

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนานวัตกรรม เรื่อง พันธศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์*

วิภา อาสิงสมานนท์¹

สุริย์พร สว่างเมฆ² มลิวรรณ นาคขุนทด³

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และ 2) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ต่อการพัฒนานวัตกรรม เรื่อง พันธศาสตร์ ประกอบด้วย การจำลองเคส การถอดรหัส หัสมัน การแปรผล หัสมัน เทคโน โลยีชีวภาพ และพันธุวิศวกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ปีการศึกษา 2558 จำนวนผู้เข้าร่วมวิจัย 24 คน ดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานวัตกรรมจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนคิด โดยนำมาวิเคราะห์เนื้อหาและเก็บข้อมูลผลการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียนด้วยบันทึกการเรียนรู้และหลังเรียนด้วยแบบวัดนวัตกรรมชนิดคำถามปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ นำมาจัดกลุ่มความเข้าใจนวัตกรรมของนักเรียนและหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่แสดงระดับความเข้าใจนวัตกรรม

ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มีลักษณะดังนี้ ชี้นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การเลือกใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต้องสอดคล้องกับนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ใกล้ตัวนักเรียน และเป็นปัจจุบัน นอกจากนี้สื่อการเรียนรู้ต้องเหมาะสมกับลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และนำเสนอข้อมูลทั้งด้านบวกและลบ ชี้นำสำรวจความรู้ตามประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ควรให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและเชื่อถือได้ ชี้นำโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ครูต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำ และใช้คำถามที่นักเรียนได้แสดงความเข้าใจและเหตุผล และขึ้นสรุปการโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมและเขียนสรุปนวัตกรรมหลังจบกิจกรรม 2) นวัตกรรมที่นักเรียนพัฒนาได้มากที่สุด คือ การถอดรหัส และนวัตกรรมที่นักเรียนมีความเข้าใจสมบูรณ์มากที่สุด คือ เทคโน โลยีชีวภาพ (ร้อยละ 85.42) ส่วนนวัตกรรมที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ การแปรผล (ร้อยละ 11.11)

คำสำคัญ: การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์, ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์, นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์, พันธศาสตร์

* วิทยานิพนธ์หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 2559

¹ นักศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, E-mail: nc_butterfly@hotmail.com

² อาจารย์, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์



An Action Research for Enhancing Genetics Conception of Grade 10 Students by Learning Management using Scientific Argumentation in Socioscientific Issues*

*Wipa Arsingsamanan*¹

*Sureeporn Sawangmek*² *Maliwan Nakkuntod*³

Abstract

This action research aims 1) to study the learning management by using scientific argumentation in socioscientific issues (SSI) and 2) to study the effect of learning management for enhancing genetic concepts comprising of DNA replication, transcription, genetic code, translation, mutation, biotechnology and genetic engineering of grade 10 students. There are 24 participants who are high school curriculum in second semester of the year 2015. The collecting data analysed through reflective learning management and reflective diary enable to examine the perception of developing learning management. Furthermore, the collecting data related to the effect of learning management is gathered by student learning logs during studying and the test of 20 open-ended questions after completing the lesson. In addition, the concept understanding of students is segmented into groups and calculated the percentage.

The results of this research indicate that 1) the 4 steps of learning management by using scientific argumentation in SSI as follows: the first step is introduction to lesson study by using SSI. Teachers choose SSI which refers to scientific concept closing to students' lives at present and Learning Medias applied in teaching technique might be appropriate for SSI in both positive and negative. Secondly, teachers explore students' knowledge by using SSI; therefore, students might investigate various reliable resources in both positive and negative ways. Thirdly, teachers might discuss with students about SSI by providing them pieces of advice and asking them questions; thus, students enable to express their opinions and point-of-views. Finally, it is the conclusion step. Students might participate in discussion about SSI and summarise the concepts of its after completing the lesson, 2) the transcription is considered to be the most developing genetics concept among students. Moreover, students are able to completely understand biotechnology of the genetics concept as 85.42 percent and translation is considered to be the most misconception genetics concepts as 11.11 percent.

