาบเรียน

ตัวชี้วัดที่ 3 ผู้เรียนได้สร้างความรู้เอง หรือได้สร้างประสบการณ์ใหม่จากการเรียนรู้

1. การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มพัฒนา

1.1 ออกแบบงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนสร้างความรู้หรือประสบการณ์ใหม่อย่างเหมาะสมกับวัย สภาพ และบริบทของผู้เรียนและชั้นเรียน

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es Instructional Model) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ประสบการณ์ใหม่อย่างเหมาะสมกับวัย สภาพ และบริบทของผู้เรียนและชั้นเรียน ดังนี้

- ผู้เรียนได้ศึกษาการปฏิบัติการทดลองจากใบกิจกรรม และวิดีโอสาธิตการทดลองที่คุณครูจัดทำขึ้น เพื่อให้นักเรียนวาดภาพออกแบบขั้นตอนการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี อย่างเป็นลำดับ
- ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมเชื่อมโยงความรู้ใหม่จากการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการตอบคำถามจากเกมทบทวนความรู้ด้วยโปรแกรม Kahoot เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ผู้เรียนได้ปฏิบัติการทดลอง เรื่องสารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยตัวเอง ทำให้เกิดการสร้างความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ด้วยตัวเอง ไม่ใช่เพียงการท่องจำตามบทเรียนหรือตามที่ครูสอน

1.2 ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ต้องใช้ความรู้หรือทักษะหลากหลาย

- ผู้เรียนมีการใช้ความรู้และทักษะที่หลากหลายในการดำเนินกิจกรรม ดังนี้
- ผู้เรียนมีการใช้ความรู้เดิมจากการเรียนครั้งก่อนหน้าในเนื้อหา กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช มาเชื่อมโยงความรู้เข้ากับเนื้อหาเรื่องสารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
 - ผู้เรียนมีการใช้ทักษะในการปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตัวเอง เช่น ทักษะการวัด ทักษะการใช้เครื่องมือ ทักษะการสังเกตและบันทึกข้อมูล ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ทักษะการใช้เทคโนโลยี เป็นต้น

1.3 ใช้เทคนิคให้ผู้เรียนสรุปความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ด้วยตนเอง เช่น แผนที่ความคิด ตารางวิเคราะห์ การทดลองปฏิบัติ การนำเสนอ ฯลฯ

ผู้เรียนได้ใช้เทคนิคที่หลากหลายในการสรุปความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ด้วยตนเอง ดังนี้

- ผู้เรียนมีการบันทึกข้อมูลการสังเกตการเคลื่อนที่ของสารสีบนกระดาษโครมาโทกราฟีลงในตารางบันทึกผลการทดลองก่อนนำมาคำนวณค่า Rf และเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับเพื่อระบุชนิดของสารสี
- ผู้เรียนมีการบันทึกข้อมูลการดูดกลืนคลื่นแสงของสารโดย spectrophotometer ลงในตารางบันทึกผลการทดลองก่อนนำมาทำเป็นกราฟแสดงข้อมูลการดูดกลืนคลื่นแสงของแต่ละสารสีเพื่อแสดงให้เห็นช่วงการดูดกลืนคลื่นแสงสูงสุดของแต่ละสารสี
- ผู้เรียนได้นำเสนอข้อมูลที่ตัวเองศึกษาให้กับเพื่อนร่วมห้องเพื่อนำข้อมูลของทั้งห้องมาประกอบกันนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
- ผู้เรียนได้นำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ทั้งตอนที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยวิธีโครมาโทกราฟี และตอนที่ 2 เรื่อง การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer
- ผู้เรียนได้ระดมความคิดกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อนำความรู้เรื่อง สารสีและการดูดกลืนสารสีมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน และนำเสนอลงในกระดานนำเสนอจากโปรแกรม CANVA

1.4 แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มใช้วิธีการใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ หรือได้ประสบการณ์ใหม่จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ หรือได้ประสบการณ์ใหม่จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้แก่

- ครูจัดทำวีดิทัศน์สาธิตการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี โดยอัปโหลดลงในโปรแกรม YouTube : https://www.youtube.com/watch?v=UZ0Mb_VzTkW เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษากระบวนการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตัวเองได้ทุกที่ ทุกเวลา
- ครูจัดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และสร้างความรู้ได้ด้วยตัวเอง
- ครูให้ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองหน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกถึงข้อมูล และความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง
- ครูให้ผู้เรียนสรุปพร้อมอภิปรายผลการทดลองลงในใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้และประสบการณ์ใหม่จากการปฏิบัติการทดลอง
- ครูให้ผู้เรียนระดมความคิดกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง ไปสร้างเป็นความรู้ใหม่จากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

1.5 แสดงให้เห็นถึงการใช้วิธีการใหม่ ๆ ส่งผลให้ผู้เรียนสร้างความรู้ หรือได้ประสบการณ์ใหม่จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง (มีบันทึกหลังการสอน)

จากการริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้หรือประสบการณ์ใหม่จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่า ผู้เรียนมีการใช้ทักษะในการปฏิบัติการทดลองจากการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ดังนี้

- ทักษะการวัดจากการที่ผู้เรียนวัดระยะการเคลื่อนที่ของสารสีบนกระดาษโครมาโทกราฟีเพื่อนำมาคำนวณค่า Rf ในการระบุชนิดของสารที่ได้

- ทักษะการใช้เครื่องมือจากการปฏิบัติการทดลองผู้เรียนจะมีการใช้เครื่องมือการทดลอง เช่น เครื่องแก้ว กระจกปริซึมโครมาโทกราฟี เครื่อง spectrophotometer โดยผู้เรียนได้ศึกษา เรียนรู้ และใช้งานเครื่องมือต่างๆจนเกิดความเชี่ยวชาญ

- ทักษะการสังเกตและบันทึกข้อมูลที่ได้ จากการแยกสารสกัดโดยวิธีโครมาโทกราฟีและผลการดูดกลืนแสงของสารสีโดยเครื่อง spectrophotometer

- ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม มีการแบ่งหน้าที่ในการปฏิบัติการทดลองเพื่อให้สำเร็จลุล่วงตามจุดประสงค์

- ทักษะการสื่อสาร ผู้เรียนมีการสื่อสารกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มอย่างเหมาะสม และมีการนำเสนอผลการปฏิบัติการทดลองให้กับเพื่อนร่วมห้องเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง

- ทักษะการใช้เทคโนโลยี ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้โดยมีการใช้โปรแกรม Kahoot ในการทำกิจกรรมเกมเพื่อทบทวนความรู้เดิม ใช้โปรแกรม CANVA ในการเสนอข้อมูลที่ได้จากการระดมความคิดในการแก้ไขสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง

จากทักษะต่างๆที่ผู้เรียนได้นำมาใช้ในการเรียนรู้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้และประสบการณ์ใหม่ได้ด้วยตัวเองและบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งขึ้น

2. ปัญหาและอุปสรรค

2.1 ผู้เรียนทำกราฟแสดงผลการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีไม่ทันเวลาที่กำหนด

3. แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

3.1 ครูแจ้งให้ผู้เรียนสามารถทำกราฟให้เสร็จสมบูรณ์นอกเวลาเรียนได้

ตัวชี้วัดที่ 4 ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้

1. การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มพัฒนา

1.1 กิจกรรมการเรียนรู้เชื่อมโยงสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน บริบทชุมชน หรือสภาพจริงของผู้เรียน

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อเชื่อมโยงสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน บริบทชุมชน หรือสภาพจริงของผู้เรียน ดังนี้

- ครูจัดทำวีดิทัศน์สาธิตการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองจากการเรียนรู้การปฏิบัติการทดลองได้ทุกที่ทุกเวลา

- ครูออกแบบกิจกรรมเกมในโปรแกรม Kahoot เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ สร้างความตื่นเต้นให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนพร้อมต่อการเรียนรู้มากขึ้น

- ครูออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง เข้ากับชีวิตประจำวันจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น และระดมความคิดเห็นเพื่อแสดงความคิดเห็นบนกระดานความคิดเห็นในโปรแกรม CANVA

1.2 วิธีการหรือกิจกรรมการเรียนรู้ มีความท้าทายและมีระดับความยากง่ายเหมาะสมกับวัย

สภาพ และพัฒนาการของผู้เรียน

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มีความท้าทายและมีระดับความยากง่ายเหมาะสมกับวัย สภาพ และพัฒนาการของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนดในแผนการจากการเรียนรู้โดยเริ่มจาก ขั้นสร้างความสนใจที่มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนเข้ากับความรู้ใหม่ ขั้นสำรวจและค้นหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ใหม่จากการปฏิบัติการทดลองด้วยตัวเอง ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปที่ให้ผู้แทนผู้เรียนได้นำเสนอผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกันในชั้นเรียน ขั้นขยายความรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ระดมความคิดและเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเพื่อแก้สถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นซึ่งมีความเชื่อมโยงกับการใช้ชีวิตประจำวัน ขั้นประเมินผลที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองรายบุคคลด้วยตัวเอง เพื่อให้ทราบถึงข้อดีข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของตัวเอง โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นผู้เรียนมีการใช้ทักษะที่หลากหลายในการปฏิบัติการทดลอง เช่น ทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ทักษะการสังเกตและบันทึกผลการทดลอง ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การลำดับความคิดก่อนการเขียนสื่อความหมายในส่วนของกราฟและสรุปผลการทดลองให้เป็นระบบและเข้าใจได้ง่าย

1.3 ผู้เรียนมีโอกาสสะท้อนการเรียนรู้ นำเสนอความสำเร็จ หรืออธิบายข้อผิดพลาดหรือความล้มเหลวที่เกิดขึ้น

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสสะท้อนการเรียนรู้ นำเสนอความสำเร็จ หรืออธิบายข้อผิดพลาดหรือความล้มเหลวที่เกิดขึ้น ดังนี้

- ตัวแทนผู้เรียนนำเสนอผลการสรุปการปฏิบัติการทดลองหน้าชั้นเรียนเพื่อสะท้อนความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
- ผู้เรียนนำเสนอข้อสรุปและอภิปรายผลการปฏิบัติการทดลองลงในใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี เพื่อสะท้อนการเรียนรู้ นำเสนอความสำเร็จ หรืออธิบายข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการปฏิบัติการทดลอง
- ผู้เรียนทำแบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสสะท้อนการเรียนรู้ นำเสนอความสำเร็จ หรืออธิบายข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น เนื่องจากการประเมินตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้ถึงสิ่งต่างๆ ที่ตนเองปฏิบัติว่าสามารถทำได้ดีแล้ว หรือมีสิ่งใดที่ยังต้องมีการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเพิ่มเติม

1.4 แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มใช้วิธีการใหม่ ๆ ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้

ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมเกมในโปรแกรม Kahoot ก่อนเข้าสู่บทเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนตื่นตัว และพร้อมต่อการเรียนรู้ ในขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองครูคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อปฏิบัติการทดลองอย่างราบรื่น เมื่อผู้เรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ครูได้กล่าวคำชมเชย และให้เพื่อร่วมห้องปรบมือชื่นชมเพื่อนที่นำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นการเสริมแรงทางบวกให้กับผู้เรียนเมื่อปฏิบัติการทดลองแล้วเสร็จผู้เรียนทำการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเองเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ตัวเองผิดพลาดหรือยังทำไม่ได้ในครั้งถัดไป

1.5 แสดงให้เห็นถึงการใช้วิธีการใหม่ ๆ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ (มีบันทึกหลังการสอน)

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายที่สามารถกระตุ้นและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการทบทวนความรู้เดิม ด้วยความสนุกสนานและความตื่นตัวจากการทบทวนความรู้ด้วยกิจกรรมเกมจากโปรแกรม Kahoot สังเกตได้จากความกระตือรือร้นและเสียงหัวเราะที่ผู้เรียนแสดงออก ขณะปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนสารสี ครูทำหน้าที่เป็นผู้สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี ช่วยให้คำปรึกษา และคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถดำเนินกิจกรรมตามแผนการดำเนินกิจกรรมที่วางไว้ร่วมกับสมาชิกในกลุ่มจนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ประเมินได้จากการสังเกตพฤติกรรมปฏิบัติการทดลองพบว่าผู้เรียนทุกคนได้คะแนนระดับคุณภาพ ดี ขึ้นไป และเมื่อผู้เรียนทำการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง พบว่าผู้เรียนทุกคนได้คะแนนระดับคุณภาพ ดี ขึ้นไป และเมื่อประเมินด้านความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนจากการปฏิบัติการทดลองโดยประเมินจากใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี พบว่าผู้เรียนทุกคนได้คะแนนระดับคุณภาพ ดี ขึ้นไป

2. ปัญหาและอุปสรรค

-

3. แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

-

ตัวชี้วัดที่ 5 ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญจากการเรียนรู้

1. การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มพัฒนา

1.1 ผู้เรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ ครบถ้วนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ ครบถ้วนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เรียนบูรณาการทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการใช้จำนวน ทักษะการสื่อสาร และทักษะการใช้เทคโนโลยี ร่วมกับการบวนการกลุ่ม เพื่อปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ส่งผลให้บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ทางด้านความรู้ความเข้าใจ โดยผู้เรียนสามารถระบุชนิดของสารสีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ด้านทักษะกระบวนการโดยผู้เรียนสามารถวาดแผนภาพการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี และสามารถปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีได้

1.2 ผู้เรียนได้บูรณาการทักษะต่าง ๆ ลงสู่การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้

ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้บูรณาการทักษะต่าง ๆ ลงสู่กิจกรรมการเรียนรู้ จากกรปฏิบัติการทดลองจริงของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยทักษะ ดังนี้

- ทักษะการสังเกต : ผู้เรียนสังเกตผลการทดลองทั้งตอนที่ 1 สังเกตสารสีที่เกิดขึ้นจากการแยกสารสกัดโดยวิธีโครมาโทกราฟี และตอนที่ 2 สังเกตผลการดูดกลืนคลื่นแสงจากเครื่อง spectrophotometer

- ทักษะการวัด : ผู้เรียนทำการวัดระยะทางการเคลื่อนที่ของสารสีแต่ละชนิดบนกระดาษโครมาโทกราฟี

- ทักษะการใช้จำนวน : ผู้เรียนทำการคำนวณหาค่า Rf จากการนำระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่หารด้วยระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้ เพื่อนำค่ามาหาชนิดของสารสี

- ทักษะการสื่อสาร : ผู้เรียนมีการสื่อสารกับเพื่อนร่วมกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ในการปฏิบัติการทดลอง และการนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน

- ทักษะการใช้เทคโนโลยี : ผู้เรียนมีการใช้เทคโนโลยีเพื่อศึกษาวิดิทัศน์สาธิตการทดลองผ่าน YouTube มีการใช้โปรแกรมต่าง ๆ ในการเรียนรู้ เช่น Kahoot และ CANVA

1.3 ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ทักษะที่ได้รับการพัฒนาในสถานการณ์หรือการแก้ปัญหาใหม่ ๆ

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยการตั้งสถานการณ์ ดังนี้

“ในปัจจุบัน แนวคิดในการรับประทานผักสดเพื่อสุขภาพได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ขณะเดียวกันราคาผักสดในตลาดก็มีแนวโน้มสูงขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม และต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ทำให้หลายครอบครัวหันมาสนใจแนวคิด ‘ปลูกผักกินเอง’ เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร ลดค่าใช้จ่าย และส่งเสริมสุขภาพ

อย่างไรก็ตาม พื้นที่ในการเพาะปลูกกลับมีจำกัด เนื่องจากรูปแบบการอยู่อาศัยของคนเมืองเปลี่ยนไปเป็นคอนโดมิเนียมที่มีพื้นที่ใช้สอยจำกัด และผู้คนมีเวลาน้อยในการดูแลพืชผัก หลายคนจึงเริ่มมองหาวิธีปลูกผักในพื้นที่เล็ก ๆ และใช้เวลาน้อยที่สุด

ผู้เรียนคิดว่า การศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงของสารสีในพืช จะสามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้หรือไม่ และจะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไร”

ผู้เรียนและเพื่อนในกลุ่มจะทำการระดมความคิดเพื่อนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยนำเสนอความคิดที่กระตือรือร้นนำเสนอข้อมูลในโปรแกรม CANVA

1.4 แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มใช้วิธีการใหม่ ๆ ในการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญให้กับผู้เรียน

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และสามารถสร้างทักษะความรู้ที่หลากหลาย ดังนี้

- กิจกรรมการเข้าสู่บทเรียนโดยโปรแกรม Kahoot และกิจกรรมขยายความรู้โดยโปรแกรม CANVA ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีการศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีให้เกิดความชำนาญมากยิ่งขึ้น

- การปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการใช้จำนวน ทักษะการสื่อสาร ให้เกิดความชำนาญมากยิ่งขึ้น

1.5 แสดงให้เห็นถึงการใช่วิธีการใหม่ ๆ ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญ (มีบันทึกหลังการสอน)

ครูริเริ่มพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญตามจุดประสงค์ที่ตั้งขึ้น พบว่า จากการที่ผู้เรียนศึกษากิจกรรมจากใบกิจกรรมและวิดิทัศน์ที่ครูจัดทำและวางแผนการดำเนินการทดลองล่วงหน้า ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีได้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างเหมาะสม เช่น การนำสารสีชนิดบนกระดาษโครมาโทกราฟี และแซนในสารละลายปิโตรเลียม : อะซิโตน จากนั้นวัดระยะทางการเคลื่อนที่ของสารสีแต่ละชนิดมาคำนวณหาค่า Rf เพื่อระบุชนิดของสารสี และการใช้เครื่อง spectrophotometer ได้ถูกต้องเพื่อศึกษาค่าการดูดกลืนแสงของสารสีแต่ละชนิด จากนั้นนำมาเขียนกราฟการดูดกลืนแสงเพื่อ

เปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของสารสีแต่ละชนิด รวมถึงผู้เรียนได้ร่วมระดมความคิดกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อนำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองแก้ไขสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น โดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มสามารถนำเสนอความคิดบนกระดานแสดงความคิดเห็นในโปรแกรม CANVA ได้หลากหลายและสอดคล้องกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ให้เกิดความเชี่ยวชาญมากยิ่งขึ้นและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งดูได้จากผลการประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

- ผลการประเมินด้านความรู้ ความเข้าใจ (K) ซึ่งประเมินได้จากแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี พบว่า ผู้เรียนร้อยละ 94.74 ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป และจากใบกิจกรรมเรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ผู้เรียนทุกคน (ร้อยละ 100) ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ขึ้นไป ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

- ผลการประเมินด้านทักษะกระบวนการ (P) ซึ่งประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนทุกคน (ร้อยละ 100) ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ขึ้นไป ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

- ผลการประเมินด้านคุณลักษณะ (A) ซึ่งประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยกระบวนการกลุ่มของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนทุกคน (ร้อยละ 100) ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ขึ้นไป ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

2. ปัญหาและอุปสรรค

-

3. แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

-

ตัวชี้วัดที่ 6 ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้

1. การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มพัฒนา

1.1 มีการสังเกตหรือค้นหาข้อผิดพลาดในการปฏิบัติหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้

ครูสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในขณะที่อยู่ในชั้นเรียนตลอดเวลา เมื่อเริ่มเข้าสู่บทเรียนด้วยกิจกรรมเกมในการทบทวนบทเรียนและเชื่อมโยงการเรียนรู้ด้วยคำถาม ครูจะให้ผู้เรียนเป็นคนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนก่อนที่จะอธิบายเพิ่มเติมความรู้ให้กับผู้เรียน และเมื่อผู้เรียนปฏิบัติการทดลองเรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ครูเดินทั่วห้อง ไปทุกกลุ่มเพื่อสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองของผู้เรียน หากผู้เรียนทำผิดพลาด หรือมีคำข้อสงสัย ครูจะทำการแนะนำแนวทางที่ถูกต้องให้กับผู้เรียน

1.2 มีการประเมินผลระหว่างการเรียนรู้โดยใช้วิธีการที่เหมาะสม เช่น การใช้คำถาม แบบทดสอบ การปฏิบัติ ฯลฯ

ครูสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนโดยการเดินทั่วห้องตลอดเวลาที่ปฏิบัติการทดลอง โดยมีแนวทางการประเมินตามแบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลอง และคุณครูก็คอยถามคำถามเชื่อมโยงกับการปฏิบัติการทดลอง และตอบคำถามอธิบายเพิ่มเติมเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหาหรือมีข้อสงสัยตลอดเวลาเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนขณะปฏิบัติการทดลอง

1.3 มีการนำผลการสังเกต หรือผลการค้นหา หรือผลการประเมินระหว่างเรียนรู้สะท้อนกลับให้ผู้เรียน

ครูสังเกตการปฏิบัติการทดลองของผู้เรียนทุกกลุ่ม หากมีนักเรียนกลุ่มใด หรือคนใด ที่ปฏิบัติการทดลองไม่ถูกต้อง จะเข้าไปคำแนะนำทันที เช่น ในขณะที่ผู้เรียนได้ผลการปฏิบัติการทดลองตอนที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืช ผู้เรียนไม่กล้าตัดสินใจตัดกระดาษโครมาโทกราฟีแยกชนิดของสารสี เนื่องจากสารสีแต่ละชนิดมีสีที่ใกล้เคียงกัน ครูเลยให้คำแนะนำในการสังเกตสีของสารสีบนกระดาษโครมาโทกราฟี และให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันตัดสินใจในการตัดแยกสารสีร่วมกัน และในขณะที่ผู้เรียนกำลังปฏิบัติการทดลองตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer ผู้เรียนบางกลุ่มมีการใช้เครื่อง spectrophotometer ไม่ถูกต้อง ครูจึงให้คำแนะนำโดยรวมกันศึกษาเอกสารการใช้งานของเครื่องมือร่วมกัน และทำพร้อมกับครู 1 รอบก่อนลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตัวเอง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือเป็นการสะท้อนกลับระหว่างการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

1.4 แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มใช้วิธีการใหม่ ๆ ในการให้ข้อมูลสะท้อนกลับ เพื่อให้ผู้เรียนปรับปรุงการเรียนรู้

ครูริเริ่มใช้วิธีการใหม่ ๆ ในการให้ข้อมูลสะท้อนกลับ เพื่อให้ผู้เรียนปรับปรุงการเรียนรู้ ดังนี้

- ผู้เรียนวาดแผนภาพการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองก่อนการปฏิบัติการทดลอง เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการทำปฏิบัติการทดลองจริงในชั้นเรียน 3 วัน โดยครูจะมีการตรวจสอบรายละเอียด และให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนที่วาดแผนภาพผิดขั้นตอนนี้ให้แก้ไข 1 ครั้งก่อนตรวจจริง เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสในการปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง

- ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนก่อนเริ่มปฏิบัติการทดลอง และนำคะแนนที่ได้มาจัดกลุ่มให้กับผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยสมาชิกในกลุ่ม 4 – 5 คน คละเพศและความสามารถ เมื่อผู้เรียนได้ปฏิบัติการทดลองในชั้นเรียนเสร็จสิ้น ครูทำการทดสอบหลังเรียนอีกครั้งเพื่อดูการพัฒนาคะแนนการทำแบบทดสอบของผู้เรียนทั้ง

แบบรายบุคคลและรายกลุ่ม ซึ่งในทุกครั้งของการทำแบบทดสอบ ผู้เรียนจะรับทราบคะแนนโดยทันทีซึ่งเป็นการให้ข้อมูลสะท้อนกลับแก่ผู้เรียน

- ผู้เรียนทำแบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสสะท้อนการเรียนรู้ นำเสนอความสำเร็จ หรืออธิบายข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น เนื่องจากการประเมินตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้ถึงสิ่งต่างๆ ที่ตนเองปฏิบัติว่าสามารถทำได้ดีแล้ว หรือมีสิ่งใดที่ยังต้องมีการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเพิ่มเติม

1.5 แสดงให้เห็นถึงการใช้วิธีการใหม่ ๆ ส่งผลให้ผู้เรียนมีการปรับปรุงการเรียนรู้ (มีบันทึกหลังการสอน)

ครุฑริเริ่มใช้วิธีการใหม่ ๆ ในการให้ข้อมูลสะท้อนกลับ เพื่อให้ผู้เรียนปรับปรุงการเรียนรู้ โดยผู้เรียนได้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขงานการวาดแผนภาพการทดลอง ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อปฏิบัติการทดลองเสร็จสิ้นเพื่อปรับปรุงคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนของตนเอง และผู้เรียนประเมินตนเองเพื่อให้เห็นถึงสิ่งที่ดีและสิ่งที่ควรปรับปรุงเพิ่มเติมด้วยตนเอง พบว่าผู้เรียนได้รับการประเมินการเรียนรู้ตลอดเวลาของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และได้ทราบผลการสะท้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น โดยสะท้อนจากผลการประเมิน ดังนี้

- ผลการประเมินแผนภาพการทดลองจากใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี พบว่าผู้เรียนทุกคนสามารถวาดแผนภาพการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีได้ระดับคุณภาพดีขึ้น ซึ่งถือเป็นการผ่านเกณฑ์การประเมิน ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีในชั้นเรียนได้ด้วยตัวเอง

สรุปคะแนนการประเมินแผนภาพการทดลองจากใบกิจกรรม (ตามระดับคุณภาพ)

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	36	94.74
ดี	2	5.26
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

- ผลการประเมินคะแนนแบบทดสอบ เรื่องสารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี (รายบุคคล) พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีคะแนนสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ดังตาราง

เลขที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน		คะแนนพัฒนา	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	5	50	9	90	4	40
2	7	70	10	100	3	30
3	4	40	7	70	3	30
4	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)					
5	8	80	10	100	2	20
6	3	30	9	90	7	70
7	4	40	8	80	4	40
8	8	80	9	90	1	10
9	8	80	10	100	2	20
10	1	10	6	60	5	50
11	6	60	8	80	2	20
12	8	80	10	100	2	20
13	3	30	7	70	4	40
14	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)					
15	6	60	10	100	4	40
16	2	20	9	90	7	70
17	2	20	7	70	5	50
18	4	40	9	90	5	50
19	2	20	7	70	5	50
20	6	60	10	100	4	40
21	7	70	9	90	2	20
22	4	40	8	80	4	40
23	9	90	10	100	1	10
24	9	90	10	100	1	10
25	3	30	7	70	4	40
26	3	30	8	80	5	50
27	8	80	10	100	2	20
28	7	70	10	100	3	30
29	5	50	7	70	2	20
30	9	90	10	100	1	10
31	5	50	10	100	5	50
32	3	30	7	70	4	40
33	2	20	8	80	6	60
34	3	30	8	80	3	30
35	5	50	6	60	1	10
36	2	20	7	70	5	50
37	8	80	9	90	1	10
38	7	70	7	70	0	0
39	2	20	10	100	8	80
40	9	90	10	100	1	10

และผลการประเมินคะแนนแบบทดสอบ เรื่องสารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี (รายกลุ่ม) พบว่ากลุ่มของผู้เรียนทั้งหมดมีคะแนนสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน ดังตาราง

กลุ่ม	สมาชิก (เลขที่)	คะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน	คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน	คะแนนเฉลี่ย การพัฒนา	ร้อยละ ที่พัฒนา
1	5, 10, 18, 28, 33	4.4	8.6	4.2	95.45
2	3, 13, 17, 30, 38	5	7.6	2.6	52.00
3	1, 12, 20, 22, 36	5	8.8	3.8	76.00
4	2, 6, 24, 34, 31	5.4	9.4	4	74.07
5	7, 16, 21, 40	5.5	9	3.5	63.64
6	8, 15, 19, 25, 35	4.8	7.8	3	62.50
7	9, 23, 29, 32	6.25	8.5	2.25	36.00
8	11, 26, 27, 37, 39	5.4	9	3.6	66.67

- ผลการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง เรื่องสารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี พบว่า ผู้เรียนจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก ผู้เรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.89 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี และผู้เรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.64 ได้คะแนนในระดับคุณภาพพอใช้

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	34	89.47
ดี	3	7.89
พอใช้	1	2.64
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

2. ปัญหาและอุปสรรค

ผู้เรียนไม่กล้าตัดสินใจให้คะแนนตัวเองในแบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง เนื่องจากกลัวจะมีผลต่อคะแนนของตัวเอง

3. แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

ครูชี้แจงผู้เรียนอย่างชัดเจนว่าคะแนนการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเองจะไม่เกี่ยวข้องกับการให้คะแนนในชั้นเรียน ผู้เรียนสามารถประเมินตัวเองตามจริงได้เลย

ตัวชี้วัดที่ 7 ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ในบรรยากาศชั้นเรียนที่เหมาะสม

1. การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มพัฒนา

1.1 ผู้เรียนได้รับแบบอย่างที่ดีในการใช้ภาษา พฤติกรรมแสดงออก และเจตคติ จากครูผู้สอน

ครูใช้ภาษาท่าทางที่เป็นกันเองในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ครูแนะนำให้ผู้เรียนทำงานกันเป็นทีม ช่วยกันทำงาน และอธิบายให้เพื่อนฟัง เป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีให้กับผู้เรียน ผู้เรียนช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม นอกจากนั้นครูให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการนำเสนอผลงาน โดยให้เพื่อนที่ไม่ได้นำเสนอได้รับฟังการนำเสนอของเพื่อน

1.2 กระตุ้นให้ผู้เรียนมั่นใจ มีอิสระในการคิดหรือทดลอง และรับรู้ความสามารถของตนเอง

ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำปฏิบัติการและเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ครูช่วยเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติการทดลองโดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาการปฏิบัติการทดลองจากใบกิจกรรมและวีดิทัศน์จากนั้นวาดแผนภาพการทดลอง เมื่อผู้เรียนวาดแผนภาพการทดลองแล้ว ครูทำการตรวจสอบหากผู้เรียนทำถูกต้องตามลำดับขั้นตอน ครูกล่าวคำชมเชยและให้คะแนนกับผู้เรียน แต่ถ้าพบข้อผิดพลาดหรือไม่ชัดเจนแนะนำวิธีการปฏิบัติการทดลองที่ถูกต้องและให้ผู้เรียนแก้ไขอีกครั้งก่อนให้คะแนนกับผู้เรียน ในขณะปฏิบัติการทดลอง ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองด้วยตัวเอง และแลกเปลี่ยนรู้กับเพื่อนในกลุ่มเพื่อดำเนินการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และเมื่อผู้เรียนดำเนินการทดลองเรียบร้อยแล้ว ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสสะท้อนการเรียนรู้ และความสามารถของตัวเอง เนื่องจากการประเมินตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้ถึงสิ่งต่างๆ ที่ตนเองปฏิบัติว่าสามารถทำได้ดีแล้ว หรือมีสิ่งใดที่ยังต้องมีการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเพิ่มเติม

1.3 ใช้สื่อการเรียนหรือตัวอย่างประกอบที่หลากหลาย และกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบจากสื่อการเรียนหรือตัวอย่าง

ครูกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยการใช้สื่อประกอบที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการนำภาพใบไม้มาเปรียบเทียบ การจัดทำวีดิทัศน์สาธิตการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รวมถึงการยกตัวอย่างสถานการณ์การปลูกพืชในพื้นที่ที่จำกัดให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ และยกตัวอย่างนวัตกรรมการปลูกพืชด้วยหลอดไฟ LED เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.4 แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มใช้วิธีการใหม่ ๆ ในการสร้างบรรยากาศชั้นเรียน

ครูริเริ่มพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน ดังนี้

- กิจกรรมเกมทบทวนความรู้ด้วยโปรแกรม Kahoot เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และสนุกสนานกับการเรียนรู้

- การทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเองจากการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ และเสริมสร้างบรรยากาศที่ดีต่อการเรียนรู้แบบกลุ่ม

- กิจกรรมระดมความคิดจากสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองเข้ากับสถานการณ์ที่สามารถพบได้จริงในชีวิตประจำวัน และเสริมสร้างบรรยากาศที่ดีต่อการเรียนรู้แบบกลุ่ม

1.5 แสดงให้เห็นถึงการใช้วิธีการใหม่ ๆ สามารถสร้างบรรยากาศชั้นเรียนที่ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน (มีบันทึกหลังการสอน)

ครุฑริเริ่มพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เสริมสร้างบรรยากาศชั้นเรียนช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนพบว่าในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเกมทบทวนความรู้ด้วยโปรแกรม Kahoot ผู้เรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนรู้ และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี และเมื่อผู้เรียนปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่ได้ศึกษาล่วงหน้าจากการวาดแผนภาพการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้ช่วยแนะนำการปฏิบัติการทดลองในบางช่วง และผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากการปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี เข้ากับสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น โดยระดมความคิดกับเพื่อนในกลุ่มของตนเอง และนำเสนอความคิดลงในกระดาน นำเสนอความคิดเห็นจากโปรแกรม CANVA การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เข้ากับบริบทของผู้เรียน เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และมีการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยส่งเสริมและกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยสะท้อนจากผลการประเมินคะแนนแบบทดสอบ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี (รายกลุ่ม) พบว่ากลุ่มของผู้เรียนทั้งหมดมีคะแนนสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน

กลุ่ม	สมาชิก (เลขที่)	คะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน	คะแนนเฉลี่ย หลังเรียน	คะแนนเฉลี่ย การพัฒนา	ร้อยละ ที่พัฒนา
1	5, 10, 18, 28, 33	4.4	8.6	4.2	95.45
2	3, 13, 17, 30, 38	5	7.6	2.6	52.00
3	1, 12, 20, 22, 36	5	8.8	3.8	76.00
4	2, 6, 24, 34, 31	5.4	9.4	4	74.07
5	7, 16, 21, 40	5.5	9	3.5	63.64
6	8, 15, 19, 25, 35	4.8	7.8	3	62.50
7	9, 23, 29, 32	6.25	8.5	2.25	36.00
8	11, 26, 27, 37, 39	5.4	9	3.6	66.67

2. ปัญหาและอุปสรรค

-

3. แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

-

ตัวชี้วัดที่ 8 ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้ และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง

1. การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มพัฒนา

1.1 ผู้เรียนได้รับโอกาสในการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้หรือการลงมือปฏิบัติ

ผู้เรียนได้ออกแบบการทดลองล่วงหน้าโดยศึกษาจากใบกิจกรรม และวิดีโอที่ครูจัดทำขึ้น และเมื่อปฏิบัติกิจกรรมผู้เรียนร่วมกับเพื่อนในกลุ่มมีการวางแผนในการปฏิบัติการทดลองเรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี (ทั้งตอนที่ 1 และตอนที่ 2) ให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้และทันต่อเวลาที่กำหนด แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มพัฒนาด้านการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้และการลงมือปฏิบัติการทดลองของผู้เรียน

1.2 ผู้เรียนได้ประเมินตนเองหรือถูกเพื่อนประเมินในระหว่างเรียนหรือเมื่อจบบทเรียน

ผู้เรียนได้ประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเองหลังจบกิจกรรมโดยผู้เรียนทำแบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตัวเอง และผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังกิจกรรมเพื่อประเมินด้านความรู้ความเข้าใจของตนเอง

1.3 ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นหรือการมอบหมายงานให้ศึกษา ค้นคว้า ฝึกฝน หรือเรียนรู้ต่อเนื่องเพิ่มเติมภายหลังจบบทเรียน

ผู้เรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองเรื่องการวัดดูดกลืนแสงของสารสีโดย spectrophotometer มาเขียนกราฟเพื่อแสดงผลการทดลอง และสรุปอภิปรายผลการทดลองที่ได้จากการปฏิบัติการทดลอง และครูมอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้เรื่องสารสีที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาแสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเพื่อเชื่อมโยงความรู้จากการทำกิจกรรมเข้ากับเนื้อหาใหม่ที่เรียน

1.4 แสดงให้เห็นถึงการริเริ่มใช้วิธีการใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนกำกับการเรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง

ผู้เรียนได้เข้าไปศึกษาวิธีการทดลองจากวิดีโอที่ครูสาธิตการทดลองเรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีที่ครูสร้างขึ้น และวาดแผนภาพการทดลองลงในใบกิจกรรมล่วงหน้าก่อนเข้าเรียน เป็นการริเริ่มให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง

1.5 แสดงให้เห็นถึงการใช้วิธีการใหม่ ๆ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง (มีบันทึกหลังการสอน)

ครูริเริ่มพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง เช่น การศึกษาวิธีการปฏิบัติการทดลองด้วยตัวเองโดยวิธีการศึกษาจากใบกิจกรรม หรือวิดีโอที่ครูสร้างขึ้น และวาดแผนภาพการทดลองก่อนปฏิบัติจริง ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีได้ด้วยตัวเอง โดยสะท้อนจากผลการประเมิน ดังนี้

- ผลการประเมินแผนภาพการทดลองจากใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี พบว่าผู้เรียนทุกคนสามารถวาดแผนภาพการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีได้ระดับคุณภาพดีขึ้น ซึ่งถือเป็นการผ่านเกณฑ์การประเมิน

สรุปคะแนนการประเมินแผนภาพการทดลองจากใบกิจกรรม (ตามระดับคุณภาพ)
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	36	94.74
ดี	2	5.26
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

- ผลการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง เรื่องสารสีและการดูดกลืนแสงของสารสีพบว่า ผู้เรียนจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก ผู้เรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.89 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี และผู้เรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.64 ได้คะแนนในระดับคุณภาพพอใช้

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	34	89.47
ดี	3	7.89
พอใช้	1	2.64
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

2. ปัญหาและอุปสรรค

ผู้เรียนไม่กล้าตัดสินใจให้คะแนนตัวเองในแบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง เนื่องจากกลัวจะมีผลต่อคะแนนของตัวเอง

3. แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

ครูชี้แจงผู้เรียนอย่างชัดเจนว่าคะแนนการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเองจะไม่เกี่ยวข้องกับการให้คะแนนในชั้นเรียน ผู้เรียนสามารถประเมินตัวเองตามจริงได้เลย

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์)
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้ มีกิจกรรมที่หลากหลาย และออกแบบการจัดการเรียนรู้
ได้เหมาะสมกับนักเรียน และมีเวลาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ถ้าใช้ผู้เรียนมี
การพัฒนาทางด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะ
อันพึงประสงค์ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้จริง

ลงชื่อ 

(นางนิตฐยา วิเศษวงษา)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการโรงเรียน กลุ่มบริหารวิชาการ

แผนการจัดการเรียนรู้ มีกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์
1.1-1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ รูปแบบกิจกรรมมีลักษณะการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ที่ส่งเสริม
ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ การเรียนรู้ทุกกระบวนการที่ระบุ
หมวด 1.1 การประเมินผลในโครงการจุดประสงค์การเรียนรู้ 1.1.1 การประเมินผล


ลงชื่อ 

(นายยศศวรรธน์ เลิศกิตติภักดิ์)

รองผู้อำนวยการโรงเรียน กลุ่มบริหารวิชาการ

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ ออกแบบสอดคล้องกับระดับผลการเรียนรู้ และจุดประ-
สงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ ออกแบบสอดคล้องกับผู้เรียนเป็นรายตัว -
ส่งเสริมใฝ่รู้ ใฝ่เรียน ใฝ่ทำ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และประเมินผลผู้เรียนได้

ลงชื่อ 

(นางกัญญาพัชญ์ กานต์ภูวนันต์)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)



แบบอนุมัติใช้แผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง แสงสีและการดูดกลืนแสงของสารสี



บันทึกข้อความ

กลุ่มบริหารวิชาการ บ.ด.	
เลขที่รับภายใน.....	0946
วันที่.....	- 5 ส.ค. 2568
เวลา.....	11.50 น.

ส่วนราชการ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

ที่ วันที่ ๔ สิงหาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขออนุมัติใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ๓
รหัสวิชา ว๓๒๒๕๑ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ปีการศึกษา ๒๕๖๘ ภาคเรียนที่ ๑ นั้น

ในการนี้ ข้าพเจ้าได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ จึงขออนุมัติใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อใช้
ประกอบการประเมินตำแหน่งและวิทยฐานะข้าราชการครู และบุคลากรทางการศึกษา ตำแหน่ง ครู
ขอมีวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

(นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์)

ตำแหน่ง ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(นางนัฐธยา วิเศษวงษา)

ตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน

บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

นายยศสรรณ เลิศกิตติภักดิ์
รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

.....

คำสั่ง ผู้อำนวยการโรงเรียน	
<input checked="" type="checkbox"/> ทราบ	<input checked="" type="checkbox"/> อนุมัติ
<input type="checkbox"/> อนุญาต	<input type="checkbox"/> ลงนามแล้ว
<input type="checkbox"/> เห็นชอบ	<input type="checkbox"/> มอบ
<input type="checkbox"/> มอบ ดำเนินการ
<input type="checkbox"/> สั่งการ
..... ผู้อำนวยการ	
๑๕ ส.ค. ๒๕๖๘	

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา
ของแผนการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา
ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

- | | | | |
|-----------------|-----------|------------------|-------------------------------------|
| 1. นางณัฐธยา | วิเศษวงษา | ครูชำนาญการพิเศษ | โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) |
| 2. นายณัฐพงศ์ | มนต์อ่อน | ครูชำนาญการพิเศษ | โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) |
| 3. นางสาวณัฐธนี | ศิริโชติ | ครูชำนาญการพิเศษ | โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) |

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง สารสีและการดูกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนความคิดเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักสูตร โดยมีเกณฑ์ให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง มีความเห็นว่า สอดคล้อง
- 0 หมายถึง มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง มีความเห็นว่า ไม่สอดคล้อง

ด้านที่ประเมิน	คะแนนความคิดเห็น			ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	+1	0	-1	
1. สารสำคัญ				
1.1 ระบุความคิดรวบยอดของเนื้อหาไว้อย่างครบถ้วนชัดเจน	✓			
1.2 สารการเรียนรู้ครบถ้วน สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	✓			
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้	✓			
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมชัดเจนสามารถวัดได้	✓			
3. เนื้อหา				
3.1 สารสำคัญสอดคล้องผลการเรียนรู้	✓			
3.2 เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการและมีความทันสมัย	✓			
3.3 มีการกำหนดเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน	✓			
4. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้				
4.1 สอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	✓			
4.2 มีการกำหนดรูปแบบและการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน	✓			
4.3 มีการกำหนดเวลาไว้อย่างเหมาะสม			✓	ไม่มีกิจกรรมเวลา ในขั้นนี้
4.4 เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม	✓			

ด้านที่ประเมิน	คะแนนความคิดเห็น			ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	+1	0	-1	
5. สื่อการเรียนรู้				
5.1 มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	✓			
5.2 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	✓			
5.3 มีความทันสมัย น่าสนใจ	✓			
6. การวัดและประเมินผล				
6.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	✓			
6.2 มีการระบุเครื่องมือและวิธีการวัดครอบคลุม	✓			
6.3 มีการระบุเครื่องมือ วิธีการ และเกณฑ์การให้คะแนนไว้ชัดเจน	✓			

ข้อเสนอแนะ :

.....

ลงชื่อ 

(นางณัฐยา วิเศษวงษา)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนความคิดเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักสูตร

โดยมีเกณฑ์ให้คะแนน ดังนี้

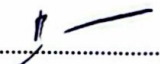
- +1 หมายถึง มีความเห็นว่า สอดคล้อง
- 0 หมายถึง มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง มีความเห็นว่า ไม่สอดคล้อง

ด้านที่ประเมิน	คะแนนความคิดเห็น			ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	+1	0	-1	
1. สารสำคัญ				
1.1 ระบุความคิดรวบยอดของเนื้อหาไว้อย่างครบถ้วนชัดเจน	✓			
1.2 สารการเรียนรู้ครบถ้วน สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	✓			
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้	✓			
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมชัดเจนสามารถวัดได้	✓			
3. เนื้อหา				
3.1 สารสำคัญสอดคล้องผลการเรียนรู้	✓			
3.2 เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการและมีความทันสมัย	✓			
3.3 มีการกำหนดเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน	✓			
4. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้				
4.1 สอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	✓			
4.2 มีการกำหนดรูปแบบและการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน	✓			
4.3 มีการกำหนดเวลาไว้อย่างเหมาะสม	✓			
4.4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม	✓			

ด้านที่ประเมิน	คะแนนความคิดเห็น			ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	+1	0	-1	
5. สื่อการเรียนรู้				
5.1 มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	✓			
5.2 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	✓			
5.3 มีความทันสมัย น่าสนใจ	✓			
6. การวัดและประเมินผล				
6.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	✓			
6.2 มีการระบุเครื่องมือและวิธีการวัดครอบคลุม	✓			
6.3 มีการระบุเครื่องมือ วิธีการ และเกณฑ์การให้คะแนนไว้ชัดเจน	✓			

ข้อเสนอแนะ :

.....

ลงชื่อ 

(นายณัฐพงศ์ มนต์อ่อน)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนความคิดเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องขององค์ประกอบหลักสูตร

โดยมีเกณฑ์ให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง มีความเห็นว่า สอดคล้อง
- 0 หมายถึง มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง มีความเห็นว่า ไม่สอดคล้อง

ด้านที่ประเมิน	คะแนนความคิดเห็น			ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	+1	0	-1	
1. สารสำคัญ				
1.1 ระบุความคิดรวบยอดของเนื้อหาไว้อย่างครบถ้วนชัดเจน	✓			
1.2 สารการเรียนรู้ครบถ้วน สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	✓			
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้	✓			
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมชัดเจนสามารถวัดได้	✓			
3. เนื้อหา				
3.1 สารสำคัญสอดคล้องผลการเรียนรู้	✓			
3.2 เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการและมีความทันสมัย	✓			
3.3 มีการกำหนดเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน	✓			
4. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้				
4.1 สอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	✓			
4.2 มีการกำหนดรูปแบบและการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน	✓			
4.3 มีการกำหนดเวลาไว้อย่างเหมาะสม		✓		
4.4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม	✓			

ด้านที่ประเมิน	คะแนนความคิดเห็น			ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	+1	0	-1	
5. สื่อการเรียนรู้				
5.1 มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	✓			
5.2 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	✓			
5.3 มีความทันสมัย น่าสนใจ	✓			
6. การวัดและประเมินผล				
6.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	✓			
6.2 มีการระบุเครื่องมือและวิธีการวัดครอบคลุม	✓			
6.3 มีการระบุเครื่องมือ วิธีการ และเกณฑ์การให้คะแนนไว้ชัดเจน	✓			

ข้อเสนอแนะ : ควรระบุเวลาที่ไปไหนแต่ละกิจกรรมไว้ชัดเจน.....

ลงชื่อ ๑.....

(นางสาวณัฏฐณี ศิริโชติ)

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

ด้านที่ประเมิน	กรรมการ			ค่า IOC	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. สารสำคัญ					
1.1 ระบุความคิดรวบยอดของเนื้อหาไว้อย่างครบถ้วนชัดเจน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
1.2 สารการเรียนรู้ครบถ้วน สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. จุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมชัดเจนสามารถวัดได้	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. เนื้อหา					
3.1 สารสำคัญสอดคล้องมาตรฐานการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.2 เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการและมีความทันสมัย	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.3 มีการกำหนดเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้					
4.1 สอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4.2 มีการกำหนดรูปแบบและการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4.3 มีการกำหนดเวลาไว้อย่างเหมาะสม	-1	+1	0	0	ปรับปรุง
4.4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5. สื่อการเรียนรู้					
5.1 มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5.2 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5.3 มีความทันสมัย น่าสนใจ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6. การวัดและประเมินผล					
6.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6.2 มีการระบุเครื่องมือและวิธีการวัดครอบคลุม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6.3 มีการระบุเครื่องมือ วิธีการ และเกณฑ์การให้คะแนนไว้ชัดเจน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

จากตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า การประเมินในทุกด้านการประเมินได้ค่า IOC = 1 ซึ่งสามารถใช้ได้ ยกเว้นการประเมินด้านกิจกรรมการเรียนรู้ข้อ 4.3 มีการกำหนดเวลาไว้อย่างเหมาะสม ควรปรับปรุง เนื่องจากระบุเวลาในการทำกิจกรรมไม่ชัดเจน (ทำการแก้ไขปรับปรุงโดยการระบุเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว)

วิดิทัศน์

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ตัวอย่างปกวีดิทัศน์ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี



Search



กิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

QR code สำหรับเข้ารับชมวีดิทัศน์ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี



แบบทดสอบความรู้ก่อนเรียน

โปรแกรม Kahoot

เพราะเหตุใดใบพืชทั่วไปถึงแสดงออกเป็นสีเขียว

5

0
คำตอบ

▲ ดูดกลืนแสงสีเขียวได้ดี

◆ ไม่ดูดกลืนแสงสีเขียว

● พบคลอโรฟิลล์ที่สามารถสร้างสารสีเขียว

■ สารสีมีความจำเพาะต่อสีเขียว

2/5 kahoot.it รหัส PIN เกม: 205684

สารสีทุกชนิดที่พบในใบพืชทำหน้าที่ดูดกลืนแสงและปล่อย
อิเล็กตรอน

5

0
คำตอบ

◆ จริง

▲ เท็จ

5/5 kahoot.it รหัส PIN เกม: 205684

สารสีพบได้ที่โครงสร้างใดของ chloroplast

ข้าม

5

0
คำตอบ

▲ thylakoid

◆ stroma

● cytoplasm

■ cell membrane

4/5 kahoot.it รหัส PIN เกม: 205684

บริเวณใบพืชเป็นส่วนที่มีการสังเคราะห์แสงมากเนื่องจาก epidermis และ mesophyll พบ chloroplast

ข้าม

4

0
คำตอบ

◆ จริง

▲ เท็จ

1/5 kahoot.it รหัส PIN เกม: 205684

ปัจจัยใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ข้าม

5

0
คำตอบ

▲ น้ำ

◆ แสง

● สารสี

■ ออกซิเจน

3/5 kahoot.it รหัส PIN เกม: 205684

สื่อการจัดการเรียนรู้
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

Kru Chonticha Jitsukon

สารสีและ=การดูดกลืนแสง
ของสารสี

photosynthesis

The slide features a central title 'photosynthesis' in a dark green rounded rectangle. Below the title are two side-by-side photographs. The left photograph shows a close-up of vibrant green leaves covered in clear water droplets. The right photograph shows a coleus plant with dark purple leaves and bright pink veins. The background is a light gray grid with decorative yellow and green patterns.

photosynthesis

A. Chloroplast interior
 Thylakoid
 Granum (stack of thylakoids)
 Chlorophyll molecules embedded in protein matrix
 Thylakoid membrane

B. Light-harvesting chlorophyll complex

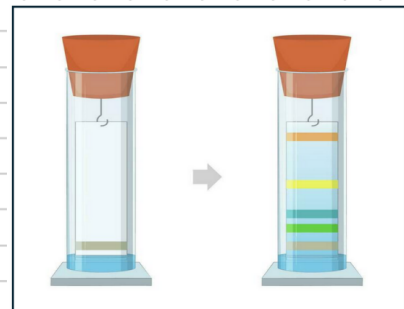
C. Chlorophyll molecule
 Porphyrin head
 Hydrocarbon tail
 CH₃ (chlorophyll a)
 CHO (chlorophyll b)

Photosynthesis Diagram:
 Photon → Photosystem → Chlorophyll molecule → Reaction center chlorophyll → Electron acceptor
 Electron donor → e⁻ → Reaction center chlorophyll

ตอนที่ 1 การแยกสารสกัดจากใบพืชด้วยวิธีโครมาโทกราฟี

จุดประสงค์ : ระบุชนิดของสารสีที่อยู่ในใบพืช

pigment	colour	Rf
chlorophyll b	light green	0.2
chlorophyll a	dark green	0.37
xanthophyll	yellow	0.56
carotene	yellow - orange	0.9

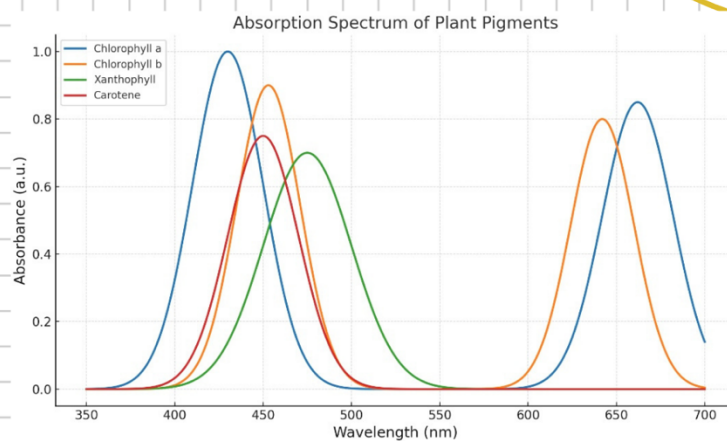
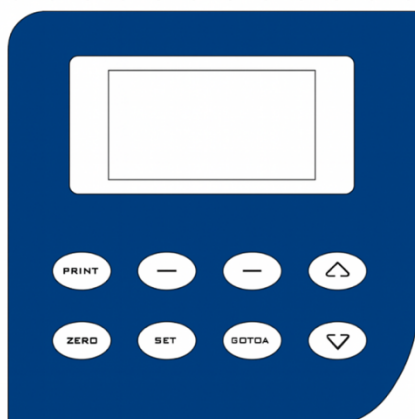


ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 1 การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยวิธีโครมาโทกราฟี

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่ปรากฏ	ระยะทางที่สารสี เคลื่อนที่ (cm)	ค่า Rf (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1				
2				
3				
4				

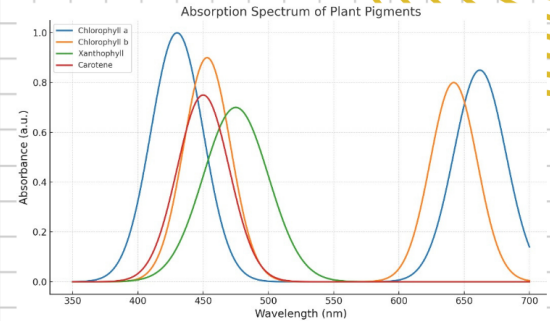
ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง SPECTROPHOTOMETER

จุดประสงค์ : ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช



ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง SPECTROPHOTOMETER

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll b	Chlorophyll a	Xanthophyll	Carotene
400 nm				
450 nm				
500 nm				
550 nm				
600 nm				
650 nm				



ค่าการดูดกลืนคลื่นแสง
 Chlorophyll a : 400 - 450 nm และ 660 - 700 nm
 Chlorophyll b : 400 - 500 nm และ 640 - 670 nm
 Carotene : 450 - 500 nm
 Xanthophyll : 400 - 530 nm



คำถามชวนคิด

“ในปัจจุบัน แนวคิดในการรับประทานผักสดเพื่อสุขภาพได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ขณะเดียวกัน ราคาผักสดในตลาดก็มีแนวโน้มสูงขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม และต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ทำให้หลายครอบครัวหันมาสนใจแนวคิด ‘ปลูกผักกินเอง’ เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร ลดค่าใช้จ่าย และส่งเสริมสุขภาพ

อย่างไรก็ตาม พื้นที่ในการเพาะปลูกกลับมีจำกัด เนื่องจากรูปแบบการอยู่อาศัยของคนเมืองเปลี่ยนไปเป็นคอนโดมิเนียมที่มีพื้นที่ใช้สอยจำกัด และผู้คนมีเวลาน้อยในการดูแลพืชผัก หลายคนจึงเริ่มมองหาวิธีปลูกผักในพื้นที่เล็ก ๆ และใช้เวลาน้อยที่สุด

นักเรียนคิดว่า การศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงของสารสีในพืช จะสามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้หรือไม่ และจะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไร”

Chonticha Kumkongkaew





นวัตกรรมการปลูกพืชในที่ร่มด้วยแสงจากหลอด LED



นวัตกรรมการปลูกพืชในที่ร่มด้วยแสงจากหลอด LED

แสงสีกับการเจริญเติบโตของพืช

สารสีในพืช (Pigments)

คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)



ดูดซับคลื่นแสงสีแดงและสีน้ำเงิน ทำให้เราเห็นพืชเป็นสีเขียว

แคโรทีนอยด์ (Carotenoid)



ดูดซับคลื่นแสงสีน้ำเงินและสีเขียว ทำให้เราเห็นพืชมีสีเหลืองส้ม



ช่วยในการเจริญเติบโตของใบพืชและการสร้างรากในระยะแรกขงพืช

ช่วยให้ใบพืชที่ถูกบังแสงอยู่ด้านล่าง ได้รับแสงทั่วถึง

ใช้ในการเจริญเติบโตของลำต้น การขยายตัวของใบ และช่วงที่เริ่มออกดอก

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาศึกษาเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบท้ายกิจกรรม



ใบกิจกรรม

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี



ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง



ตอนที่ 1 การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยวิธีโครมาโทกราฟี**จุดประสงค์**

ระบุชนิดของสารที่อยู่ในใบพืช

วัสดุ / อุปกรณ์

1. สารสกัดจากใบพืช
2. ปีโตรเลียมอีเทอร์
3. อะซีโตน
4. หลอดทดลอง
5. กระดาษโครมาโทกราฟี (1.4 * 12 cm)

