

การศึกษาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
Study of Grade 12 Students' Photosynthesis Concepts Understanding

โสภา อรุณใหม่<sup>1</sup> สุนันท์ สังข์อ่อง<sup>2</sup> และคนพล จุฑามณี<sup>3</sup>  
Sopa Arunmai<sup>1</sup>, Sunan Sung-ong<sup>2</sup> and Kanapol Jutamane<sup>3</sup>

**บทคัดย่อ**

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและวิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดหลังเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 40 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2552 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วยคำถามแบบปลายเปิดให้อธิบายคำตอบ 4 ข้อ และคำถามแบบเลือกตอบพร้อมอธิบายเหตุผล 26 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและจำแนกแนวคิดออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มีแนวคิดถูกต้อง มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติร้อยละ และเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนไม่มีแนวคิดถูกต้อง (SU) แต่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (AC) ในทุกหัวข้อ โดยส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (AC) เกี่ยวกับการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช  $C_3$  (ร้อยละ 70) โฟโตเรสไพเรชัน (ร้อยละ 65) การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช  $C_4$  (ร้อยละ 57.5) การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช CAM (ร้อยละ 57.5) และปฏิกิริยาแสง (ร้อยละ 50) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/AC) เกี่ยวกับสารสีในปฏิกิริยาแสง (ร้อยละ 85) ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (ร้อยละ 75) การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (ร้อยละ 72.5) และโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ (ร้อยละ 55) ตามลำดับ และมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เกี่ยวกับการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง (ร้อยละ 40) แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจแนวคิดอย่างถ่องแท้ ดังนั้น ครูจึงควรนำผลการวิจัยนี้มาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อให้ นักเรียนเกิดแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น

**คำสำคัญ :** แนวคิด สังเคราะห์ด้วยแสง

<sup>1</sup> สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Major of Science Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900

<sup>2</sup> ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900

<sup>3</sup> ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900

## ABSTRACT

This research purposed to explore and analyze the photosynthesis concepts understanding of 40 grade 12 science-mathematics program students, who were selected by purposive sampling from a school in Nakhon Ratchasima during the 2009 academic year. The data were collected by 30 questions photosynthesis concepts test: 4 open-ended questions, and 26 multiple-choice including explanation questions. Next, the contents data were analyzed and classified were 5 degrees as the following: sound understanding (SU), partial understanding (PU), partial understanding with alternative conception (PU/AC), alternative conception (AC), and no understanding (NU). After that, the student conception categories were descriptive statistics analyzed by percentage. Finally, data analysis were determined by expert. The result showed that the most students none sound understanding but had alternative conception in all topics, especially carbon dioxide fixation in  $C_3$  plant (70%), photorespiration (65%), carbon dioxide fixation in  $C_4$  plant (57.5%), carbon dioxide fixation in CAM plant (57.5%) and light reaction (50%), respectively. Furthermore, the students had partial understand with alternative conception in pigment in light reaction (85%), factors affect photosynthesis rate (75%), the study of photosynthesis (72.5%), respectively and had partial understand in plant adaptation under light intensity (40%). This research indicates that the students lack meaningful understanding. Thus, the teacher should use this result to plan in teaching and learning on photosynthesis for the students had more sound understanding.

**Keywords :** Concepts, Photosynthesis

E-mail : arunmai@hotmail.com

## คำนำ

การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นแนวคิดพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อความเข้าใจแนวคิดอื่น เช่น นิเวศวิทยา การถ่ายทอดพลังงาน เป็นต้น (Lumpe and Staver, 1995) และจัดเป็นหนึ่งในเนื้อหาของสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในทุกระดับการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) แต่เนื่องจากเนื้อหาที่มีลักษณะซับซ้อนและต้องเชื่อมโยงความสัมพันธ์หลายแนวคิด จึงเป็นเรื่องที่เข้าใจยากสำหรับนักเรียน (Waheed & Lucas, 1992) ส่งผลให้นักเรียนไม่เข้าใจและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น (Ozay and Oztas, 2003; Ekici, Ekici, and Aydin, 2007)

จากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งเชื่อว่า การสร้างความรู้ของนักเรียนเกิดจากการเชื่อมโยงความรู้นี้เดิมกับความรู้จากกระบวนการเรียนรู้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.) 2550) ดังนั้น หากนักเรียนมีความรู้เดิมคลาดเคลื่อน อาจส่งผลให้การสร้างความรู้ใหม่เกิดขึ้นได้ยาก (Tytler, 2002) ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องต่อไป

## วัตถุประสงค์

เพื่อสำรวจและวิเคราะห์แนวคิดหลังเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนแห่งหนึ่งของจังหวัดนครราชสีมา

## อุปกรณ์และวิธีการ

### เครื่องมือวิจัย

แบบสำรวจแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วย คำถามแบบปลายเปิดให้อธิบายคำตอบ 4 ข้อ และคำถามแบบเลือกตอบพร้อมอธิบายเหตุผล 26 ข้อ ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ความตรงเชิงเนื้อหา และภาษา จากผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการสร้างเครื่องมือวิจัย ด้านการวิจัยแนวคิด และครูผู้สอนชีววิทยา โดยผ่านการทดลองใช้ พบว่า มีความเหมาะสมทางภาษา และระยะเวลาในการใช้เครื่องมือ

### วิธีการ

ผู้วิจัยสำรวจแนวคิดโดยใช้แบบสำรวจแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่ผ่านการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ในรายวิชาชีววิทยา 4 (ว40244) จำนวน 40 คน โดยมาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากนักเรียน 120 คน ในโรงเรียนแห่งหนึ่งของจังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 3 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาโดยการเปรียบเทียบคำตอบและคำอธิบายเหตุผลกับแนวคิดวิทยาศาสตร์และจำแนกประเภทแนวคิดเป็น 5 ระดับ ตามหลักการจำแนกของ Abraham *et al.* (1992) ดัง Table 1 จากนั้นจึงวิเคราะห์เชิงสถิติโดยหาค่าร้อยละในแต่ละระดับแนวคิด และเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องโดยการลงความคิดเห็นต่อผลการวิเคราะห์ข้อมูลว่าเห็นด้วยหรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ แล้วจึงนำผลการตรวจสอบตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

Table 1 Evaluation Scale for the Students' Answers

Degree of understanding	Criteria for Scoring
No understanding (NU)	Blank, repeats question, irrelevant or unclear response, no explanation given for choice of answer
Alternative conception (AC)	Scientifically incorrect responses
Partial understanding with alternative conception (PU/AC)	Responses that show understanding of the concept, but that also contain alternative conception
Partial understanding (PU)	Responses that contain a part of the scientifically accepted concept
Sound understanding (SU)	Responses that contain all part of the scientifically accepted concept

## ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการสำรวจแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน เป็นเพศชาย 11 คน และเพศหญิง 29 คน อายุ 16-18 ปี พบว่า นักเรียนมีแนวคิดในแต่ละเรื่องแตกต่างกัน ดัง Table 2

Table 2 Students conceptions on topics in photosynthesis.

Topics	Degree of students understanding (Percentages)				
	SU	PU	PU/AC	AC	NU
1. The study of photosynthesis	0	2.5	72.5	25	0
2. Chloroplast structures	0	22.5	55	22.5	0
3. Pigment in light reaction	0	5	85	5	5
4. Light reaction	0	0	47.5	50	2.5
5. Carbon dioxide fixation in C <sub>3</sub> Plant	0	0	30	70	0
6. Photorespiration	0	0	30	65	5
7. Carbon dioxide fixation in C <sub>4</sub> Plant	0	5	35	57.5	2.5
8. Carbon dioxide fixation in CAM Plant	0	0	32.5	57.5	10
9. Factors affect photosynthesis rate	0	17.5	75	5	2.5
10. Plant adaptation under light intensity	0	40	25	35	0

Note : SU = sound understanding; PU = partial understanding; PU/AC = partial understanding with alternative conception; AC = alternative conception; NU = no understanding

