



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา

การศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

The Development of Grade 9 Students' Scientific Literacy in the Topic of
Heredity Using Socioscientific Issue-based Teaching

นามผู้วิจัย นางสาวกฤติยาณี เจริญลอย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, ประ.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์พรรณนภา ศักดิ์สูง, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสิงห์ มทาวิตยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

The Development of Grade 9 Students' Scientific Literacy in the Topic of Heredity
Using Socioscientific Issue -based Teaching

โดย

นางสาวกฤติยาณี เจริญลอย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กฤติยาณี เจริญลอย 2557: การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมของนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชา
การศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, ประ.ด.
162 หน้า

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
และ 2) เพื่อศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา
2555 จำนวน 17 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ใน
การวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรม แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ อนุทินของนักเรียน
บันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู และวิดีโอ
การจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการหาค่าความถี่และค่าร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูล
เชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า 1) หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) เพิ่มขึ้นทุกแนวคิด ได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม
โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โรคทางพันธุกรรม
พันธุวิศวกรรม การโคลน คิดเป็นร้อยละ 47.06, 47.06, 35.29, 70.59, 47.06 และ 70.59
ตามลำดับ 2) นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 70.59 มีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม
โดยพบว่านักเรียนมีส่วนร่วมในระดับครอบครัวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.06 รองลงมา คือระดับ
ครอบครัว-ระดับท้องถิ่น คิดเป็นร้อยละ 17.64 และระดับท้องถิ่น คิดเป็นร้อยละ 5.88 แต่ไม่พบนักเรียน
ที่มีส่วนร่วมในระดับชาติ สำหรับลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี
ดังนี้ 1) การเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ ทำให้เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น 2) การ
ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มช่วยปรับความรู้ที่ผิดให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น 3) การ
นำภาพที่ไม่ค่อยพบเห็นในชีวิตประจำวันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ สามารถสร้างความสนใจและนำไปสู่
การตั้งคำถามได้ดี 4) การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสืบค้นข้อมูลช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้มี
ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และ 5) การใช้คำถามปลายเปิดสามารถพัฒนาการคิดเชิงประเมินค่าได้

Krittiyane Charoenloi 2014: The Development of Grade 9 Students' Scientific Literacy in the Topic of Heredity Using Socioscientific Issue-based Teaching. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Mr. Sasithev Pitipornatapin, Ph.D. 162 pages.

This research aimed to 1) develop the scientific literacy of Grade 9 students in the topic of heredity using socioscientific issue - based teaching and 2) study the characteristics of Socioscientific issue-based teaching that helped the development of the scientific literacy regarding the topic of heredity of Grade 9 students. The study group included 17 Grade 9 students in the second semester at the 2012 academic year of a secondary school in Bangkok. The research instruments comprised the heredity lesson plans, scientific literacy tests, student journals, informal interviews, teacher's logs and videos. The researcher analyzed quantitative data by calculating frequencies and percentages, and qualitative data by content analyses.

The results revealed that 1) after learning by socioscientific issue - based teaching, most students had increased in sound understanding (SU) of every concepts, which included heredity, chromosomes, DNA and genes, the processes of inheritance, genetic disorders, genetic engineering, and cloning. These accounted for 47.06%, 47.06%, 35.29%, 70.59%, 47.06%, and 70.59%, respectively. 2) Most students, 70.59% of the total, participated in issues related to heredity. The participation of students was mostly at the family level, which accounted for 58.33%, followed by the family- local level, accounted for 1.64%, followed by the local level, accounted for 5.88%, but no students had participated at the national. Therefore, the characteristics of learning management with socioscientific issue-based teaching has effectively helped the development of the scientific literacy about heredity of Grade 9 students as follows: 1) providing opportunities of role playing for students, thus allows students to understand scientific concepts easier; 2) self-implementing through the process of teamwork helps students to adjust incorrect knowledge towards more accuracy; 3) stimulating by pictures that students do not commonly see in everyday life is able to stimulate their interest and leads to better question settings; 4) information search via internet supports the efficiency of learning management; and 5) using open-ended questions is able to develop evaluative thinking.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ โดยความกรุณาจากอาจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รศ.ดร.พรรณนภา ศักดิ์สูง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำ พร้อมทั้งตรวจแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างเรียบร้อยและสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้คำแนะนำในการตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ ประธานการสอบ และ ดร.สุทธิดา จำรัส ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไข เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้และขอบพระคุณอาจารย์ นักเรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนเพื่อนผู้เป็นกัลยาณมิตรที่มอบความรัก ความเอาใจใส่และให้กำลังใจเสมอมา คุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