วิธีการศึกษา

1. ใช้ดินสอดขีดเส้นบนกระดาษโครมาโทกราฟีเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ของสารละลาย
2. ใช้หลอดแคพิลลารี (capillary tube) ดูดสารสกัดจากใบพืชมาขีดที่กระดาษโครมาโทกราฟีในตำแหน่งจุดเริ่มต้นที่

กำหนดไว้จนกว่าสีจะชัดเจน

3. นำกระดาษโครมาโทกราฟีใส่ลงในหลอดทดลองโดยให้ปลายของกระดาษแตะผิวหน้าของสารละลาย ปีโตรเลียมอีเทอร์ และอะซีโตนในอัตราส่วน 9 : 1 ปริมาตร 3 ml (อย่าให้สีที่ขีดไว้จมในสารละลาย) ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที
4. วัดอัตราการเคลื่อนที่ของสารสี และคำนวณหาค่า R_f (Retention factor) ของสารสีแต่ละชนิด
5. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

สูตรการคำนวณหาค่า R_f (Retention factor)

$$R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$$

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จาก จุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R_f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1				
2				
3				
4				

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
2. เอทานอล 95%
3. หลอดทดลอง
4. เครื่อง spectrophotometer
5. คิวเวทท์

วิธีการทดลอง

1. ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
3. แบ่งสารละลายใส่คิวเวทท์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm				
450 nm				
500 nm				
550 nm				
600 nm				
650 nm				

กิจกรรม ขยายความรู้
กระดานความคิดเห็นโปรแกรม CANVA

ติชชีน

องค์ประกอบ

ข้อความ

Brand

อัฟ โหลด

เครื่องมือ

โปรเจ็คต์

แอฟ

✕

📌

🖋

🎨

🔪

📄

📅

"ในปัจจุบัน แนวคิดในการรับประทานผักสดเพื่อสุขภาพได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกัน ราคาผักสดในตลาดก็มีแนวโน้มสูงขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม และต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ทำให้หลายครอบครัวหันมาสนใจแนวคิด 'ปลูกผักกินเอง' เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร ลดค่าใช้จ่าย และส่งเสริมสุขภาพ อย่างไรก็ตาม พื้นที่ในการเพาะปลูกกลับมีจำกัด เนื่องจากรูปแบบการอยู่อาศัยของคนเมืองเปลี่ยนไปเป็นคอนโดมิเนียมที่มีพื้นที่ใช้สอยจำกัด และผู้คนมีเวลาน้อยในการดูแลพืชผัก หลายคนจึงเริ่มมองหาวิธีปลูกผักในพื้นที่เล็ก ๆ และใช้เวลาน้อยที่สุด

นักเรียนคิดว่า การศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงของสารสีในพืช จะสามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้หรือไม่ และจะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไร"

Chonticha Kumkongkaew

พื้นที่แสดงความคิดเห็นกลุ่ม 1

ช่วยแก้ปัญหาได้ โดยการเลือกใช้แสงสีในการปลูกผักสลัดในที่ปิด เนื่องจากมีพื้นที่ที่จำกัดแสงแดดอาจส่องไม่ถึง ทำให้ผักสลัดเติบโตไม่เต็มที่ เราจึงใช้หลอดไฟLEDในความยาวคลื่นแสงที่พืชต้องการทำให้เติบโตได้ดีขึ้น

Chonticha Kumkongkaew

พื้นที่แสดงความคิดเห็นกลุ่ม 2

การดูดกลืนแสงแต่ละความยาวคลื่นแตกต่างกัน พืชดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและสีแดง เราต้องดูความยาวคลื่นในช่วงสีแดงสีน้ำเงิน เพราะเป็นสีที่พืชดูดกลืนได้ดีที่สุดในห้องเล็กๆที่เราจะปลูกเราสามารถให้พืชเติบโตได้ดีด้วยการใช้แสงสีน้ำเงินและสีแดงช่วย จะเป็นการปลูกพืชด้วยตัวเองในพื้นที่จำกัดแต่ได้ผลผลิตที่ดี

Chonticha Kumkongkaew

พื้นที่แสดงความคิดเห็นกลุ่ม 3

แก้ปัญหาได้ ยกตัวอย่างเช่นการปลูกผักบนระเบียง หรือที่มีพื้นที่จำกัดโดยที่ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพโดยใช้พื้นที่แสงน้อยๆเพื่อประหยัดพื้นที่

พื้นที่แสดงความคิดเห็นกลุ่ม 4

การจัดแสงไฟให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เพื่อทำให้พืชเจริญเติบโตได้เร็ว เช่น แสงสีน้ำเงิน และ สีแดง เพื่อลดความจำเป็นของแสงอาทิตย์

แบบทดสอบ

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

แบบทดสอบ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อ (ตอบใน google forms)

1. พืชดอกพบการดูดกลืนแสงสีใดมากที่สุด
 1. เหลือง
 2. ส้ม
 3. แดง
 4. เขียว
2. สารสีชนิดใดที่ไม่เป็นองค์ประกอบของสารสีในใบพืชดอก
 1. Chlorophyll a
 2. Chlorophyll d
 3. Xanthophyll
 4. Carotene
3. พืชดอกพบการดูดกลืนแสงสีใต้น้อยที่สุด
 1. เหลือง
 2. ส้ม
 3. แดง
 4. เขียว
4. สารเคมีชนิดใดที่สามารถนำมาสกัดสารสีจากใบพืช
 1. กลีเซอรอล
 2. เมทานอล
 3. ไฮโดรคลอริก
 4. เอทิลแอลกอฮอล์
5. สารเคมีชนิดใดที่สามารถนำมาใช้ในการแยกสารสีด้วยวิธีโครมาโทกราฟี
 1. กลีเซอรอล และ อะซีโตน
 2. เอทิลแอลกอฮอล์ และ กลีเซอรอล
 3. บีโตนีลีนอีเทอร์ และ อะซีโตน
 4. เอทิลแอลกอฮอล์ และ บีโตนีลีนอีเทอร์
6. จากการศึกษาสารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านใดมากที่สุด
 1. การปลูกพืชในที่ร่มด้วยแสง LED
 2. การนำสารสีที่ได้จากพืชมาสกัดเป็นน้ำเพื่อสุขภาพ
 3. การนำพืชไปปลูกกลางแจ้งด้วยการหันทิศทางของพืช
 4. การสกัดสารสีของพืชเพื่อนำเร่งการเจริญเติบโตของพืช
7. การดูดกลืนแสงของสารสีมีประโยชน์ต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอย่างไร
 1. พลังงานแสงเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแป้งเพื่อสะสมในส่วนต่างๆของต้น
 2. พลังงานแสงจะช่วยเร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้กลายเป็นน้ำตาล
 3. พลังงานแสงจะมีการเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
 4. พลังงานแสงจะเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นสารอินทรีย์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
8. Xanthophyll เป็นสารสีที่แสดงออกเป็นสีใด
 1. เหลือง
 2. ส้ม
 3. เขียวแกมเหลือง
 4. เขียวแกมน้ำเงิน
9. Carotene เป็นสารสีที่แสดงออกเป็นสีใด
 1. เหลือง
 2. ส้ม
 3. เขียวแกมเหลือง
 4. เขียวแกมน้ำเงิน
10. Chlorophyll a เป็นสารสีที่ดูดกลืนความยาวคลื่นแสงในช่วงใด
 1. 430 และ 660 นาโนเมตร
 2. 480 และ 650 นาโนเมตร
 3. 430 - 480 นาโนเมตร
 4. 400 - 500 นาโนเมตร

ผลการประเมินตาม จุดประสงค์การเรียนรู้

- ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)
- ด้านทักษะกระบวนการ (P)
- ด้านคุณลักษณะ (A)

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)

1. ระบุชนิดของสารสี ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ตารางที่ 1 คะแนนแบบทดสอบ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ผลการประเมิน
1	9	90	ผ่าน
2	10	100	ผ่าน
3	7	70	ผ่าน
4	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)		
5	10	100	ผ่าน
6	9	90	ผ่าน
7	8	80	ผ่าน
8	9	90	ผ่าน
9	10	100	ผ่าน
10	6	60	ไม่ผ่าน
11	8	80	ผ่าน
12	10	100	ผ่าน
13	7	70	ผ่าน
14	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)		
15	10	100	ผ่าน
16	9	90	ผ่าน
17	7	70	ผ่าน
18	9	90	ผ่าน
19	7	70	ผ่าน
20	10	100	ผ่าน
21	9	90	ผ่าน
22	8	80	ผ่าน
23	10	100	ผ่าน
24	10	100	ผ่าน
25	7	70	ผ่าน
26	8	80	ผ่าน
27	10	100	ผ่าน
28	10	100	ผ่าน

เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ผลการประเมิน
29	7	70	ผ่าน
30	10	100	ผ่าน
31	10	100	ผ่าน
32	7	70	ผ่าน
33	8	80	ผ่าน
34	8	80	ผ่าน
35	6	60	ไม่ผ่าน
36	7	70	ผ่าน
37	9	90	ผ่าน
38	7	70	ผ่าน
39	10	100	ผ่าน
40	10	100	ผ่าน
ค่าเฉลี่ยคะแนน (\bar{X})			8.58
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)			1.35

จากคะแนนแบบทดสอบ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวนผู้เรียนทั้งหมด 38 คน พบว่าผู้เรียนจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 94.74 ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)

เกณฑ์การวัดและประเมิน ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายการประเมิน	คะแนนการประเมิน			
	4	3	2	1
1. ความถูกต้องของการบันทึกข้อมูล	บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล การทดลองถูกต้องและครบถ้วน ทั้ง 2 ตอน คือ - ค่าระยะทางการเคลื่อนที่ของสารสี - ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารสี	บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล การทดลอง ผิดพลาด 1 – 2 ข้อมูล	บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล การทดลอง ผิดพลาด 3 – 4 ข้อมูล	บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล การทดลอง ผิดพลาด ตั้งแต่ 5 ข้อมูลขึ้นไป
2. การคำนวณค่า Rf ของสารสี และระบุชนิดสารสี	คำนวณค่า Rf และระบุชนิดของสารสีถูกต้องทั้ง 4 ชนิด	คำนวณค่า Rf และระบุชนิดของสารสีถูกต้อง 3 ชนิด	คำนวณค่า Rf และระบุชนิดของสารสีถูกต้อง 2 ชนิด	คำนวณค่า Rf และระบุชนิดของสารสีถูกต้อง 1 ชนิด
3. การวาดกราฟค่าการดูดกลืนแสงของสารสี	วาดดูกราฟข้อมูลและส่วนประกอบของกราฟ - ชื่อแกน - ชื่อสารสี - ข้อมูลแกน x , y ถูกต้องครบถ้วน	วาดกราฟข้อมูลถูกต้อง แต่มีส่วนประกอบของกราฟบางส่วน	วาดกราฟข้อมูลถูกต้องบางส่วน แต่มีส่วนประกอบของกราฟถูกต้องครบถ้วน	วาดกราฟข้อมูลถูกต้องบางส่วน และมีส่วนประกอบของกราฟบางส่วน
4. การตอบคำถามท้ายการทดลอง	ตอบถูกต้องครบทุกข้อ อธิบายชัดเจน และเชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสม	ตอบถูกต้องส่วนใหญ่ ขาดรายละเอียด เล็กน้อย หรือ อธิบายยังไม่สมบูรณ์	ตอบได้บางข้อถูกต้องเพียงบางส่วน ไม่สามารถอธิบายเชื่อมโยงหลักการได้ชัดเจน	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ครบ ไม่มี การอธิบาย เหตุผล แสดงความเข้าใจคลาดเคลื่อน
5. การสรุปและอภิปรายผล	สรุปครบถ้วนทั้ง 2 ตอน และ อภิปรายผลเชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง	สรุปครบถ้วนทั้ง 2 ตอน แต่อภิปรายผลได้บางส่วน	สรุปทั้ง 2 ตอนแต่ไม่ครบถ้วน และ อภิปรายผลได้บางส่วน	สรุปผลการทดลองเพียง 1 ตอน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

17 – 20 คะแนน ระดับคุณภาพ ดีมาก

13 – 16 คะแนน ระดับคุณภาพ ดี

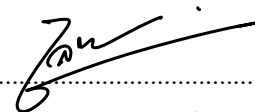
9 – 12 คะแนน ระดับคุณภาพ พอใช้

0 – 8 คะแนน ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

เลขที่	รายการประเมิน					รวม	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
	ความถูกต้องของการบันทึกข้อมูล	การคำนวณค่า Rf ของสารสี และระบุชนิดสารสี	การวาดกราฟค่าการดูดกลืนแสงของสารสี	การตอบคำถามท้ายการทดลอง	การสรุปและอภิปรายผล			
1	4	4	3	3	3	17	ดีมาก	ผ่าน
2	3	4	3	3	3	16	ดี	ผ่าน
3	4	4	3	3	4	18	ดีมาก	ผ่าน
4	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)							
5	4	4	4	3	3	18	ดีมาก	ผ่าน
6	4	4	3	4	3	18	ดีมาก	ผ่าน
7	3	4	3	4	3	17	ดีมาก	ผ่าน
8	4	4	3	3	4	18	ดีมาก	ผ่าน
9	4	4	4	3	4	19	ดีมาก	ผ่าน
10	3	4	4	3	3	17	ดีมาก	ผ่าน
11	4	4	3	3	4	18	ดีมาก	ผ่าน
12	4	4	3	3	4	18	ดีมาก	ผ่าน
13	4	4	3	3	4	18	ดีมาก	ผ่าน
14	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)							
15	3	4	3	2	2	14	ดี	ผ่าน
16	4	4	4	3	4	19	ดีมาก	ผ่าน
17	4	4	4	3	4	19	ดีมาก	ผ่าน
18	4	4	2	3	4	17	ดีมาก	ผ่าน
19	4	4	4	3	4	19	ดีมาก	ผ่าน
20	4	4	4	3	4	19	ดีมาก	ผ่าน
21	3	4	3	4	3	17	ดีมาก	ผ่าน
22	3	4	3	3	3	16	ดี	ผ่าน
23	3	4	2	3	2	14	ดี	ผ่าน
24	4	4	4	3	4	19	ดีมาก	ผ่าน
25	4	4	3	4	4	19	ดีมาก	ผ่าน
26	4	4	3	3	4	18	ดีมาก	ผ่าน
27	4	4	4	4	4	20	ดีมาก	ผ่าน
28	4	4	3	3	4	18	ดีมาก	ผ่าน
29	4	4	3	3	4	18	ดีมาก	ผ่าน

เลขที่	รายการประเมิน					รวม	ระดับ คุณภาพ	ผลการ ประเมิน
	ความถูกต้อง ของการ บันทึกข้อมูล	การคำนวณค่า Rf ของสารสี และระบุ ชนิดสารสี	การวาดกราฟ ค่าการดูดกลืน แสงของสารสี	การตอบ คำถามท้าย การทดลอง	การสรุปและ อภิปรายผล			
30	4	4	3	3	4	18	ดีมาก	ผ่าน
31	4	4	2	3	4	17	ดีมาก	ผ่าน
32	4	4	3	4	4	19	ดีมาก	ผ่าน
33	4	4	3	3	4	18	ดีมาก	ผ่าน
34	4	4	3	4	4	19	ดีมาก	ผ่าน
35	4	4	3	4	4	19	ดีมาก	ผ่าน
36	3	4	3	3	3	16	ดี	ผ่าน
37	4	4	3	3	4	18	ดีมาก	ผ่าน
38	4	4	4	4	4	20	ดีมาก	ผ่าน
39	4	4	3	3	3	17	ดีมาก	ผ่าน
40	4	4	3	4	4	19	ดีมาก	ผ่าน
ค่าเฉลี่ย (\bar{X})						17.84		
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)						1.37		
ผลการประเมิน						ผ่าน		

ลงชื่อ  ผู้ประเมิน
(นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์)
ตำแหน่ง ครู วิทยะฐานะ ครูชำนาญการ

สรุปผลการประเมินใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี (ตามรายการประเมิน)
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายการประเมิน	ได้ 4 คะแนน		ได้ 3 คะแนน		ได้ 2 คะแนน		ได้ 1 คะแนน	
	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ
1. ความถูกต้องของการบันทึก ข้อมูล	30	78.95	8	21.05	-	-	-	-
2. การคำนวณค่า Rf ของสารสี และระบุชนิดสารสี	38	100	-	-	-	-	-	-
3. การวาดกราฟค่าการดูดกลืนแสง ของสารสี	10	21.32	25	65.79	3	12.89	-	-
4. การตอบคำถามท้ายการทดลอง	10	21.32	27	76.04	1	2.64	-	-
5. การสรุปและอภิปรายผล	26	68.42	10	26.32	2	5.26	-	-

สรุปผลการประเมินใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี (ตามระดับคุณภาพ)
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	33	86.84
ดี	5	13.16
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม		

การประเมินด้านความรู้ ความเข้าใจจากใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวนผู้เรียนทั้งหมด 38 คน พบว่าผู้เรียนจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 86.84 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก และผู้เรียนจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 13.16 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินด้านความรู้ ความเข้าใจ (K)

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. วาดแผนภาพการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
2. ปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

เกณฑ์การวัดและประเมินการออกแบบแผนภาพการทดลอง เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายการประเมิน	คะแนนการประเมิน			
	4	3	2	1
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	ถูกต้อง ครบถ้วน สอดคล้องตามหลักวิทยาศาสตร์	ถูกต้องเกือบครบ อาจขาด รายละเอียด เล็กน้อย	ถูกต้องบางส่วน แต่ยังมีข้อผิดพลาด	มีข้อผิดพลาด มาก หลักการ ไม่ตรง
2. ความชัดเจนของการสื่อสาร	สื่อสารชัดเจน เข้าใจง่าย มีคำอธิบายกำกับ	สื่อสารได้ค่อนข้าง ชัด มีคำอธิบาย บางส่วน	สับสน เข้าใจยาก ไม่มีคำอธิบายกำกับ	ภาพไม่เข้าใจ สับสน
3. การออกแบบ	มีความคิดสร้างสรรค์ จัดวางองค์ประกอบเหมาะสม	จัดวางเหมาะสม พอควร	พอเข้าใจได้ แต่ยังไม่ครบ	ไม่มีการออกแบบ ขาดความคิดสร้างสรรค์
4. ความสวยงาม	ประณีต ใช้เส้น/สัญลักษณ์ชัดเจน	ค่อนข้างเรียบร้อย น่าอ่าน	มีการออกแบบ แต่ยังไม่เด่น	ไม่เรียบร้อย อ่านยาก


เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

- คะแนนเฉลี่ย 3.6 – 4.0 คะแนน ระดับคุณภาพ ดีมาก
- คะแนนเฉลี่ย 2.6 – 3.5 คะแนน ระดับคุณภาพ ดี
- คะแนนเฉลี่ย 1.6 – 2.5 คะแนน ระดับคุณภาพ พอใช้
- คะแนนเฉลี่ย 1 – 1.5 คะแนน ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินแผนภาพการทดลองจากใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

เลขที่	รายการประเมิน				รวม	คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
	ความถูกต้องของเนื้อหา	ความชัดเจนของการสื่อสาร	การออกแบบ	ความสวยงาม				
1	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
2	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
3	4	4	4	4	15	4	ดีมาก	ผ่าน
4	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)							
5	3	4	4	3	14	3.5	ดี	ผ่าน
6	3	4	4	3	15	3.5	ดีมาก	ผ่าน
7	4	4	4	3	15	3.8	ดีมาก	ผ่าน
8	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
9	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
10	2	4	4	3	13	3.3	ดี	ผ่าน
11	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
12	4	4	4	3	15	3.8	ดีมาก	ผ่าน
13	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
14	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)							
15	3	4	4	3	16	3.5	ดีมาก	ผ่าน
16	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
17	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
18	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
19	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
20	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
21	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
22	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
23	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
24	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
25	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
26	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
27	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน

เลขที่	รายการประเมิน				รวม	คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
	ความถูกต้องของเนื้อหา	ความชัดเจนของการสื่อสาร	การออกแบบ	ความสวยงาม				
28	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
29	4	4	4	3	15	3.8	ดีมาก	ผ่าน
30	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
31	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
32	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
33	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
34	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
35	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
36	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
37	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
38	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
39	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
40	4	4	4	4	16	4	ดีมาก	ผ่าน
ค่าเฉลี่ย (\bar{x})						3.93		
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)						0.18		
ผลการประเมิน						ผ่าน		

ลงชื่อ  ผู้ประเมิน
 (นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์)
 ตำแหน่ง ครู วิทยะฐานะ ครูชำนาญการ

สรุปคะแนนการประเมินแผนภาพการทดลองจากใบกิจกรรม (ตามรายการประเมิน)

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายการประเมิน	ได้ 4 คะแนน		ได้ 3 คะแนน		ได้ 2 คะแนน		ได้ 1 คะแนน	
	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	34	89.47	3	7.90	1	2.63	-	-
2. ความชัดเจนของการสื่อสาร	39	100	-	-	-	-	-	-
3. การออกแบบ	39	100	-	-	-	-	-	-
4. ความสวยงาม	32		7					

สรุปคะแนนการประเมินแผนภาพการทดลองจากใบกิจกรรม (ตามระดับคุณภาพ)

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	36	94.74
ดี	2	5.26
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

จากการประเมินแผนภาพการทดลองจากใบกิจกรรมเรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวนผู้เรียนทั้งหมด 38 คน พบว่าผู้เรียนจำนวน 36 คน คิดเป็น ร้อยละ 94.74 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก และผู้เรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ด้านทักษะกระบวนการ (P)

เกณฑ์การวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองรายบุคคล
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ด้าน	รายการย่อย	คะแนนการประเมิน		
		2	1	0
1. ขั้นตอนการเตรียม	1. เลือกอุปกรณ์การทดลองได้อย่างเหมาะสมและครบถ้วน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. เตรียม หรือจัดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	3. ออกแบบขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
2. ขั้นตอนการปฏิบัติ	1. การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างถูกต้อง	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	3. มีการจดบันทึกข้อมูลขณะการทดลอง	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	4. ทำการทดลองได้ตามระยะเวลาที่กำหนด	ภายในเวลาที่กำหนด	เกินเวลาที่กำหนด ไม่เกิน 5 นาที	เกินเวลาที่กำหนด มากกว่า 5 นาที
3. ขั้นตอนผลการปฏิบัติ	1. สามารถวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. ทำความสะอาดอุปกรณ์และจัดเก็บอุปกรณ์ได้ถูกต้อง	มีการจัดการทั้งหมด	มีการจัดการบางส่วน	ไม่มีการจัดการ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

- 15 – 18 คะแนน ระดับคุณภาพ ดีมาก
11 – 14 คะแนน ระดับคุณภาพ ดี
7 – 10 คะแนน ระดับคุณภาพ พอใช้
0 – 6 คะแนน ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองรายบุคคล เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

เลขที่	รายการประเมิน									รวม	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
	ขั้นการเตรียม			ขั้นการปฏิบัติ				ขั้นผลการปฏิบัติ				
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	1.	2.			
1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	16	ดีมาก	ผ่าน
2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	16	ดีมาก	ผ่าน
3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
4	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)											
5	2	2	1	2	2	2	2	1	2	16	ดีมาก	ผ่าน
6	2	2	1	2	2	2	2	1	2	16	ดีมาก	ผ่าน
7	2	2	1	2	2	1	2	1	2	15	ดีมาก	ผ่าน
8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
10	2	2	1	1	1	1	2	1	2	13	ดี	ผ่าน
11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
12	2	2	1	2	1	2	2	2	2	16	ดีมาก	ผ่าน
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
14	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)											
15	2	2	1	2	2	1	2	1	2	15	ดีมาก	ผ่าน
16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
17	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
18	2	2	2	2	1	2	2	2	2	17	ดีมาก	ผ่าน
19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
21	2	2	2	2	1	1	2	1	2	15	ดีมาก	ผ่าน
22	2	2	2	2	2	1	2	1	2	16	ดีมาก	ผ่าน
23	2	2	2	2	2	1	2	1	2	16	ดีมาก	ผ่าน
24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
26	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
27	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
28	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
29	2	2	1	2	2	2	2	2	2	17	ดีมาก	ผ่าน

เลขที่	รายการประเมิน									รวม	ระดับ คุณภาพ	ผลการ ประเมิน
	ขั้นการเตรียม			ขั้นการปฏิบัติ				ขั้นผลการปฏิบัติ				
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	1.	2.			
30	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
31	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
32	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
33	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
34	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
35	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
36	2	2	2	2	2	1	2	1	2	16	ดีมาก	ผ่าน
37	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
38	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
39	2	2	2	2	2	2	2	1	2	17	ดีมาก	ผ่าน
40	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
ค่าเฉลี่ย (\bar{x})										17.13		
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)										1.26		
ผลการประเมิน										ผ่าน		

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
 (นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์)
 ตำแหน่ง ครู วิทยะฐานะ ครูชำนาญการ

สรุปแสดงผลการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองรายบุคคล (รายด้าน)

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายการประเมิน	ได้ 2 คะแนน		ได้ 1 คะแนน		ได้ 0 คะแนน	
	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ
ขั้นเตรียม						
1. เลือกอุปกรณ์การทดลองได้อย่างเหมาะสมและครบถ้วน	38	100	-	-	-	-
2. เตรียม หรือจัดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง	38	100	-	-	-	-
3. ออกแบบขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	31	81.58	7	18.42	-	-
ขั้นปฏิบัติ						
1. การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างถูกต้อง	37	97.37	1	2.63	-	-
2. ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน	33	86.84	5	13.16	-	-
3. มีการจดบันทึกข้อมูลขณะการทดลอง	30	78.95	8	21.05	-	-
4. ทำการทดลองได้ตามระยะเวลาที่กำหนด	38	100	-	-	-	-
ขั้นผลปฏิบัติ						
1. สามารถวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน	27	71.05	11	28.95	-	-
2. ทำความสะอาดอุปกรณ์และจัดเก็บอุปกรณ์ได้ถูกต้อง	38	100	-	-	-	-

สรุปผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองรายบุคคล (ตามระดับคุณภาพ)
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	37	97.37
ดี	1	2.63
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

จากการประเมินประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองรายบุคคล เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวนผู้เรียนทั้งหมด 38 คน พบว่าผู้เรียนจำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 97.37 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก และผู้เรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.63 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ด้านทักษะกระบวนการ (P)

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. การทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยกระบวนการกลุ่ม

เกณฑ์การวัดและประเมินพฤติกรรมการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยกระบวนการกลุ่ม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
1. มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้	มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นอย่าง มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ	มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นใน และมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ไม่สม่ำเสมอ	มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นใน น้อย และขาดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น น้อยมาก/ไม่แสดงพฤติกรรม ต้องได้รับการกระตุ้น
2. ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์ และภายในเวลาที่กำหนด	ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์ แต่ส่งช้ากว่าเวลาที่กำหนด	ทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่สมบูรณ์ แต่ส่งภายในเวลาที่กำหนด	ทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่เสร็จสมบูรณ์ และส่งช้ากว่าเวลาที่กำหนด
3. การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จนนำไปสู่การสรุปและอภิปรายผลการทดลองได้อย่างครบถ้วน	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จนนำไปสู่การสรุปและอภิปรายผลการทดลองได้แต่ไม่สมบูรณ์	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จนนำไปสู่การสรุปหรืออภิปรายผลการทดลองได้แต่ไม่สมบูรณ์	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นน้อย ไม่สามารถสรุปและอภิปรายผลได้
4. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่นด้วยความสุภาพ และสร้างสรรค์ตลอดช่วงการทำกิจกรรม	แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่นด้วยความสุภาพ และสร้างสรรค์เป็นส่วนมากของการทำกิจกรรม	แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่นด้วยความสุภาพ และสร้างสรรค์ในบางช่วงของการทำกิจกรรม	แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่นน้อย ต้องได้รับการกระตุ้น


เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนนเฉลี่ย 13 – 16 คะแนน	ระดับคุณภาพ ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย 9 – 12 คะแนน	ระดับคุณภาพ ดี
คะแนนเฉลี่ย 5 – 8 คะแนน	ระดับคุณภาพ พอใช้
คะแนนเฉลี่ย 1 – 4 คะแนน	ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง

ตารางที่ 5 แสดงผลการวัดและประเมินพฤติกรรมการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยกระบวนการกลุ่ม เรื่อง สารสี และการดูกลืนแสงของสารสี ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูกลืนแสงของสารสี รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

