สำรวจแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4

Senior Students' Photosynthesis Understanding

สิรินภา กิจเกื้อกูล [1] และ นฤมล ยุตาคม [2]

Sirinapa Kijkuakul and Naruemon Yutakom

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จำนวน 38 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพปริมณฑล ปีการศึกษา 2545 ซึ่งเป็นปีสุดท้ายก่อนที่โรงเรียนจะเริ่มใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 ที่บังคับใช้ทั่วประเทศในปีการศึกษา 2546 เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสำรวจแนวคิดที่ประกอบด้วยคำถามปลายเปิด และแบบเลือกตอบพร้อมอธิบายเหตุผล แนวคิดที่สำรวจได้แก่ พืชและอาหารของพืช คลอโรฟีลล์ บทบาทของอิเล็กตรอน แหล่งพลังงาน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจของพืช และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับบทบาทของอิเล็กตรอน และบทบาทของคลอโรฟีลล์ในปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งแนวคิดที่คลาดเคลื่อนนี้อาจเป็นผลมาจากการมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางเคมีที่สัมพันธ์ต่อการเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

ABSTRACT

This paper purposed to study the photosynthesis conceptions hold by senior high school students (N = 38) at a Bangkok suburban high school in Thailand during the 2001 academic schooling year, before the science education reform would be operated compulsorily in the 2003 academic year. A concept test was adapted from Barker's (1985), comprising open-ended questions and multiple choices including explanations to identify the student conceptions about photosynthesis conceptions connected with plants and their food, chlorophyll, electron roles, energy sources, photosynthesis process, plant respiration and photosynthesis factors. The results of this study have provided data which show that, the students have little understanding about photosynthesis conceptions. In addition, this indicates that the students' misunderstanding about electron roles and chlorophyll roles in photosynthesis process may be related to their confused prior knowledge of chemical concepts.

Key words: photosynthesis, senior high school students

S. Kijkuakul: sirin161@yahoo.com, g4486016@ku.ac.th

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ ฯ 10900

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

[2] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ ฯ 10900

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

คำนำ

แนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญต่อการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางชีวภาพ เช่น การถ่ายเทพลังงาน การใช้พลังงาน และ หลักการเกี่ยวกับนิเวศวิทยา (Lumpe และ Staver, 1995) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงบอกถึงเรื่องราวของพืชที่สามารถใช้คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานแสงในการสร้างอาหารหรือน้ำตาลให้กับพืชเองและปล่อยออกซิเจนออกมาเป็นผลพลอยได้ให้กับสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนโลกใบนี้ ดังนั้นการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงจัดว่าเป็นกระบวนการทางชีวภาพที่สำคัญควรแก่การศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2533; 2534; สสวท, 2545; AAAS, 2001)

จากการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2545) ซึ่งรับผิดชอบต่อการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศ ได้กำหนดให้การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในทุกระดับการศึกษา ได้แก่ ช่วงชั้นที่ 1 คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ช่วงชั้นที่ 2 คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ช่วงชั้นที่ 3 คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และช่วงชั้นที่ 4 คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงในช่วงชั้นที่ 1 นักเรียนจะได้ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของโครงสร้างต่าง ๆ ของพืช และในช่วงชั้นที่ 2 นักเรียนจะได้ศึกษาถึงปัจจัยบางประการที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับในช่วงชั้นที่ 3 นักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของพืช วัตถุดิบที่พืชใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง และความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์ด้วยแสงกับระบบนิเวศ ซึ่งความรู้ในช่วงชั้นที่ 3 นี้จัดเป็นความรู้พื้นฐานของการสังเคราะห์ด้วยแสงสำหรับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งนักเรียนช่วงชั้นนี้ จะศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ครอบคลุมถึงการศึกษาสารในระดับชีวเคมีโมเลกุล การเปลี่ยนแปลงพลังงานชีวภาพ พันธะเคมี และ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นขณะที่พืชสังเคราะห์ด้วยแสง

การตระหนักถึงความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงมิได้จำกัดอยู่เพียงแค่ในประเทศไทยเท่านั้น ในต่างประเทศได้ให้ความสำคัญในการศึกษาแนวคิด เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น อเมริกา (Lumpe และ Staver, 1995; Wandersee, 1983; 1985) ออสเตรเลีย (Haslam และ Treagust, 1987; Treagust, 1988; 1991) อิสราเอล (Amir และ Tamir, 1994; 1995; Eisen และ Stavy, 1993) และ นิวซีแลนด์ (Barker, 1985; Barker และ Carr, 1989) ซึ่งจากผลการวิจัยศึกษาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น นักเรียนคิดว่า “การสังเคราะห์ด้วยแสงคือการหายใจของพืช...” (Amir และ Tamir, 1995: 7) “ดินคือ อาหาร [ของพืช]…” (Wandersee, 1985: 587) “พืชหายใจเฉพาะตอนกลางคืน พืชสังเคราะห์ด้วยแสงเฉพาะตอนกลางวัน” (Eisen และ Stavy, 1993: 123; Haslam และ Treagust, 1987: 206) เป็นต้น

Gunstone ได้กล่าวถึงสาเหตุหนึ่งของการมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไว้ใน *The Australian Science Teachers Journal* เมื่อปี ค.ศ. 1990 ว่า การมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเป็นผลมาจากการมีทัศนะทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง ซึ่ง “ทัศนะทางวิทยาศาสตร์” (scientific views) นี้หมายถึง ความเชื่อเดิมที่เกิดจากการตีความหมายประสบการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนได้พบเป็นประจำทั้งในและนอกห้องเรียน ดังนั้น อาจเป็นไปได้ว่า หากนักเรียนมีความเชื่อเดิมที่ผิดหรือขัดแย้งต่อการสร้างแนวคิดใหม่ที่ถูกต้อง นักเรียนอาจไม่สามารถแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของตนได้ ซึ่งในประเด็นนี้ Hazel และ Prosser (1994: 4) และ Treagust (1987: 209; 1991: 43) ได้เสนอแนะไว้ว่า การสำรวจแนวคิดของนักเรียนก่อนการเรียน น่าจะเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ครูผู้สอนรู้ว่านักเรียนกำลังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ อย่างไร และครูสามารถนำข้อมูลที่ได้นี้ไปใช้พัฒนาการสอนได้ตรงกับสภาพจริงของนักเรียน

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษางานวิจัยภายในประเทศไทย พบว่า มีงานวิจัยจำนวนน้อยมาก ที่ศึกษาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ตัวอย่างเช่น ฐิติมา (2531) วิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยค่าสถิติไคสแควร์ (chi-square) พบว่า นักเรียน มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหน้าที่และบทบาทของน้ำในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้ กระทรวงศึกษาธิการ (2532) ยังได้วิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดทางชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการคำนวณร้อยละ พบว่า นักเรียนร้อยละ 7.52 มีแนวคิดที่สมบูรณ์ ร้อยละ 18.00 มีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 0.46 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน และร้อยละ 74.02 มีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับบทบาทของคลอโรฟิลล์และคลอโรพลาสต์ เป็นต้น

ดังนั้น เพื่อส่งเสริมการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยในฐานะครูชีววิทยาของช่วงชั้นที่ 4 และนิสิตปริญญาเอก โครงการผลิตนักวิจัยพัฒนาด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จึงสนใจการสำรวจแนวคิดของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงที่เหมาะสมต่อไป

วิธีการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนที่เรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 13 คน และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้นเป็นจำนวน 38 คน (N = 38)

เครื่องมือวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงและประยุกต์ใช้แบบสำรวจแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของ Barker (1985) แบบสำรวจที่ใช้ประกอบด้วยคำถามปลายเปิดแบบมีตัวเลือก และที่ว่างให้อธิบายเหตุผล จำนวน 14 ข้อ ซึ่งครอบคลุมแนวคิดเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ พืช และอาหารของพืช คลอโรฟิลล์ บทบาทของอิเล็กตรอน แหล่งพลังงาน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงกับ

การหายใจของพืช และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

วิธีเก็บรวมรวมข้อมูล

1. ติดต่อโรงเรียนเพื่อขอสำรวจแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ในเดือนกรกฎาคม ภาคต้น ปีการศึกษา 2545 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่านการเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแล้ว

2. สุ่มตัวอย่างแบบง่ายจากนักเรียนแต่ละระดับชั้นในช่วงชั้นที่ 4 จากการสุ่มได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) จำนวน 15 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ม.5) จำนวน 13 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ม.6) จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้น 38 คน จากนั้นให้นักเรียนทำแบบสำรวจแนวคิดพร้อมกันโดยใช้เวลา 50 นาที