กฤติยาณี เจริญลอย
เมษายน 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
คำถามวิจัย	4
ประโยชน์ที่ได้รับ	4
ขอบเขตการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	7
การรู้วิทยาศาสตร์	8
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	17
ลักษณะของเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรม	28
กรอบแนวคิดการวิจัย	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	34
บริบทของโรงเรียน	34
กลุ่มที่ศึกษา	35
สภาพห้องเรียน	36
รูปแบบการวิจัย	37
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	40
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	41
การสร้างเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย	44
การเก็บรวบรวมข้อมูล	47
วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	48
คุณภาพของงาน	54
จริยธรรมของการวิจัย	54

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	55
ตอนที่ 1 การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	55
ตอนที่ 2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	78
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	115
สรุปผลการวิจัย	117
ข้อเสนอแนะ	121
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	124
ภาคผนวก	139
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	140
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	142
ภาคผนวก ค แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม	154
ภาคผนวก ง อนุทินของนักเรียน	158
ภาคผนวก จ แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ	160
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	162

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาและองค์กรทางวิทยาศาสตร์	13
2.2	ระดับการรู้วิทยาศาสตร์และตัวชี้วัดการรู้วิทยาศาสตร์	15
2.3	องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินโดย PIS	26
2.4	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง หน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรม	29
3.1	ระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของกลุ่มที่ศึกษา	35
3.2	แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	40
3.3	กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	43
3.4	กรอบของการรู้วิทยาศาสตร์และขอบเขตของเนื้อหา	45
3.5	วิธีวิเคราะห์ข้อมูลการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	52
4.1	แนวคิดเรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.2	ผลการประเมิน แนวคิด เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	57
4.3	ผลการประเมิน แนวคิด เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	59
4.4	ผลการประเมิน แนวคิด เรื่องกระบวนการการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	62
4.5	ผลการประเมิน แนวคิด เรื่องโรคทางพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	65
4.6	ผลจากการประเมิน แนวคิด เรื่องพันธุวิศวกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	67
4.7	ผลการประเมิน แนวคิด เรื่องการโคลน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	69
4.8	การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (แสดงเป็นรายบุคคล)	71
4.9	การมีส่วนร่วมของนักเรียนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.10	ระดับการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นรายบุคคล	76
4.11	การมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจำแนกจากระดับการมีส่วนร่วม	77

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA	27
2.2	กรอบแนวคิด เรื่อง พันธุกรรม	31
2.3	กรอบแนวคิดการวิจัย	33
3.1	ห้องเรียนที่ใช้จัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ภาพ ก ด้านหน้าห้องเรียน ภาพ ข ด้านซ้ายห้องเรียน ภาพ ค ด้านขวาของห้องเรียน ภาพ ง ด้านหลังห้องเรียน	36
3.2	วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่ผู้วิจัยใช้ในงานวิจัย	39
4.1	การศึกษาและการแสดงบทบาทสมมติ เรื่องยูจีนิกส์ รัฐนี้มีแต่คนสมบูรณ์แบบ	79
4.2	ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นโรคทางพันธุกรรมเพื่อประกอบการวินิจฉัยโรค ทางพันธุกรรม	82
4.3	การแสดงบทบาทสมมติที่มิมการทำงานของแพทย์เพื่อวินิจฉัย โรคทางพันธุกรรม	83
4.4	ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นโรคทางพันธุกรรมบางอย่างของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อประกอบการวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรม	84
4.5	ตัวอย่างใบบันทึกประวัติผู้ป่วย	85
4.6	การระดมความคิดเพื่อเตรียมข้อมูลไต่वाที่	86
4.7	การไต่वाที่ในยุติติ “โรคพันธุกรรมกับการทำแท้ง ทางเลือกที่ดีที่สุด แล้วจริงหรือ?”	87