Keywords: scientific argumentation, socioscientific issues, scientific concept, genetics

* Research Article from thesis for the Master of Education Degree, Biology Program, Naresuan University, 2016

¹ Student in Master of Education Degree, Biology Program, Faculty of Education, Naresuan University, E-mail: nc_butterfly@hotmail.com

² Lecturer, Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University

³ Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Science, Naresuan University

ความสำคัญของปัญหาการวิจัย

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เพราะมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการรับรู้ที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ แล้วนำมาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม ทำให้แต่ละบุคคลมีการสร้างมโนทัศน์ที่ต่างกัน (ภพ เลหาไพบูลย์, 2540) หากผู้เรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้อง จะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจกระบวนการต่างๆ ในระดับที่ซับซ้อนได้ (สุวดี แสนคำภูมิ, 2544) พันธุศาสตร์เป็นสาขาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ (อรุณี วงศ์ปิยะสกลิต, 2550) และยังเป็นพื้นฐานของการเรียนในวิชาอื่น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ดังนั้นผู้เรียนจึงควรมีการสร้างมโนทัศน์ในเรื่อง พันธุศาสตร์ที่ถูกต้อง เพื่อจะได้ นำความรู้ไป และเรียนรู้เรื่องอื่นที่เกี่ยวข้องได้เร็วขึ้น (Thörne and Gericke, 2014) จากผลรายงานการสำรวจความคิดเห็นครูวิทยาศาสตร์ในรัฐวิสคอนซิล สหรัฐอเมริกา พบว่านักเรียนส่วนมากมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในเรื่อง พันธุศาสตร์ เพราะเป็นเรื่องที่เข้าใจยากและนักเรียนไม่สามารถจับต้องได้ (Finley et al., 1982) ดังจะเห็นได้จากที่ American Association for the Advancement of Science (AAAS Project 2061 Science Assessment) ได้รวบรวมข้อมูลและผลงานวิจัยจากต่างประเทศเพื่อรายงานมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 9-12 จะเห็นว่านักเรียนไม่สามารถสร้างความสัมพันธ์ของความรู้ขึ้นมาเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องและซับซ้อนได้ (American Association for the Advancement of Science, 2014) ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รายงานวามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนไทยที่พบบ่อยที่สุด คือเรื่อง ยีน มิวเทชัน ลักษณะทางพันธุกรรม และโรคทางพันธุกรรม (นันทยา อัครอารีย์, 2558) โดยสาเหตุหนึ่งเกิดจากเนื้อหาค่อนข้างยากต่อการทำความเข้าใจและมีความซับซ้อน มีความเป็นนามธรรมสูง อีกทั้งยังมีคำศัพท์จำนวนมากที่ต้องทำความเข้าใจ (ไพโรจน์ เต็มเดชาดิพงษ์, 2550) อีกสาเหตุหนึ่งพบว่าครูใช้การบรรยายในการสอนมากที่สุด ใช้วิธีการสอนที่ไม่หลากหลาย ทำให้นักเรียนอาจจะสร้างมโนทัศน์ที่ผิดขึ้นมาได้ (พิคนตร อุทัยไชย, 2554) จากการศึกษา รายงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา พบว่าการโต้แย้งเป็นกระบวนการที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ในสังคม (Driver et al., 2000) เกิดจากกระบวนการสนทนาของกลุ่มคนสองฝ่ายหรือมากกว่าที่มีทัศนคติหรือความคิดที่ตรงข้ามกัน (Kuhn and Udell, 2003) สุดท้ายจะได้ข้อสรุปหรือข้อเสนอที่มีการอธิบายด้วยการอ้างเหตุผลและหลักฐานเชิงประจักษ์ (Blackburn, 1994) Lin and Mintzes ได้เสนอรูปแบบการโต้แย้งประกอบด้วย 1) การสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claim) พร้อมเหตุผลหรือหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) 2) การแสดงข้อโต้แย้งพร้อมเหตุผลหรือหลักฐานที่ขัดแย้งต่อข้อกล่าวอ้าง (Counterarguments) 3) การเสนอเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อโต้แย้ง (Supportive arguments) และ 4) การแสดงหลักฐาน (Evidence) ของเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อโต้แย้งนั้น (Lin and Mintzes, 2010)

ซึ่งการโต้แย้งเป็นกระบวนการพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องของความรู้วิทยาศาสตร์ทางหนึ่ง (Newton et al., 1999) นอกจากนี้การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific issues; SSI) ในการจัดกิจกรรมจะช่วยดึงดูดความสนใจนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจในกระบวนการที่ซับซ้อนได้มากขึ้น (Duncan and Tseng, 2011) อีกทั้งยังทำให้นักเรียนเข้าใจในการโต้แย้งและความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้นๆ มากยิ่งขึ้น (Lin and Mintzes, 2010)

จากแนวคิดและทฤษฎีข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนามโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนของ Lin and Mintzes (2010) ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