เลขที่	รายการประเมิน				รวม	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
	มีส่วนร่วมใน การปฏิบัติ กิจกรรมการ เรียนรู้	ความ รับผิดชอบ ต่องานที่ ได้รับ มอบหมาย	การรับฟัง ความคิดเห็น ของผู้อื่น	มีส่วนร่วมใน การแสดง ความคิดเห็น			
1	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
2	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
3	4	4	4	3	15	ดีมาก	ผ่าน
4	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)						
5	3	3	3	2	11	ดี	ผ่าน
6	3	4	4	4	15	ดีมาก	ผ่าน
7	4	4	4	3	15	ดีมาก	ผ่าน
8	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
9	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
10	3	1	3	2	9	ดี	ผ่าน
11	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
12	4	4	4	3	15	ดีมาก	ผ่าน
13	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
14	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)						
15	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
16	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
17	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
18	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
19	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
20	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
21	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
22	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
23	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
24	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
25	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
26	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน

เลขที่	รายการประเมิน				รวม	ระดับ คุณภาพ	ผลการ ประเมิน
	มีส่วนร่วมใน การปฏิบัติ กิจกรรมการ เรียนรู้	ความ รับผิดชอบ ต่องานที่ ได้รับ มอบหมาย	การรับฟัง ความคิดเห็น ของผู้อื่น	มีส่วนร่วมใน การแสดง ความคิดเห็น			
27	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
28	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
29	4	3	4	4	15	ดีมาก	ผ่าน
30	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
31	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
32	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
33	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
34	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
35	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
36	4	3	4	4	15	ดีมาก	ผ่าน
37	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
38	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
39	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
40	4	4	4	4	16	ดีมาก	ผ่าน
ค่าเฉลี่ย (\bar{X})						15.53	
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)						1.39	
ผลการประเมิน						ผ่าน	

ลงชื่อ  ผู้ประเมิน

(นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์)

ตำแหน่ง ครู วิทยะฐานะ ครูชำนาญการ

สรุปผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยกระบวนการกลุ่ม (รายด้าน)
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายการประเมิน	ได้ 4 คะแนน		ได้ 3 คะแนน		ได้ 2 คะแนน		ได้ 1 คะแนน	
	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ
1. มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้	35	92.11	3	7.89	-	-	-	-
2. ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	34	89.48	3	7.89	-	-	1	2.63
3. การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	36	94.74	2	5.26	-	-	-	-
4. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	34	89.48	2	5.26	2	5.26	-	-

สรุปผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยกระบวนการกลุ่ม (ตามระดับคุณภาพ)
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	36	94.74
ดี	2	5.26
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

จากการประเมินพฤติกรรมการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยกระบวนการกลุ่ม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวนผู้เรียนทั้งหมด 38 คน พบว่าผู้เรียนจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 94.74 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก และผู้เรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ซึ่งถือว่าผู้เรียนทุกคนผ่านเกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะ (A)

ผลการประเมินสมรรถนะสำคัญ
และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
ตามหลักสูตรแกนกลาง

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ซื่อสัตย์ สุจริต
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. มุ่งมั่นในการทำงาน

เกณฑ์การวัดและประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายการประเมิน	ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
		3	2	1	0
1. ซื่อสัตย์ สุจริต	<ul style="list-style-type: none"> - ปฏิบัติการทดลองด้วยตัวเองตรงตามแผนการทดลอง - บันทึกผลการทดลองตามผลการทดลองที่ได้ตามจริง - ทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยตัวเอง 	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น	ไม่สามารถปฏิบัติได้
2. มีวินัย	<ul style="list-style-type: none"> - ความตรงต่อเวลา - ความรับผิดชอบในการทำงาน - การปฏิบัติตามข้อตกลง 	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น	ไม่สามารถปฏิบัติได้
3. ใฝ่เรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - ความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง - ความสนใจในการปฏิบัติการทดลอง - การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกในกลุ่ม 	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น	ไม่สามารถปฏิบัติได้
4. มุ่งมั่นในการทำงาน	<ul style="list-style-type: none"> - เอาใจใส่ต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย - ตั้งใจและรับผิดชอบการทำงาน - พยายามแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน 	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น	ไม่สามารถปฏิบัติได้

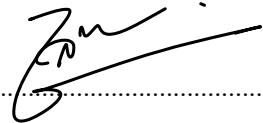
เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

- | | |
|---------------|-------------------------|
| 10 – 12 คะแนน | ระดับคุณภาพ ดีมาก |
| 7 – 9 คะแนน | ระดับคุณภาพ ดี |
| 4 – 6 คะแนน | ระดับคุณภาพ พอใช้ |
| 0 – 3 คะแนน | ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง |

ตารางที่ 6 แสดงผลการประเมินลักษณะอันพึงประสงค์ เรื่อง สารสีและการดुकถิ่นแสงของสารสี ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดुकถิ่นแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

เลขที่	รายการประเมิน				รวม	ระดับ คุณภาพ	ผลการ ประเมิน
	ชื่อสัตย์ สุจริต	มีวินัย	ใฝ่เรียนรู้	มุ่งมั่นในการ ทำงาน			
1	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
2	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
3	3	3	3	2	11	ดีมาก	ผ่าน
4	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)						
5	2	3	3	2	10	ดี	ผ่าน
6	2	3	3	3	11	ดีมาก	ผ่าน
7	3	3	3	2	11	ดีมาก	ผ่าน
8	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
9	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
10	3	1	2	1	7	ดี	ผ่าน
11	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
12	3	3	3	2	11	ดีมาก	ผ่าน
13	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
14	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)						
15	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
16	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
17	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
18	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
19	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
20	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
21	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
22	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
23	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
24	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
25	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
26	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
27	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
28	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
29	3	3	3	2	11	ดีมาก	ผ่าน

เลขที่	รายการประเมิน				รวม	ระดับ คุณภาพ	ผลการ ประเมิน
	ชื่อสัตย์ สุจริต	มีวินัย	ใฝ่เรียนรู้	มุ่งมั่นในการ ทำงาน			
30	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
31	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
32	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
33	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
34	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
35	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
36	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
37	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
38	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
39	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
40	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
ค่าเฉลี่ย (\bar{x})						11.68	
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)						0.90	
ผลการประเมิน						ผ่าน	

ลงชื่อ  ผู้ประเมิน
 (นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์)
 ตำแหน่ง ครู วิทยะฐานะ ครูชำนาญการ

สรุปผลการประเมินลักษณะอันพึงประสงค์ (รายด้าน)

เรื่อง สารสีและการดุดกสีนแสงของสารสี

รายการประเมิน	ได้ 3 คะแนน		ได้ 2 คะแนน		ได้ 1 คะแนน		ได้ 0 คะแนน	
	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ
1. ซื่อสัตย์ สุจริต	36	94.74	2	5.26	-	-	-	-
2. มีวินัย	37	97.37	-	-	1	2.63	-	-
3. ใฝ่เรียนรู้	37	97.37	1	2.63	-	-	-	-
4. มุ่งมั่นในการทำงาน	32	84.21	5	13.16	1	2.63	-	-

สรุปผลการประเมินลักษณะอันพึงประสงค์ (ตามระดับคุณภาพ)

เรื่อง สารสีและการดุดกสีนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	36	94.74
ดี	2	5.26
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

จากการประเมินลักษณะอันพึงประสงค์ เรื่อง สารสีและการดุดกสีนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวนผู้เรียนทั้งหมด 38 คน พบว่าผู้เรียนจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 94.74 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก และผู้เรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.26 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ซึ่งถือว่าผู้เรียนทุกคนผ่านเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ด้านสมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

เกณฑ์การวัดและประเมินด้านสมรรถนะสำคัญ

เรื่อง สารสีและการดุดกลืนแสงของสารสี

รายการประเมิน	ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
		3	2	1	0
1. ความสามารถในการสื่อสาร	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสามารถในการรับ-ส่งสาร - มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิดความเข้าใจของตนเองโดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม - ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ 	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น	ไม่สามารถปฏิบัติได้
2. ความสามารถในการคิด	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ - มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ - ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้ 	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น	ไม่สามารถปฏิบัติได้
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - แก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญ - ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา - แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา 	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น	ไม่สามารถปฏิบัติได้
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ - มีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี - เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย 	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น	ไม่สามารถปฏิบัติได้

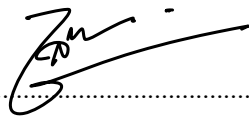
เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

- | | |
|---------------|-------------------------|
| 10 – 12 คะแนน | ระดับคุณภาพ ดีมาก |
| 7 – 9 คะแนน | ระดับคุณภาพ ดี |
| 4 – 6 คะแนน | ระดับคุณภาพ พอใช้ |
| 0 – 3 คะแนน | ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง |

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินสมรรถนะสำคัญ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

เลขที่	รายการประเมิน				รวม	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
	ความสามารถในการสื่อสาร	ความสามารถในการคิด	ความสามารถในการแก้ปัญหา	ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี			
1	3	3	2	3	11	ดีมาก	ผ่าน
2	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
3	3	3	3	2	11	ดีมาก	ผ่าน
4	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)						
5	2	3	3	2	10	ดีมาก	ผ่าน
6	2	3	3	3	11	ดีมาก	ผ่าน
7	3	3	3	2	11	ดีมาก	ผ่าน
8	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
9	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
10	2	3	2	2	9	ดี	ผ่าน
11	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
12	3	3	3	2	11	ดีมาก	ผ่าน
13	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
14	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)						
15	3	2	2	3	10	ดีมาก	ผ่าน
16	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
17	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
18	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
19	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
20	3	2	3	3	11	ดีมาก	ผ่าน
21	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
22	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
23	3	3	2	3	11	ดีมาก	ผ่าน
24	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน

เลขที่	รายการประเมิน				รวม	ระดับ คุณภาพ	ผลการ ประเมิน
	ความสามารถ ในการสื่อสาร	ความสามารถ ในการคิด	ความสามารถ ในการ แก้ปัญหา	ความสามารถ ในการใช้ เทคโนโลยี			
25	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
26	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
27	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
28	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
29	3	3	3	2	11	ดีมาก	ผ่าน
30	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
31	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
32	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
33	3	2	2	3	10	ดีมาก	ผ่าน
34	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
35	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
36	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
37	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
38	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
39	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
40	3	3	3	3	12	ดีมาก	ผ่าน
ค่าเฉลี่ย (\bar{X})						11.55	
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)						0.76	
ผลการประเมิน						ผ่าน	

ลงชื่อ  ผู้ประเมิน

(นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์)

ตำแหน่ง ครู วิทยะฐานะ ครูชำนาญการ

สรุปแสดงผลการประเมินสมรรถนะสำคัญ (รายด้าน)

เรื่อง สารสีและการดุดกสีแสงของสารสี

รายการประเมิน	ได้ 4 คะแนน		ได้ 3 คะแนน		ได้ 2 คะแนน		ได้ 1 คะแนน	
	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ
1. ความสามารถในการสื่อสาร	35	92.11	3	7.89	-	-	-	-
2. ความสามารถในการคิด	35	92.11	3	7.89	-	-	-	-
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	33	86.84	5	13.16	-	-	-	-
4. ความสามารถในการใช้ เทคโนโลยี	32	84.21	6	15.79	-	-	-	-

สรุปผลการประเมินลักษณะอันพึงประสงค์ (ตามระดับคุณภาพ)

เรื่อง สารสีและการดุดกสีแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	37	97.37
ดี	1	2.63
พอใช้	-	-
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

จากการประเมินสมรรถนะสำคัญ เรื่อง สารสีและการดุดกสีแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวนผู้เรียนทั้งหมด 38 คน พบว่าผู้เรียนจำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 97.37 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก และผู้เรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.63 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี ซึ่งถือว่าผู้เรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ด้านสมรรถนะสำคัญ (C)

ผลการทำใบกิจกรรม

เรื่อง สารสีและดูดกลืนแสงของสารสี

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6

นายกรณ์ ใจมั่น เลขที่ 1

ชื่อ - นามสกุล กรณ์ ใจมั่น ชั้น ม.5/6 เลขที่ 1

โรงเรียน โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นเรียน ศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

1. ไข่แดงสุก
2. ไข่ขาวสุก
3. ไข่แดงสุก + ไข่ขาวสุก
4. ไข่แดงสุก + ไข่ขาวสุก + ไข่แดงสุก
5. ไข่แดงสุก + ไข่ขาวสุก + ไข่แดงสุก + ไข่ขาวสุก

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ใช้ pipette หยดไข่แดงสุกลงในหลอดทดลอง
2. ใช้ pipette หยดไข่ขาวสุกลงในหลอดทดลอง
3. ใช้ pipette หยดไข่แดงสุกลงในหลอดทดลอง
4. ใช้ pipette หยดไข่ขาวสุกลงในหลอดทดลอง
5. ใช้ pipette หยดไข่แดงสุกลงในหลอดทดลอง
6. ใช้ pipette หยดไข่ขาวสุกลงในหลอดทดลอง
7. ใช้ pipette หยดไข่แดงสุกลงในหลอดทดลอง
8. ใช้ pipette หยดไข่ขาวสุกลงในหลอดทดลอง
9. ใช้ pipette หยดไข่แดงสุกลงในหลอดทดลอง
10. ใช้ pipette หยดไข่ขาวสุกลงในหลอดทดลอง

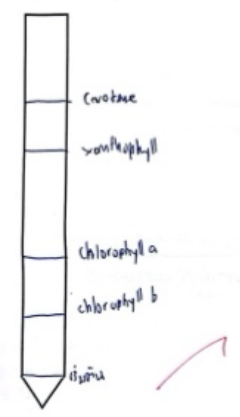
การวัดค่าการดูดกลืนแสง

ใช้ spectrophotometer วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 430, 450, 500, 550, 600, 650 nm

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	สีม่วงอ่อน	1.9	0.2	chlorophyll b
2	สีเหลืองเข้ม	3.6	0.4	chlorophyll a
3	สีส้ม	6.9	0.8	xanthophyll
4	สีส้ม-ม่วง	8.6	1	carotene

วาดภาพแถบสีที่เคลื่อน (chromatogram) หรือระบุชื่อสารสี



ข้อที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
2. เข็มเจาะ 95%
3. หลอดทดลอง
4. เครื่อง spectrophotometer
5. ไม้บรรทัด

วิธีการทดลอง

1. ใช้กรวยโครมาโทกราฟีโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เจาะ การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยใช้โครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ติดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาลงในสารละลายของเข็มเจาะ 95% 2 มิลลิเมตร อย่างละ 1 แผ่น และทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายลงในสีของเหลว
3. นำสารละลายสีที่ละลายจากนั้นนำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลองในการบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.553	0.114	0.022	0.066
450 nm	0.227	0.273	0.030	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.012	0.094
550 nm	0.021	0.029	0.025	0
600 nm	0.041	0.047	0.025	0
650 nm	0.055	0.114	0	0.114

กราฟที่บันทึกผลการทดลอง

ค่าความถี่การทดลอง

1. เพื่อจำการสกัดจากใบพืชตามโครมาโทกราฟี จากผลการทดลองในกิจกรรมที่ 1 และมีการทดลองบันทึก มีจุดคือ: chlorophyll b chlorophyll a xanthophyll carotene
2. สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเคลื่อนที่เร็วที่สุดคือ carotene มีค่า R_f 1.0 และที่ R_f 0.2 คือ chlorophyll b
3. เพราะเหตุใดใบพืชจึงมีสีตามการทดลองบันทึกคือ เพราะเหตุนี้ใบพืชจึงมีสีตามการทดลองบันทึกคือ

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืชพบว่าสารสีที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดคือ chlorophyll a และ chlorophyll b ส่วน carotene และ xanthophyll มีค่าการดูดกลืนแสงต่ำที่สุด

การวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืชด้วย spectrophotometer พบว่า chlorophyll a มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดที่ความยาวคลื่น 430 nm และ chlorophyll b มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดที่ความยาวคลื่น 450 nm ส่วน carotene มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดที่ความยาวคลื่น 650 nm และ xanthophyll มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดที่ความยาวคลื่น 600 nm

ชื่อ-นามสกุล อัศวรวิทย์ อัศวรเศรษฐี ชั้น 5/6 เลขที่ 2

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

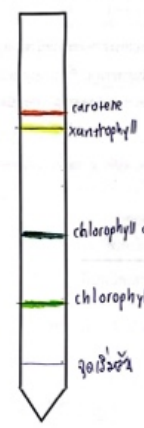
แผนภาพการทดลอง

จำไว้ด้วย Spectrophotometer
วัดแสงความถี่ 400 450 500
550 600 650 นาโนเมตร ตามลำดับ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	สีเหลือง	1.4	0.23	Chlorophyll b
2	สีเหลือง	3.7	0.64	Chlorophyll a
3	สีม่วง	7.2	0.84	Xanthophyll
4	สีส้ม	7.7	1	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (Chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์
ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

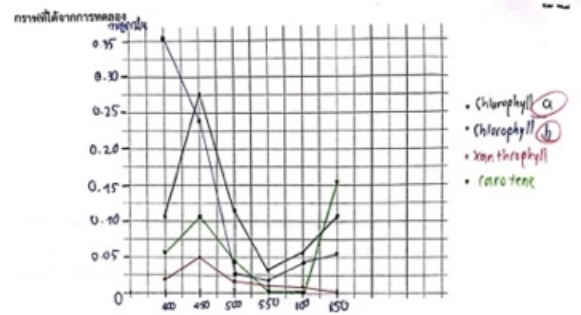
- สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
- เอทานอล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- สิ่ววงรี

วิธีการทดลอง

- ใช้กรวยกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 ; เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่สกัดแต่ละตำแหน่งของสารสีมาลงในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร อย่างเบา ๆ และทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในน้ำที่ละลาย
- แบ่งสารละลายได้สิ่ววงรี จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.144	0.353	0.022	0.066
450 nm	0.273	0.227	0.050	0.115
500 nm	0.112	0.045	0.012	0.044
550 nm	0.024	0.023	0.005	0
600 nm	0.067	0.042	0.005	0
650 nm	0.114	0.053	0	0.456



คำอธิบายผลการทดลอง

- เมื่อจำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีอยู่ 4 ชนิด และมีการเคลื่อนที่บนกระดาษโครมาโทกราฟี b - สีเหลือง xanthophyll - สีเหลือง Chlorophyll a - สีเขียว carotene - สีส้ม
- สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเคลื่อนที่เร็ว Carotene และเคลื่อนที่ช้าที่สุด Xanthophyll และ Chlorophyll b
- เพราะสารสีในใบพืชมีการดูดกลืนแสงในช่วง 400-700 นาโนเมตร ซึ่งพืชใช้แสงในช่วงนี้เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง

สรุปและเปรียบเทียบผลการทดลอง
พบสีที่ดูดกลืนแสงได้ดีที่ 450 nm → Chlorophyll b, Chlorophyll a, Xanthophyll, Carotene สีที่ดูดกลืนแสงได้ดีที่สุด (หรือ) สีที่ดูดกลืนแสงได้ดีที่สุดคือ Chlorophyll a ที่ความยาวคลื่น 450 nm, Chlorophyll b ที่ความยาวคลื่น 450 nm, Xanthophyll ที่ความยาวคลื่น 450 nm, Carotene ที่ความยาวคลื่น 450 nm

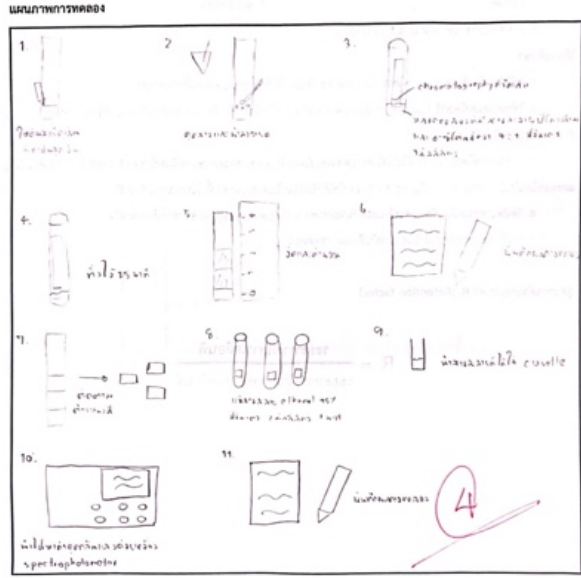
โดย Carotene ที่ดูดกลืนแสงได้ดีที่สุด เพราะมีความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงได้ดีที่สุดคือ 450 nm ซึ่งมีความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงได้ดีที่สุดคือ 450 nm

นายณธร วัฒนอุดมวุฒิ เลขที่ 3

ชื่อ - นามสกุล น.ส. ณ.ณ. วัฒนอุดมวุฒิ ชั้น ม.5/6 เลขที่ 3



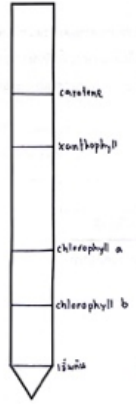
ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แยกออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	ใบเขียวอ่อน	1.9	0.2	chlorophyll b
2	ใบเจริญ	3.0	0.4	chlorophyll a
3	ใบแก่	6.9	0.9	xanthophyll
4	ใบเหลือง-ส้ม	9.6	1	carotene

รูปภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี

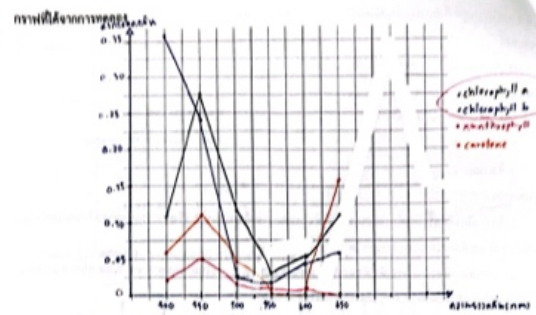


ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

- วัตถุประสงค์**
 1. ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช
- วัสดุและอุปกรณ์**
 1. สารสีใบกระชายดำโรมาโทกราฟี
 2. เขยาคอน 95%
 3. หลอดทดลอง
 4. เครื่อง spectrophotometer
 5. คิวเวทท์
- วิธีการทดลอง**
 1. ใช้กรรไกรตัดกระชายดำโรมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองใบกิจกรรมที่ 1 เรียง การแยกสารสกัดจากใบกระชายดำโรมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
 2. นำกระชายดำโรมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแขวนในสารละลายเขยาคอน 95% 2 มิลลิกรัม หมายความว่า 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
 3. แบ่งสารละลายใส่คิวเวทท์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
 4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a *	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.113	0.114	0.072	0.064
450 nm	0.217	0.193	0.090	0.115
500 nm	0.015	0.111	0.012	0.044
550 nm	0.015	0.029	0.005	0
600 nm	0.092	0.047	0.005	0
650 nm	0.093	0.119	0	0.154



ค่าตามการทดลอง

- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการดูดกลืนแสงเป็นสี
 chlorophyll a มีสีน้ำเงิน, chlorophyll b มีสีน้ำเงิน
 xanthophyll มีสีเหลือง, carotene มีสีส้ม-ส้ม
- สารสีชนิดใด มี Rf (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด
 carotene เพราะ มีค่า Rf สูง มีค่าคงที่ เพราะเป็นสารที่เคลื่อนที่เร็วสุด
- เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงเป็นสีเขียว
 เพราะ มีสารสีที่ดูดกลืนแสงน้อย

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง
 1. เป็นไปได้ที่จะมีการสังเคราะห์แสงในใบพืช chlorophyll a, chlorophyll b, xanthophyll, carotene (ทุกชนิดจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นใกล้เคียงกัน) แต่ใบพืชส่วนใหญ่ใช้สีที่สังเคราะห์แสงเป็นสีน้ำเงินหรือสีเขียวเป็นหลัก เพราะ carotene มีสีส้มหรือสีเหลืองหรือสีส้มแดงซึ่งไม่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่สังเคราะห์แสงได้มากที่สุด chlorophyll a มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 660 nm, chlorophyll b มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 470 nm, xanthophyll มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 nm และ carotene มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 480 nm

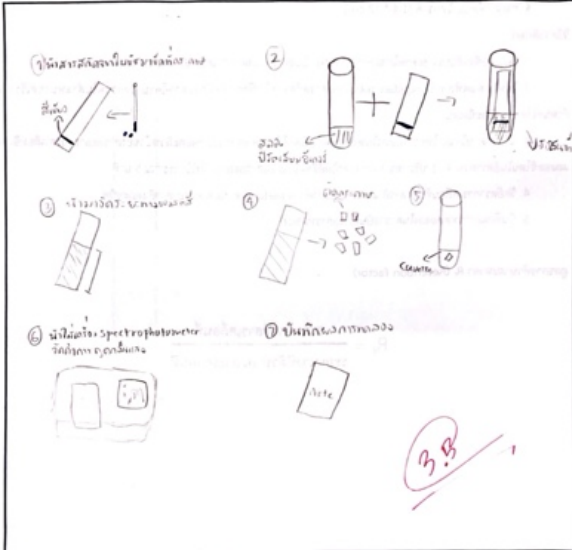
นายณิชนิพนธ์ กิตติศิลป์ เลขที่ 5

ชื่อ - นามสกุล นายณิชนิพนธ์ กิตติศิลป์ ชั้น 5/6 เลขที่ 5



ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

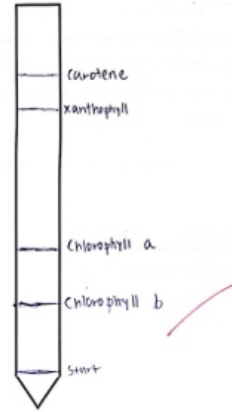
แผนภาพการทดลอง



ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แยกออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	light green	2.1	4.4	Chlorophyll b
2	dark green	3.8	2.4	Chlorophyll a
3	yellow	8.1	4.1	Xanthophyll
4	yellow-orange	9.3	1	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในพืช

วัสดุและอุปกรณ์

- สารสีในกระดาดใบโหระพา
- เมทานอล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- คิวเวท

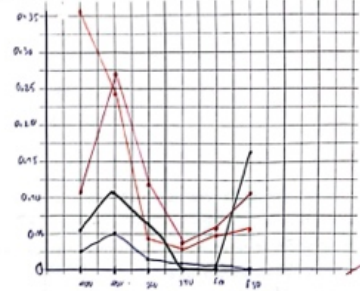
วิธีการทดลอง

- ใช้กรรไกรตัดกระดาดใบโหระพาที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสีจากใบพืชโดยโหระพาตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระดาดโหระพาที่ตัดแล้วมาใส่ลงในสารละลายเมทานอล 95% 2 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ และเขย่าทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
- แบ่งสารละลายใส่คิวเวท จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.153	0.114	0.022	0.046
450 nm	0.227	0.273	0.050	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.012	0.044
550 nm	0.023	0.021	0.005	0
600 nm	0.042	0.067	0.005	0
650 nm	0.053	0.118	0	0.166

กราฟที่ได้จากการทดลอง



คำถามท้ายการทดลอง

- เมื่อนำสารสกัดจากพืชมาแยกโดยโหระพา จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการดูดกลืนแสงที่ช่วงใดบ้าง? Chlorophyll b, Chlorophyll a, Xanthophyll, Carotene มีช่วงที่ดูดกลืนแสงที่ต่างกันหรือไม่? ใช่
- สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด? Carotene คือช่วงที่สั้น R_f มากก็แสดงว่าเป็นสารที่เคลื่อนที่เร็วที่สุด
- เพราะเหตุใดถึงส่วนไม่มีการดูดกลืนแสง? เพราะมันไม่ใช่ช่วงที่ดูดกลืนแสง

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าพืชมีสารสีที่ต่างกันและดูดกลืนแสงที่ต่างกัน Chlorophyll a, Chlorophyll b, Xanthophyll, Carotene โดย Carotene ดูดกลืนแสงที่ช่วงที่สั้นกว่า ส่วน Chlorophyll a และ Chlorophyll b ดูดกลืนแสงที่ช่วงที่กว้างกว่า Spectrophotometer ใช้วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสี

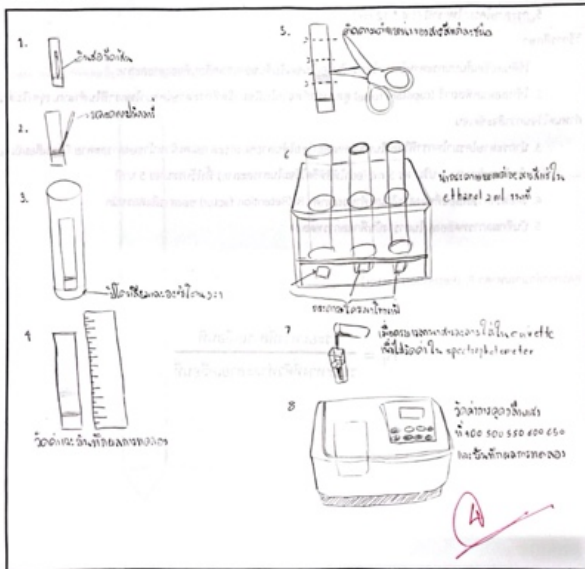
18

ชื่อ - นามสกุล พชร พชรพล ศรีภิรมย์ ชั้น 5.1/6 เลขที่ 8



ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

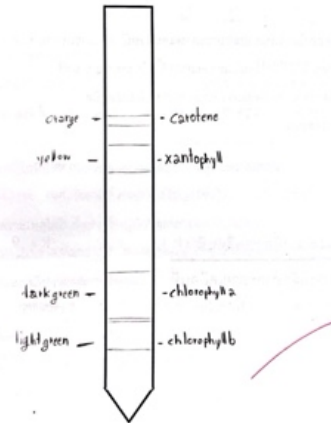
แผนภาพการทดลอง



ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แตกออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	light green	2	0.2	chlorophyll b
2	dark green	3.7	0.4	chlorophyll a
3	yellow	4.5	0.5	xanthophyll
4	orange	8.7	1	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

- สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
- เอทานอล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- สิ่ววัด

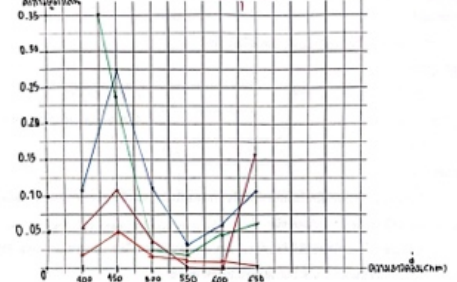
วิธีการทดลอง

- ใช้กรวยโคโรนาคะดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วตามตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร เข้าเบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในหลอดทดลอง
- แบ่งสารละลายใส่สิ่ววัด จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.363	0.194	0.022	0.066
450 nm	0.227	0.273	0.505	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.092	0.044
550 nm	0.023	0.029	0.045	0.0
600 nm	0.042	0.067	0.005	0.0
650 nm	0.153	0.118	0.0	0.156

กราฟที่ได้จากการทดลอง



คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการแตกออกเป็นสีใดบ้าง (Chlorophyll a, light green, Chlorophyll b, dark green, Xanthophyll, yellow, Carotene, orange)

2. สารสีใดที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด (Carotene เพราะละลายในสารละลายได้ดีมากที่สุด)

3. เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแตกออกเป็นสีเขียว

เพราะใบพืชมีคลอโรฟิลล์เป็นสีหลักที่สังเคราะห์แสงได้มากที่สุด

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าโครมาโทกราฟีสามารถแยกสารสีออกจากกันได้ ซึ่งสารสีที่พบได้ทั้งหมดนี้ 4 ชนิดคือ Chlorophyll a, Chlorophyll b, Xanthophyll, Carotene และ Carotene จะพบสีที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดจากสารสกัดและใบพืชที่ทดลองได้มากที่สุด โดยสังเคราะห์แสงได้มากที่สุดโดย spectrophotometer พบว่า Chlorophyll a ดูดกลืนที่ 430 nm, Chlorophyll b ดูดกลืนที่ 460 nm, Xanthophyll ดูดกลืนที่ 480 nm, Carotene ดูดกลืนที่ 450 nm

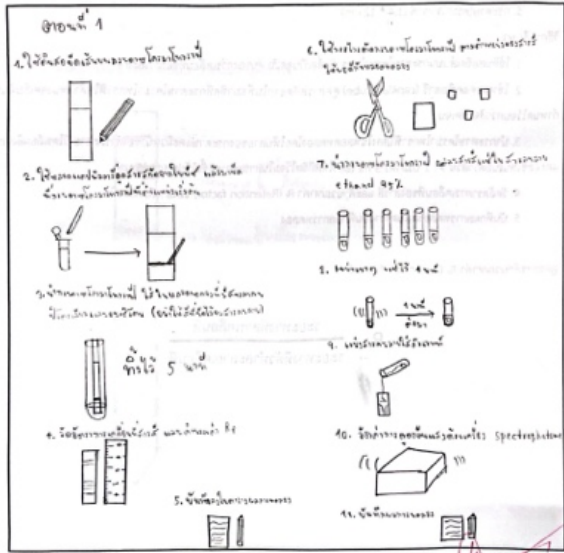
18

ชื่อ นามสกุล นายณัฐวัฒน์ กิตติจำเริญ ชั้น 5.5/6 เลขที่ 9



ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

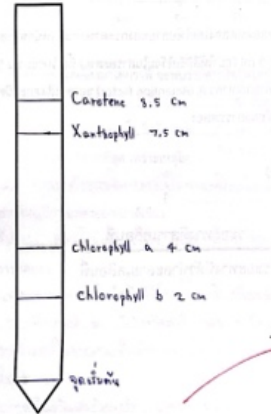
แผนภาพการทดลอง



ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	สีน้ำเงินเข้ม	2	0.21	Chlorophyll b
2	สีน้ำเงิน	4	0.47	Chlorophyll a
3	เหลือง	7.5	0.15	Xanthophyll
4	ส้ม	9.5	1	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
2. เอทานอล 95%
3. หลอดทดลอง
4. เครื่อง spectrophotometer
5. กระจกทึบ

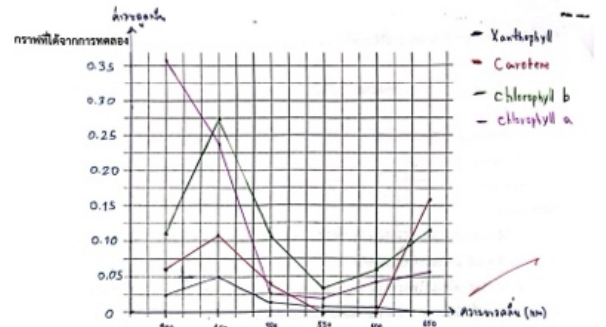
วิธีการทดลอง

1. ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแขวนในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิกรัม เช่นบ้านา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวกลางละลาย
3. แบ่งสารละลายใส่หลอดทึบ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.151	0.114	0.022	0.066
450 nm	0.227	0.277	0.050	0.145
500 nm	0.025	0.112	0.042	0.044
550 nm	0.021	0.022	0.005	0.000
600 nm	0.042	0.087	0.005	0.000
650 nm	0.053	0.111	0.000	0.151

534-536 nm



คำถามที่ทำการทดลอง

1. เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาวัดโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการดูดกลืนแสงเป็นสีใด
 - 1. Chlorophyll b มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ 430 nm และ 660 nm
 - 2. Chlorophyll a มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ 450 nm และ 640 nm
 - 3. Xanthophyll มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ 470 nm
 - 4. Carotene มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ 420 nm และ 480 nm
 2. สารสีใดที่มี R_f (retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด

Carotene เพราะ R_f ของ Carotene สูงที่สุด เพราะมันเคลื่อนที่เร็วที่สุด
 3. เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงเป็นสีเขียว

เพราะใบพืชส่วนใหญ่มีคลอโรฟิลล์ a และ b ซึ่งดูดกลืนแสงได้ดีที่ช่วง 400-500 nm และ 600-700 nm ส่วนช่วง 500-600 nm ใบพืชจะดูดกลืนแสงได้น้อยกว่า
- สรุปและอภิปรายผลการทดลอง
- จากการทดลอง พบว่าสารสีที่พบในใบพืชได้แก่ Chlorophyll a, Chlorophyll b, Xanthophyll และ Carotene ซึ่งค่าการดูดกลืนแสงของสารสีเหล่านี้จะแตกต่างกันไปตามความยาวคลื่นของแสงที่ตกกระทบบนใบพืช
1. Chlorophyll b มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ 430 nm และ 660 nm
2. Chlorophyll a มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ 450 nm และ 640 nm
3. Xanthophyll มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ 470 nm
4. Carotene มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ 420 nm และ 480 nm
- ใบพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงเป็นสีเขียว เพราะใบพืชส่วนใหญ่มีคลอโรฟิลล์ a และ b ซึ่งดูดกลืนแสงได้ดีที่ช่วง 400-500 nm และ 600-700 nm ส่วนช่วง 500-600 nm ใบพืชจะดูดกลืนแสงได้น้อยกว่า

Handwritten signature

ชื่อ นามสกุล นายภัทร แสงวิชัยภัทร ชั้น 5/ก เลขที่ 10

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

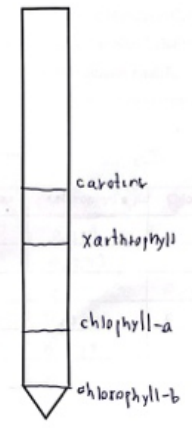
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	ใบเหลือง	2	0.24	chlorophyll
2	ใบเขียว	3.5	0.42	chlorophyll
3	ใบอ่อน	7	0.33	xanthophyll
4	ใบม่วง	8.4	1	carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

1. สารสีในกระดาดโครมาโทกราฟี
2. เอทานอล 95%
3. หลอดทดลอง
4. เครื่อง spectrophotometer
5. คิวเวท

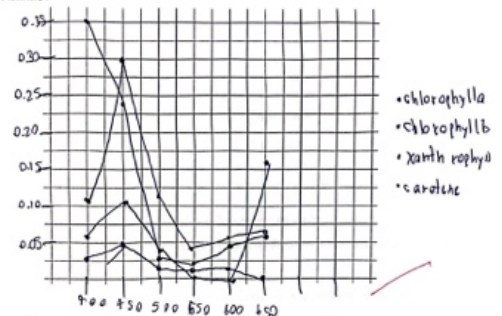
วิธีการทดลอง

1. ใช้กรรไกรตัดกระดาดโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
2. นำกระดาดโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาใส่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
3. แบ่งสารละลายใส่คิวเวท จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.119	0.257	0.027	0.066
450 nm	0.293	0.227	0.030	0.015
500 nm	0.112	0.225	0.017	0.044
550 nm	0.029	0.023	0.005	0
600 nm	0.067	0.047	0.005	0
650 nm	0.113	0.053	0	0.156

กราฟที่ได้จากการทดลอง



คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อวิเคราะห์จากใบพืชแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่าสารสีชนิดใดบ้าง และมีการแสดงออกเป็นสีใด
 chlorophyll b, chlorophyll a, xanthophyll, carotene
 ใบอ่อน ใบเขียว ใบอมม่วง ใบสีส้ม
2. สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด
 carotene เนื่องจากมีสีส้ม
3. เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแสดงออกเป็นสีเขียว
 เพราะใบพืชมีคลอโรฟิลล์ ซึ่งสะท้อนแสงสีเขียว

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

สรุปผลของใบพืชสีเขียว? Chlorophyll a มีจุดดูดกลืนแสงที่ 430 nm
 Carotene มีจุดดูดกลืนแสงที่ 450 nm Xanthophyll มีจุดดูดกลืนแสงที่ 450 nm
 Chlorophyll b มีจุดดูดกลืนแสงที่ 400 nm และ carotene เป็นสีส้มที่โตกว่า
 เพราะฉะนั้นใบพืชส่วนใหญ่จึงมีสีเขียว

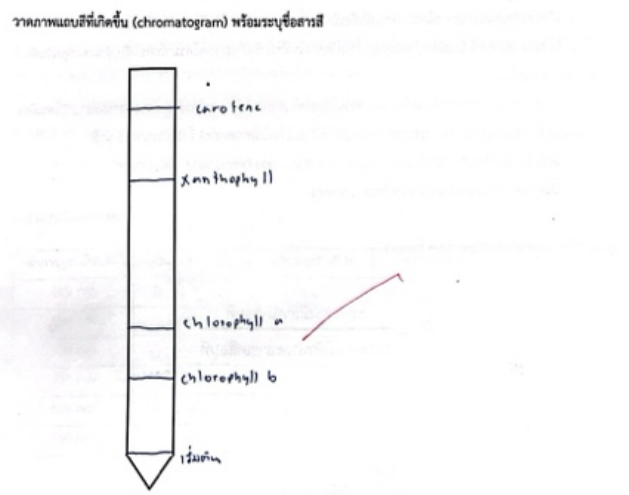
14/6

ชื่อ-นามสกุล นายภูติศ วรรณวินิจ ชั้น 5/6 เลขที่ 12

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
แผนภาพการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	สีเขียวอ่อน	1.4	0.2	Chlorophyll b
2	สีเขียวเข้ม	3.6	0.9	Chlorophyll a
3	สีส้ม	6.1	0.8	Xanthophyll
4	สีส้ม-ส้ม	8.6	1	Carotene



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์
ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์
1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี 2. เมทานอล 95%
3. หลอดทดลอง 4. เครื่อง spectrophotometer
5. คิวเวทท์

วิธีการทดลอง
1. ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร แช่เบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในหัวทึบใส
3. แบ่งสารละลายใส่คิวเวทท์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.333	0.114	0.022	0.016
450 nm	0.117	0.273	0.050	0.115
500 nm	0.025	0.192	0.012	0.094
550 nm	0.021	0.014	0.005	0
600 nm	0.042	0.067	0.005	0
650 nm	0.053	0.118	0	0

กราฟที่ได้จากการทดลอง

คำอธิบายผลการทดลอง

- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีการสีชนิดใดบ้าง และมีการทดลองอย่างไร
คือ 4 ชนิดหลัก (Chlorophyll b) สีส้มเข้ม สีส้มอ่อน
- สารสีที่มี Rf (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด
Carotene คือ สารที่มี Rf มากที่สุดเพราะ เป็นสารที่เคลื่อนที่เร็วที่สุด
- เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแสดงออกเป็นสีเขียว
เพราะใบพืชมีคลอโรฟิลล์ที่ดูดกลืนแสงได้ดีในช่วง 400-700 นาโนเมตร

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง
จากการทดลองนี้พบว่าใบพืชมีสารสีที่ดูดกลืนแสงได้ดีในช่วง 400-700 นาโนเมตร ซึ่งตรงกับช่วงที่แสงอาทิตย์ส่องถึงมากที่สุด (400-700 นาโนเมตร) และสารสีที่ดูดกลืนแสงได้ดีในช่วงนี้คือ Chlorophyll a และ Chlorophyll b ซึ่งมีความยาวคลื่นที่ 450 nm Chlorophyll b 400 nm และ Carotene มีความยาวคลื่นที่ 650 nm

ชื่อ นามสกุล ... ๒๕๖๓ ... เลขที่ ...



ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยามัธยมศึกษา 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

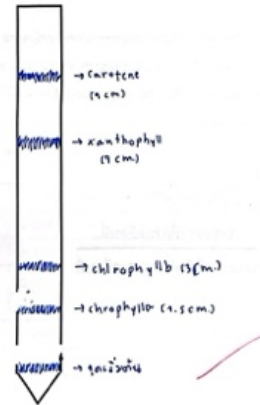
แผนภาพการทดลอง

- ใช้ปากฉวยตักใบไม้สีเขียว (ใบกระถิน)
- ใช้หลอดดูดน้ำดูดน้ำออกจากใบไม้สีเขียว และล้างใบไม้ด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง
- ล้างกระดาษ chromatography ที่ใช้กระดาษมีเส้นสีแดงไว้ใช้เป็นตัวดูดน้ำออกจากสารสี
- ฉีกกระดาษ chromatography ให้เป็นชิ้นขนาด 1x4 ซม.
- นำกระดาษ chromatography ที่ตัดแล้วมาใส่ลงในหลอดทดลอง
- นำกระดาษ chromatography ที่ตัดแล้วมาใส่ลงในหลอดทดลอง
- นำ solvent (acetone) ที่เตรียมไว้มาใส่ลงในหลอดทดลอง
- นำสารสีจากใบไม้ที่ล้างแล้วมาใส่ลงในหลอดทดลอง
- นำหลอดทดลองที่ใส่สารสีแล้วมาใส่ลงในตู้เย็น
- บันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวเข้ม	1.5	0.2	Chlorophyll a
2	เขียวอ่อน	3	0.37	Chlorophyll b
3	เหลือง	7	0.76	Xanthophyll
4	เขียวก่ำ	9	0.9	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) หรือระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

- สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
- เอทานอล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- คีมวงแหวน

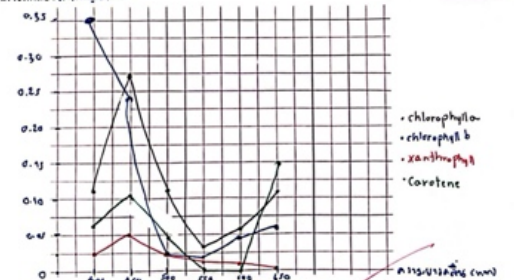
วิธีการทดลอง

- ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสีจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วมาใส่ลงในหลอดทดลอง 95% 2 มิลลิลิตร อย่างเบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
- แบ่งสารละลายใส่ในคีมวงแหวน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.117	0.353	0.22	0.066
450 nm	0.293	0.25	0.056	0.115
500 nm	0.112	0.015	0.012	0.044
550 nm	0.019	0.013	0.005	0
600 nm	0.067	0.042	0.005	0
650 nm	0.114	0.053	0	0.156

กราฟที่ได้จากการทดลอง ค่าการดูดกลืนแสง



คำถามท้ายการทดลอง

- เมื่อนำสารสีจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการแสดงออกเป็นสีใด
Chlorophyll a, Chlorophyll b, Xanthophyll, Carotene
เขียวอ่อน, เขียวเข้ม, เหลืองอ่อน, เขียวก่ำ
 - สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด
Carotene เพราะเคลื่อนที่เร็วที่สุด **อธิบายตามหลักทฤษฎีการแพร่**
 - เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแสดงออกเป็นสีเขียว
เพราะสีที่ใบพืชส่วนใหญ่มีคือคลอโรฟิลล์ ซึ่งสีที่เด่นชัดที่สุดคือสีเขียว
- สรุปและอภิปรายผลการทดลอง
จากการทดลองแยกสารสีจากใบพืชด้วยวิธีโครมาโทกราฟีพบว่าสารสีที่พบมี 4 ชนิด ได้แก่ Chlorophyll a, Chlorophyll b, Xanthophyll และ Carotene แต่ละชนิดมีสีที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงหน้าที่ของสารสีแต่ละชนิดได้ เช่น Chlorophyll a มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ 430 nm และ 660 nm, Chlorophyll b มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ 450 nm และ 640 nm และ Carotene มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่ 480 nm และ 500 nm

19/6

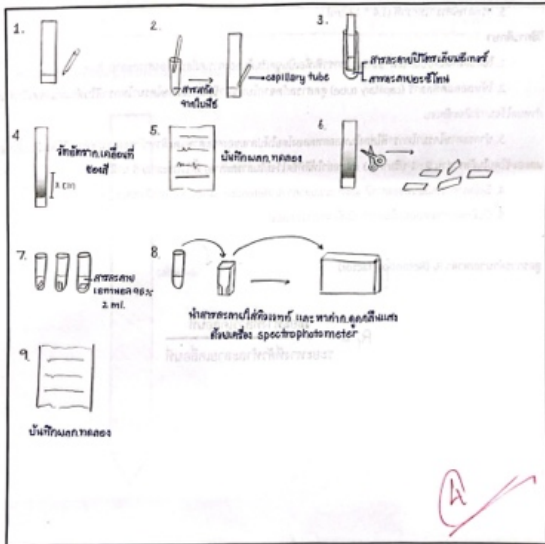
ชื่อ นามสกุล น.ศ. กัญยพัชร์ ทรัพย์บรรจง ชั้น 5/8 เลขที่ 17



ใบกิจกรรม เรื่อง สารอินทรีย์การดูดกลืนแสงของสารสี

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

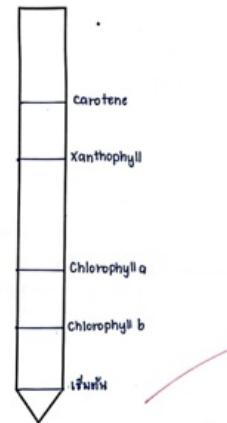
แผนภาพการทดลอง Chlorophyll A



ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวอ่อน	1.9	0.2	Chlorophyll b
2	เขียวเข้ม	3.6	0.4	Chlorophyll a
3	เหลือง	6.9	0.8	Xanthophyll
4	ส้ม	8.6	1	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
2. เตาอบ 95%
3. หลอดทดลอง
4. เครื่อง spectrophotometer
5. คิวเวทท์

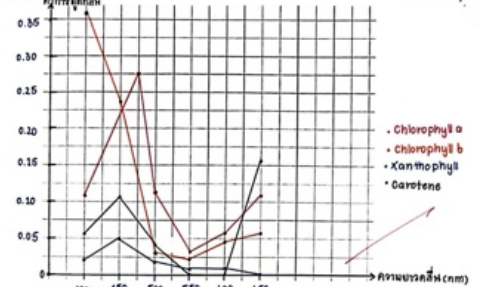
วิธีการทดลอง

1. ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร เช่นว่า ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารละลายในถ้วยแต่ละสาย
3. แบ่งสารละลายใส่คิวเวทท์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.263	0.114	0.022	0.066
450 nm	0.229	0.273	0.050	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.012	0.044
550 nm	0.023	0.029	0.005	0
600 nm	0.042	0.067	0.005	0
650 nm	0.053	0.118	0	0.156

กราฟที่ได้ออกจากการทดลอง



คำถามเพื่อการทดลอง

1. เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่าสารสีชนิดใดบ้าง และมีการแสดงออกเป็นสีใด
Chlorophyll b : เขียวอ่อน , Chlorophyll a : เขียวเข้ม
Xanthophyll : เหลือง , Carotene : ส้ม
2. สารสีใดที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด
Carotene เพราะเคลื่อนที่มี R_f มากที่สุด เพราะเคลื่อนที่ได้ไกลที่สุด *อธิบายออกมาเป็นภาษาวิทยาศาสตร์*
3. เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแสดงออกเป็นสีเขียว
เพราะการดูดกลืนแสงสีเขียวไม่ได้

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง
จากผลการทดลองที่บันทึกไว้บนใบพืชมีสารสีหลายชนิด ได้แก่ Chlorophyll b, Chlorophyll a, Xanthophyll และ Carotene และสีที่เขียวย่อย เขียวเข้ม เหลือง แดง ส้มตามลำดับ แลมีค่าการดูดกลืนคือ Chlorophyll a : 430 nm, Chlorophyll b : 450 nm, Xanthophyll : 470 nm, Carotene : 480 nm โดย Carotene เคลื่อนที่ได้ไกลที่สุด เพราะละลายที่เร็วที่สุดและเคลื่อนที่เร็วที่สุด การดูดกลืนแสงอาจไม่กระทบมากเท่าที่คิด เนื่องจากสารสีที่ดูดกลืนแสงไม่จำเป็นต้องเป็นแสง

(Handwritten signature and initials)

ชื่อ นามสกุล อ.ส.อ.ปชว. ๒๒๒๖ ชั้น ๖.๕/๕ เลขที่ 18



ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา 232251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

1. ตัดใบพืชสีเขียว...
2. ตัดกระดาษกรอง...
3. ตัดหลอดแก้ว...
4. ตัดหลอดดูดน้ำ...
5. ตัดหลอดหยดน้ำ...

การวัดค่าการดูดกลืนแสง

1. ใส่สารสกัดลงในหลอดดูดน้ำ...
2. ใส่สารสกัดลงในหลอดหยดน้ำ...
3. ใส่สารสกัดลงในหลอดดูดน้ำ...
4. ใส่สารสกัดลงในหลอดหยดน้ำ...

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า Rf (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	light green	2.1	0.5	chlorophyll b
2	dark green	3.5	2.5	chlorophyll a
3	yellow	4.1	1.1	xanthophyll
4	yellow-orange	4.3	1	carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



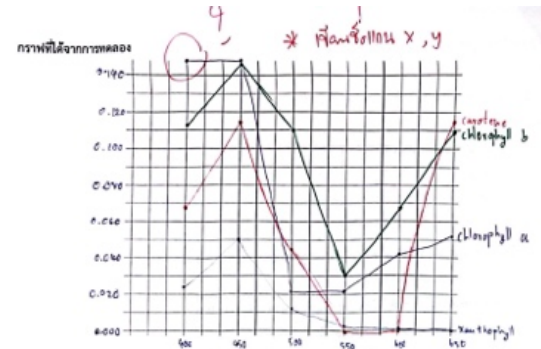
ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

- วัตถุประสงค์**
- 1. สาธิตการคายโครมาโทกราฟี
 - 2. เปรียบเทียบ 95%
 - 3. ทดสอบหลอด
 - 4. เครื่อง spectrophotometer
 - 5. คิววาท

- วิธีการทดลอง**
- ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยใช้โครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
 - นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วตามตำแหน่งของสารสี มาแขวนในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ และแห้งที่อุณหภูมิห้อง 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
 - นำสารละลายในตัวทำละลาย จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
 - บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.153	0.110	0.022	0.046
450 nm	0.213	0.273	0.050	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.012	0.044
550 nm	0.021	0.079	0.005	0
600 nm	0.047	0.067	0.015	0
650 nm	0.18	0.119	0	0.156



- คำถามท้ายการทดลอง**
- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยใช้โครมาโทกราฟี จะพบว่าสารสีชนิดใดบ้าง และมีการแสดงออกเป็นสีใด มีอะไรบ้าง? *chlorophyll b, chlorophyll a, xanthophyll, carotene*
 - สารสีที่มี Rf (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด? *carotene มีค่า Rf สูง เพราะเคลื่อนที่เร็วที่สุด*
 - เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแสดงออกเป็นสีเขียว? *เพราะใบพืชส่วนใหญ่มีคลอโรฟิลล์เป็นสีหลัก*
- สรุปและอภิปรายผลการทดลอง**
- พบว่ามีสารสี 4 ชนิด คือ Chlorophyll a, Chlorophyll b, Xanthophyll, Carotene
สารสีที่พบมากที่สุดคือ Chlorophyll a และ Chlorophyll b
สารสีที่พบน้อยที่สุดคือ Carotene และ Xanthophyll

ชื่อ - นามสกุล น.ส. วรรษุพัชร์ สุวรรณเกิดผล ชั้น 5/4 เลขที่ 19

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

1. ใส่วัสดุละลายในตัวทำละลาย

2. หนักสารตัวอย่างใบไม้ใน cuvette = หนักใบสด 2 กรัม

3. นำไปวัดความดูดกลืน chromatography

4. นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง

5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer = หนักใบสด 2 กรัม

6. บันทึกค่าการดูดกลืนแสงลงในตาราง

7. นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer = หนักใบสด 2 กรัม

8. บันทึกค่าการดูดกลืนแสงลงในตาราง

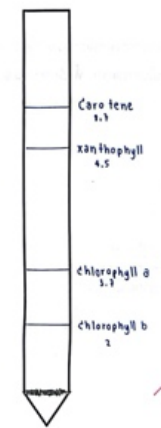
9. นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer = หนักใบสด 2 กรัม

10. บันทึกค่าการดูดกลืนแสงลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวเข้ม	2	0.2	chlorophyll b
2	เขียวจาง	3.7	0.4	chlorophyll a
3	เหลือง	4.5	0.5	xanthophyll
4	ส้ม	8.7	1	Carotene

รูปภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์
ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

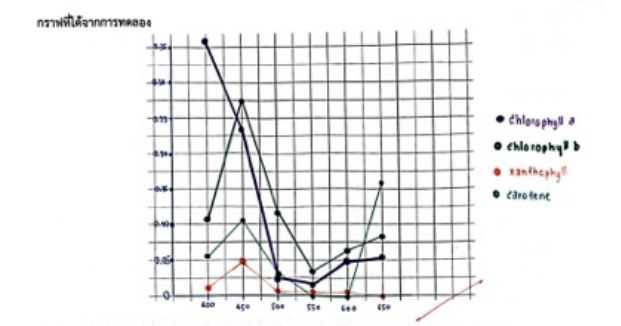
- สารสีในกระดาดโครมาโทกราฟี
- เอทานอล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- คีมวงแหวน

วิธีการทดลอง

- ใช้กรรไกรตัดกระดาดโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เชื้อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระดาดโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
- แบ่งสารละลายใส่คีมวงแหวน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.353	0.114	0.012	0.066
450 nm	0.111	0.233	0.050	0.115
500 nm	0.075	0.111	0.012	0.044
550 nm	0.023	0.019	0.005	0
600 nm	0.042	0.067	0.005	0
650 nm	0.053	0.111	0	0.156



คำถามท้ายการทดลอง

- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการแสดงออกเป็นสีใดบ้าง?
สี 4 ชนิด = chlorophyll b, chlorophyll a, xanthophyll, carotene
- สารสีใดที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด?
Carotene เพราะเคลื่อนที่ไปได้ไกลที่สุด
- เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแสดงออกเป็นสีเขียว?
เพราะมีคลอโรฟิลล์ a และ b ซึ่งมีความเข้มข้นสูงเป็นสีเขียว

