

การพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ

The Development of Formulating Hypothesis and Defining Operationally for Grade 7th students by using Project-Based Learning

พิมพ์ญาดา ศิริรัฐพรวัฒนา^{1*} ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง² และสมฤดี สาริตกุล³

Pimyada Siraratpornwattana^{1*} Pattamaporn Pimthong² and Somrudee Satitkune³

^{1*} นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10900

² อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10900

³ อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ภาคพื้นพิภพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10900

^{1*} Graduate student in Master of Science Education. Faculty of Education, Kasetsart University,

Ngam Wong Wan Rd, LadyaoowChatuchak Bangkok 10900

² Lecturer in Division of Science Education. Faculty of Education, Kasetsart University,

Ngam Wong Wan Rd, LadyaoowChatuchak Bangkok 10900

³ Lecturer in Division of Earth Science. Faculty of Science, Kasetsart University,

Ngam Wong Wan Rd, LadyaoowChatuchak Bangkok 10900

*Corresponding author, E-mail: pimyadaopa@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ (Project based learning) โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 1 แผน และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการวัดทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า สำหรับทักษะการตั้งสมมติฐาน นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกคำตอบและตั้งสมมติฐานได้ถูกต้องพร้อมทั้งสามารถระบุเหตุและผลหรือตัวแปรในสมมติฐานได้ คิดเป็นร้อยละ 36.36 ส่วนทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร นักเรียนส่วนใหญ่ เลือกคำตอบถูกต้องและสามารถระบุตัวแปรพร้อมให้เหตุผลแสดงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องทั้งสามตัวแปร คิดเป็นร้อยละ 40.90

คำสำคัญ: ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร

Abstract

The purpose of this study was to develop formulating hypothesis and defining operationally for Grade 7 th by using project - based learning. There was a lesson plane on formulating hypothesis and defining operationally. The data were collected using science process skills survey and students' interview. The data were analyzed by content analysis and were categorized into group. The result showed that, according to the formulating hypotheses, most students (36.36%) chose correct answer and stated the hypotheses, gave reason and identified the variables in their hypotheses. Similarly, for defining operationally, most students (40.90%) chose correct answer and identified the dependent, independent and controlled variables.

Keywords: Science Process Skills, Project-Based Learning, Formulating Hypothesis, defining operationally

1. บทนำ

ในปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี องค์ความรู้มากมายถูกสร้างขึ้นและสามารถถ่ายทอดไปสู่สังคมโลกอย่างรวดเร็ว มีผู้คนมากมายที่นำเอาองค์ความรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ แต่ความไม่รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงนั้นอาจมีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิต การทำงาน และการเรียนรู้มนุษย์ในอนาคต ซึ่งสิ่งที่จะช่วยพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ก็คือการศึกษา อีกทั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดตัวชี้วัดเป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์ไว้และหนึ่งในเป้าหมายนั้นคือ การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต โดยนักเรียนต้องสร้างองค์ความรู้หรือแนวคิดของตนเองได้ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism ที่เชื่อว่าความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เท่านั้น แต่เกิดจากการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการลงมือปฏิบัติและสร้างจากประสบการณ์เดิม ดังนั้นการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นข้อแตกต่างของแต่ละบุคคลที่จะมี

ประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เพื่อให้นักเรียนเติบโตไปเป็นประชากรในสังคมที่มีคุณภาพ

ในโรงเรียนของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสามารถเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดในระดับค่อนข้างต่ำ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และในการประเมินคุณภาพการจัดการศึกษา (สมศ.) มาตรฐานด้านคุณภาพผู้เรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนน ในมาตรฐานที่ 4 อยู่ในระดับต่ำ จึงมีความจำเป็นต้องเร่งพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ทักษะกระบวนการ และการคิด

การเรียนรู้ของนักเรียนจำเป็นต้องมีการเรียนรู้กระบวนการในการแสวงหาความรู้ หรือ ค้นหาคำตอบในเรื่องต่าง ๆ ด้วยตนเอง ดังนั้นการสอนให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบค้นพบ การสอนแบบทดลอง และยังมีกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีก เช่น การทำโครงงาน