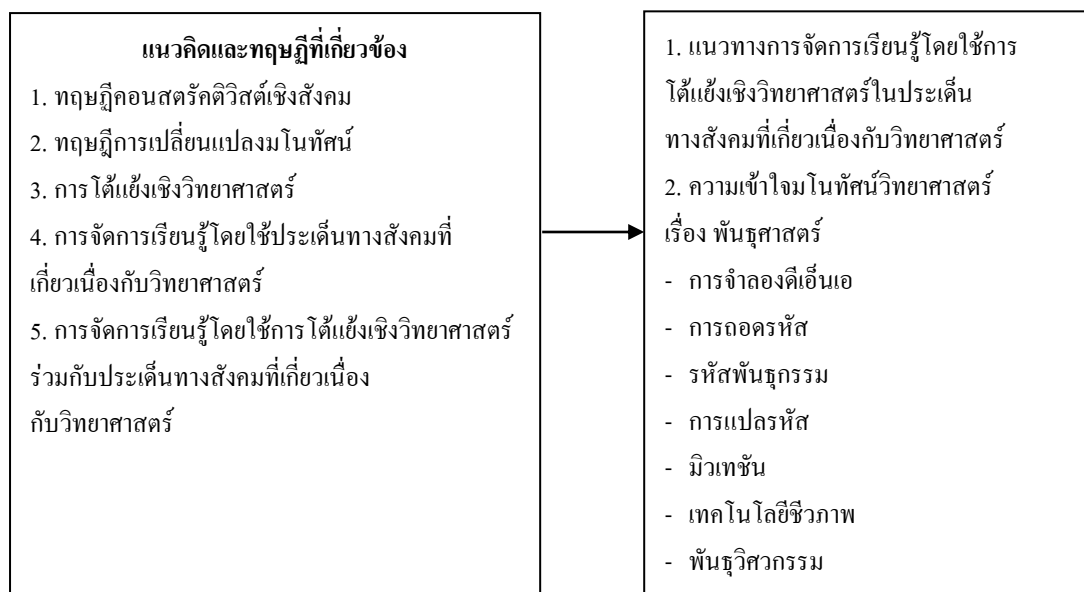
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนามโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต่อการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์เรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดหลักการที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธุศาสตร์ รวมถึงแนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ (Klopfer, 1971; Lawson and Thomson, 1988; นันทยา อัครอารีย์, 2558; American Association for the Advancement of Science, 2014; Finley et al., 1982) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Lewis, 2003; Kuhn, 1993; Sadler and Zeidler, 2003; Sadler, 2000) รวมถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ร่วมกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Lin and Mintzes, 2010; Chung et al., 2014) ศึกษาทฤษฎีโซเชี่ยลคอนสตรัคติวิสต์ ของ Vygotsky (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2544) ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของ Posner ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากมโนทัศน์เดิม ซึ่งมีเงื่อนไข คือ 1) เกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์ที่มีอยู่ (Dissatisfaction) 2) มโนทัศน์ใหม่ต้องเป็นที่เข้าใจแจ่มแจ้ง (Intelligible) 3) มโนทัศน์ใหม่ต้องน่าเชื่อถือ (Plausible) และ 4) มโนทัศน์ใหม่ต้องมีประโยชน์ในการนำไปใช้รับทออื่น (Fruitful) (Posner, et al., 1982, p.212) และทฤษฎีของ Hewson and Hewson ที่มีเงื่อนไขของมโนทัศน์ใหม่ คือ 1) ต้องเข้าใจแจ่มแจ้ง

(Intelligible) 2) ต้องน่าเชื่อถือ (Plausible) และ 3) ต้องมีประโยชน์ต่อผู้เรียน (Fruitful) (Hewson and Hewson, 2003) จึงนำไปสู่กรอบแนวคิดสำหรับงานวิจัยครั้งนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการทำวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดแบบดั้งเดิมของ Kemmis (Kemmis, 1988; อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557) ประกอบด้วย ขั้นตอนวางแผน ขั้นตอนปฏิบัติการ ขั้นสังเกตการณ์ และขั้นสะท้อนผล

ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คนที่กำลังเรียนรายวิชาพันธุศาสตร์ และวิวัฒนาการเพิ่มเติม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 หลักสูตร โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) ความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์ จำนวน 3 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้แผนละ 4 ชั่วโมง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การจำลองดีเอ็นเอ มีการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นบุหรี่ป๊อปฟ้า ก่อให้เกิดมะเร็งหรือไม่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ดีเอ็นเอกับการสังเคราะห์โปรตีน มีการโต้แย้ง

เชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นการใช้ยีนบำบัดโรคนั้นเหมาะสมแล้วหรือยัง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม มีการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นคิดอย่างไรกับร่าง พ.ร.บ. จีเอ็มโอ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีผลการพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยที่ 4.51 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใช้ในการสะท้อนผลหลังจบแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดย ตัวผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ จำนวน 2 ท่าน เพื่อนำผลการประเมินมาปรับปรุงให้เกิดวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม

3. แบบสะท้อนคิด ใช้ในการสะท้อนผลหลังจบแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เข้าร่วมวิจัย เพื่อนำผลการประเมินมาปรับปรุงให้เกิดวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม

4. แบบวัดมโนทัศน์ชนิดคำถามปลายเปิด เรื่อง พันธุศาสตร์ ประกอบด้วยคำถามปลายเปิด จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1 ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.2-0.8 ค่าการจัดจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2-1.0 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.78

5. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ใช้ในการสะท้อนการเรียนรู้พันธุศาสตร์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายเปิด การวาดภาพ และการเติมคำลงแผนผังความคิด

การเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษาและเริ่มเก็บข้อมูลวันที่ 1 ธันวาคม ถึง 24 ธันวาคม 2558

1. ขั้นวางแผน ผู้วิจัยทราบสภาพปัญหาว่า นักเรียนยังมีมโนทัศน์ในระดับคลาดเคลื่อน เรื่อง พันธุศาสตร์ จึงได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมด และตรวจสอบคุณภาพรวมถึงปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. ขั้นปฏิบัติการ ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุศาสตร์ ทั้งหมด 4 ชั่วโมง

3. ขั้นสังเกตการณ์ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีผู้ร่วมสังเกตการณ์ 2 ท่าน คือครูที่สอนชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่โรงเรียน แบบสะท้อนคิดจากผู้เข้าร่วมวิจัย และวัดความเข้าใจมโนทัศน์ด้วยบันทึกการเรียนรู้ หลังจากนั้นวิเคราะห์และสรุปผล เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ในขั้นสะท้อนผล

4. ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยจะนำผลสรุปจากขั้นสังเกตการณ์มาสะท้อนผลตนเอง เพื่อประเมินการจัดการเรียนรู้ และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป ซึ่งหลังจัดการเรียนรู้ครบ 3 แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ได้วัดความเข้าใจมโนทัศน์โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ชนิดคำถามปลายเปิด

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานวัตกรรมพันธุศาสตร์ โดยข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ 2 ท่าน และแบบสะท้อนคิดจากผู้เข้าร่วมวิจัย ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยจะทำการจัดระเบียบข้อมูล และกำหนดรหัสข้อมูล หลังจากนั้นสร้างข้อสรุปชั่วคราว แล้วจึงทำการเขียนเชื่อมโยงข้อสรุปและสรุปเป็นบทสรุปย่อ นำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบข้อมูลด้านแหล่งข้อมูล (Source triangulation)

2. การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ต่อการพัฒนานวัตกรรม เรื่อง พันธุศาสตร์ โดยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ผลการพัฒนานวัตกรรมระหว่างเรียนจบแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และตอนที่ 2 ผลการพัฒนานวัตกรรมภายหลังเรียนครบ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์รายชื่อ โดยอ่านคำตอบโดยละเอียด แล้วเปรียบเทียบและแบ่งกลุ่มคำตอบของนักเรียน จากนั้นทำการตีความหมายของคำตอบ และจำแนกความเข้าใจนวัตกรรมของนักเรียนเป็น 5 ประเภท ตามเกณฑ์ของ Westbrook and Marek (1992) ได้แก่ 1) ความเข้าใจนวัตกรรมในระดับสมบูรณ์ (Complete Understanding : CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องสมบูรณ์ ตรงตามมโนทัศน์ เรื่องพันธุศาสตร์ ของนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับหรือในตำราเรียน 2) ความเข้าใจนวัตกรรมในระดับถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องแต่ไม่ครบสมบูรณ์ ตามมโนทัศน์ เรื่องพันธุศาสตร์ ของนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ หรือในตำราเรียน 3) ความเข้าใจนวัตกรรมในระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Misconception : PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้อง แต่ก็มีข้อมูลบางส่วนที่ไม่ถูกต้องตามมโนทัศน์ เรื่องพันธุศาสตร์ ของนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ หรือในตำราเรียน 4) ความเข้าใจนวัตกรรมในระดับคลาดเคลื่อน (Misconception : MC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องตามมโนทัศน์ เรื่องพันธุศาสตร์ ของนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับ หรือในตำราเรียน และ 5) ความไม่เข้าใจในมโนทัศน์ (No Understanding : NU) หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถาม ตอบทวนคำถามแล้วเว้นว่างไว้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานวัตกรรม เรื่อง พันธุศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนร่วมกันสรุปใจความสำคัญที่ได้จากสื่อการเรียนรู้ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกบันทึกสาระสำคัญบนกระดาน และนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความคิดเห็นของกลุ่ม หลังจากแต่ละกลุ่มได้