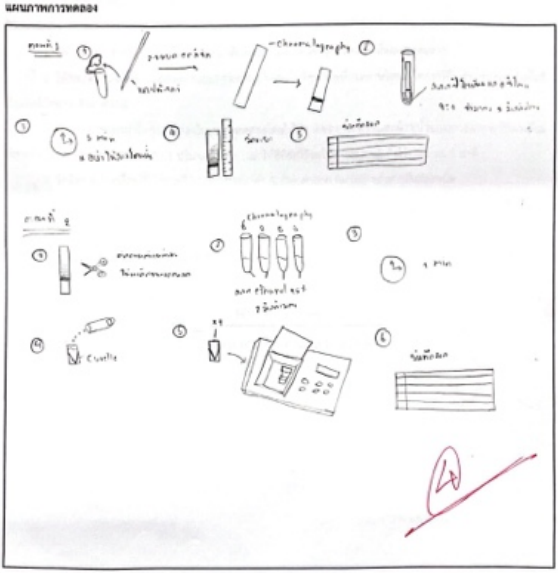
สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลอง พบว่า สารสีที่อยู่ในใบพืชมี 4 ชนิด คือ chlorophyll a, chlorophyll b, xanthophyll และ carotene ซึ่งแต่ละชนิดมีสีและตำแหน่งการเคลื่อนที่ต่างกัน โดย chlorophyll a มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 430-450 nm, chlorophyll b มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 660 nm, xanthophyll มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 450-500 nm และ carotene มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 400-500 nm และ 650 nm ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นไปตามทฤษฎีการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

19/5

นางสาวพิมพ์ชนก ดั่งตุ่น เลขที่ 20

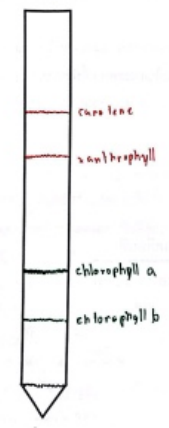
ชื่อ - นามสกุล พ.ศ. ๒๕๖๓...
 ใบบอกกรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
 รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	light green	1 cm.	0.24	Chlorophyll a
2	dark green	3.5 cm	0.44	Chlorophyll b
3	yellow	7 cm	0.63	Xanthophyll
4	yellow-orange	9.4 cm	1.	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในพืช

วัสดุและอุปกรณ์

- สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
- เอทานอล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- คิวเวอท์

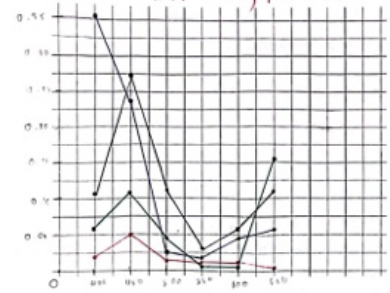
วิธีการทดลอง

- ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิเมตร เช่นยาๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
- แบ่งสารละลายใส่คิวเวอท์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll b	Chlorophyll a	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.114	0.355	0.011	0.011
450 nm	0.276	0.198	0.050	0.115
500 nm	0.116	0.015	0.016	0.049
550 nm	0.019	0.015	0.005	0
600 nm	0.067	0.041	0.005	0
650 nm	0.119	0.053	0	0.061

กราฟที่ได้จากการทดลอง



คำถามท้ายการทดลอง

- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการแตกออกเป็นสีใด
 ① Chlorophyll b เป็นสีเขียว, ② Chlorophyll a เป็นสีเหลือง, ③ Xanthophyll เป็นสีเหลือง, ④ Carotene เป็นสีส้ม-แดง
- สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด
 Carotene มีสีส้ม-แดง มีค่า R_f มากที่สุด เพราะเหตุนี้
- เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแตกออกเป็นสีเขียว
 ใบพืชส่วนใหญ่มีสีเขียวก่อน เพราะมีคลอโรฟิลล์ a และ b มากที่สุด และเมื่อใบพืชเริ่มแก่แล้วคลอโรฟิลล์ a และ b จะลดลง และสีของคลอโรฟิลล์ b จะเด่นชัดขึ้น

Handwritten signature and date: 19/6

ชื่อ นามสกุล น.น. ชรินทร์ทิพย์ วิวาพัฒนา ชั้น 5/C เลขที่ 21

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา 232251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

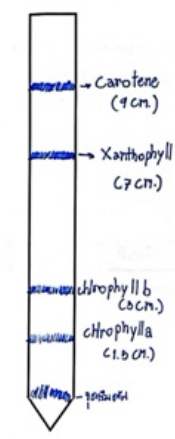
วัสดุและอุปกรณ์: 1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี, 2. เอทานอล 95%, 3. หลอดทดลอง, 4. เครื่อง spectrophotometer, 5. คีมวงแหวน

วิธีการทดลอง: 1. ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด, 2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วตามตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิกรัม เขย่าเบา ๆ และทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย, 3. แบ่งสารละลายได้คีมวงแหวน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ, 4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวอ่อน	1.5	0.2	Chlorophyll a
2	เขียวเข้ม	3	0.37	Chlorophyll b
3	เหลือง	7	0.56	Xanthophyll
4	เหลืองเข้ม	9	0.9	Carotene

วามภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

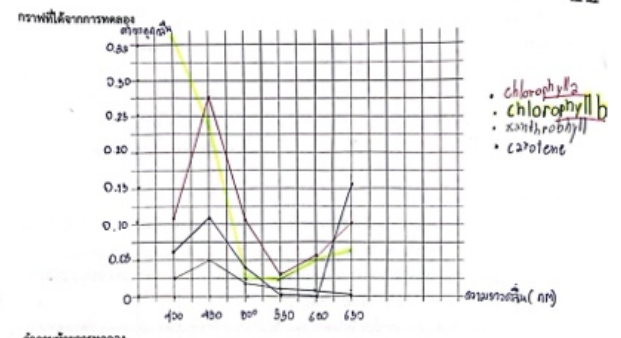
1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
2. เอทานอล 95%
3. หลอดทดลอง
4. เครื่อง spectrophotometer
5. คีมวงแหวน

วิธีการทดลอง

1. ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วตามตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิกรัม เขย่าเบา ๆ และทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
3. แบ่งสารละลายได้คีมวงแหวน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.114	0.363	0.022	0.066
450 nm	0.278	0.227	0.050	0.115
500 nm	0.112	0.025	0.012	0.044
550 nm	0.021	0.023	0.008	0
600 nm	0.067	0.042	0.005	0
650 nm	0.118	0.083	0	0.156



Handwritten signature and initials.

ชื่อ-นามสกุล ... ชั้น ... เลขที่ ...

ใบกิจกรรม เรื่อง การวิเคราะห์องค์ประกอบของสารสี

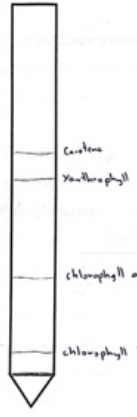
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา 232251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จาก จุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวอ่อน	1 cm	0.14	Chlorophyll b
2	เขียวเข้ม	3.5 cm	0.42	Chlorophyll a
3	เหลืองอ่อน	2 cm	0.28	Xanthophyll
4	น้ำม่วง - ดำ	2.4 cm	0.32	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี

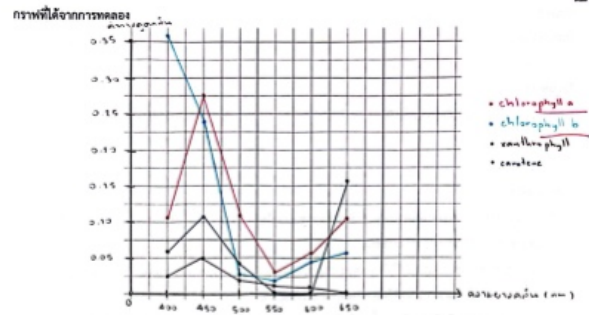


ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

- วัตถุประสงค์
- ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในพืช
- วัสดุและอุปกรณ์
- สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
 - เอทานอล 95%
 - หลอดทดลอง
 - เครื่อง spectrophotometer
 - คีมวาร์
- วิธีการทดลอง
- ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
 - นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร อย่างเบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
 - แบ่งสารละลายใส่คีมวาร์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
 - บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.114	0.553	0.022	0.066
450 nm	0.223	0.223	0.050	0.115
500 nm	0.112	0.112	0.012	0.044
550 nm	0.020	0.023	0.005	0
600 nm	0.017	0.042	0.005	0
650 nm	0.112	0.053	0	0.156



คำอธิบายการทดลอง

- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการแสดงออกเป็นสีใด
- สารสีใดที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด
- เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแสดงออกเป็นสีเขียว

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

สารสีที่พบในใบพืชมี 4 ชนิด ได้แก่ Chlorophyll a, Chlorophyll b, Xanthophyll, Carotene มีสีเขียวอ่อน, เขียวเข้ม, เหลืองอ่อน, และ น้ำม่วง - ดำ ตามลำดับ สารสีเหล่านี้สามารถดูดกลืนพลังงานแสงได้ในช่วงความยาวคลื่น 400-700 nm, Chlorophyll b มีความยาวคลื่นดูดกลืนที่ 450 nm, Chlorophyll a มีความยาวคลื่นดูดกลืนที่ 650 nm โดยที่ Carotene ดูดกลืนที่ 450 nm เพราะสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นความร้อนได้โดยง่าย

Handwritten signature

ชื่อ-นามสกุล น.ส.พิชามณูชัช ปล้องทอง ชั้น ๒.๑/๒ เลขที่ 23

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

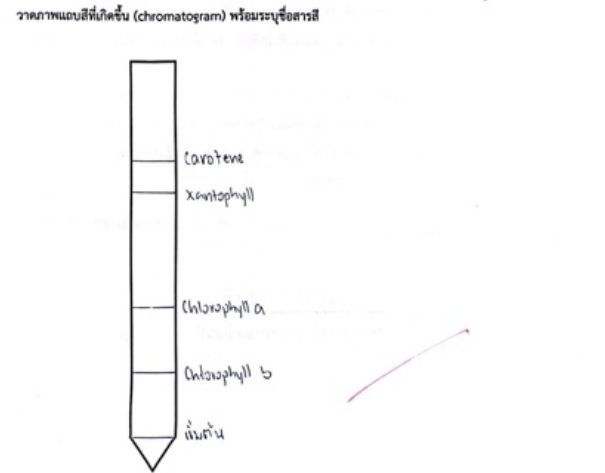
แผนภาพการทดลอง

Lab 1

1. ตัดใบไม้ให้สะอาด
2. นำใบไม้ไปบดใน mortar
3. เติมน้ำใน mortar
4. นำ mortar ไปปั่นใน blender
5. นำ blend ไปกรองด้วยผ้าขาวบาง
6. นำ filtrate ไปใส่ใน cuvette
7. นำ cuvette ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง
8. บันทึกค่าการดูดกลืนแสง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	light green	๓ cm	0.75	Chlorophyll b
2	dark green	4 cm	0.47	Chlorophyll a
3	yellow	๗.5 cm	0.49	Xanthophyll
4	yellow-orange	๙.5 cm	1	Carotene



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์
ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในพืช

วัสดุและอุปกรณ์

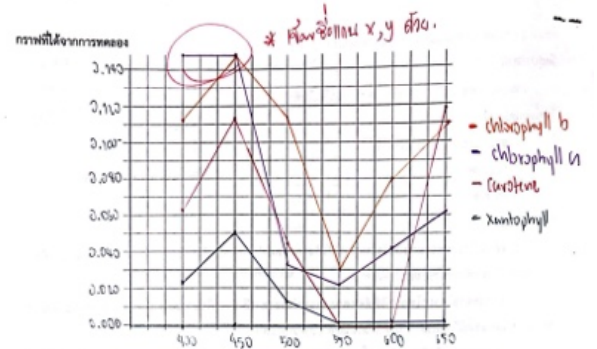
- สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
- เมทานอล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- คีมวัด

วิธีการทดลอง

- ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสีจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาลงในสารละลายเมทานอล 95% 2 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวกลาง
- แบ่งสารละลายใส่คีมวัด จากนั้นนำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.114	0.253	0.011	0.086
450 nm	0.175	0.127	0.050	0.115
500 nm	0.112	0.025	0.012	0.044
550 nm	0.019	0.073	0.005	0.020
600 nm	0.087	0.041	0.005	0.000
650 nm	0.114	0.053	0.000	0.156



คำอธิบายการทดลอง

- เมื่อนำสารสีจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสีชนิดต่างๆ และมีการดูดกลืนเป็นสี Chlorophyll b, Chlorophyll a, Xanthophyll, Carotene
สีที่ดูดกลืนได้ดีที่สุด
- สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด
สี Carotene เพราะ R_f สูง ซึ่งเคลื่อนที่ได้ดีกว่าในกระดาษโครมาโทกราฟี
- เพราะเหตุใดพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนสีเขียว
เพราะพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนสีเขียว


สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

พืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นในบริเวณความยาวคลื่น โดย Chlorophyll b มีค่าดูดกลืนแสงที่ 430-450 nm ได้ดี Chlorophyll a มีค่าดูดกลืนแสงที่ 450 nm ได้ดี Xanthophyll มีค่าดูดกลืนแสงที่ 470-490 nm ได้ดี และ Carotene มีค่าดูดกลืนแสงที่ 490 nm ได้ดี

* จากกราฟการทดลอง

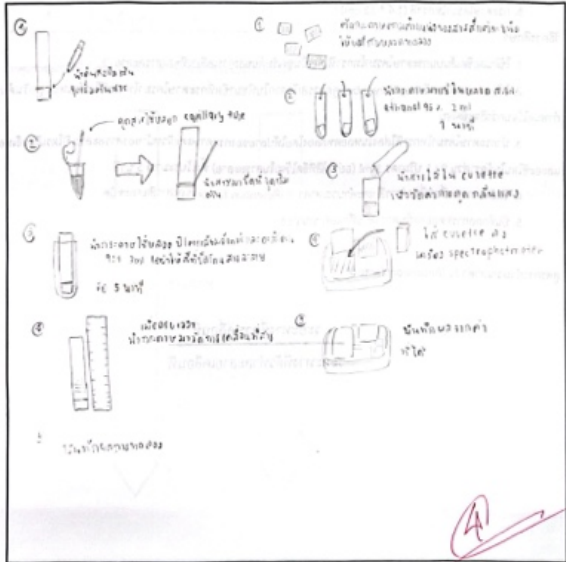
Handwritten signature and initials.

ชื่อ - นามสกุล : น.ส.ณัฐวัลย์ มนุษยชาติพันธ์ ชั้น : ม.5/6 เลขที่ : 24



ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา 332251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

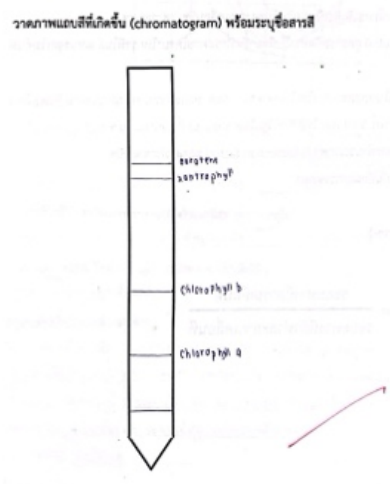
แผนภาพการทดลอง



1. ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟี
2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วมาใส่ลงในขวดที่ใส่สารละลายเอทานอล 95%
3. นำสารละลายเอทานอล 95% ที่ใส่ลงในขวดมาใส่ลงในถ้วยชาม
4. นำใบไม้ที่ตัดแล้วมาใส่ลงในถ้วยชาม
5. ปิดฝาขวดและทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที
6. นำสารละลายเอทานอล 95% ที่ใส่ลงในขวดมาใส่ลงในถ้วยชาม
7. นำสารละลายเอทานอล 95% ที่ใส่ลงในถ้วยชามมาใส่ลงในขวด

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จาก จุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เหลืองอ่อน	1.8	0.27	chlorophyll b
2	เหลืองเข้ม	2.7	0.41	chlorophyll a
3	เขียวอ่อน	7.2	0.99	xanthophyll
4	ม่วง	7.9	1	carotene



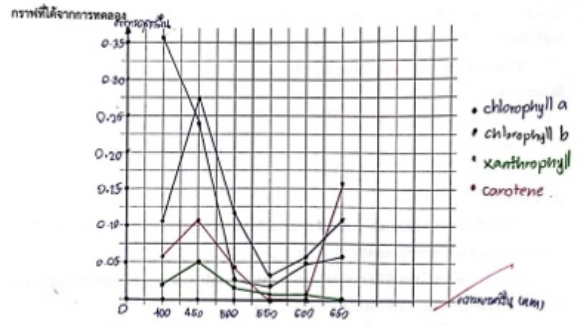
ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer
วัตถุประสงค์

- ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช
- วัสดุและอุปกรณ์**
- สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
 - เอทานอล 95%
 - หลอดทดลอง
 - เครื่อง spectrophotometer
 - คีมวัด

- วิธีการทดลอง**
- ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
 - นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วมาใส่ลงในขวดที่ใส่สารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
 - แบ่งสารละลายใส่คีมวัด จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
 - บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll b	Chlorophyll a	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.119	0.153	0.022	0.066
450 nm	0.273	0.114	0.010	0.315
500 nm	0.116	0.05	0.042	0.044
550 nm	0.014	0.013	0.005	0
600 nm	0.044	0.044	0.005	0
650 nm	0.118	0.053	0	0.154



คำถามท้ายการทดลอง

- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการแสดงออกเป็นสีใด
chlorophyll b chlorophyll a xanthophyll carotene
เหลือง เขียวอ่อน เขียวเข้ม ม่วง
- สารสีใดที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด
carotene เพราะเคลื่อนที่เร็วที่สุด **อธิบายตามหลักทฤษฎีการแพร่**
- เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแสดงออกเป็นสีเขียว
เพราะ มีคลอโรฟิลล์มากที่สุด

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

ใบพืชมีสีเป็นสีเขียว → chlorophyll a, chlorophyll b, xanthophyll, carotene เป็นสีที่เห็นเด่นชัดที่สุด เพราะมีปริมาณมากที่สุด ส่วนสีอื่นที่เห็นเด่นชัดที่สุดคือสีเหลืองคือ chlorophyll b มีจุดดูดกลืนแสงที่ 450 nm, chlorophyll a มีจุดดูดกลืนแสงที่ 430 nm, xanthophyll มีจุดดูดกลืนแสงที่ 410 nm, carotene มีจุดดูดกลืนแสงที่ 450 nm และ carotene เป็นสีที่เห็นเด่นชัดที่สุด เพราะมีความเข้มข้นมากที่สุด ส่วนการดูดกลืนแสงของสารสีทั้งหมดที่เห็นเด่นชัดที่สุดคือ chlorophyll a และ chlorophyll b

ชื่อ นามสกุล น.ส. บุญนุช น.หนองพล ชั้น 5/6 เลขที่ 15

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

การทดลองที่ 1

1. หั่นแครอทเป็นชิ้นเล็กๆ และใส่ลงในเครื่องปั่น

2. ผสมแครอทปั่นกับน้ำในอัตราส่วน 1:1

3. ผสมสารละลาย Chlorophyll ที่สกัดแล้วกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 และกรองด้วยกระดาษกรอง

4. นำสารละลายที่กรองแล้วไปใส่ในหลอดทดลอง

5. วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer

การทดลองที่ 2

1. หั่นแครอทเป็นชิ้นเล็กๆ และใส่ลงในเครื่องปั่น

2. ผสมแครอทปั่นกับน้ำในอัตราส่วน 1:1

3. ผสมสารละลาย Chlorophyll ที่สกัดแล้วกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 และกรองด้วยกระดาษกรอง

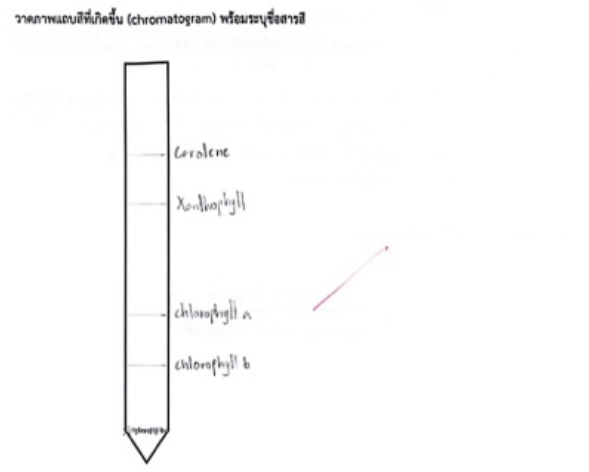
4. นำสารละลายที่กรองแล้วไปใส่ในหลอดทดลอง

5. วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	สีจางๆ	1	0.2	Chlorophyll b
2	สีจางๆ	5.7	0.4	Chlorophyll a
3	สีเข้ม	9.5	0.5	Xanthophyll
4	สีเข้ม	17.7	1	Carotene



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

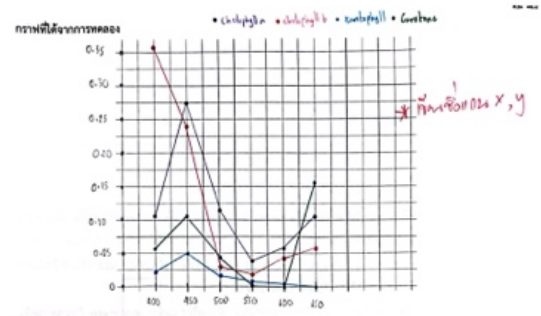
- สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
- เอทานอล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- คีม

วิธีการทดลอง

- ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วและตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิกรัม เช่นใบชา และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
- แบ่งสารละลายใส่คีมแล้ว จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.151	0.114	0.012	0.066
450 nm	0.117	0.113	0.005	0.115
500 nm	0.015	0.112	0.012	0.044
550 nm	0.013	0.017	0.005	0
600 nm	0.042	0.017	0.005	0
650 nm	0.013	0.118	0	0.156



คำอธิบายการทดลอง

- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดต่างๆ และมีการแสดงออกเป็นสี Chlorophyll b : สีเขียว Xanthophyll : เหลือง Chlorophyll a : สีฟ้า Carotene : สีส้ม
- สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด Carotene เพราะว่ามีความเป็นขั้วน้อยที่สุด
- เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแสดงออกเป็นสีเขียว เพราะว่าคลอโรฟิลล์

สรุปผลปฏิบัติการทดลอง

จากการทดลองพบว่าสารสีที่พบในใบพืชคือ Chlorophyll a, Chlorophyll b, Xanthophyll, Carotene และ Carotene พบว่าใบพืชที่มีสีต่างกันจะมีค่าการดูดกลืนแสงที่ต่างกัน

ใบพืชที่มีค่าการดูดกลืนแสงมากที่สุดคือ Chlorophyll a : 450 nm

Chlorophyll b : 450 nm

Xanthophyll : 500 nm

Carotene : 650 nm

บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ชื่อ นามสกุล ๗.๗ ฟ้าฟ้า อ่ำขวัญยืน ชั้น ๒.๒/๕ เลขที่ ๒๗

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

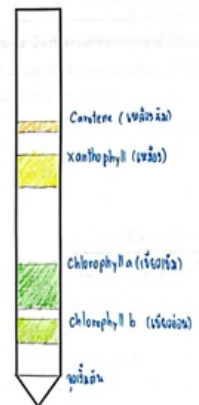
1. เตรียมตัวทำละลาย 9:1 (เอทานอล : น้ำ)
2. เตรียมสารสกัดคลอโรฟิลล์
3. หยดสารสกัดคลอโรฟิลล์
4. การเคลื่อนที่ของสารสี
5. วัดค่า Rf

∴ Carotene (3.95, 60, 160 nm)

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวอ่อน	1.9	0.23	Chlorophyll b
2	เขียวเข้ม	3.5	0.44	Chlorophyll a
3	เหลือง	6.9	0.86	Xanthophyll
4	เหลืองส้ม	9.9	0.99	Carotene

รูปภาพแถบสีที่เคลื่อนที่ (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

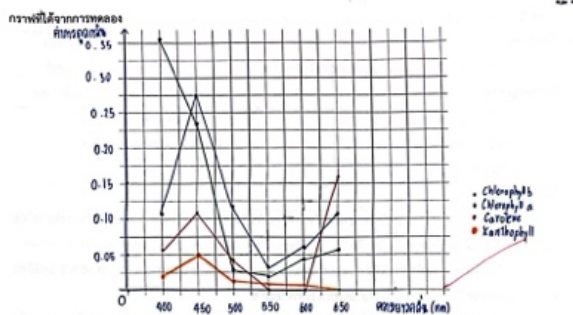
วัตถุประสงค์
ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุอุปกรณ์
1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี 2. เอทานอล 95%
3. หลอดทดลอง 4. เครื่อง spectrophotometer
5. สิวเวอร์ท์

วิธีการทดลอง
1. ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสีจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาลงในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิตร เช่นแบบ ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
3. แบ่งสารละลายใส่สิ้วเวอร์ท์ จากนั้นนำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.353	0.114	0.072	0.064
450 nm	0.227	0.273	0.060	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.012	0.049
550 nm	0.023	0.029	0.005	0
600 nm	0.042	0.067	0.005	0
650 nm	0.053	0.149	0	0.156



คำอธิบายการทดลอง

- เมื่อทำการสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการทดลองออกเป็นสีใด Chlorophyll a สีเขียวเข้ม, Chlorophyll b สีเขียวอ่อน, Xanthophyll สีเหลือง, Carotene สีเหลืองส้ม
- สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด Carotene เพราะ Carotene เป็นสีที่วิ่งเร็ว ซึ่งน่าจะละลายในตัวทำละลายได้ดี
- เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการทดลองออกเป็นสีเขียว เพราะสีส่วนใหญ่ในใบพืชส่วนใหญ่จะเป็นสีเขียว

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง
จากการทดลอง แยกสารสีในพืชด้วยวิธีโครมาโทกราฟี พบสารสี 4 ชนิด คือ Chlorophyll b สีเขียวอ่อน Chlorophyll a สีเขียวเข้ม Xanthophyll สีเหลือง Carotene สีเหลืองส้ม สารสี Carotene เคลื่อนที่ไปได้ไกลสุด เพราะสีที่ R_f มากที่สุด จากการที่ Carotene เป็น สีที่ละลายเร็ว ทำให้เคลื่อนที่ไปได้ไกล และ เร็วกว่าสารสีอื่น ๆ ที่ถูกดูดกลืนด้วยแสงสีอื่น ๆ Spectrophotometer พบว่า Chlorophyll b มีค่าการดูดกลืนที่ 450 nm Chlorophyll a มีค่าการดูดกลืนที่ 400 nm Xanthophyll มีค่าการดูดกลืนที่ 450 nm และ Carotene มีค่าการดูดกลืนที่ 650 nm ค่าการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืชสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสีได้โดยใช้เครื่อง

ชื่อ นามสกุล น.ส. จันทกานต์ มณีจันทร์ ชั้น ๖.๒16 วันที่ ๑๑



ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

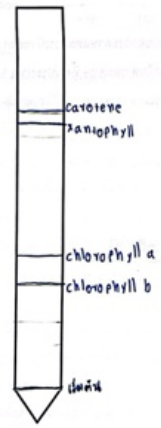
แผนภาพการทดลอง

- ใช้ปากกาดึงเส้นบนกระดาษกรองสีโกลมาที่
- ใช้ปากกาดึงเส้นรอบรูกรองกระดาษใบชามเพื่อปิดรอยเปื้อนด้านบนรูกรองและใช้ปากกาดึงเส้นการวิ่งของสารสี
- นำกระดาษกรองที่เตรียมไว้มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 10x10 ซม. และใช้ปากกาดึงเส้นการวิ่งของสารสี
- นำกระดาษกรองที่ตัดแล้วไปใส่ลงในหลอดทดลอง 5 หลอด
- นำกระดาษกรองที่ใส่ลงในหลอดทดลองไปใส่ลงในขวดน้ำ 5 ขวด
- ใช้ปากกาดึงเส้นบนกระดาษกรองสีโกลมาที่
- ใช้ปากกาดึงเส้นรอบรูกรองกระดาษใบชามเพื่อปิดรอยเปื้อนด้านบนรูกรองและใช้ปากกาดึงเส้นการวิ่งของสารสี
- นำกระดาษกรองที่เตรียมไว้มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 10x10 ซม. และใช้ปากกาดึงเส้นการวิ่งของสารสี
- นำกระดาษกรองที่ตัดแล้วไปใส่ลงในหลอดทดลอง 5 หลอด
- นำกระดาษกรองที่ใส่ลงในหลอดทดลองไปใส่ลงในขวดน้ำ 5 ขวด
- ใช้ปากกาดึงเส้นบนกระดาษกรองสีโกลมาที่
- ใช้ปากกาดึงเส้นรอบรูกรองกระดาษใบชามเพื่อปิดรอยเปื้อนด้านบนรูกรองและใช้ปากกาดึงเส้นการวิ่งของสารสี
- นำกระดาษกรองที่เตรียมไว้มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 10x10 ซม. และใช้ปากกาดึงเส้นการวิ่งของสารสี
- นำกระดาษกรองที่ตัดแล้วไปใส่ลงในหลอดทดลอง 5 หลอด
- นำกระดาษกรองที่ใส่ลงในหลอดทดลองไปใส่ลงในขวดน้ำ 5 ขวด
- ใช้ปากกาดึงเส้นบนกระดาษกรองสีโกลมาที่
- ใช้ปากกาดึงเส้นรอบรูกรองกระดาษใบชามเพื่อปิดรอยเปื้อนด้านบนรูกรองและใช้ปากกาดึงเส้นการวิ่งของสารสี
- นำกระดาษกรองที่เตรียมไว้มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 10x10 ซม. และใช้ปากกาดึงเส้นการวิ่งของสารสี
- นำกระดาษกรองที่ตัดแล้วไปใส่ลงในหลอดทดลอง 5 หลอด
- นำกระดาษกรองที่ใส่ลงในหลอดทดลองไปใส่ลงในขวดน้ำ 5 ขวด