การทำวิจัยวิทยาศาสตร์ เป็นต้น (ภพ เลหาไพบูลย์, 2540)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project based learning) เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ที่เสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสนใจ และมีการสร้างชิ้นงานเพื่อแสดงหรือสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนอันเป็นรากฐานในการเรียนรู้และการนำความรู้ไปใช้ในอนาคต อีกทั้งยังจะช่วยให้ นักเรียนเกิดทักษะการคิดในกระบวนการทำงาน (Thomas, 2000) อธิบายการสอนแบบการใช้โครงการเป็นฐานไว้ว่าต้องให้นักเรียนสร้างชิ้นงาน จากความท้าทายโดยใช้คำถามหรือการกำหนดปัญหา จากนั้นให้นักเรียนออกแบบการแก้ปัญหา ทำการสืบเสาะหาคำตอบและสร้างชิ้นงานที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา หรือคำถามข้างต้นโดยใช้การสังเกต สืบเสาะ และสร้างชิ้นงานจากการเรียนรู้ของนักเรียน จัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายของสิ่งที่ได้เรียนรู้ในรูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือของนักเรียน ครูและทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน จะเริ่มจากการใช้คำถาม การเสนอปัญหา หรือการเสนอหัวข้อที่นักเรียนสนใจ จากนั้นนักเรียนจะเป็นผู้วางแผนและออกแบบขั้นตอนการทำงานของตนเองซึ่งจะมีการกำหนดวัตถุประสงค์ การเลือกอุปกรณ์ การกำหนดชิ้นงาน ขั้นตอนการดำเนินงาน และวิธีการประเมินชิ้นงานหรือผลงานของตนเอง หลังจากนั้นนักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยจะมีครูเป็นที่ปรึกษา ช่วยสะท้อนผลการทำงาน และเสนอแนวทางในการทำงานให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งนักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 1 แผน ใช้เวลาในการสอน จำนวน 2 คาบ คาบละ 50 นาที

3.1.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ซึ่งในวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร แบบวัดนี้เป็นแบบ Two – tier จำนวน 4 ข้อ

ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือทั้ง 2 ชนิดด้วยตนเอง และมีการตรวจสอบคุณภาพ โดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาที่เป็นนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ แล้วจึงผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน นักวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน และครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์สอน จำนวน 2 ท่าน

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.2.1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างเรียนและ มีการประเมินชิ้นงานของนักเรียน

3.2.2. หลังเรียนจบนักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดควบคุมตัวแปร

3.2.3 ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล หลังทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรียบร้อยแล้ว โดยเลือกสัมภาษณ์นักเรียนแบบจำเพาะเจาะจงในกรณีที่นักเรียนไม่ตอบคำถามหรือมีคำตอบเกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดควบคุมตัวแปรไม่ชัดเจน

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

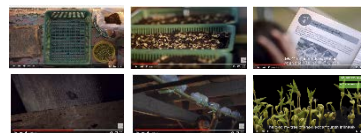
วิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดควบคุมตัวแปรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาโดยจำแนกกลุ่มคำตอบของนักเรียนและจำแนกระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้ข้อมูลจากการสังเกตและการสัมภาษณ์ร่วมด้วย

4. ผลการวิจัย

4.1 การพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐาน

4.1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการเพื่อพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

สำหรับทักษะการตั้งสมมติฐานผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ (Project based learning) โดยเน้นการใช้คำถาม ซึ่งผู้วิจัยมุ่งหวังให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ เริ่มจากการสร้างความสนใจของนักเรียนด้วยการดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับการปลูกถั่วงอกและให้นักเรียนสังเกตรายละเอียดต่างๆ ในคลิปวิดีโอ และเล่ารายละเอียดเรื่องราวในคลิปวิดีโอดังกล่าวนี้