จากผลการสำรวจ เรื่อง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (The study of photosynthesis) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 72.5) มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/AC) เช่น อธิบายปัจจัยที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสง (น้ำ แสง CO<sub>2</sub> และคลอโรฟิลล์) ได้เพียงบางปัจจัย รวมทั้งมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าดิน O<sub>2</sub> และปุ๋ย/ธาตุอาหาร เป็นปัจจัยที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสง อีกทั้งยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าน้ำ ดิน แร่ธาตุ/ธาตุอาหาร/ปุ๋ย O<sub>2</sub> แป้ง ลิพิด และโปรตีน เป็นอาหารของพืช ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Ozay and Oztas (2003); พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และคณะ (2546); สิริณากิจเกื้อกูล และนฤมล ยุตาคม (2547) ที่พบว่า น้ำ ดิน ปุ๋ย/แร่ธาตุ/ธาตุอาหาร เป็นอาหารของพืช ในประเด็นนี้ Kinchin (2000) ได้อธิบายว่า แนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับอาหารของพืช เกิดจากความสับสนและการแปลความหมายตามบริบท (context) เช่น ในบริบทของผู้ลดความอ้วน คำว่า “อาหาร” อาจจะรวมถึง น้ำและแร่ธาตุนอกจากนี้ยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี 3 ขั้นตอน ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น “การสังเคราะห์ด้วยแสง ขั้นตอนแรกต้องเกิดขั้นตอนใช้แสงก่อน แล้วจึงเกิดขั้นตอนไม่ใช้แสง และขั้นตอนตรึง CO<sub>2</sub> ตามลำดับ” และพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความหมายของการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ถูกต้องบางส่วน เช่น “การสังเคราะห์ด้วยแสง คือ การสร้างอาหารของพืช” หรือ “การเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี” รวมทั้งเขียนสรุปสมการได้ไม่สมบูรณ์ หรือไม่ถูกต้อง ตัวอย่างดัง Figure 1

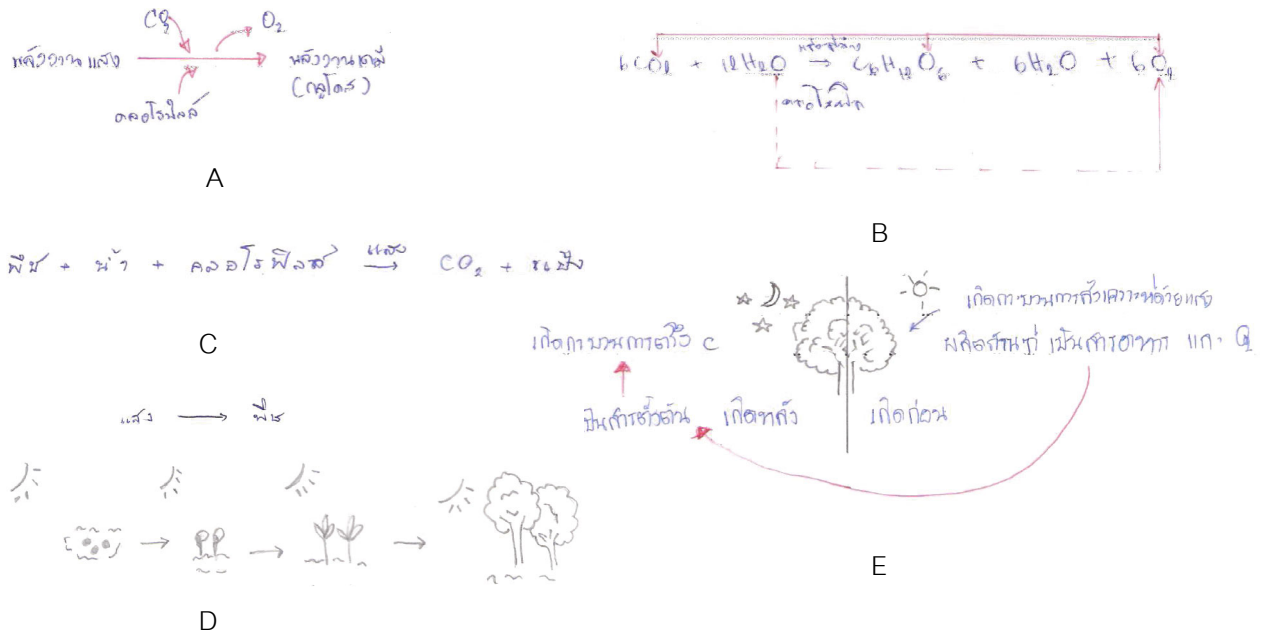


Figure 1 Photosynthesis equation by A. partial understanding students (PU), B. partial understanding with alternative conception students (PU/AC) and C. – E. alternative conception students (AC).