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.8	การชมวีดิทัศน์เพื่อให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดการปรับปรุง พันธกรรมมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	92
4.9	การทำกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง คู่เราอยู่ไหน	93
4.10	ตัวอย่างชิ้นงานจากการทำกิจกรรมคู่เราอยู่ไหน ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครโมโซม	94
4.11	ตัวแทนของแต่ละกลุ่มนำเสนอผลหลังการทำกิจกรรม	95
4.12	จิ๊กซอว์ที่ใช้หาความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	97
4.13	กิจกรรมต่อจิ๊กซอว์เพื่อหาความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	97
4.14	จิ๊กซอว์ไขรหัสความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	98
4.15	การนำเสนอเพื่อสรุปความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แต่ละกลุ่ม	99
4.16	การเขียนแผนผังความคิดสรุปความสัมพันธ์โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	100
4.17	ตัวอย่างแผนผังความคิดของนักเรียนเพื่อสรุปความสัมพันธ์ของ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	101
4.18	ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมที่นักเรียนออกแบบ ก) กลา ดัดแปลงพันธุกรรมมาจากปลาปักเป้า ข) ชาเย็บดัดแปลงพันธุกรรม มาจากกิ่งก่ากับมังกร ค) นายเหาะ ดัดแปลงพันธุกรรมมาจากมนุษย์กับ นกอินทรี ย) กิฟฟิน ดัดแปลงพันธุกรรมมาจากนกอินทรีกับสิงโต	103

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.19	<i>Mycoplasma mycoides</i> JCVI-sync 1.0 ภายใต้จุลทรรศน์ อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด	106
4.20	ชายชาวอินโดนีเซียที่ป่วยเป็นโรคเท้าแสนปม	107
4.21	สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ก) Dolion ข) แมงมุมเฟิร์น ค) แมวเรืองแสง ง) Lemurat	109

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ ตลอดจนการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ซึ่งล้วนแต่เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกหรือเทคโนโลยีให้กับมนุษย์ หากความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนามากเท่าใดก็ย่อมส่งผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง อีกทั้งวิทยาศาสตร์ยังทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทำให้เกิดทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่สามารถตรวจสอบได้ จึงอาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์ได้กลายเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge based society) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

การรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญ เพราะมนุษย์มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลผลิตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน (Tasakom and Pongtabodee, 2005) นอกจากนี้การรู้วิทยาศาสตร์ยังเป็นรากฐานสำคัญของความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ (Lewis, 1982) การกำหนดนโยบายของรัฐ ความตระหนักและการมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เช่น ประเด็นเกี่ยวกับสุขภาพ พลังงาน แหล่งทรัพยากรธรรมชาติ อาหาร สิ่งแวดล้อม และอื่น ๆ (Shen, 1975) จึงอาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมสมัยใหม่เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2545; American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1990)

การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) จึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐาน โดยสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง มีความสนใจและเห็นคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ทำให้เกิดความเข้าใจโลก (Programme for International Student Assessment [PISA], 2006) นอกจากนี้ สสวท. (2545) ได้กำหนดเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ คือ เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ มีทักษะสำคัญ

ในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาระบบการคิด จินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะในการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และความสามารถในการตัดสินใจ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต มีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา สนใจ และใฝ่รู้ ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์บรรลุเป้าหมาย ครูผู้สอนจึง ต้องจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด กล่าวคือการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้และเทคนิคหลากหลาย (จิสดา แหมมณี, 2544) เน้นการเชื่อมโยงกับชีวิต สภาพแวดล้อมภูมิปัญญาท้องถิ่นและการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (สสวท., 2545)

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่าครูผู้สอนส่วนใหญ่ยังคงใช้การจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย โดยมุ่งการจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาซึ่งส่งเสริมการท่องจำมากกว่า การคิดวิเคราะห์และไม่ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนขาดทักษะ การคิด ขาดความเข้าใจอย่างแท้จริง ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปสังเคราะห์หรือบูรณาการ เพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งกระบวนการจัดการเรียนรู้มีรูปแบบและเนื้อหาไม่ดึงดูดความสนใจของนักเรียนและขาดความต่อเนื่องระหว่างเนื้อหา เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ขาดมาตรฐาน กล่าวคือมักจะใช้แบบทดสอบ ที่เน้นความจำมากกว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนการวัดผลด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีเพียง ส่วนน้อยเท่านั้นหรือแทบจะไม่มีเลย การประเมินผลจึงเป็นการพิจารณาจากผลการสอบเพียง อย่างเดียวมิได้พิจารณาจากผลการเรียนรู้ทั้งหมดของนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้ (สำนักงาน เลขาธิการสภาการศึกษา, 2547) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ยังให้ความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์มากกว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง (Dahsah and Faikamta, 2008) และมี เป้าหมายเพียงเพื่อนำความรู้ไปใช้สอบแข่งขันเพื่อศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาเท่านั้น นักเรียนบางส่วนคิดว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก สลับซับซ้อน ต้องเรียนเสริมหรือเรียนเพิ่มเติมตามสถาบันกวดวิชาต่าง ๆ จึง จะสามารถทำข้อสอบแข่งขันได้ ทำให้เวลาอ่านหนังสือหรือทำความเข้าใจเนื้อหาสาระและธรรมชาติวิชานั้น ๆ น้อยลง (Yuenyong and Narjaikaw, 2009)

นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในชั้นเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนถึงแม้จะผ่านการเรียนจัดการเรียนรู้ไปแล้วก็ตามและขาด การมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนไม่สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็น ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อการตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่อการดำรง ชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรม ถึงแม้พันธุกรรมจะมี

ความเกี่ยวข้องและสำคัญ ต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่น การกินดีอยู่ดี และการยืดอายุ หรือการชะลอความแก่ของมนุษย์ การผลิตวัคซีนใหม่ ๆ ด้วยกรรมวิธีทางพันธุวิศวกรรม การสร้างพันธุ์พืชหรือสัตว์ที่ต้านทานเชื้อโรค การเปลี่ยนยีนให้แก่ผู้ที่มียีนผิดปกติ (gene therapy) การค้นพบยีนที่ทำให้เกิดโรคร้ายต่าง ๆ การค้นพบยีนควบคุมความแก่ของเซลล์ (สมณฑา พรหมบุญ, 2538) ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาพันธุกรรมมีความซับซ้อนและเป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจและการจัดการเรียนรู้ (Lewis, *et al.*, 2000; Duncan and Tseng, 2010) ประกอบกับแนวคิดมีหลายระดับ ได้แก่ ระดับจุลภาค เช่น โครโมโซม เซลล์สืบพันธุ์ และระดับมหภาค เช่น ระดับสิ่งมีชีวิต ระดับโมเลกุลดีเอ็นเอ และยีน (Mbajorgu *et al.*, 2006) นอกจากนี้ผู้วิจัยทางการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องพันธุกรรมคลาดเคลื่อน ได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม ยีน ดีเอ็นเอ โครโมโซม โรคพันธุกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศซึ่งพบว่านักเรียน ครูชีววิทยา ประชาชนทั่วไป แม้กระทั่งอาจารย์ในระดับมหาวิทยาลัยยังมีแนวคิดเรื่องพันธุกรรมคลาดเคลื่อน (จิตตินันท์ สาตะมินิ, 2550; Kindfield, 1994; Yip, 1998; Smith and Williams, 2007; Shaw and Hurst, 2008) เช่น แนวคิดลักษณะทางพันธุกรรม ยีน ดีเอ็นเอ โครโมโซม โรคพันธุกรรม และการประยุกต์ความรู้ทางพันธุกรรม (Saka *et al.*, 2006) เมื่อพิจารณาเนื้อหาพันธุกรรมอย่างละเอียดพบว่าเนื้อหาบางส่วนมีความเกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เป็นที่ถกเถียงกันในปัจจุบันถึงความถูกต้องเหมาะสมเกี่ยวกับวิธีการ กระบวนการ และจริยธรรม เช่น การโคลน (Cloning) เซลล์ต้นกำเนิด (Stem cell) และสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (Genetically Modified Organisms) (Sadler and Zeidler, 2005)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ พบว่าสามารถส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Zeidler and Keefer, 2003; Sadler, 2011) ทั้งด้านแนวคิดและการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ (Ratcliffe and Grace 2003; Sadler, 2009) ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นการนำประเด็นที่ถกเถียงกันในสังคมที่เกิดจากความแตกต่างด้านความคิดเกี่ยวกับความถูกต้องเหมาะสมของแนวคิดกระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ (Sadler, 2002) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน (Sadler and Zeidler, 2003) นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถสร้างความสนใจของนักเรียน (Osborne *et al.*, 2003) ที่สามารถนำไปสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่มีอยู่จริง ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตและเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่อชีวิตประจำวันอีกด้วย (Lewis, 2003)

ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะที่เป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์จึงสนใจที่จะพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคม

ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งด้านแนวคิดและการมีส่วนร่วม
 ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมและศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมทางสังคม
 ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
 ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม หรือไม่ อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ลักษณะใด ที่ช่วย
 พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ท่านอื่นที่สนใจได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม
 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรได้แนวทางในการจัดทำหลักสูตรเพื่อส่งเสริมการรู้
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขอบเขตการวิจัย

1. สถานที่ดำเนินการวิจัย คือ โรงเรียนแก้วใสวิทยาลัย (นามสมมติ) ซึ่งเป็นโรงเรียน
 มัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร

2. กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 17 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนแก้วใสวิทยาลัย (นามสมมติ) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบจัดการเรียนรู้

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรม ตามคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พ.ศ.2551) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งประกอบด้วย 6 แนวคิดย่อย คือ 1) ลักษณะทางพันธุกรรม 2) โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน 3) กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 4) ความผิดปกติทางพันธุกรรม 5) พันธุวิศวกรรม และ 6) การโคลน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โดยจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 3 คาบต่อสัปดาห์ คาบเรียนละ 50 นาที รวม 18 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

การรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม หมายถึง ความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมีองค์ประกอบ 2 ด้าน คือ 1) การมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถให้ความหมาย อธิบาย ยกตัวอย่าง เกี่ยวกับพันธุกรรมได้อย่างถูกต้อง 2) การมีส่วนร่วมในประเด็นวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถนำความรู้ เรื่องพันธุกรรม ไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวันทั้งต่อตนเองและผู้อื่น ทั้งในระดับครอบครัว ระดับท้องถิ่น และระดับชาติ โดยวัดจากแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม อนุทินของนักเรียน และบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific Issue-based teaching) หมายถึง การนำประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การกำหนดประเด็นคำถาม การสำรวจตรวจสอบ การอภิปราย หรือการสืบค้นความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. **ขั้นจุดประเด็น** คือ การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับแนวคิดที่ต้องการจัดการเรียนรู้ มาใช้ในการเร้าความสนใจทั้งในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน หรือขั้นสอน สร้างความสนใจโดยครูมีบทบาทกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนหรือตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด

2. ขั้นท้าทายความคิด คือ นักเรียนตั้งคำถามที่ตนเองสงสัยจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยคำถามควรสอดคล้องและครอบคลุมกับแนวคิดที่จะจัดการเรียนรู้ หากนักเรียนตั้งคำถามไม่สอดคล้องและไม่ครอบคลุม ครูควรเข้ามามีบทบาทในการกระตุ้น เพื่อดึงเอาคำถามที่ยังไม่ครอบคลุมแนวคิดหรือเนื้อหาที่จะจัดการเรียนรู้นอกจากนี้ครูควรให้เวลานักเรียนในการคิดคำถามต่าง ๆ ด้วยตนเอง

3. ขั้นวางแผนและค้นหา คือ นักเรียนวางแผน เพื่อสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือทำการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบจากคำถามที่ตนเองสงสัย ในขั้นนี้ครูควรให้เวลาที่เหมาะสมชี้แนะแนวทางในการวางแผนและค้นหาคำตอบและหากเป็นการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ครูควรแนะนำแหล่งเรียนรู้ที่มีความน่าเชื่อถือให้กับนักเรียนด้วย นอกจากนี้ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันและทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

4. ขั้นเผชิญหน้าด้วยหลักฐาน คือ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาร่วมกันอภิปราย ลงความเห็น โดยอาศัยข้อมูลหรือหลักฐานอ้างอิง เพื่อแสดงความคิดเห็นและให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ จนนำไปสู่การตอบประเด็นคำถามที่ตนเองสงสัย

5. ขั้นหาข้อสรุป คือ นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยครูควรส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเองร่วมกับการแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและคำอธิบายให้ชัดเจน

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม

ผู้วิจัยได้ตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การรู้วิทยาศาสตร์

1.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2 ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์

1.3 ที่มาและความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์

1.4 องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์

1.5 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.2 ที่มาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.3 วัตถุประสงค์ของการประยุกต์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

2.4 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.5 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์

2.6 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้

3. ลักษณะของเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรม
4. กรอบแนวคิดของการวิจัย

การรู้วิทยาศาสตร์

เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่ประชาชนทุกคนควรรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Durant, 1993) ดังนั้นการรู้วิทยาศาสตร์จึงได้รับการกำหนดให้เป็นนโยบายและเป้าหมายสำคัญทางการศึกษา (Jenkins, 1992; Atkin and Helms, 1993; Laugksch and Spargo, 1999) โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientifically literate persons) (สสวท., 2545; AAAS, 1990) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงควรมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้ค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว เป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สสวท., 2546) มีดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ได้รับการนำมาใช้ในทางวิชาการมากกว่าสี่ทศวรรษ (Gallagher and Harsch, 1997) ซึ่งปรากฏในบทความทางการศึกษาของสหรัฐอเมริกาครั้งแรกโดย Hurd (1958) และ McCurdy (1958) ซึ่งยังไม่มี ความหมายที่ชัดเจน (AAAS, 1989; Hodson, 2003; Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 1998; Pella, O’Hearn, and Gale, 1966) แต่นักการศึกษาและองค์กรที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของการรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้

การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความรู้ความเข้าใจแนวคิดหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2554; AAAS, 1990; Bauer, 1994; National Science Education Standards [NSES], 1996) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2554; Bauer, 1994; National Research Council [NRC], 1996) การมีจิตวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2545; OECD, 2007) ความสามารถในการสื่อสารสู่ผู้อื่น (สสวท., 2545; AAAS, 1990; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 1993; NSES, 1996) โดยสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน (สสวท., 2554; AAAS, 1990; UNESCO, 1993; NSES, 1996) ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (AAAS, 1990; Bauer, 1994) และการมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (AAAS, 1990; NSES, 1996; Murcia, 2006; OECD, 2007)

ที่มาและความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) มีความเป็นมาที่ยาวนาน ตั้งแต่ปลายปี ค.ศ.1500 (Solomon, 2007) และได้รับการบัญญัติขึ้นเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ.1950 (Conant, 1952; Hurd, 1958) ในบทความ “Science Literacy: Its Meaning for American Schools” (DeBoer, 1991) ของ Hurd (1958) การรู้วิทยาศาสตร์เริ่มได้รับความสนใจในศตวรรษนี้ (Shamos, 1995) จากแรงผลักดันสำคัญที่มาจากความกังวลของสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1950 เมื่อสหภาพโซเวียตส่งดาวเทียมสปุตนิก สู่วงโคจรในอวกาศ (Hurd, 1958; Waterman, 1960; Laugksch, 2000) และในปี ค.ศ. 1980 สหรัฐอเมริกาถูกคุกคามทางเศรษฐกิจจากประเทศในกลุ่มเอเชีย เช่น เกาหลีใต้ สิงคโปร์ ไต้หวัน สหรัฐอเมริกา จึงเกิดความกังวลเกี่ยวกับการแข่งขันทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมระหว่างประเทศและการลดบทบาทของการเป็นผู้นำของโลก (Bloch, 1986; AAAS, 1989; Laugksch, 2000) ทำให้เกิดความเชื่อว่าการแข่งขันทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมระหว่างประเทศ ตลอดจนการเป็นผู้นำของตนเองถูกลดบทบาทลง (Bloch, 1986) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถูกมองว่าเป็นพื้นฐานสำคัญ

ของความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ (Lewis, 1982; Bloch, 1986) และเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในการกำหนดนโยบายด้านวิทยาศาสตร์ของอเมริกาอีกทั้งแนวโน้มด้านการศึกษา เช่น คะแนนการทดสอบของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำและผลการดำเนินงานด้านการศึกษาระหว่างประเทศเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ อีกทั้งบุคลากรด้านการสอนเกิดความท้อถอยและลดจำนวนลง (AAAS, 1989) ประกอบกับการลดลงของฐานการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม (Bloch, 1986; Laugksch, 2000) จากภัยคุกคามด้านความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจและวิกฤตด้านการศึกษาวិทยาศาสตร์ทำให้สหรัฐอเมริกาเกิดการตื่นตัวต่อการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก (Graubard, 1983) ทั้งนี้เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รับการยอมรับว่าเป็นรากฐานสำคัญของความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ (Lewis, 1982; Bloch, 1986)

ดังนั้น การรู้วิทยาศาสตร์จึงได้รับความสนใจอย่างสม่ำเสมอตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา (Graubard, 1983; Prewitt, 1983) ทั้งในสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่น ๆ (Miller, 1992; Laugksch and Spargo, 1999) อาจถือได้ว่าการรู้วิทยาศาสตร์เป็นจุดเริ่มต้นให้เกิดการปฏิรูปการศึกษา (AAAS, 1989; NRC, 1996) โดยมีจุดมุ่งหมายหลักคือการรู้วิทยาศาสตร์ (Laugksch, 2000) เช่น สหรัฐอเมริกา กำหนดให้การรู้วิทยาศาสตร์สำหรับชาวอเมริกันทุกคน (Science for All Americans) ประเทศอังกฤษ การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของสาธารณะชน (The public understanding of science) (AAAS, 1989) ในปี ค.ศ.1982 National Science Teachers Association (NSTA) การรู้วิทยาศาสตร์ได้ถูกกำหนดให้เป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ โดยสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ตัดสินใจในชีวิตประจำวันได้ (พงศ์ประพันธ์ พงศ์โสภณ, 2552) ในปี ค.ศ.1997 เกิดการปฏิวัติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำมาสู่การจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนโดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเกิดความพร้อมในการรับมือกับผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (Hurd, 1997)

สำหรับการรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้นได้รับอิทธิพลจากองค์กรระหว่างประเทศ และผู้นำของโลก เช่น UNESCO, ICASE, SEAMEO-RECSAM และ PISA การรู้วิทยาศาสตร์ได้นำมาใช้กำหนดให้เป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเน้นการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจ เทคโนโลยี ค่านิยมและวัฒนธรรม รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของประชาชนทั้งด้านความรู้พื้นฐานและทักษะทางวิทยาศาสตร์ (Yuenyong and Narjaikaew, 2009) สอดคล้องกับองค์การความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (The Organisation for Economic Cooperation and Development; OECD) และโปรแกรมการประเมินระหว่างประเทศ (PISA) ได้กำหนดให้การรู้วิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การตั้งคำถาม และการสรุปโดยใช้หลักฐานเพื่อทำความเข้าใจและช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับโลกธรรมชาติและ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยกิจกรรมของมนุษย์ (OECD, 2007)

นอกจากนี้หลักสูตรไทยหลังการปฏิรูปในสิ้นปี ศ.ศ.1980 เป็นการปฏิรูปที่เน้นกระบวนการ และในปี ศ.ศ.1999 มุ่งเน้นการรู้วิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การรู้วิทยาศาสตร์ ของไทยจึงมุ่งไปที่ความสามารถของประชาชน คือ การเข้าใจคำถาม และปัญหา ที่สามารถตรวจสอบ ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ระบุหลักฐาน หรือข้อมูลที่ใช้ในการสืบเสาะหาคำอธิบายที่มีเหตุผล โดยอ้างอิงข้อมูลเชิงประจักษ์หรือหลักฐาน สื่อสาร หรือ อธิบายประเด็นที่มีความสัมพันธ์ กับวิทยาศาสตร์และเข้าใจหลักการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Yuenyong and Narjaikaw, 2009)

อย่างไรก็ตามพบว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทยยังเน้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มากกว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อชีวิตประจำวัน ซึ่งไม่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ได้ (Dahsah and Faikamta, 2008) ดังนั้นจึงต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากเดิมที่ เน้นให้นักเรียนจดจำเนื้อหาสาระและใช้การวัดผลประเมินผลจากการทดสอบด้วยข้อสอบเป็น การจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับนักเรียนในการคิดและลงมือปฏิบัติ และปรับเปลี่ยนแนวทาง การวัดผลประเมินผลที่มีการวางแผนการประเมินผลควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนรู้ โดยถือเป้าหมาย ของการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนที่ครอบคลุมทั้งความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ ด้านการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้ การใช้เทคโนโลยี รวมทั้ง คุณลักษณะของนักเรียนด้านจิตวิทยาศาสตร์และส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้รับโอกาสทางการศึกษา (สสวท., 2546)

การรู้วิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบัน เพราะมนุษย์จำเป็นต้องพึ่งพาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (AAAS, 1989; NRC, 1996; Laugsch and Spargo, 1996; Bell and Lederman, 2000) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมประชาธิปไตยที่มีเทคโนโลยีเป็นศูนย์กลางและมีการขยายตัวของผลผลิต ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงกลายมาเป็นส่วนหนึ่งใน ชีวิตประจำวันมากขึ้น ดังนั้นทุกคนจำเป็นต้องรู้วิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการตัดสินใจและมีส่วนร่วมใน การอภิปรายในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Pongtabodee, 2005) นอกจากนี้การรู้วิทยาศาสตร์ ยังเป็นพื้นฐานสำคัญที่ใช้ตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันและการลงมติใน ประเด็น จำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Lord and Rauscher, 1991; Bell and Lederman, 2000) เช่น การสนับสนุนการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เพราะจะทำให้ประชาชนเข้าใจความสัมพันธ์ของ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันการ สนับสนุนกิจกรรมของนักวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการเข้าไปมีส่วนร่วมในการโต้แย้งกับองค์กรทาง วิทยาศาสตร์ เช่น การเรียกร้องสิทธิและการผลิตนักวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ (Jenkins, 1990; Boujaoude, 2002)