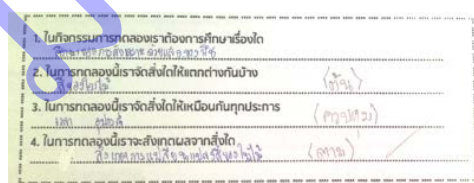


รูปที่ 1 ตัวอย่างคลิปวิดีโอเกี่ยวกับการปลูกถั่วงอก

พบว่า นักเรียนสามารถบรรยายรายละเอียดในคลิปวิดีโอได้ และให้นักเรียนเปรียบเทียบภาพดอกทานตะวันกับดอกกล้วยไม้ พบว่า นักเรียนสามารถตอบได้ว่าดอกกล้วยไม้ปลูกในที่ร่มได้รับแสงน้อย ส่วนดอกทานตะวันปลูกในที่กลางแจ้งจึงได้รับแสงมากกว่า ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนว่า ข้อแตกต่างของการปลูกพืชทั้งสองชนิดนี้คืออะไร พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบได้ว่าคือแสง เช่น N 14 ตอบว่า “แสงครับ” N 18 ตอบว่า “การได้รับแสงแดดละ” จากนั้นผู้วิจัยถามต่ออีกว่า ถ้าเราปลูกพืชแล้วเราจัดให้พืชได้รับแสงไม่เท่ากัน แสงจะจัดเป็นตัวแปรในการทดลองนักเรียนทราบหรือไม่ว่าตัวแปรทางวิทยาศาสตร์มีอะไรบ้างตัวแปรต่างๆ มีลักษณะอย่างไร พบว่า มีนักเรียนบางส่วนที่มีความรู้เดิมเกี่ยวกับตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ เช่น N9 ตอบว่า “มีตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมครับ” N 1 ตอบว่า “ตัวแปรควบคุมคือเป็นสิ่งที่ต้องทำให้เหมือนกันแต่อันอื่นผมไม่รู้ครับ” ต่อมาผู้วิจัยฝึกให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน โดยเริ่มต้นประโยคให้นักเรียนก่อน เว้นช่องว่างให้นักเรียนเติมคำตอบ พร้อมกับวิเคราะห์ว่าในสมมติฐานข้างต้นนี้มีข้อความที่แสดงถึง สาเหตุและผลของสิ่งที่เรากำลังศึกษาหรือไม่พบว่า นักเรียนสามารถเติมคำตอบได้สมบูรณ์ ว่าถ้าแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของ..... เป็นส่วนที่แสดงสาเหตุ และข้อความที่ว่า พืชที่ไม่ได้รับแสงจะ.....เป็นข้อความที่แสดงผลที่เกิดขึ้นเช่น N 1 ตอบว่า “ต้นไม้ไม่มีแสงก็จะตายเป็นเหตุเป็นผลกัน” N 9 ตอบว่า “แสงมีผลต่อการเจริญเติบโต ดังนั้นผลที่ตามมาก็คือ

ถ้าไม่ได้รับแสงแดดมันจะตาย” และเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกตั้งสมมติฐานเพิ่มเติมจากข้อมูลที่กำหนดให้เกี่ยวกับอุณหภูมิกับการฟักไข่ของไก่ และดัชนีชี้วัดคุณภาพของแหล่งน้ำ พบว่า นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ดีขึ้น เช่น N 3 ตอบว่า“อุณหภูมิต้องมีผลต่อการฟักไข่ของไก่” N 5 ตอบว่า“อุณหภูมิสูงทำให้ไข่ฟักตัวเร็วขึ้น” และ N 18 ตอบว่า“ถ้าน้ำเน่าเสียแมลงปอจะตาย ดังนั้นในน้ำมีแมลงปอแสดงว่าน้ำไม่เสีย” และ N 19 ตอบว่า“แมลงปอใช้บอกได้น้ำเน่าหรือไม่

เมื่อนักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้แล้วผู้วิจัยจึงแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชให้กับนักเรียนและใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การดำเนินกิจกรรมดังนี้ การทดลองนี้จัดสิ่งใดให้แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนตอบได้ว่าเป็นใบไม้แต่ไม่สามารถบอกเหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใด ผู้วิจัยจึงถามต่อว่าใบไม้มีอะไรที่แตกต่างกัน นักเรียนบางคนสามารถตอบได้และถามต่ออีกว่า การทดลองนี้จัดสิ่งใดให้เหมือนกัน พบว่า นักเรียนสามารถตอบได้เป็นส่วนใหญ่ว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ ระยะเวลาที่ต้มใบไม้ และการทดลองนี้เราสังเกตผลการทดลองจากสิ่งใดบ้าง พบว่า นักเรียนไม่ค่อยตอบเพราะบางคนเริ่มไม่ค่อยสนใจ ผู้วิจัยจึงกระตุ้นนักเรียนด้วยการให้คะแนนเป็นกลุ่ม ใครตอบกลุ่มนั้นจะได้คะแนนทั้งกลุ่ม นักเรียนเริ่มให้ความสนใจมากขึ้น ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ถูกต้องว่าการทดลองนี้สังเกตผลการทดลองจากสิ่งใดโดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2 เป็นภาพของกระดาษคำตอบของนักเรียน N 17 ซึ่งแสดงรายการคำตอบสำหรับ 4 ข้อ:

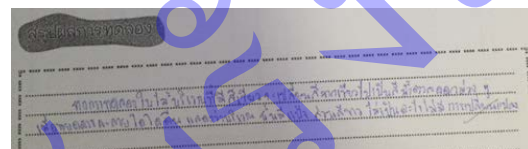
- ใบกิจกรรมการทดลองเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ใบการทดลองนี้เราจัดสิ่งใดให้แตกต่างกันบ้าง
- ใบการทดลองนี้เราจัดสิ่งใดให้เหมือนกันกับทุกประการ
- ใบการทดลองนี้เราสังเกตผลการทดลองจากสิ่งใด

คำตอบที่เขียนไว้มีดังนี้:

- ใบกิจกรรมการทดลองเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ใบการทดลองนี้เราจัดสิ่งใดให้แตกต่างกันบ้าง (ใบไม้)
- ใบการทดลองนี้เราจัดสิ่งใดให้เหมือนกันกับทุกประการ (น้ำ)
- ใบการทดลองนี้เราสังเกตผลการทดลองจากสิ่งใด (สีของน้ำ)

รูปที่ 2 คำตอบของนักเรียน N 17

จากนั้นผู้วิจัยถามนักเรียนถึงเป้าหมายในการเรียนรู้เรื่องนี้ นักเรียนไม่ตอบ ผู้วิจัยจึงบอกนักเรียนว่าต้องอธิบายกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้ จากนั้นแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง โดยมีผู้วิจัยเป็นที่ปรึกษาคอยช่วยเหลือ เมื่อนักเรียนปฏิบัติการทดลองเรียบร้อยแล้วมีการอภิปรายและสรุปผลการทดลอง



รูปที่ 3 เป็นภาพของกระดาษสรุปผลการทดลองของนักเรียน N 23 ซึ่งแสดงรายการสรุปผลการทดลอง:

สรุปผลการทดลอง

การทดลองนี้เราใช้ใบไม้สีเขียวและใบไม้สีเหลืองมาทำการทดลอง

การทดลองนี้เราใช้ใบไม้สีเขียวและใบไม้สีเหลืองมาทำการทดลอง

การทดลองนี้เราใช้ใบไม้สีเขียวและใบไม้สีเหลืองมาทำการทดลอง

รูปที่ 3 การสรุปผลการทดลองของนักเรียน N 23

ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลโดยสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต ผ่านโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตของนักเรียนเป็นการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเรียนรู้ ใช้เวลาไม่นานนักเรียนก็สามารถตอบได้ว่า ใบไม้ไม่มีแป้งสะสมอยู่ ผู้วิจัยจึงถามต่อว่า เพราะเหตุใดใบไม้ไม่มีแป้งสะสมอยู่ เว้นให้นักเรียนคิด พร้อมกับเปิดตัวอย่างภาพการดูดน้ำเกี่ยวกับกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงให้นักเรียนดู และให้นักเรียนลองให้คะแนนชิ้นงานดังกล่าว พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้คะแนนเต็ม โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า สวย ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนคิดเกณฑ์การประเมินชิ้นงานโดยคำนึงถึงเนื้อหา ความสวยงาม หรืออื่นๆ พบว่า นักเรียนสามารถคิดเกณฑ์การประเมินได้แต่ยังไม่สมบูรณ์ จากนั้นนักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานการดูดน้ำเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเมื่อสร้างชิ้นงานเสร็จนักเรียนช่วยกันประเมินชิ้นงานตามเกณฑ์การตั้งไว้