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัย ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. อ่านคำตอบและการอธิบายเหตุผลของนักเรียนทุกคนในแต่ละคำถามเพื่อดูภาพรวมของคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด

2. นำคำตอบและคำอธิบายของนักเรียนมาจำแนกเป็นกลุ่มดังนี้

กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันครบทุกแนวคิดและสามารถเชื่อมโยงแนวคิดนั้น ๆ ได้

กลุ่มที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันอย่างน้อย 1 แนวคิด

กลุ่มที่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันเพียงบางส่วน และยังคงมีบางส่วนที่ไม่สอดคล้อง

กลุ่มที่ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน

กลุ่มที่ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าไม่เข้าใจ

3. คำนวณความถี่ของคำตอบในแต่ละกลุ่มใน จากนั้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับจำนวนนักเรียนของแต่ละระดับชั้น และจำนวนนักเรียนรวมทั้งหมด

ผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการสำรวจแนวคิดของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 เกี่ยวกับเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดย่อย ๆ ดังนี้ พืชและอาหารของพืช คลอโรฟีลล์ บทบาทของอิเล็กตรอน แหล่งพลังงาน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจของพืช และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง พบว่า นักเรียนชั้น ม. 4 ม. 5 และ ม. 6 มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ในแต่ละแนวคิดย่อยแตกต่างกันไป

ผลการสำรวจภาพรวมแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้คำถาม การสังเคราะห์ด้วยแสงคืออะไร พบว่านักเรียนส่วนใหญ่หรือประมาณร้อยละ 68 ของนักเรียนทั้งหมด (N = 38) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงเพียงบางส่วนหรือบางแนวคิด เช่น “การสังเคราะห์ด้วยแสงคือการสร้างอาหารของพืช” ซึ่งยังไม่ครอบคลุมทุกแนวคิดเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งประกอบด้วย (1) การสร้างอาหาร (2) น้ำตาล (3) สมการการสังเคราะห์ด้วย

แสง และ (4) พลังงานแสง นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มักจะเขียนตอบโดยใช้ภาษาเขียนตามแบบฉบับของหนังสือเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ว่า "...เราเรียกการสร้างอาหารของพืชว่า การสังเคราะห์ด้วยแสง..." (กระทรวงศึกษาธิการ, 2543: 6)

ผลการสำรวจแนวคิดย่อยเรื่องพืชและอาหารของพืช ซึ่งเป็นแนวคิดสำคัญที่จะบอกถึงสาเหตุว่าทำไมพืชจึงต้องมีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง พบว่า ถึงแม้นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 63) จะเข้าใจว่าการสังเคราะห์ด้วยแสงคืออาหารของพืช ซึ่งก็คือน้ำตาล แต่ยังมีนักเรียนกว่าครึ่ง ที่เข้าใจคลาดเคลื่อนว่า น้ำ แร่ธาตุ ปุ๋ย ก็เป็นอาหารของพืชด้วยเช่นกัน จากคำตอบเหล่านี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และเมื่อพิจารณาเป็นระดับชั้นพบว่านักเรียนชั้น ม. 4 ร้อยละ 35 นักเรียนชั้น ม. 5 ร้อยละ 31 และนักเรียนชั้นม. 6 ร้อยละ 10 ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอาหารของพืช นักเรียนกลุ่มนี้เข้าใจว่า น้ำและแร่ธาตุเป็นอาหารของพืช

จากการวิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดเรื่องบทบาทของอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง พบว่า นักเรียนชั้น ม. 4 ซึ่งยังไม่เคยเรียนเกี่ยวกับอิเล็กตรอนมาก่อน ยังไม่สามารถอธิบายแนวคิดเรื่องนี้ได้ อย่างไรก็ตามแม้นักเรียนชั้น ม. 5 ซึ่งเพิ่งเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงจบ ก็ไม่สามารถบอกถึงความสำคัญของการถ่ายทอดอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ มีนักเรียนชั้น ม. 5 เพียงร้อยละ 31 เท่านั้นที่เข้าใจว่าการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะให้พลังงานเพื่อนำไปสร้าง ATP สำหรับนักเรียนชั้น ม. 6 ที่เรียนเรื่องอิเล็กตรอนผ่านไปแล้วทั้งในวิชาชีววิทยา และวิชาเคมี กลับมีเพียงร้อยละ20 เท่านั้นที่รู้ถึงบทบาทความสำคัญของอิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายทอดภายในปฏิกิริยา

เมื่อพิจารณาความเข้าใจของนักเรียน (N=38) เกี่ยวกับแนวคิดเรื่องคลอโรฟิลล์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจถึงบทบาทของคลอโรฟิลล์ว่าเป็นรงควัตถุหรือสารที่มีสีเขียวสามารถดูดกลืนแสงได้ และเป็นบริเวณที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่มีนักเรียนเพียงร้อยละ 3 ที่สามารถระบุถึงการทำงานของคลอโรฟิลล์ว่ามีระบบแสง (photosystem) ทำหน้าที่เป็นหน่วยรับแสงที่สามารถดูดกลืนพลังงานแสงได้ สำหรับนักเรียนชั้น ม. 5 มีนักเรียนเพียง 1 คน (n = 15) ที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สมบูรณ์เกี่ยวกับบทบาทของคลอโรฟิลล์

จากการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องแหล่งพลังงานของการสังเคราะห์ด้วยแสง พบว่ามีนักเรียนเพียงร้อยละ 21 (N = 38) ที่เข้าใจว่าแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน (ตามธรรมชาติ) เพียงแหล่งเดียวของการสังเคราะห์ด้วยแสง และเมื่อพิจารณาทีละระดับชั้น พบว่านักเรียนชั้น ม. 4 ร้อยละ 87 นักเรียนชั้น ม. 5 ร้อยละ 69 และ นักเรียนชั้น ม. 6 ร้อยละ 60 เข้าใจคลาดเคลื่อนว่า นอกจากแสงอาทิตย์แล้วพืชยังได้รับพลังงานจากแหล่งพลังงานอื่น ๆ อีก เช่น ดิน น้ำ แร่ธาตุ และคาร์บอนไดออกไซด์ ตัวอย่างเหตุผลที่นักเรียนใช้อธิบายแนวคิดนี้ก็คือ "แหล่งพลังงาน คือ คาร์บอนไดออกไซด์ และ พระอาทิตย์ เพราะ พืชจะได้รับพลังงานจากการหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง"

ความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง การสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจ จัดเป็นปัญหาหนึ่งที่พบได้จากผลการวิจัยนี้ โดยปกติเมื่อพืชได้รับแสง ปฏิกิริยาแสง (light independent reaction) จะดำเนินการสร้างผลิตภัณฑ์ที่พืชจะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง (light dependent reaction) หรืออีกนัยหนึ่ง อาจกล่าวได้ว่า เมื่อพืชได้รับแสงในระดับที่พืชสามารถสร้างผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาแสงได้แล้ว พืชก็ไม่จำเป็นต้องได้รับแสงเพื่อการเกิดปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสงต่อไป แต่จากการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียน พบว่า มากกว่าร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด (N = 38) เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับช่วงเวลาของการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช เช่น “การสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจเกิดขึ้นเฉพาะตอนกลางวัน” “การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นตอนกลางวัน และให้ O_2 การหายใจเกิดตอนกลางคืนและคาย CO_2

ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยทุก ๆ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งได้แก่ ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และความเข้มข้นของออกซิเจน และจำนวนของใบ พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 90 (N=38) เข้าใจว่าแสง และจำนวนของใบ มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง และมีนักเรียนถึงร้อยละ 70 (N=38) ที่เข้าใจว่าเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง เหตุผลส่วนใหญ่ที่นักเรียนใช้อธิบายถึงปัจจัยเหล่านี้ก็คือ “...เพราะปัจจัยนี้เป็นสิ่งที่พืชใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง”

สำหรับปัจจัยทางด้าน อุณหภูมิ แร่ธาตุ และความเข้มข้นของออกซิเจน มีนักเรียนน้อยกว่าร้อยละ 50 (N=38) ที่เข้าใจว่าปัจจัยเหล่านี้มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ตัวอย่างเช่น นักเรียนคิดว่าออกซิเจนคือผลพลอยได้ที่ไม่ใช่วัตถุดิบของการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้น ออกซิเจนจึงไม่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้ ยังเป็นที่น่าสังเกตว่า ถึงแม้นักเรียนบางคนคิดว่าแร่ธาตุคืออาหารของพืช แต่นักเรียนกลับคิดว่าแร่ธาตุนั้นไม่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