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	light green	๖.1	4.4	Chlorophyll b
2	dark green	๖.๘	๔.4	Chlorophyll a
3	yellow	๙.1	1.1	Xanthophyll
4	yellow-orange	๙.๖	1	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



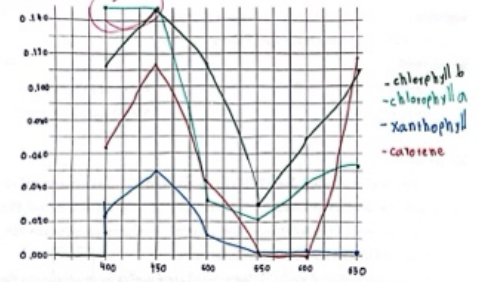
ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

- วัตถุประสงค์**
- ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในพืช
- วัสดุและอุปกรณ์**
- สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
 - เมทานอล 95%
 - หลอดทดลอง
 - เครื่องมือวัด
- วิธีการทดลอง**
- ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรียง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
 - นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเมทานอล 95% 2 มิลลิกรัมเป็นเวลา 1 นาที และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
 - แบ่งสารละลายใส่เครื่องมือวัด จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
 - บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.353	0.114	0.012	0.016
450 nm	0.327	0.273	0.080	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.012	0.044
550 nm	0.023	0.029	0.005	0
600 nm	0.042	0.067	0.005	0
650 nm	0.053	0.116	0	0.156

กราฟที่แสดงการทดลอง



- คำถามท้ายการทดลอง**
- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการแยกออกเป็นสีใดบ้าง ซึ่งได้แก่ Chlorophyll b, Chlorophyll a, Xanthophyll, Carotene
 - สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด Carotene มีค่า R_f มากที่สุด เพราะเหตุใด Xanthophyll มีค่า R_f น้อยกว่า Carotene
 - เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแยกออกเป็นสีเขียว เพราะสีที่ไม่ถูกดูดกลืนสีที่พืชใช้สำหรับสังเคราะห์แสง
- สรุปและอภิปรายผลการทดลอง**
- ใบพืชของจริงประกอบด้วยสี 4 ชนิดได้แก่ Chlorophyll a, Chlorophyll b, Carotene และ Xanthophyll ซึ่งสีเหล่านี้จะดูดกลืนแสงสีต่าง ๆ กัน Chlorophyll a มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 nm, Xanthophyll มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 nm, Carotene มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 400 nm และ Chlorophyll b มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 nm

ชื่อ นามสกุล น.ส.ณัฐวิมล จำนาง ชั้น 5/6 เลขที่ 29
 ใบบอกกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
 รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา 232251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

จุดประสงค์
 1. เพื่อศึกษาการดูดกลืนแสงของสารสี
 2. เพื่อศึกษาการแยกสารสีด้วยวิธี chromatography

วัสดุอุปกรณ์
 1. ใบพืชสีเขียว
 2. เครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)
 3. เครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)
 4. เครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)

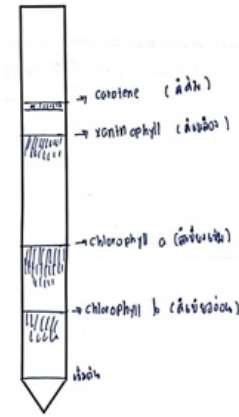
ขั้นตอนการทดลอง
 1. นำใบพืชสีเขียวมาบดและกรองด้วยน้ำยาละลายสารสี
 2. นำสารสีที่ได้ออกมาใส่ในหลอดทดลอง
 3. ใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) วัดค่าการดูดกลืนแสง
 4. บันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง
 จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสีที่ได้ออกมาพบว่า สารสีที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดคือ Chlorophyll a และ Chlorophyll b ซึ่งบ่งชี้ว่าสารสีเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการดูดกลืนแสงเพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _F (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	สีฟ้าเข้ม	2	0.15	Chlorophyll b
2	สีเขียวเข้ม	4	0.41	Chlorophyll a
3	สีเหลือง	7.5	0.88	Xanthophyll
4	สีส้ม	8.5	1	Carotene

วาคภาพแถบสีที่พัฒนาขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี

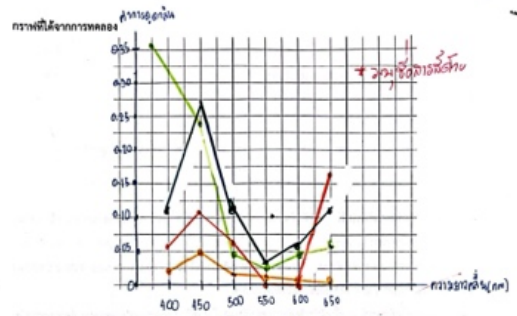


ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

- วัตถุประสงค์**
 1. ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช
- วัสดุและอุปกรณ์**
 1. สารสีใบกระต่ายโครมาโทกราฟี
 2. แขนหลอด 95%
 3. หลอดทดลอง
 4. เครื่อง spectrophotometer
 5. ฟิล์มวาร์
- วิธีการทดลอง**
 1. ใช้กรวยวัดค่าการดูดกลืนแสงโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองใบบอกกรรมที่ 1 เรียง การแยกสารสีจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
 2. นำกระต่ายโครมาโทกราฟีที่สกัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแขวนในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิกรัมต่อหน่วย และทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ได้สารละลายในแก้วใสหลาย
 3. นำสารละลายใส่ในฟิล์มวาร์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
 4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.114	0.553	0.014	0.044
450 nm	0.115	0.297	0.050	0.115
500 nm	0.114	0.015	0.014	0.014
550 nm	0.013	0.019	0.005	0.000
600 nm	0.041	0.067	0.005	0.000
650 nm	0.118	0.053	0.000	0.156



- คำอธิบายการทดลอง**
- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่าสารสีมีสีต่างกัน และมีปริมาณการดูดกลืนแสงต่างกัน Chlorophyll a : สีฟ้าเข้ม, Chlorophyll b : สีเขียวเข้ม, Xanthophyll : สีเหลือง, Carotene : สีส้ม
 - สารสีที่มี R_F (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด
 สี Carotene เพราะเคลื่อนที่เร็วที่สุด เนื่องจากมีขั้วน้อยกว่าและละลายได้ดี
 - เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงในช่วงสีฟ้าและสีแดง
 เพราะสีฟ้าและสีแดงมีพลังงานสูงที่สุดและสามารถใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดี
- สรุปผลปฏิบัติการทดลอง**
 จากการทดลองพบว่า ใบพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงในช่วงสีฟ้าและสีแดง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer พบว่า ค่าการดูดกลืนแสงของ Chlorophyll a อยู่ที่ 0.114, Chlorophyll b อยู่ที่ 0.013, Xanthophyll อยู่ที่ 0.015 และ Carotene อยู่ที่ 0.044 ซึ่งบ่งชี้ว่าสารสีเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการดูดกลืนแสงเพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

ชื่อ นามสกุล น.ส.ปภาดา วังหมวดมนต์ ชั้น ๒-๒/๖ เลขที่ 3๐

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง Chlorophyll A 400 - 500 nm

1 ใช้ mortar และ pestle ตำสารสี

2 ใส่น้ำแอลกอฮอล์ 95% 10 ml ลงในสารสี

3 นำสารสีมากรองด้วยผ้าขาวบาง

4 นำสารสีไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer

5 บันทึกผลการทดลองลงในสมุดบันทึก

6 นำสารสีที่เหลือไปล้างด้วยน้ำแอลกอฮอล์ 95% อีก 10 ml

7 นำสารสีที่ล้างแล้วมากรองด้วยผ้าขาวบาง

8 นำสารสีที่กรองแล้วมาผสมรวมกัน

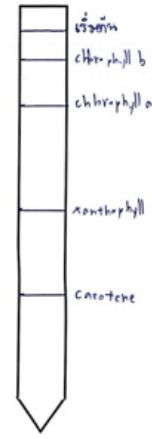
9 นำสารสีที่ผสมรวมกันมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer

10 คำนวณค่าเฉลี่ย

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จาก จุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _F (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวอ่อนๆ	1.9	0.2	chlorophyll b
2	เขียวเข้ม	3.6	0.4	chlorophyll a
3	เหลือง	6.9	0.8	xanthophyll
4	ส้ม	7.6	1	carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

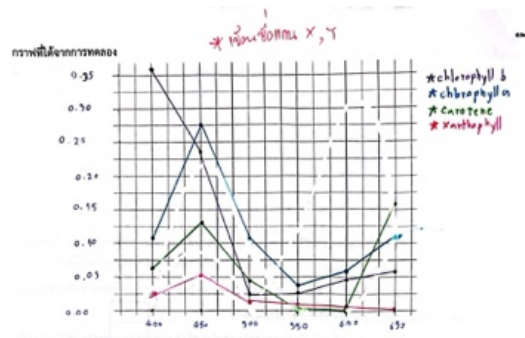
- สารสีในกระด่ำชโครมาโทกราฟี
- แผ่นกล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- สิ่วเวอร์

วิธีการทดลอง

- ใช้กรวยวัดสกัดกระด่ำชโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เพื่อทำการแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระด่ำชโครมาโทกราฟีที่สกัดแล้วตำแหน่งของสารสี มาแขวนในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิกรัม เขย่าเบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
- แบ่งสารละลายใส่สิ่วเวอร์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.353	0.114	0.022	0.066
450 nm	0.229	0.293	0.050	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.012	0.044
550 nm	0.025	0.023	0.005	0
600 nm	0.042	0.069	0.005	0
650 nm	0.053	0.114	0	0.156



คำอธิบายการทดลอง

- เมื่อสารสกัดจากใบพืชแยกโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสี 4 ชนิด และมีการดูดกลืนแสงที่ chlorophyll b - light green, chlorophyll a - Dark green, xanthophyll - yellow, carotene - yellow and orange.
- สารสีที่มี R_F (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุนี้ carotene เป็นสีที่เคลื่อนที่มากที่สุด อันดับของสีจากบนลงล่าง.
- เพราะเหตุนี้ใบพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงในช่วง 400-700 นาโนเมตรจึงมีสีเขียว

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

ใบพืชมีสีต่างๆ สืบเนื่องมาจากการที่มี chlorophyll a, chlorophyll b, xanthophyll, carotene โดยสารสีเหล่านี้จะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่างๆ กัน ซึ่งสีที่เห็นคือสีที่สะท้อนกลับออกมา เช่นใบพืชส่วนใหญ่มีสีเขียว เพราะเหตุนี้ chlorophyll b จึงมีค่าการดูดกลืนแสงที่ 400 nm, chlorophyll a สืบเนื่องมาจากการที่ 450 nm, Carotene สืบเนื่องมาจากการที่ 480 nm, xanthophyll สืบเนื่องมาจากการที่ 420 nm. ค่าการดูดกลืนแสงที่ 650 nm จะพบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงที่ต่ำที่สุด

ชื่อ-นามสกุล... น.ศ. อิศริฉิชา สมคะเนย์ ชั้น 2/5/6 เลขที่ 31

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา 232251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

Lab 1

Lab 2

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของ Lab 1

วัตถุประสงค์ของ Lab 2

อุปกรณ์

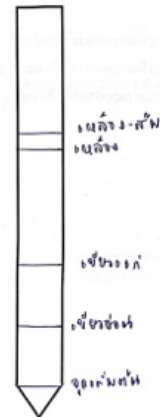
วิธีปฏิบัติ

ผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จาก จุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวเข้ม	1.8	1.13	chlorophyll b
2	เขียวอ่อน	3.7	0.48	chlorophyll a
3	เหลือง	7.1	0.94	Xanthophyll
4	น้ำส้ม - ส้ม	7.7	1	Carotene

รูปภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในพืช

วัสดุและอุปกรณ์

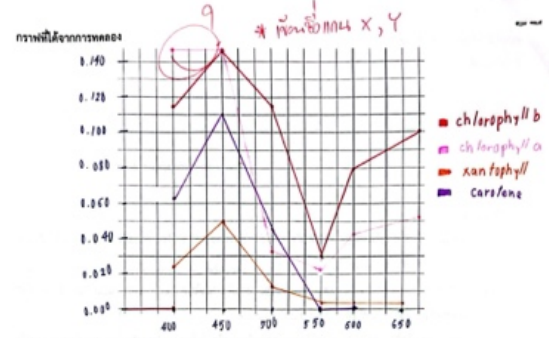
- สารสีใบกระต่ายโครมาโทกราฟี
- เอทานอล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- คีมวงแหวน

วิธีการทดลอง

- ใช้กรรไกรตัดกระต่ายโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองใบกิจกรรมที่ 1 เรียง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระต่ายโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิกรัม เช่นว่า ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวอย่างละลาย
- แบ่งสารละลายใส่คีมวงแหวน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll b	Chlorophyll a	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.114	0.253	0.222	0.066
450 nm	0.273	0.237	0.050	0.115
500 nm	0.112	0.085	0.012	0.044
550 nm	0.024	0.014	0.015	0
600 nm	0.067	0.042	0.015	0
650 nm	0.118	0.050	0	0.150



คำอธิบายการทดลอง

- เมื่อทำการสกัดจากใบพืชตามขั้นตอนโครมาโทกราฟี จะพบว่าสารสีชนิดใดบ้าง และมีการแสดงออกเป็นสี chlorophyll b chlorophyll a xanthophyll carotene
- สารสีที่มี R_f (retention factor) มากที่สุด เพราะเคลื่อนที่เร็วที่สุดจากจุดเริ่มต้น
- เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแสดงออกเป็นสีเขียว

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

สรุปผลการทดลองพบว่า... พบว่าพืชสีเขียวส่วนใหญ่มีสีที่เด่นชัดคือ chlorophyll a chlorophyll b xanthophyll carotene หรือ carotene เป็นสีที่เด่นชัดในใบพืช

สรุปผลการทดลองพบว่า... ที่สารสีที่ดูดกลืนแสงได้ดีที่สุดคือ spectrophotometer พบว่า chlorophyll b ดูดกลืนได้ดีที่ 450 nm chlorophyll a ดูดกลืนได้ดีที่ 430-450 nm xanthophyll ดูดกลืนได้ดีที่ 470 nm Carotene ดูดกลืนได้ดีที่ 480 nm

ชื่อ นามสกุล ... ชั้น ... เลขที่ ...

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา 332251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาการดูดกลืนแสงของสารสีและแยกสารสีออกจากกัน

วัสดุอุปกรณ์: 1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี, 2. เมทาบอล 95%, 3. หลอดทดลอง, 4. เครื่อง spectrophotometer, 5. คิวเวิร์ท

วิธีการทดลอง: 1. ใช้กริดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากหลอดในกิจกรรมที่ 1 ... 2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วตามตำแหน่งของสารสี ... 3. แบ่งสารละลายใส่คิวเวิร์ท ... 4. บันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.952	0.114	0.022	0.068
450 nm	0.427	0.293	0.040	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.012	0.044
550 nm	0.025	0.019	0.005	0
600 nm	0.042	0.017	0.005	0
650 nm	0.053	0.110	0	0.156

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	light green	2.1	0.4	Chlorophyll b
2	dark green	3.8	0.6	Chlorophyll a
3	yellow	9.1	1.1	xanthophyll
4	yellow-orange	9.3	1	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

วัดความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุอุปกรณ์

1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
2. เมทาบอล 95%
3. หลอดทดลอง
4. เครื่อง spectrophotometer
5. คิวเวิร์ท

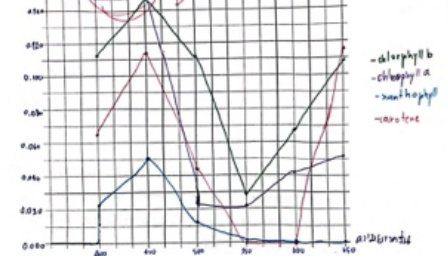
วิธีการทดลอง

1. ใช้กริดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากหลอดในกิจกรรมที่ 1 ...
2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วตามตำแหน่งของสารสี ...
3. แบ่งสารละลายใส่คิวเวิร์ท ...
4. บันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.952	0.114	0.022	0.068
450 nm	0.427	0.293	0.040	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.012	0.044
550 nm	0.025	0.019	0.005	0
600 nm	0.042	0.017	0.005	0
650 nm	0.053	0.110	0	0.156

กราฟที่แสดงการทดลอง



คำถามที่การทดลอง

1. เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดใดบ้าง และมีการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่นใดบ้าง? Chlorophyll a มีช่วงคลื่น 430-460 nm, Chlorophyll b มีช่วงคลื่น 460-480 nm, Xanthophyll มีช่วงคลื่น 420-450 nm, Carotene มีช่วงคลื่น 450-480 nm

2. สารสีที่มี Rf (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด? Carotene คือ สารสีที่มี Rf มากที่สุด เพราะเหตุนี้ เนื่องจากมันเคลื่อนที่เร็วที่สุด

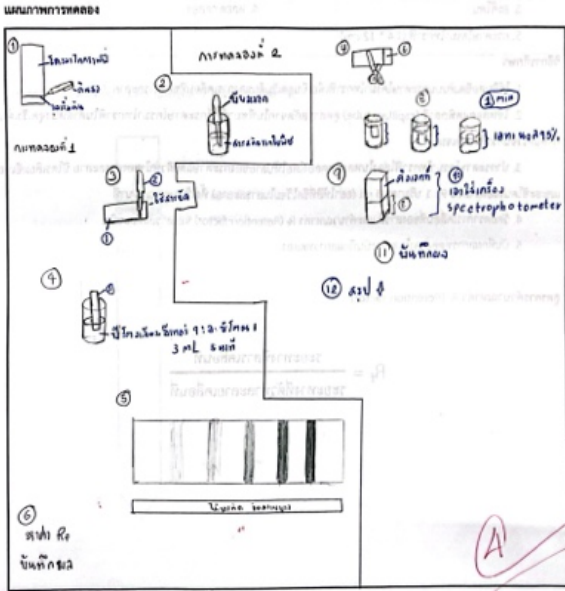
3. เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงในช่วงแสงสีฟ้าและสีม่วง?

เหตุผลคือใบพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงในช่วงแสงสีฟ้าและสีม่วง เนื่องจากสารสีในใบพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 400-500 nm ซึ่งตรงกับช่วงความยาวคลื่นที่แสงสีฟ้าและสีม่วงมีความเข้มสูง นอกจากนี้ยังพบว่า Chlorophyll a และ Chlorophyll b มีการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 400-500 nm ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชื่อ นามสกุล น.น. น.น.น. ชั้น 5/6 เลขที่ 34



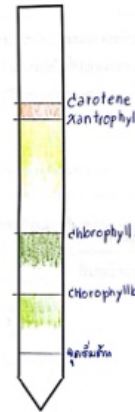
ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวอ่อน	1.8	0.23	Chlorophyll b
2	เขียวแก่	3.7	0.48	Chlorophyll a
3	เหลือง	7.2	0.94	Xanthophyll
4	เหลือง-ส้ม	7.7	1	Carotene

รูปภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

- สารสีในกระดาดโครมาโทกราฟี
- เอทานอล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- ศิวะพร

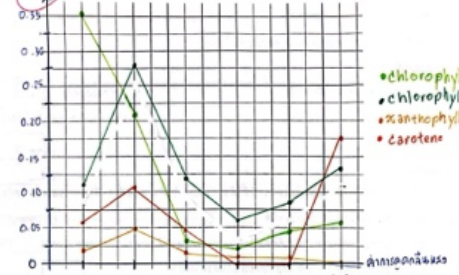
วิธีการทดลอง

- ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดและตัดตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร หลายๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
- แบ่งสารละลายใส่ศิวะพร จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.363	0.114	0.022	0.066
450 nm	0.027	0.243	0.050	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.012	0.044
550 nm	0.023	0.019	0.005	0
600 nm	0.042	0.067	0.005	0
650 nm	0.053	0.118	0	0.156

กราฟที่ได้จากการทดลอง



คำถามท้ายการทดลอง

- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสีชนิดใดบ้าง และมีกรรมลักษณะเป็นสีอะไร
Chlorophyll b - เขียวอ่อน, Chlorophyll a - เขียวเข้ม, Xanthophyll - เหลือง, Carotene - เหลือง-ส้ม
- สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด
สาร carotene เพราะสารสีที่เคลื่อนที่ได้ไกลที่สุด เพราะมันจับกับไฮดรอกซิล
- เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงเป็นสีเขียว
พืชส่วนใหญ่มีส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์-ไม่

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

สังเกตที่พบสีทั้งหมด 4 ชนิดเป็น Chlorophyll b, Chlorophyll a, Xanthophyll, Carotene เป็นสีเขียวอ่อน, เขียวเข้ม, เหลือง, เหลือง-ส้ม ตามลำดับ โดยที่ Carotene เคลื่อนที่ได้ไกลที่สุด เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer พบว่า Chlorophyll b ดูดกลืนได้ดี 400-650 nm, Chlorophyll a ดูดกลืนได้ดี 400-650 nm, Xanthophyll ดูดกลืนได้ดี 400-600 nm, Carotene 400-600 และ 650 nm ไม่สามารถดูดกลืนแสงได้ในช่วง 600-650 nm

19

ชื่อ นามสกุล น.ส.กัลยาภัทร์ เกียรติดำเนินงาม ชั้น 516 เลขที่ 35

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

1) ใช้แม่พิมพ์กระดาษกรอง สารสี & นำไปขีดลงในกระดาษ chromatography 2-3 รอบ หรือจนกว่าสีจะชัดเจน

2) นำกระดาษ chromatography ที่มีสารสีติดสารสีเรียบร้อยแล้วไปใส่ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายไฮดรอลิก & อะซิโตนอัตราส่วน 9:1 ปริมาตร 2 mL

3) นำสารสีที่ได้ไปใส่ใน cuvette

4) นำ cuvette ไปใส่เครื่องวัดค่า

5) บันทึกค่า

6) บันทึกผล

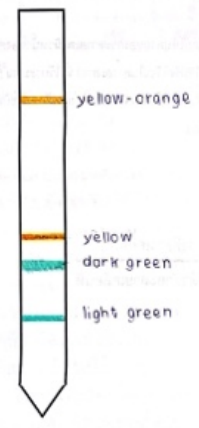
7) ตัดกระดาษ chromatography ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด

chlorophyll a (b)

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จาก จุดเริ่มต้น)	สีที่แตกออก	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	light green	2	0.2	chlorophyll b
2	dark green	3.7	0.4	chlorophyll a
3	yellow	4.5	0.5	xanthophyll
4	yellow-orange	8.7	1	carotene

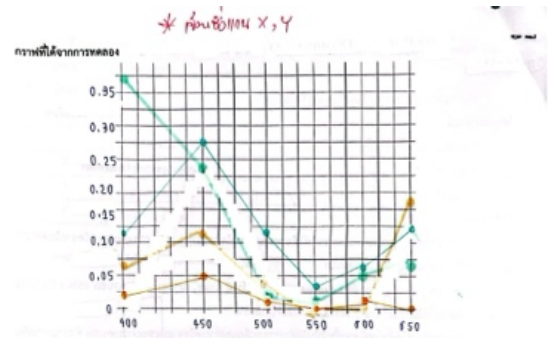
วากภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) หรือระบุชื่อสารสี



- ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer
- วัตถุประสงค์
- ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช
- วัสดุและอุปกรณ์
- สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
 - เบตาแคโรทีน 95%
 - หลอดทดลอง
 - เครื่อง spectrophotometer
 - คีมวงแหวน
- วิธีการทดลอง
- ใช้กรวยวัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
 - นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแขวนในสารละลายเบตาแคโรทีน 95% 2 มิลลิลิตร เช่นบ้านๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
 - นำสารละลายใส่คีมวงแหวน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
 - บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.353	0.114	0.022	0.046
450 nm	0.227	0.273	0.505	0.115
500 nm	0.025	0.112	0.012	0.044
550 nm	0.023	0.023	0.005	0
600 nm	0.042	0.047	0.005	0
650 nm	0.053	0.118	0	0.156



- คำอธิบายการทดลอง
- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดต่างๆ แยกกันและออกเป็นสีต่าง-สีซึ่งมีชื่อคือ chlorophyll b, xanthophyll, chlorophyll a, และ carotene
 - สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด จะเป็น carotene เพราะมันมีจุดเริ่มต้นที่ต่ำที่สุดและเคลื่อนที่ไปเร็วที่สุด
 - เพราะเหตุนี้ใบพืชจึงมีการดูดกลืนแสงได้ดีในช่วงที่แสงสีน้ำเงินและสีม่วง เพราะ chlorophyll เป็นสารสีหลัก ซึ่งมีสมบัติในการดูดกลืนแสงเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง
- จากกราฟทดลองการแยกสารสีจากใบพืชโดยวิธีโครมาโทกราฟีพบว่า สารสีที่อยู่ในใบพืชมี 4 ชนิด คือ chlorophyll a, chlorophyll b, xanthophyll, carotene โดยมี carotene เป็นสีที่ไกลที่สุด เพราะมันสามารถจับกับกระดาษโครมาโทกราฟีได้ยากที่สุด เพื่อจำแนกสีต่างๆ การดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer พบว่า chlorophyll a มีค่าดูดกลืนที่ 450 nm, chlorophyll b มีค่าการดูดกลืนที่ 400 nm, xanthophyll มีค่าการดูดกลืนที่ 450 nm, carotene มีค่าการดูดกลืนที่ 650 nm โดยมีค่าการดูดกลืนแสงที่ตรงตามทฤษฎีในบางช่วงของคลื่นแสงจากแสงสีน้ำเงินและสีม่วง

(Handwritten signature)

ชื่อ-นามสกุล น.ว. ชญาพัฒน์ สัทธาวรกุล ชั้น 5/6 เลขที่ 36

Chlorophyll b d.d.