โครงสร้างของคลอโรพลาสต์ (Chloroplast structures) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 55) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (AC) ว่า คลอโรพลาสต์มีสีเขียวเข้มแดง หรือการปรากฏสีของคลอโรพลาสต์เกิดจากสารที่อยู่ในส่วนของผนังเซลล์ เยื่อหุ้มคลอโรพลาสต์ และแพลลิสโตไมโทฟิลล์ หรือปฏิกิริยาแสงเกิดในเยื่อหุ้มคลอโรพลาสต์ และเยื่อหุ้มเซลล์ ส่วนปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นในกรานุมและไทลาคอยด์

สารสีในปฏิกิริยาแสง (Pigment in light reaction) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 85) มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/AC) เกี่ยวกับบทบาทของคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งเป็นศูนย์กลางปฏิกิริยา (reaction center) และสารสีแอนเทนนา (antenna) โดยนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนว่าสารสีทำหน้าที่ดูดกลืนแสง แต่ไม่สามารถระบุข้อแตกต่างเกี่ยวกับหน้าที่ของสารสีทั้งสองประเภทได้ รวมทั้งมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ ตัวอย่างคำตอบ เช่น “คลอโรฟิลล์มีสีเขียวซึ่งเกิดจากการดูดกลืนแสงสีเขียวไว้...” หรือ “คลอโรฟิลล์มีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงสีเขียวและสะท้อนแสงสีแดงและน้ำเงินได้ดี จึงทำให้เรามองเห็นคลอโรฟิลล์มีสีเขียว” เป็นต้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการทบทวนความรู้พื้นฐานทางฟิสิกส์เกี่ยวกับการดูดกลืนและการสะท้อนแสง รวมทั้งมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแหล่งที่อยู่ของสารสี เช่น นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าเยื่อไทลาคอยด์ (T) และคลอโรพลาสต์ (Ch) อยู่ในระบบแสง (PS) ดัง Figure 2

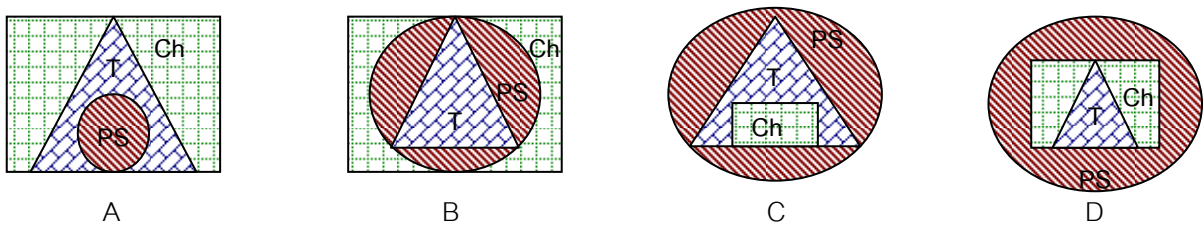


Figure 2 A Model by A. sound understanding students (SU) and B.- D. alternative conception students (AC).