ข้อสรุปแล้ว จึงแบ่งเป็นฝ่ายเสนอและฝ่ายโต้แย้ง หลังจากนั้นครูใช้คำถามในการเชื่อมโยงเข้าขั้นที่ 2 ต่อไป โดยควรเลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับการนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อาจจะใช้คลิปข่าว คลิปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ หรือบทความจากอินเทอร์เน็ตที่แสดงให้เห็นทั้งด้านบวกและด้านลบเพื่อใช้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ที่เลือกใช้ควรเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่จะเรียน และวิทยาศาสตร์นั้นส่งผลต่อสังคมในหลายด้าน กำลังเป็นที่ถกเถียงในสังคม และที่สำคัญต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 สืบหาความรู้ตามประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนฝ่ายเสนอและฝ่ายโต้แย้งสืบหาความรู้จากการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ ต้องเป็นแหล่งเรียนรู้ที่เชื่อถือได้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ควรวิเคราะห์พื้นฐานในการสืบหาความรู้ของนักเรียน โดยครั้งแรกอาจจะกำหนดกรอบการสืบค้นก่อน แล้วจึงให้นักเรียนได้สืบค้นด้วยตัวเองมากขึ้นในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 3 โต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนนี้การโต้แย้งมีดังนี้

- 1) ฝ่ายเสนอ นำเสนอความเห็นสนับสนุนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พร้อมเหตุผลหรือหลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็น
- 2) ฝ่ายโต้แย้ง นำเสนอความเห็นโต้แย้งหรือคัดค้าน พร้อมเหตุผลหรือหลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็น และ
- 3) หากมีผู้เห็นต่างจากฝ่ายโต้แย้งสามารถเสนอเหตุผลและหลักฐานเพื่อหักล้างข้อโต้แย้งได้ หรือหากต้องการสนับสนุนฝ่ายเสนอก็สามารถเสนอเหตุผลและหลักฐานเพื่อเพิ่มน้ำหนักให้ข้อกล่าวอ้างได้ โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มควรมีหน้าที่ในกิจกรรมการโต้แย้ง ครูควรชี้แจงหรือสาธิตขั้นตอนการโต้แย้งก่อน รวมถึงกำหนดว่าการโต้แย้งจะครอบคลุมในเรื่องใดบ้าง การโต้แย้งจะได้ไม่ออกนอกกรอบและใช้เวลานานเกินไป ในระหว่างดำเนินกิจกรรมครูจะเป็นผู้บันทึกสิ่งที่นักเรียนแต่ละฝ่ายพูดบนกระดาน พร้อมทั้งใช้คำถามเพื่อถามความเข้าใจและเน้นย้ำในประเด็นที่สำคัญระหว่างปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นที่ 4 สรุปการโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนและครูร่วมกันสรุปประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หากมีประเด็นที่ขาดหายนักเรียนสามารถเสนอเพิ่มเพื่ออภิปรายร่วมกัน หลังจากนั้นนักเรียนสรุปความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมในบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการสรุปและประเมินโน้ตส่นของนักเรียนหลังจบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนานโน้ตส่น เรื่อง พันธุศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโน้ตส่นพันธุศาสตร์สูงขึ้นกว่าระหว่างเรียนทุกมโน้ตส่น ยกเว้น การแปลรหัส และมโน้ตส่นที่นักเรียนพัฒนาได้มากที่สุด คือ การถอดรหัส ซึ่งมโน้ตส่นที่นักเรียนมีความเข้าใจหลังเรียนสมบูรณ์มากที่สุดคือ เทคโนโลยีชีวภาพ และมโน้ตส่นที่นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนลดลง ได้แก่

การจำลองดีเอ็นเอ การถอดรหัส และรหัสพันธุกรรม ในขณะที่มีโนทัศน์ เรื่อง การแปลรหัส และมิวเทชัน นั้นมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมีโนทัศน์คลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น ซึ่งเนื้อหาที่นักเรียนมีความเข้าใจ มีโนทัศน์หลังเรียนคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ การแปลรหัส ส่วนมีโนทัศน์ เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ และ พันธุวิศวกรรมนั้น ไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจมีโนทัศน์ในระดับคลาดเคลื่อน และทุกมีโนทัศน์ไม่พบนักเรียนที่ไม่เข้าใจมีโนทัศน์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงร้อยละของนักเรียนที่มีมีโนทัศน์ระหว่างและหลังเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ โดยใช้ การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

		ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมีโนทัศน์ (N=24)						
ประเภท มีโนทัศน์		การจำลอง ดีเอ็นเอ	การถอดรหัส	รหัส พันธุกรรม	การแปลรหัส	มิวเทชัน	เทคโนโลยี ชีวภาพ	พันธุ- วิศวกรรม
CU	ระหว่างเรียน	33.33	25	66.67	50	45.83	75	70.83
	หลังเรียน	56.25	57.29	77.78	45.83	61.46	85.42	72.92
PU	ระหว่างเรียน	41.67	62.5	20.83	29.17	41.67	25	29.17
	หลังเรียน	18.75	27.08	11.11	29.17	25	14.59	25
PS	ระหว่างเรียน	16.67	8.33	0	16.67	12.5	0	0
	หลังเรียน	20.83	12.5	8.33	13.89	12.5	0	2.08
MC	ระหว่างเรียน	8.33	4.17	12.5	4.17	0	0	0
	หลังเรียน	4.17	3.13	2.78	11.11	1.04	0	0
NU	ระหว่างเรียน	0	0	0	0	0	0	0
	หลังเรียน	0	0	0	0	0	0	0

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนามโนทัศน์ เรื่อง พันธุศาสตร์ มีประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หลังจากนักเรียนทราบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนแล้วทำให้เกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์ที่มีอยู่ เนื่องจากไม่สามารถอธิบายข้อถกเถียงในสังคมด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ได้ สอดคล้องกับทฤษฎีในการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Posner, et al. (1982) ที่กล่าวว่าก่อนนักเรียนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือสร้างมโนทัศน์ใหม่ นักเรียนจะเกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์ที่มีอยู่ก่อน (Dissatisfaction) ส่วนการเลือกใช้สื่อกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน จึงจะสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ ตามที่ Ratcliffe and Grace (2003) ได้กล่าว

ไว้ว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถช่วยเพิ่มความสนใจในวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากนักเรียนพบได้ในชีวิตจริง นอกจากนี้ครูยังมีบทบาทสำคัญในการใช้คำถามสร้างความสนใจของนักเรียนและทำให้นักเรียนคิดในมุมมองที่แตกต่าง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zeidler and Nichols (2009) ที่กล่าวว่า ครูเป็นผู้ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นมุมมองต่างๆของปัญหา

ขั้นที่ 2 สืบหาความรู้ตามประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ก่อนที่นักเรียนจะนำข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่มาใช้ในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ต้องผ่านการอ่านและไตร่ตรองก่อน ทำให้นักเรียนเข้าใจในมโนทัศน์ระดับหนึ่ง ตามทฤษฎีในการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Posner, et al. (1982) คือ มโนทัศน์ใหม่ต้องเป็นที่แจ่มแจ้ง (Intelligible) และน่าเชื่อถือ (Plausible) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cross et al. (2008) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนโต้แย้งตามรูปแบบการโต้แย้ง นักเรียนจะต้องเลือกข้อมูลและหลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนความคิดเห็น ซึ่งจะส่งผลทำให้นักเรียนเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมากขึ้น

ขั้นที่ 3 โต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ถกกันและรับฟังคำอธิบายของเพื่อน ซึ่งมีโอกาสที่นักเรียนจะเกิดความไม่พึงพอใจในมโนทัศน์ที่ตนมีอยู่ แล้วเกิดการพัฒนามโนทัศน์เพื่อนำไปอธิบายประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น สอดคล้องกับทฤษฎีในการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Posner, et al. (1982) และมโนทัศน์ใหม่นั้นต้องเป็นที่เข้าใจแจ่มแจ้ง (Intelligible) น่าเชื่อถือ (Plausible) และต้องมีประโยชน์ในการนำไปใช้บริบทอื่น (Fruitful) จึงจะเป็นที่พอใจในการยอมรับ ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขของ Hewson and Hewson (2003) โดยการจัดการเรียนรู้เช่นนี้ต้องการความยืดหยุ่นสูงเรื่องเวลาในการจัดกิจกรรม ควรมีการปรับเวลาให้เหมาะกับเนื้อหาที่เรียนแต่ละครั้ง ไม่ควรมากหรือน้อยเกินไป อีกทั้งครูต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำ คอยถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้เห็นในมุมมองที่ขาดหายไปและแสดงมโนทัศน์ออกมาในระหว่างโต้แย้ง โดยคำถามนั้นควรถามความเข้าใจและเหตุผล และที่สำคัญตัวนักเรียนต้องมีความกล้าแสดงออก และให้ความร่วมมือในการนำเสนอความคิดเห็นของตนเอง