รูปที่ 4 ตัวอย่างผลงานของนักเรียน

จากนั้นนักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้เป็นแผนผังความคิด พบว่า นักเรียนเขียนหัวข้อเพียงอย่างเดียว ไม่ได้ใส่รายละเอียดและไม่มีการใช้ลูกศรเชื่อมข้อความ ผู้วิจัยจึงแนะนำนักเรียนว่าควรใช้ลูกศรในการเชื่อมข้อมูลต่างๆ จะได้ว่าข้อความเหล่านี้เกี่ยวข้องกับอะไร เรื่องใด หัวข้อใด เป็นต้น

จากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว พบว่า นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานได้ด้วยตนเองเป็นส่วนน้อย ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ต้องอาศัยการใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานที่ถูกต้อง และนักเรียนยังไม่สามารถคิดเกณฑ์การประเมินชิ้นงานได้ด้วยตนเอง แต่นักเรียนมีทักษะการทดลองที่ดีใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว แต่ไม่สามารถบันทึกและสรุปผล

การทดลองได้ดีเท่าที่ควรเพราะนักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสำคัญเห็นส่วนตัวลงในการบันทึกและสรุปผลการทดลอง

4.1.2 ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการเพื่อพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เมื่อนักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงข้อที่ 1 และ 2 แล้วนั้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 36.36 และ 31.82 เลือกสมมติฐานได้ถูกต้องและสามารถระบุเหตุและผลหรือตัวแปรสมมติฐานได้โดยสามารถจำแนกนักเรียนออกกลุ่มได้ 5 กลุ่ม ดังตารางที่ 1 และ เมื่อนักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงข้อที่ 3 และ 4 แล้วนั้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เลือกคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับคำตอบ คิดเป็นร้อยละ 40.90 เท่ากันทั้งสองข้อและ มีนักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องแต่ให้เหตุผลสอดคล้องกับคำตอบทั้งสองข้อ คิดเป็นร้อยละ 18.18 และ 22.73 ตามลำดับ โดยสามารถจำแนกนักเรียนออกกลุ่มได้ 5 กลุ่ม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงกลุ่มคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงทักษะการตั้งสมมติฐาน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	กลุ่มคำตอบ	ข้อ 1		ข้อ 2	
		คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ
การตั้งสมมติฐาน	เลือกคำตอบและตั้งสมมติฐานได้ถูกต้องพร้อมทั้งสามารถระบุเหตุและผลหรือตัวแปรในสมมติฐานได้*	8	36.36	7	31.82
	เลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ระบุเหตุผล	8	36.36	1	4.55
	เลือกคำตอบถูกต้องแต่ระบุเหตุผลหรือตัวแปรในสมมติฐานไม่ได้	-	-	3	13.64

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	กลุ่มคำตอบ	ข้อ 1		ข้อ 2	
		คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ
	เลือกคำตอบไม่ถูกต้องและระบุเหตุผลไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่เลือก	2	9.10	6	27.27
	เลือกคำตอบไม่ถูกต้องและไม่ระบุเหตุผล	4	18.18	5	22.72
	รวม	22	100.00	22	100.00

* กลุ่มที่ถูกต้องสมบูรณ์

ตารางที่ 2 แสดงกลุ่มคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	กลุ่มคำตอบ	ข้อ 3		ข้อ 4	
		คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	เลือกคำตอบถูกต้องและสามารถระบุตัวแปรพร้อมให้เหตุผลแสดงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องทั้งสามตัวแปร*	9	40.90	9	40.90
	เลือกคำตอบถูกต้องแต่ไม่ระบุเหตุผลแสดงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม	3	13.64	-	-
	เลือกคำตอบถูกต้องแต่ให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมไม่ถูกต้อง	3	13.64	-	-
	เลือกคำตอบไม่ถูกต้องแต่สามารถระบุพร้อมให้เหตุผลแสดงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องทั้งสามตัวแปร	4	18.18	5	22.73
	เลือกคำตอบไม่ถูกต้องและเหตุผลไม่สอดคล้องกับคำตอบ	3	13.64	8	36.37
	รวม	22	100.00	22	100.00