สรุป

จากผลการสำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยใช้แบบวัดแนวคิดที่ประยุกต์จาก Barker (1985) พบว่า ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมาของ Anderson, Sheldon และ Dubay (1990); Barker (1985); Ozay และ Oztas (2003) และ Wandersee (1983; 1985) กล่าวคือ สิ่งที่นักเรียนพยายามอธิบายในแบบวัด คือ การพยายามเลียนแบบและการท่องจำเนื้อหาจากแบบเรียนมากกว่าจะแสดงความเข้าใจที่แท้จริงของตนออกมา

นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงคล้ายกับสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีต เช่น Van Helmont เคยเข้าใจเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ตัวอย่างเช่น แนวคิดย่อยเกี่ยวกับอาหารของพืชซึ่ง Van Helmont เชื่อว่า “อาหารของพืช คือ น้ำ ที่พืชดูดซึมได้จากดิน” (Wandersee, 1985: 593) และเมื่อพิจารณาในแต่ละระดับชั้นจะพบว่า แนวคิดที่คลาดเคลื่อนนี้ติดอยู่ในความเข้าใจของนักเรียนตลอดเวลา ไม่ว่านักเรียนจะเรียนอยู่ในระดับใดแล้วก็ตาม

แนวคิดเกี่ยวกับบทบาทของอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นแนวคิดที่นักเรียนมีความเข้าใจน้อยที่สุด เพราะถึงแม้นักเรียนชั้น ม. 5 และชั้น ม. 6 จะเคยเรียนเกี่ยวกับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนมาแล้วทั้งในวิชาชีววิทยาและวิชาเคมี แต่นักเรียนทั้งสองระดับชั้นยังไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทั้งสองสาขานี้ได้ ตัวอย่างเช่น ความรู้เกี่ยวกับพันธะเคมี จะสัมพันธ์กับความรู้เรื่องการคายพลังงานของอิเล็กตรอนในคลอโรฟิลล์ที่อยู่ในสภาวะกระตุ้น (excited state) โดยแสงไปสู่สภาวะที่เสถียร (ground state) ดังนั้นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาการสอนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงประการหนึ่ง ก็คือ ควรมีการทบทวนแนวคิดพื้นฐานทางเคมีของนักเรียนเกี่ยวกับ โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี และการถ่ายทอดพลังงานให้กับนักเรียนก่อนเรียนเรื่องปฏิกิริยาแสงของการสังเคราะห์ด้วยแสง

แนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจก็เป็นอีกแนวคิดหนึ่งที่นักเรียนจำนวนมากมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ซึ่งจากการวิเคราะห์หลักสูตร พบว่าจากการที่หลักสูตรวิทยาศาสตร์ได้กำหนดให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และการหายใจที่เน้นไปทางการหายใจของสัตว์นั้น อาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสนและเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าการหายใจของสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดนั้นแตกต่างกัน เช่น นักเรียนบางคนเข้าใจว่าพืชหายใจเฉพาะตอนกลางคืน เพราะตอนกลางวันพืชต้องสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งในประเด็นนี้ Songer และ Mintzes (1994); Haslam และ Treagust (1987) ได้เสนอแนะว่า ครูผู้สอนควรเป็นผู้วิเคราะห์เนื้อหาหลักสูตรเพื่อนำมาจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาด้วยตนเอง อีกทั้งควรให้ความสำคัญกับการเรียงลำดับเนื้อหา หรือแนวคิดที่นักเรียนมักเข้าใจคลาดเคลื่อน ดังเช่น กรณีของการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจ ก็อาจช่วยลดปัญหาการเกิดความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนได้

ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ครูควรตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับพลังงานและปฏิกิริยาเคมีในสิ่งมีชีวิต รวมทั้งหยิบยกแนวคิดที่นักเรียนมักเข้าใจคลาดเคลื่อนมาเป็นประเด็นให้นักเรียนได้อภิปราย ทั้งนี้เพื่อให้ครูทราบถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อนที่ติดตัวอยู่กับนักเรียนมาแต่เดิม นอกจากนี้ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจ และหยิบยกเรื่องราวการค้นพบความรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตมาให้นักเรียนอภิปรายและวิเคราะห์ว่าแนวคิดนั้นๆ สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันหรือไม่ เพราะเหตุใด

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ 2532. *รายงานการศึกษาแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนและความเข้าใจผิดในบทเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง*. กรุงเทพฯ: สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

กระทรวงศึกษาธิการ. 2533. *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.