1,4 cm

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

1. เตรียมสารละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสม (เอทานอล 95% 2 ml)

2. ตำเนื้อพืชให้ละเอียด

3. กรองเอาของเหลวที่ละลายออกมา

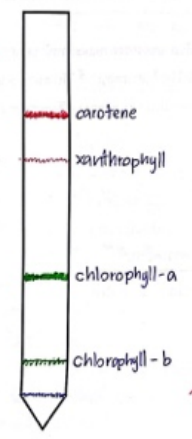
4. วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer

5. คำนวณหาความเข้มข้นของสารสี

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวอ่อน	2 cm.	0.24	chlorophyll b
2	เขียวเข้ม	3-5 cm.	0.42	Chlorophyll a
3	เหลืองอ่อน	7 cm.	0.93	Xanthophyll
4	เหลือง-ส้ม	8-1 cm.	1.	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในพืช

วัสดุและอุปกรณ์

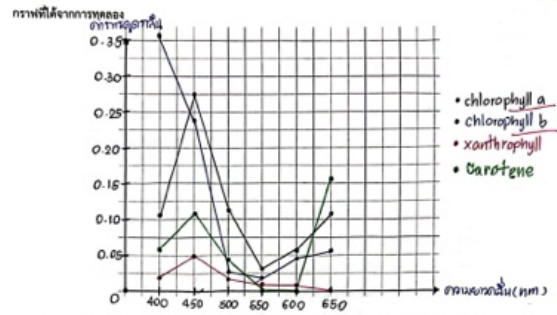
- สารสีในกระดวยโครมาโทกราฟี
- เมทานอล 95%
- หลอดทดลอง
- เครื่อง spectrophotometer
- คีม

วิธีการทดลอง

- ใช้กรรไกรตัดกระดวยโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
- นำกระดวยโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิกรัม แช่ยาเบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวทำละลาย
- แบ่งสารละลายใส่ขวดแก้ว จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
- บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.114	0.353	0.022	0.066
450 nm	0.243	0.227	0.050	0.115
500 nm	0.112	0.025	0.012	0.044
550 nm	0.029	0.023	0.005	0
600 nm	0.067	0.047	0.005	0
650 nm	0.119	0.053	0	0.156



คำอธิบายการทดลอง

- เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีชนิดต่างๆ และมีการแยกออกเป็นสี Chlorophyll b, Chlorophyll a, Xanthophyll, Carotene เขียวอ่อน เขียวเข้ม เหลืองอ่อน เหลือง-ส้ม
- สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเคลื่อนที่ Carotene เพราะเคลื่อนที่ได้ไกลที่สุด ซึ่งมีค่า R_f ของมันคือ 1.0
- เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการดูดกลืนแสงสีเขียว เพราะมีสีเขียวไม่ดูดกลืนแสงสีเขียว

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่ามีการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสีได้ดังนี้ 1. Chlorophyll-b 2. Chlorophyll-a 3. Xanthophyll 4. Carotene มีสีเขียวย่อ, เขียวเข้ม, เหลืองอ่อน, ส้ม ตามลำดับ โดยสารสีเหล่านี้มีค่าการดูดกลืนแสงแตกต่างกัน Chlorophyll a มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 430 nm, Chlorophyll b มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 460 nm, Xanthophyll มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 480 nm, Carotene มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 nm โดย Carotene เคลื่อนที่ได้ไกลที่สุด เพราะมันเคลื่อนที่ในแนวรัศมีจากจุดเริ่มต้นมากที่สุด ดังนั้นค่าการดูดกลืนแสงของสารสีเหล่านี้จึงแตกต่างกันไป

นางสาวชุตานันท์ อธินิธิโรจน์ เลขที่ 37

ชื่อ - นามสกุล ชุตานันท์ อธินิธิโรจน์ ชั้น 5/2 เลขที่ 37

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

1. โขลกใบผักโขม
2. นำใส่ลงในขวด
3. นำสารละลายใส่ใส่ลงในหลอดทดลอง
4. ใส่น้ำลงใน spec tropho tome ter
5. ใส่น้ำลงใน spec tropho tome ter
6. ใส่น้ำลงใน spec tropho tome ter
7. ใส่น้ำลงใน spec tropho tome ter
8. ใส่น้ำลงใน spec tropho tome ter
9. ใส่น้ำลงใน spec tropho tome ter
10. ใส่น้ำลงใน spec tropho tome ter

Continue

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวอ่อน	1.5	0.33	chlorophyll b
2	เขียวเข้ม	3.5	0.49	chlorophyll a
3	เหลือง	6.5	0.66	Xanthophyll
4	ส้ม	7.5	0.33	Carotene

วาดภาพแถบสีที่เกิดขึ้น (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี

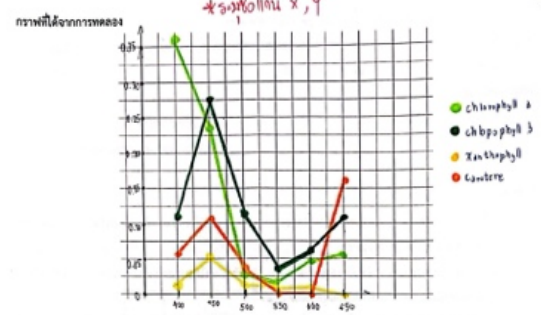


ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

- วัตถุประสงค์
- ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช
- วัสดุและอุปกรณ์
1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี
 2. เอทานอล 95%
 3. หลอดทดลอง
 4. เครื่อง spectrophotometer
 5. คิวเวทท์
- วิธีการทดลอง
1. ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
 2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิลิตร เช่นนี้ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในดีวีทาลละลาย
 3. แบ่งสารละลายใส่คิวเวทท์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
 4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.353	0.114	0.021	0.064
450 nm	0.221	0.215	0.050	0.175
500 nm	0.025	0.111	0.011	0.044
550 nm	0.023	0.025	0.005	0.000
600 nm	0.091	0.067	0.005	0.000
650 nm	0.053	0.111	0	0.164



คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีใดบ้าง และมีกรรมลักษณะเป็นสี chlorophyll b : เขียวอ่อน chlorophyll a : เขียวเข้ม Xanthophyll : เหลือง Carotene : ส้ม
2. สารสีที่มีค่า Rf (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด Carotene เพราะ เป็นจุดเริ่มต้นที่ใกล้ที่สุด จึงมีค่ามากที่สุดกว่าอีกสามตัว
3. เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการแสดงออกเป็นสีเขียว เพราะ สารคลอโรฟิลล์สังเคราะห์ได้มากที่สุด

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าสารสีต่างๆในพืชมีสีและตำแหน่งที่ต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และสภาพแวดล้อม chlorophyll b (สีเขียวย่อ), chlorophyll a (สีเขียวย้ำ), Xanthophyll (สีเหลือง), Carotene (สีส้ม) สารสีเหล่านี้จะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่างกัน chlorophyll a ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 430 nm chlorophyll b ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 460 nm Xanthophyll ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 nm Carotene ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 nm โดยที่การดูดกลืนแสงของสารสีเหล่านี้จะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืชและสภาพแวดล้อม

(18)

นางสาวไอรินา ฉัตรเทียนชัย เลขที่ 39

ชื่อ-นามสกุล ... น.ศ. ... รหัสนักเรียน ... ชั้น ... เลขที่ ...



ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา 232251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนภาพการทดลอง

วัตถุประสงค์

- 1) ระบุชนิดของสารสีในใบพืช
- 2) ระบุค่าการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

1. สารสีในกระด้างโครมาโทกราฟี
2. เอทานอล 95%
3. หลอดทดลอง
4. เครื่อง spectrophotometer
5. คิวเวท

วิธีการทดลอง

1. ใช้กรรไกรตัดกระด้างโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรือง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
2. นำกระด้างโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิตร เขย่าเบา ๆ และทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในฟิวส์ละลาย
3. แบ่งสารละลายใส่คิวเวทท์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	สีม่วง	1.9	0.13	chlorophyll
2	สีเหลือง	3.5	0.44	chlorophyll
3	สีส้ม	6.7	0.51	xanthophyll
4	สีส้ม	7.9	0.79	carotene

ขนาดความยาวเส้น 10.00

วามากาแถบสีที่เคลื่อน (chromatogram) พร้อมระบุชื่อสารสี



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

วัตถุประสงค์

ระบุความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์

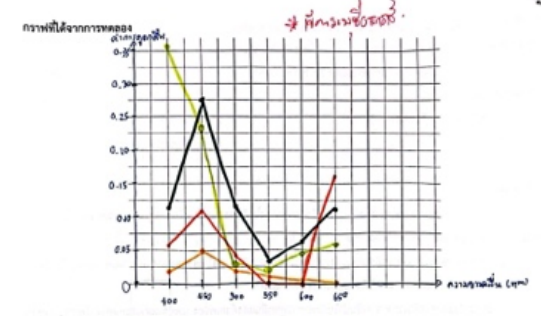
1. สารสีในกระด้างโครมาโทกราฟี
2. เอทานอล 95%
3. หลอดทดลอง
4. เครื่อง spectrophotometer
5. คิวเวทท์

วิธีการทดลอง

1. ใช้กรรไกรตัดกระด้างโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรือง การแยกสารสกัดจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
2. นำกระด้างโครมาโทกราฟีที่ตัดแต่ละตำแหน่งของสารสี มาแช่ในสารละลายเอทานอล 95% 2 มิลลิตร เขย่าเบา ๆ และทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในฟิวส์ละลาย
3. แบ่งสารละลายใส่คิวเวทท์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.353	0.114	0.015	0.014
450 nm	0.217	0.273	0.080	0.115
500 nm	0.015	0.111	0.215	0.044
550 nm	0.033	0.029	0.005	0.000
600 nm	0.091	0.017	0.006	0.000
650 nm	0.051	0.018	0	0.156



คำอธิบายผลการทดลอง

1. เมื่อนำสารสกัดจากใบพืชมาแยกโดยโครมาโทกราฟี จะพบว่ามีสารสีอยู่บ้าง และมีการเคลื่อนที่ต่างกัน
2. สารสีได้มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเคลื่อนที่ Carotene มากที่สุดเนื่องจากมีสีส้มเข้ม และมีความหนาแน่นมากที่สุด
3. เพราะเคลื่อนที่น้อยส่วนในการเคลื่อนที่คือ Chlorophyll a และ Chlorophyll b เพราะมีความหนาแน่นน้อย

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

พบสารสี 4 ชนิดในใบพืชได้แก่ Chlorophyll a (สีส้ม), Chlorophyll b (สีเหลือง), Xanthophyll (สีส้ม), Carotene (สีส้ม) โดยสารสีที่เคลื่อนที่น้อยที่สุดคือ Carotene เพราะมีความหนาแน่นมากที่สุด

สีที่ดูดกลืนแสงมากที่สุดคือสีม่วง spectrophotometer พบว่า Chlorophyll b มีความยาวคลื่นที่ 460 nm

Chlorophyll a มีความยาวคลื่นที่ 430 nm

Xanthophyll 480 nm

Carotene 450 nm

ค่าการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืชที่ความยาวคลื่นที่ 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร

60 นามสกุล น.ศ. (ใบสรุป) วิชา พันธุ์ ๕/๕ มคอ. ๕ ๔๐

ใบกิจกรรม เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี
รายวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

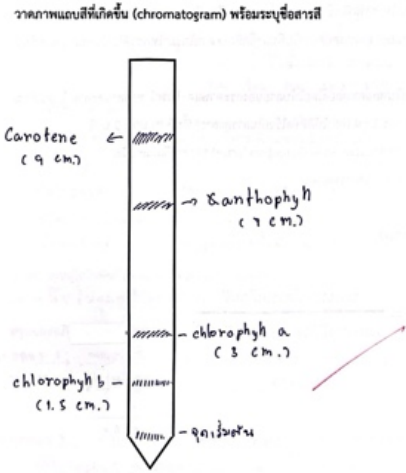
แผนภาพการทดลอง

ตอนที่ 1.
1.) นำผงใบผักโขมมาใส่ลงในหลอดทดลอง
2.) เติมน้ำในหลอดทดลองให้เต็มหลอด
3.) ใช้หลอดดูดสารสีจากหลอดทดลองใส่ลงในหลอดทดลองที่ใส่น้ำ
4.) ใช้กระดาษกรองกรองสารสีที่ได้ออกมา
5.) ใช้หลอดดูดสารสีที่กรองแล้วใส่ลงในหลอดทดลองที่ใส่น้ำ

ตอนที่ 2.
1.) สกัดสารสีจากผงใบผักโขมด้วยเครื่อง spectrophotometer
2.) นำสารสีที่สกัดได้ใส่ลงในหลอดทดลองที่ใส่น้ำ
3.) ใช้เครื่อง spectrophotometer วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสีที่สกัดได้

ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบสี (จากจุดเริ่มต้น)	สีที่แสดงออก	ระยะทางที่สารสีเคลื่อนที่ (cm)	ค่า R _f (Retention factor)	ชนิดของสารสี
1	เขียวอ่อนๆ	1.5	0.16	Chlorophyll b
2	เขียวเข้ม	9	0.95	Chlorophyll a
3	เหลือง	7	0.77	Xanthophyll
4	แดงส้ม	9	0.9	Carotene



ตอนที่ 2 การวัดการดูดกลืนแสงของสารสีด้วยเครื่อง spectrophotometer

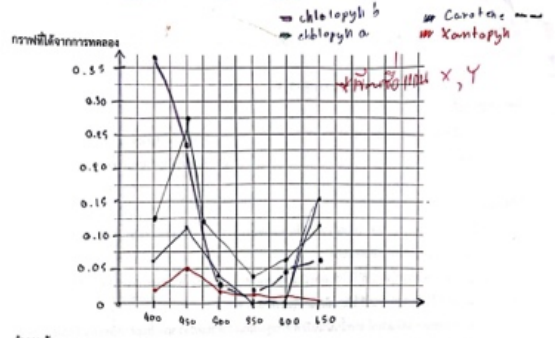
วัตถุประสงค์
จะความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในใบพืช

วัสดุและอุปกรณ์
1. สารสีในกระดาษโครมาโทกราฟี 2. เตาหมก 95%
3. หลอดทดลอง 4. เครื่อง spectrophotometer
5. สิวเวอร์

วิธีการทดลอง
1. ใช้กรรไกรตัดกระดาษโครมาโทกราฟีที่ได้จากทดลองในกิจกรรมที่ 1 เรียง การแยกสารสีจากใบพืชโดยโครมาโทกราฟี ตามตำแหน่งของสารสีแต่ละชนิด
2. นำกระดาษโครมาโทกราฟีที่ตัดแล้วใส่ลงในขวดที่ใส่น้ำ 95% 2 มิลลิลิตร อย่างเบา ๆ และแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 นาที ให้สารสีละลายในตัวละลาย
3. แบ่งสารละลายใส่สิวเวอร์ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 450 500 550 600 และ 650 นาโนเมตร ตามลำดับ
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสง	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Xanthophyll	Carotene
400 nm	0.353	0.114	0.099	0.066
450 nm	0.299	0.173	0.050	0.115
500 nm	0.095	0.112	0.019	0.044
550 nm	0.093	0.029	0.005	0
600 nm	0.049	0.067	0.005	0
650 nm	0.055	0.114	0	0.154



ค่าความยาวการทดลอง
1. เมื่อทำการสกัดจากใบพืชตามโครมาโทกราฟี จะพบว่าสารสีที่ได้นั้น และมีการแยกออกเป็นสี Chlorophyll b; สีเขียวอ่อน Xanthophyll; สีเหลือง Chlorophyll a; สีเขียวเข้ม Carotene; สีแดงส้ม
2. สารสีที่มี R_f (Retention factor) มากที่สุด เพราะเหตุใด Carotene เพราะ ใช้เวลาในการวิ่งเร็ว จึงทำให้สารสีวิ่งได้เร็วกว่าอีกสารสี
3. เพราะเหตุใดใบพืชส่วนใหญ่มีการทดลองกับสีเขียว เพราะสีที่พบในใบพืชส่วนใหญ่คือสีเขียว

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง
ผลการทดลอง 1: พบว่าสี 4 ชนิด ตามลำดับจากจุดเริ่มต้นคือ Chlorophyll a → Chlorophyll b → Xanthophyll → Carotene ซึ่งสารสีที่วิ่งเร็วที่สุดคือ Chlorophyll a และสารสีที่วิ่งช้าที่สุดคือ Carotene

หมายเหตุ 2: ซึ่งใช้วิธีการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer จากผลการทดลองพบว่า Chlorophyll a มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 nm. Chlorophyll b มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400 nm. Xanthophyll มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 nm. Carotene มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 nm. ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสีในใบพืชมีการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน

ผลการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลอง
ของตนเองสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ชื่อ - นามสกุล ... ส.ส. ... ชั้น ... เลขที่ ...

แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง สำหรับนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

คำชี้แจง

1. แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเองฉบับนี้ประกอบด้วยข้อรายการจำนวน 9 ข้อ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับลักษณะของการปฏิบัติการทดลองของตนเอง
3. การประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเองในครั้งนี้ จะไม่นำผลการประเมินมาคิดเป็นคะแนน ดังนั้น ขอให้นักเรียนตรวจประเมินความความเป็นจริง เพื่อนำผลไปใช้ในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ด้าน	รายการย่อย	ผลการประเมิน		
		2	1	0
1. ขั้นตอนเตรียม	1. เลือกอุปกรณ์การทดลองได้อย่างเหมาะสมและครบถ้วน	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. เตรียม หรือ จัดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	3. ออกแบบขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
2. ขั้นตอนการปฏิบัติ	1. การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างถูกต้อง	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	3. มีการจดบันทึกข้อมูลขณะทำการทดลอง	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	4. ทำการทดลองได้ตามระยะเวลาที่กำหนด	<input checked="" type="checkbox"/> ภายในเวลาที่กำหนด	<input type="checkbox"/> เกินเวลาที่กำหนด ไม่เกิน 5 นาที	<input type="checkbox"/> เกินเวลาที่กำหนด มากกว่า 5 นาที
3. ขั้นตอนผลการปฏิบัติ	1. สามารถวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. ทำความสะอาดอุปกรณ์และจัดเก็บอุปกรณ์ได้ถูกต้อง	<input checked="" type="checkbox"/> มีการจัดการทั้งหมด	<input type="checkbox"/> มีการจัดการบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีการจัดการ

ชื่อ - นามสกุล ... อ.อ. ... ชั้น ... เลขที่ ...

แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง สำหรับนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

คำชี้แจง

1. แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเองฉบับนี้ประกอบด้วยข้อรายการจำนวน 9 ข้อ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับลักษณะของการปฏิบัติการทดลองของตนเอง
3. การประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเองในครั้งนี้ จะไม่นำผลการประเมินมาคิดเป็นคะแนน ดังนั้น ขอให้นักเรียนตรวจประเมินความความเป็นจริง เพื่อนำผลไปใช้ในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองของตนเอง

ด้าน	รายการย่อย	ผลการประเมิน		
		2	1	0
1. ขั้นตอนเตรียม	1. เลือกอุปกรณ์การทดลองได้อย่างเหมาะสมและครบถ้วน	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. เตรียม หรือ จัดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	3. ออกแบบขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
2. ขั้นตอนการปฏิบัติ	1. การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างถูกต้อง	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	3. มีการจดบันทึกข้อมูลขณะทำการทดลอง	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	4. ทำการทดลองได้ตามระยะเวลาที่กำหนด	<input type="checkbox"/> ภายในเวลาที่กำหนด	<input type="checkbox"/> เกินเวลาที่กำหนด ไม่เกิน 5 นาที	<input checked="" type="checkbox"/> เกินเวลาที่กำหนด มากกว่า 5 นาที
3. ขั้นตอนผลการปฏิบัติ	1. สามารถวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน	<input type="checkbox"/> ถูกต้องทั้งหมด	<input checked="" type="checkbox"/> ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. ทำความสะอาดอุปกรณ์และจัดเก็บอุปกรณ์ได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> มีการจัดการทั้งหมด	<input checked="" type="checkbox"/> มีการจัดการบางส่วน	<input type="checkbox"/> ไม่มีจัดการ

เกณฑ์การวัดและประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองตนเอง สำหรับนักเรียน
เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ด้าน	รายการย่อย	คะแนนการประเมิน		
		2	1	0
1. ขั้นตอนการเตรียม	1. เลือกอุปกรณ์การทดลองได้อย่างเหมาะสมและครบถ้วน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. เตรียม หรือจัดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้อย่างถูกต้อง	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	3. ออกแบบขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
2. ขั้นตอนการปฏิบัติ	1. การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างถูกต้อง	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	3. มีการจดบันทึกข้อมูลขณะการทดลอง	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	4. ทำการทดลองได้ตามระยะเวลาที่กำหนด	ภายในเวลาที่กำหนด	เกินเวลาที่กำหนด ไม่เกิน 5 นาที	เกินเวลาที่กำหนด มากกว่า 5 นาที
3. ขั้นตอนผลการปฏิบัติ	1. สามารถวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน	ถูกต้องทั้งหมด	ถูกต้องบางส่วน	ไม่ถูกต้องทั้งหมด
	2. ทำความสะอาดอุปกรณ์และจัดเก็บอุปกรณ์ได้ถูกต้อง	มีการจัดการทั้งหมด	มีการจัดการบางส่วน	ไม่มีการจัดการ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

- 15 – 18 คะแนน ระดับคุณภาพ ดีมาก
 11 – 14 คะแนน ระดับคุณภาพ ดี
 7 – 10 คะแนน ระดับคุณภาพ พอใช้
 0 – 6 คะแนน ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองตนเอง สำหรับนักเรียน เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

เลขที่	รายการประเมิน									รวม	ระดับคุณภาพ	ผลการประเมิน
	ขั้นการเตรียม			ขั้นการปฏิบัติ				ขั้นผลการปฏิบัติ				
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	1.	2.			
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	16	ดีมาก	ผ่าน
3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	19	ดีมาก	ผ่าน
4	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)											
5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
6	2	2	2	2	2	1	1	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
9	2	1	1	2	2	2	0	1	2	13	ดี	ผ่าน
10	2	2	2	2	1	1	2	1	2	15	ดีมาก	ผ่าน
11	2	2	2	1	2	2	2	2	2	19	ดีมาก	ผ่าน
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
13	1	1	1	2	1	0	1	1	1	9	พอใช้	ผ่าน
14	พักการเรียน (แลกเปลี่ยนต่างประเทศ)											
15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
17	2	2	2	2	1	1	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
20	2	2	2	2	2	1	2	1	2	18	ดีมาก	ผ่าน
21	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
22	2	2	1	2	2	2	2	2	2	19	ดีมาก	ผ่าน
23	2	2	1	2	2	1	1	2	2	17	ดีมาก	ผ่าน
24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน

เลขที่	รายการประเมิน									รวม	ระดับ คุณภาพ	ผลการ ประเมิน
	ขั้นการเตรียม			ขั้นการปฏิบัติ				ขั้นผลการปฏิบัติ				
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	1.	2.			
25	2	2	1	2	2	1	2	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
26	2	2	2	1	2	2	2	2	2	19	ดีมาก	ผ่าน
27	1	2	2	2	1	2	2	1	2	17	ดีมาก	ผ่าน
28	2	2	2	2	1	1	2	1	2	17	ดีมาก	ผ่าน
29	2	2	2	2	2	1	2	2	2	19	ดีมาก	ผ่าน
30	2	2	2	2	2	2	1	2	2	19	ดีมาก	ผ่าน
31	2	2	2	2	1	2	0	1	2	14	ดี	ผ่าน
32	2	2	2	2	2	2	0	2	2	18	ดีมาก	ผ่าน
33	2	2	2	2	2	2	2	1	1	18	ดีมาก	ผ่าน
34	2	2	2	2	2	2	1	2	2	19	ดีมาก	ผ่าน
35	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
36	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	ดีมาก	ผ่าน
37	2	2	2	2	2	2	2	1	2	19	ดีมาก	ผ่าน
38	2	2	2	1	2	2	1	1	2	17	ดีมาก	ผ่าน
39	2	2	2	2	2	2	2	1	2	19	ดีมาก	ผ่าน
40	2	2	1	2	2	2	0	1	1	13	ดี	ผ่าน
ค่าเฉลี่ย (\bar{x})										18.08		
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)										2.46		
ผลการประเมิน										ผ่าน		

สรุปแสดงผลการปฏิบัติการทดลองของตนเอง สำหรับนักเรียน (รายด้าน)

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

รายการประเมิน	ได้ 2 คะแนน		ได้ 1 คะแนน		ได้ 0 คะแนน	
	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ	จำนวน (คน)	คิดเป็น ร้อยละ
ขั้นเตรียม						
1. เลือกอุปกรณ์การทดลองได้อย่าง เหมาะสมและครบถ้วน	36	94.74	2	5.26	-	-
2. เตรียม หรือจัดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการ ทดลองได้อย่างถูกต้อง	36	94.74	2	5.26	-	-
3. ออกแบบขั้นตอนการทดลองได้อย่าง ถูกต้องครบถ้วน	32	84.21	6	15.79	-	-
ขั้นปฏิบัติ						
1. การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างถูกต้อง	35	92.11	3	7.89	-	-
2. ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนได้ ครบถ้วนทุกขั้นตอน	32	84.21	6	15.79	-	-
3. มีการจดบันทึกข้อมูลขณะการทดลอง	28	73.68	9	23.68	1	2.64
4. ทำการทดลองได้ตามระยะเวลาที่ กำหนด	27	71.05	7	18.42	4	10.53
ขั้นผลปฏิบัติ						
1. สามารถวิเคราะห์ และสรุปผลการ ทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน	25	65.79	13	34.21	-	-
2. ทำความสะอาดอุปกรณ์และจัดเก็บ อุปกรณ์ได้ถูกต้อง	35	92.11	3	7.89	-	-

สรุปผลการปฏิบัติการทดลองของตนเอง สำหรับนักเรียน (ตามระดับคุณภาพ)

เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี

ระดับคุณภาพ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
ดีมาก	34	89.47
ดี	3	7.89
พอใช้	1	2.64
ควรปรับปรุง	-	-
รวม	38	100

จากการประเมินผลการปฏิบัติการทดลองของตนเอง สำหรับนักเรียน เรื่อง สารสีและการดูดกลืนแสงของสารสี รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 รหัสวิชา ว32251 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวนผู้เรียนทั้งหมด 38 คน พบว่าผู้เรียนจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดีมาก ผู้เรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.89 ได้คะแนนในระดับคุณภาพดี และผู้เรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.64 ได้คะแนนในระดับคุณภาพพอใช้

แบบให้ความยินยอมในการบันทึก
และเผยแพร่ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว
และผลงานที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน



แบบให้ความยินยอมในการบันทึกและเผยแพร่ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว และผลงานที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

ข้าพเจ้า (นาย/นางสาว) ไฉ่ลล จิตต์สุคนธ์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕.๕/๕ เลขที่ ๓๑ รหัสนักเรียน ๗๗๑ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568
ตกลงให้ความยินยอมแก่ครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
คือ นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์ ตำแหน่ง ครู ในการบันทึกและเผยแพร่ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว และผลงาน
ที่เกิดจากการเรียนรู้ของข้าพเจ้า เพื่อประเมินตำแหน่งและวิทยฐานะข้าราชการครู และบุคลากรทางการศึกษา
ตำแหน่ง ครู เพื่อขอมีวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

ในการนี้ หลักเกณฑ์การประเมินดังกล่าวมีการใช้ข้อมูล หลักฐานของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย ภาพถ่าย
และภาพเคลื่อนไหวและกำลังเรียนในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 ของผู้เรียน ประกอบด้วย

- 1. โฟลว์ชาร์ตบันทึกการสอบที่แสดงให้เห็นถึงระดับการปฏิบัติ
- 2. โฟลว์ชาร์ตแสดงให้เห็นถึงสภาพปัญหา ที่มา หรือแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ตามข้อที่ 1.
- 3. ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งเป็นผลงานหรือผลการปฏิบัติของผู้เรียนที่ปรากฏภายหลังจาก

การเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน
ทั้งนี้ในขณะที่ยังไม่ลงนามในหนังสือฉบับนี้ ข้าพเจ้ามีสติสัมปชัญญะครบถ้วน และลงนามด้วยความ
สมัครใจของตนเอง

ลงชื่อ (ไฉ่ลล)
(๓.๕.๕/๕ จิตต์สุคนธ์)
วันที่ ๐๗/๐๕/๖๘



แบบให้ความยินยอมในการบันทึกและเผยแพร่ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว และผลงานที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

ข้าพเจ้า (นาย/นางสาว) โอบุญญา โอบุญญา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๕ เลขที่ ๔๐ รหัสนักเรียน ๔๙๑๙๐ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568
ตกลงให้ความยินยอมแก่ครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
คือ นางสาวชลธิชา จิตต์สุคนธ์ ตำแหน่ง ครู ในการบันทึกและเผยแพร่ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว และผลงาน
ที่เกิดจากการเรียนรู้ของข้าพเจ้า เพื่อประเมินตำแหน่งและวิทยฐานะข้าราชการครู และบุคลากรทางการศึกษา
ตำแหน่ง ครู เพื่อขอมีวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

ในการนี้ หลักเกณฑ์การประเมินดังกล่าวมีการใช้ข้อมูล หลักฐานของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย ภาพถ่าย
และภาพเคลื่อนไหวและกำลังเรียนในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 ของผู้เรียน ประกอบด้วย

- 1. โฟลว์ชาร์ตบันทึกการสอบที่แสดงให้เห็นถึงระดับการปฏิบัติ
- 2. โฟลว์ชาร์ตแสดงให้เห็นถึงสภาพปัญหา ที่มา หรือแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ตามข้อที่ 1.
- 3. ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งเป็นผลงานหรือผลการปฏิบัติของผู้เรียนที่ปรากฏภายหลังจาก

การเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน
ทั้งนี้ในขณะที่ยังไม่ลงนามในหนังสือฉบับนี้ ข้าพเจ้ามีสติสัมปชัญญะครบถ้วน และลงนามด้วยความ
สมัครใจของตนเอง

ลงชื่อ (โอบุญญา)
(โอบุญญา โอบุญญา)
วันที่ ๗/๕/๖๘