* กลุ่มที่ถูกต้องสมบูรณ์

5. การอภิปรายผล

ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ซึ่งในการนำเสนอได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการกำหนดและควบคุมตัว

แปรโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการนั้น สามารถสรุปประเด็นสำคัญมาใช้ในการอภิปรายผลได้ ดังนี้
5.1 การพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตั้งสมมติฐานได้ และยังสามารถระบุ

เหตุผล หรือ ตัวแปรในสมมติฐาน ได้ เช่น จากแบบวัดทักษะการตั้งสมมติฐานข้อ 1 แสดงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น พืช B ได้รับแสงเพราะปลูกในพื้นที่กลางแจ้งจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืช A จากสมมติฐานข้างต้นนักเรียนสามารถระบุได้ว่าสาเหตุคือ แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และผล คือ พืช B เจริญเติบโตได้ดีกว่า พืช A เพราะปลูกในพื้นที่กลางแจ้ง ได้รับแสงมากกว่า และ จากข้อ 2 พบว่านักเรียนสามารถบอกได้ว่า น้ำ ดิน และทราย อุณหภูมิร้อนไม่เท่ากัน เพราะจัดชนิดของสารให้แตกต่างกัน ซึ่งเป็นตัวแปรต้น และการสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปนั้นเป็นตัวแปรตาม สมมติฐานข้อนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของสารที่มีความแตกต่างกัน(ตัวแปรต้น) ในการดูความร้อนส่งผลให้อุณหภูมิของสารต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป (ตัวแปรตาม)

5.2 การพัฒนาทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรพบว่า นักเรียนสามารถระบุตัวแปรพร้อมให้เหตุผลเพื่อระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องทั้งสามตัวแปร เช่น จากแบบวัดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรข้อที่ 3 ตัวแปรต้น คือ สภาพอุณหภูมิ ที่เหมาะสม เพราะ ในการทดลองนี้มีการปลูกโดยจัดให้อยู่ในตู้เย็นกับในห้องธรรมดา ตัวแปรตาม คือ อัตราการงอกของเมล็ด เพราะ เป็นสิ่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและตัวแปรควบคุม คือ จำนวนเมล็ด ระยะเวลา ปริมาณแสง วิธีการเพาะ และข้อที่ 4 ตัวแปรต้น คือ จำนวนใบ และชนิดของพืช เพราะ จำนวนใบและชนิดของพืชเป็นสิ่งที่แตกต่างกันในการทดลอง ตัวแปรตาม คืออัตราการคายน้ำของพืช เพราะ เป็นผลของการสังเกตและสามารถวัดอัตราการคายน้ำได้ ตัวแปรควบคุม คือ เวลา เพราะ เป็นสิ่งที่จัดให้เหมือนกันในการทดลองนี้

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการ

กำหนดและควบคุมตัวแปรจากการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ โดยการจัดกิจกรรมต้องเน้นการใช้คำถาม (ผกากรอง โตสติ, 2551) และให้นักเรียนสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง พร้อมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การใช้สื่อเทคโนโลยีเข้ามาช่วยก็จะทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมอย่างมีความหมาย สอดคล้องกับการแนวการจัดการเรียนรู้ของ Michael, M. G. (2002)

6. บทสรุป

การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ (Project based learning) นี้สามารถพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรได้

7. กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผศ.ดร.ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และดร.สมฤดี สาริตคุณ นอกจากนี้ขอขอบพระคุณโรงเรียนที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลและนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

8. เอกสารอ้างอิง

- ผกากรอง โตสติ. 2551. ผลการใช้รูปแบบการสอนแบบโครงการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ หินและการเปลี่ยนแปลง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ภพ เลหาไพบูลย์. 2540. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- Thomas, J. (2000). *A review of research on project-based learning*. Retrieved (1 September

2013) from http://www.ri.net/middletown/mef/linksresources/documents/researchreviewPBL_070226.pdf

Grant, M. M. (2002). Getting A Grip on Project-Based Learning: Theory, Cases and Recommendations. *Meridian: A Middle School Computer Technologies Journal*, 5(1) . Retrieved (10 July 2013) from <http://www.ncsu.edu/meridian/win2002/514/project-based.pdf>