ปฏิกิริยาแสง (light reaction) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 50) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (AC) เกี่ยวกับบทบาทของน้ำ บทบาทของ  $\text{NADP}^+$  บทบาทของแสง และบทบาทของตัวถ่ายทอดอิเล็กตรอน โดยมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าน้ำมีบทบาทเป็นตัวทำละลายและช่วยลำเลียงสาร ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของฐิติมา สุขภิมนตรี (2531) นอกจากนี้ยังพบแนวคิดคลาดเคลื่อนเพิ่มเติมว่าน้ำช่วยในการดูดกลืนแสงและเป็นแหล่งอาหาร สำหรับบทบาทของ  $\text{NADP}^+$  พบว่า นักเรียนเกิดความสับสนระหว่าง  $\text{NADP}^+$  กับ  $\text{NADPH}$  ตัวอย่างคำตอบ เช่น “ $\text{NADP}^+$  เป็นผลิตภัณฑ์จากขั้นตอนใช้แสง” หรือ “ $\text{NADP}^+$  เป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์” ส่วนบทบาทของแสงมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าแสงเป็นตัวให้อิเล็กตรอนและแยกสลายโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับบทบาทของตัวถ่ายทอดอิเล็กตรอนว่าเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ช่วยดูดกลืนแสงและสังเคราะห์น้ำตาล

การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช  $\text{C}_3$  (Carbon dioxide fixation in  $\text{C}_3$  Plant) พบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องนี้มากที่สุดถึงร้อยละ 70 เช่น มีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าพืชใช้แสง น้ำ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) ออกซิเจน และกรดออกซาลิโคแอซิดิก (OAA) เป็นวัตถุดิบในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ และได้ผลิตภัณฑ์เป็นออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ลิพิด โปรตีน นอกจากนี้นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ว่า หากพืชขาดคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นวัตถุดิบแล้วจะส่งผลกระทบต่อปริมาณสารในวัฏจักรคัลวิน เช่น ATP NADPH RuBP PGA และน้ำตาล (G3P) อย่างไร

โฟโตเรสไพเรชัน (Photorespiration) หรือการหายใจเชิงแสง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (AC) สูงถึงร้อยละ 65 ตัวอย่างคำตอบที่แสดงถึงแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดโฟโตเรสไพเรชัน เช่น “ในขณะที่พืชได้รับแสงจะไม่สามารถตรึงออกซิเจนได้” หรือ “ในขณะที่พืชได้รับแสงพืชจะตรึงเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์และปล่อยออกซิเจนออกมาเท่านั้น” หรือบางคนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าโฟโตเรสไพเรชันเหมือนกับการหายใจ นอกจากนี้ยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างโฟโตเรสไพเรชันกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยนักเรียนคิดว่าโฟโตเรสไพเรชันมีความสัมพันธ์กับขั้นปฏิกิริยาแสง ตัวอย่างคำตอบเช่น “โฟโตเรสไพเรชันต้องอาศัยระบบแสง ทำให้เกิดปฏิกิริยาเช่นเดียวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง” หรือ “...เกิดผลิตภัณฑ์สุดท้ายเหมือนกัน คือ ATP น้ำ ออกซิเจน” ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์กับการเกิดโฟโตเรสไพเรชันได้

กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช  $\text{C}_4$  พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 57.5) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (AC) ว่ากล้วยไม้ แก้ว มะม่วง และสับปะรด เป็นพืช  $\text{C}_4$  หรือบางคนตอบด้วยความไม่เข้าใจแต่เป็นการจดจำจากหนังสือ ตัวอย่างคำตอบเช่น “อ้อยเป็นพืช  $\text{C}_4$  เพราะอ่านเจอในหนังสือเรียนชีววิทยา ม.5” นอกจากนี้นักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ว่า “พืช  $\text{C}_4$  จะมีกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ผลิตภัณฑ์ตัวแรก คือ ฟอสโฟกลีเซอเรต (PGA)” หรือ “พืช  $\text{C}_4$  มีโอกาสเกิดโฟโตเรสไพเรชันมาก”

กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 57.5) มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (AC) เกี่ยวกับกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ตัวอย่างคำตอบเช่น “พืช CAM จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์โดยกรดฟอสโฟอินอลไพรูวิก (PEP) ในตอนกลางวันและสร้างน้ำตาลในตอนกลางคืน” นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุข้อแตกต่างระหว่างการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช CAM กับพืช  $\text{C}_3$  และพืช  $\text{C}_4$  ได้

ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 75) มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/AC) โดยนักเรียนอธิบายถึงปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (อายุใบ อุณหภูมิ ฤดูอาหาร ความเข้มแสง คาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณน้ำที่พืชได้รับ) ได้เพียงบางปัจจัย ในขณะที่เดียวกันก็มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (AC) ว่า ดิน แสง น้ำตาล ออกซิเจน และคาร์โบไฮเดรต เป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการสำรวจในเรื่องของการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงซึ่งนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า “ดินและออกซิเจนเป็นปัจจัยที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสง” และ “แสงเป็นอาหารของพืช”

การปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 40) มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง (การปรับตัวของพืช การปรับโครงสร้าง การควบคุมการรับแสงและการจัดเรียงตัวของใบ) ได้เพียงบางส่วน นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (AC) ในเรื่องนี้ถึงร้อยละ 35 ตัวอย่างคำตอบเช่น “พืชในสภาพแวดล้อมที่มีปริมาณแสงมาก จะมีการปรับตัวโดยการแตกยอด แตกกิ่งก้าน เพิ่มจำนวนใบและขนาดลำต้นเพื่อช่วยรับแสงในการสังเคราะห์ด้วยแสง”

## สรุปและเสนอแนะ

### สรุป

จากผลการสำรวจแนวคิดหลังเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนแห่งหนึ่งของจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แบบสำรวจแนวคิด วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและเชิงปริมาณโดยใช้สถิติร้อยละ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดแนวคิดที่ถูกต้อง (SU) แต่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (AC) ในทุกหัวข้อ โดยส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (AC) เกี่ยวกับการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช  $C_3$  (ร้อยละ 70) โฟโตเรสไพเรชัน (ร้อยละ 65) การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช  $C_4$  (ร้อยละ 57.5) การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช CAM (ร้อยละ 57.5) และปฏิกิริยาแสง (ร้อยละ 50) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/AC) เกี่ยวกับสารสีในปฏิกิริยาแสง (ร้อยละ 85) ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง (ร้อยละ 75) การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (ร้อยละ 72.5) และโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ (ร้อยละ 55) ตามลำดับ รวมทั้งมีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) เกี่ยวกับการปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง (ร้อยละ 40)

### ข้อเสนอแนะ

1. ครูผู้สอนควรนำข้อมูลความเข้าใจแนวคิดจากการวิจัยมาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นแนวคิดเป็นรูปธรรมเพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนและส่งเสริมให้เกิดแนวคิดที่ถูกต้องในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป
2. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาถึงสาเหตุของการเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อน วิธีการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

### เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ฐิติมา สุขภิมนตรี. 2531. **การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และคณะ. 2546. การสำรวจแนวคิดเนื้อหาชีววิทยาของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู. **วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)** 24 : 133-44.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.). 2550. **การจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล และนฤมล ยุตาคม. 2547. การศึกษาแนวคิด เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4. **วารสารเกษตรศาสตร์ (สังคม)** 25 : 139-149.
- Abraham, M.R., *et al.* 1992. Understanding and misunderstanding of eighth graders of five chemistry concepts found in textbook. **Journal of Research in Science Teaching** 29: 105-120.
- Ekici, F., E. Ekici and F. Aydin. 2007. Utility of concept cartoons in diagnosing and overcoming misconceptions related to photosynthesis. **International Journal of Environmental & Science Education** 2 (4) : 111-124.
- Kinchin, Ian M. 2000. Review : from 'ecologist' to 'conceptual ecologist' : the utility of the conceptual ecology analogy for teachers of biology. **Journal of Biological Education** 34(4) : 178-183.
- Lumpe, T. and R. Staver. 1995. Peer collaboration and concept development : Learning about photosynthesis. **Journal of Research in Science Teaching** 32(1) : 71-98.
- Ozay, E. and H. Oztas. 2003. Case Study : Secondary student' interpretations of photosynthesis and plant nutrient. **Journal of Biological Education** 37(2) : 68-70.
- Tyler, R. 2002. Teaching for understanding in science: Student conceptions research and changing views of learning. **Australian Science Teachers' Journal** 48: 14 – 21.
- Waheed, T. and A. Lucas. 1992. Understanding interrelated topics: Photosynthesis at age 14<sup>+</sup>. **Journal of Biological Education** 26: 193–199.