กระทรวงศึกษาธิการ. 2534. *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.

กระทรวงศึกษาธิการ. 2543. *หนังสือเรียน ว 102 วิทยาศาสตร์เล่ม 2.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

ฐิติมา สุขภิมนตรี. 2531. *การศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี.* กรุงเทพฯ: ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) 2545. *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

AAAS. 2001. "Science for All Americans Online". *AAAS Project 2061*. Available: http://www.project2061.org, October 1, 2001.

Amir, R. and Tamir, P. 1994. "In-depth Analysis of Misconceptions as a Basis for Developing Research-Based Remedial Instruction: The Case of Photosynthesis". *The American Biology Teacher*. 56(2): 94-100.

_____ 1995. "Proposition Generating Task (PGT): A Measure of Meaningful Learning and of Conceptual Change". *Journal of Biological Education*, 29(2): 111-118. Retrieved August 7, 2003, from EBSCO host database.

Anderson, C., Sheldon, T. and Dubay, J. 1990. "The Effects of Instruction on College Nonmajors' Conceptions of Respiration and Photosynthesis." *Journal of Research in Science Teaching*, 27(8): 761-776.

Barker, M. A. 1985. "Teaching and Learning about Photosynthesis: Working paper No.220-229". *Science Education Research Unit*. Hamilton: University of Waikato, New Zealand.

Barker, M. A. and Carr, M. 1989. "Teaching and Learning about Photosynthesis. Part 1: An Assessment in Terms of Students' Prior Knowledge". *International Journal of Science Education,* 11(1): 49-56.

Eisen, Y. and Stavy, R. 1993. "How to Make the Learning of Photosynthesis More Relevant". *International Journal of Science Education*, 15(2): 117-125.

Gunstone, R. F. 1990. "'Children's Science': A Decade of Developments in Constructivist Views of Science Teaching and Learning". *The Australian Science Teachers Journal*, 36(4): 9-19.

Haslam, F. and Treagust, D. (1987). "Diagnosing Secondary Students' Misconceptions of Photosynthesis and Respiration in Plants Using a Two-Tier Multiple Choice Instrument". *Journal of Biological Education*, 21(3): 203-211.

Hazel, E. and Prosser, M. 1994. "First-Year University Students' Understanding of Photosynthesis, Their Study Strategies and Learning Context". *The American Biology Teacher,* 56(5): 274-279. Retrieved August 7, 2003, from ProQuest database.

Lumpe, A. T. and Staver, J. R. 1995. "Peer Collaboration and Concept Development: Learning about Photosynthesis". *Journal of Research in Science Teaching*. 32(1): 71-98.

Office of the National Education Commission (ONEC.). 1999. *National Education Act B.E. 2542 (1999)*. Bangkok: Office of the National Education Commission (ONEC)

_____. 2001. *Learning Reform: A Learner-Centered Approach*. Bangkok: Office of the National Education Commission (ONEC), p. 97.

Ozay, E. and Oztas, H. (2003). "Case Study: Secondary Students' Interpretations of Photosynthesis and Plant Nutrition." *Journal of biological Education*, 37(2): 68-70.

Songer, C. J. and Mintzes, J. J. 1994. "Understanding Cellular Respiration: An Analysis of Conceptual Change in College Biology". *Journal of Research in Science Teaching,* 31(6): 621-637.

Treagust, D. 1988. "Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science". *International Journal of Science Education*, 10(2): 159-169.

_____ 1991. "Assessment of Students' Understanding of Science Concepts Using Diagnostic Instruments". *The Australian Science Teachers Journa*l, 37(4): 40-43

Wandersee, J. H. 1983. "Students' Misconceptions about Photosynthesis: A Cross-Age Study". In H. Helm and J. d. Novak (Chairs), *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*, Cornell University, 441-466.

_____1985. "Can the History of Science Help Science Educators Anticipate Students' Misconceptions". *Journal of Research in Science Teaching*. 23(7): 581-597.