ขั้นที่ 4 สรุปการโต้แย้งในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้อภิปรายข้อมูลจากการโต้แย้งร่วมกันอีกครั้งหนึ่ง และได้เขียนสรุปความรู้ในบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนได้ทบทวนและเรียบเรียงความรู้ความเข้าใจของตัวเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wallace et al. (2004) ที่กล่าวว่าการเขียนจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนรู้คิด (Metacognition) และเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2. หลังเรียนมีจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นจากระหว่างเรียน เนื่องจากนักเรียนเกิดการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ ตามทฤษฎีปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Posner, et al. (1982) คือ นักเรียนจะเกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์ที่มีอยู่ (Dissatisfaction) ซึ่งเกิดในขั้นนำเข้าสู่

สู่บทเรียนและอาจเกิดขึ้นขณะนักเรียนรับฟังการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ส่วนในขั้นสำรวจความรู้และขั้นโต้แย้งนั้น นักเรียนจะเกิดการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ ตามเงื่อนไขของ Posner คือ มโนทัศน์ใหม่ต้องเป็นที่เข้าใจแจ่มแจ้ง (Intelligible) น่าเชื่อถือ (Plausible) และต้องมีประโยชน์ในการนำไปใช้บริบทอื่น (Fruitful) สอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม ของ Vygotsky ที่ว่าการสร้างความรู้ของแต่ละบุคคล เกิดขึ้นจากบริบททางสังคม วัฒนธรรม และการสื่อสาร รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นสามารถช่วยส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้และพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียนได้ (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2544) ซึ่งนักเรียนได้ผ่านการโต้แย้งใน 3 ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาแล้ว ส่งผลให้นักเรียนเริ่มมีมโนทัศน์ที่ซับซ้อนขึ้น เนื่องจากความรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ มีความเชื่อมโยงกันในเรื่องหา ตามที่ ไพโรจน์ เต็มเดชพิพงค์ (2550) ได้กล่าวว่าพันธุศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาซับซ้อน มโนทัศน์หนึ่งสัมพันธ์กับอีกมโนทัศน์หนึ่ง นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ยังทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้และเชื่อมโยงความรู้ที่ซับซ้อนเข้ากับชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sadler and Zeidler (2003) อีกทั้งกระบวนการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ยังทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นเนื้อหาเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Eskin and Ogan-Bekiroglu (2013) หากดูจำนวนร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับสมบูรณ์ของเรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ พันธุวิศวกรรม และมิวเทชัน หลังเรียนสูงถึง 85.42 72.92 และ 61.46 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาค่อนข้างเป็นรูปธรรมและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนได้ง่ายและมองเห็นภาพชัดกว่าเรื่องอื่น ดังเช่นงานวิจัยของไพโรจน์ เต็มเดชพิพงค์ (2550) ที่กล่าวว่าความรู้เรื่อง พันธุวิศวกรรม โคลนนิ่ง จีเอ็มโอและ จีโนม เป็นเรื่องที่มีความสัมพันธ์กับมนุษย์ ในขณะที่มโนทัศน์เรื่อง การจำลองดีเอ็นเอ การถอดรหัส รหัสพันธุกรรม และการแปลรหัส ยังมีนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนทัศน์หลังเรียนอยู่ในระดับคลาดเคลื่อน เนื่องจากเนื้อหาค่อนข้างเป็นหลักการ และมีความเป็นนามธรรมมากกว่า ตามที่ Gili and Stavvy (2000) กล่าวว่าไว้ว่าเนื้อหา เรื่อง พันธุศาสตร์เป็นเรื่องที่ยากแก่การเข้าใจ เป็นความรู้ที่ซับซ้อนค่อนข้างมีความเป็นนามธรรมสูง และทัศนียา รัตนฤทัยและนฤมล ยุคาคม (2549) ได้รายงานผลว่า ความรู้เรื่อง การจำลองดีเอ็นเอ การถอดรหัส รหัสพันธุกรรม และการแปลรหัสเป็นเรื่องที่นักเรียนและครูมีความเห็นตรงกันว่าค่อนข้างเข้าใจยาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ควรเหมาะสมกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะสอนและวัยของนักเรียน อีกทั้งต้องเป็นเรื่องที่กำลังเป็นที่ถกเถียงในสังคม จะทำให้สามารถช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เช่น เรื่องการการรับร่าง พ.ร.บ.จีเอ็มโอ ในประเทศไทย เป็นต้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรมีการพัฒนาความเข้าใจโมทัศน์ที่เป็นนามธรรม ได้แก่ เรื่อง การจำลองดีเอ็นเอ การถอดรหัส รหัสพันธุกรรม และการแปลรหัส เนื่องจากพบว่ายังมีนักเรียนบางส่วนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนอยู่
2. ระหว่างทำการวิจัยพบว่านักเรียนเกิดความคิดและทักษะอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดวิเคราะห์ ทักษะการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้น อาจมีการศึกษาตัวแปรตามอื่นๆ เพิ่มเติม นอกเหนือจากการพัฒนามโนทัศน์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน

เอกสารอ้างอิง

- ทัศนียา รัตนอุทัย และ นฤมล บุตาคม. (2549). การรับรู้ของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนพันธุศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนสังกัดกองการศึกษาสงเคราะห์ในประเทศไทย. *วารสารสงขลานครินทร์ (ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์)*, 12(3), 313-327.
- นันทยา อัครอารีย์. (2558). ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธุศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 21 กุมภาพันธ์ 2558, จาก <http://biology.ipst.ac.th/?p=2402>
- พิณนตร อุทัยไชย. (2554). การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พันธุศาสตร์โมเลกุล ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- ไพโรจน์ เต็มเดชาพิพงศ์. (2550). การศึกษาการเปลี่ยนมโนคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง หน้าที่ยีน โดยใช้กรอบการตีความหลายมิติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2540). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 4*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: จุลติศการพิมพ์.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวดี แสนคำภูมิ. (2544). ผลการสอนเพื่อแก้มโนคติที่คลาดเคลื่อนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องระบบนิเวศ โดยใช้เอกสารอ่านประกอบซึ่งสร้างตามทฤษฎีการ เปลี่ยนมโนคติของ โทสเนอร์และคณะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.

อรุณี วงศ์ปิยะสถิต. (2550). *การกลายพันธุ์: เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

American Association for the Advancement of Science. (2014). *Reproduction, Genes, and Heredity*.

Retrieved February 17, 2014, from <http://assessment.aaas.org/topics/RH>

Blackburn, S. (1994). *The Oxford Dictionary of Philosophy*. Oxford, England : Oxford University Press.

Chung, Y., Yoo, J., Kim, S.-W., Lee, H., and Zeidler, D. (2014). Enhancing students' communication skills in the science classroom through socioscientific issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-27.

Cross, D., Taasoobshirazi, G. Hendricks, S., and Hickey, D.T. (2008), Argumentation: A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. *International Journal of Science Education*, 30(6), 837-861.

Driver, R., Newton, P., and Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.

Duncan, R. G., and Tseng, K. A. (2011). Designing project-based instruction to foster generative and mechanistic understandings in genetics. *Science Education*, 95(1), 21-56.

Eskin, H., and Ogan-Bekiroglu, F. (2013). Argumentation as a strategy for conceptual learning of dynamics. *Research in Science Education*, 43(5), 1939-1956.

Finley, F. N., Stewart, J., and Yaroch, W. L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, 66(4), 531-538.

Gili, M. A. and R. Stavy. 2000. Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biology Education*, 34(4), 200-206.

Hewson, Mariana G. and Hewson, Peter W. (2003). Effect of instruction using students prior knowledge and Conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research Teaching*, 25(8), 35-43.

Klopfer, L.E. (1971). Evaluation of learning in science. In B.S. Bloom, J.T. Hastings, and G.F. Madaus (Eds), *Handbook on Summative and formative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill.

Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.

Kuhn, D., and Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74, 1245-260.



- Lawson, A., Thomson, L. (1988). Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 733-746.
- Lewis, S.E. (2003). *Issue-Based Teaching in Science Education*. Retrieved May 28, 2012, from <http://www.actionbioscience.org/education/lewis.html>.
- Lin, S.-S., and Mintzes, J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: The effects of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017.
- Newton, P., Driver, R., and Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., and Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Ratcliffe, D. N., M. Grace. (2003). *Science Education for Citizenship. Teaching Socio-Scientific Issues*. Maidenhead: Open University Press.
- Sadler, W. (2000). *The Third Age: 6 Principles of Growth and Renewal after Forty*. Cambridge: Perseus Books.
- Sadler, T.D. and D.L. Zeidler. (2003). *Weighing in on genetic and morality: Students reveal their ideas, expectation, and reservations*. In Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Philadelphia, PA: n.p.
- Thörne, K., and Gericke, N. (2014). Teaching genetics in secondary classrooms: A linguistic analysis of teachers' talk about proteins. *Research in Science Education*, 44(1), 81-108.
- Wallace, C.S., Hand, B. and Prain, V. (2004). *Writing and Learning in the Science Classroom*. Boston, MA: Kluwer Academic.
- Westbrook, S. L., and Marek, E. A. (1992). A cross-age study of student understanding of the concept of homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1), 51-61.
- Zeidler, D. and B. Nichols. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.