ดังนั้นการปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วโลกจึงมุ่งเน้นที่ความจำเป็นของการจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียนทราบข้อมูลและปรับสมดุลในการตัดสินใจเกี่ยวกับผลกระทบของวิทยาศาสตร์ต่อชีวิตและใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหา (AAAS, 1993; Millar, Osborne, and Nott, 1998)

องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและองค์กรทางวิทยาศาสตร์ศึกษาได้กำหนดองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ความเข้าใจแนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2545; AAAS, 1990; Chiapetta, 1993; Bauer, 1994; NSES, 1996; Boujaoude, 2002; Norris and Phillips, 2003; Zeidler *et al.*, 2005; Roberts, 2007)
2. การมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2545; Bauer, 1994; NSES, 1996; Zeidler *et al.*, 2005; Roberts, 2007; OECD, 2007)
3. ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2545; Chiapetta, 1993; Hurd, 1998; Boujaoude, 2002; Norris and Phillips, 2003; Murcia, 2006)
4. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ (สสวท., 2545; AAAS, 1990; UNESCO, 1993; NSES, 1996; Norris and Phillips, 2003; Zeidler *et al.*, 2005)
5. การมีจิตวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2545; OECD, 2007)
6. การตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อม (สสวท., 2545; Chiapetta, 1993; Boujaoude, 2002)
7. การมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (AAAS, 1990; NSES, 1996; Norris and Phillips, 2003; Aikenhead, 2006; Murcia, 2006; OECD, 2007)

องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาและองค์กรทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาและองค์กรทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของการรู้ วิทยาศาสตร์	สสวท. (2545)	AAAS (1990)	UNESCO (1993)	NSES (1996)	OECD (2007)	Zeidler <i>et al.</i> (2005)	Roberts (2007)	Norris and Phillips (2003)	Boujaoude (2002)	Bauer (1994)	Chiapetta (1993)
- ความเข้าใจแนวคิด หลักการ พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์	√	-	-	-	√	√	√	√	√	√	√
- การมีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	√	-	-	-	√	√	√	-	-	√	-
- ความเข้าใจธรรมชาติ วิทยาศาสตร์	√	-	-	-	-	-	-	√	√		√
- การนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์	√	√	√	-	-	√	-	√	-	-	-
- การมีจิตวิทยาศาสตร์	√	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-
- การตระหนักถึงความ สัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีต่อมนุษย์และสภาพ แวดล้อม	√	-	-	-	-	-	-	-	√	-	√
- การมีส่วนร่วมในประเด็นที่ เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	-	√	-	√	√	-	-	-	-	-	-

จากตารางที่ 2.1 สรุปได้ว่าองค์ประกอบของการรู้วิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาและองค์กรทางวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ ความเข้าใจแนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดกรอบการรู้วิทยาศาสตร์ไว้ 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านแนวคิดวิทยาศาสตร์ คือ การมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถให้ความหมาย อธิบาย ยกตัวอย่าง เกี่ยวกับพันธุกรรมได้อย่างถูกต้อง และ 2) ด้านการมีส่วนร่วมในประเด็นวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถนำแนวคิด เรื่องพันธุกรรม ไปใช้ในการมีส่วนร่วม เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวันทั้งต่อตนเองและผู้อื่น ทั้งในระดับครอบครัว ระดับท้องถิ่น และระดับชาติ เนื่องจากผู้วิจัยพบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน ถึงแม้จะผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้แล้วก็ตาม และขาดการมีส่วนร่วมในประเด็นทางพันธุกรรม เนื่องจากเนื้อหาพันธุกรรมมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนและเนื้อหาบางส่วนยังเป็นที่ถกเถียงกันในสังคมเกี่ยวกับความเหมาะสมของวิธีการ กระบวนการและผลกระทบที่เกิดขึ้นในสังคม เช่น การโคลน สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม จึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่ต้องเตรียมความพร้อมของนักเรียนสู่การเผชิญกับประเด็นดังกล่าวในอนาคต เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่อการชีวิตประจำวัน ประกอบกับความก้าวหน้าด้านพันธุศาสตร์ในทศวรรษได้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและส่งผลกระทบต่อข้อมูลและเทคโนโลยีในสังคม ประเด็นพันธุกรรมได้เข้ามามีบทบาทอย่างยิ่งต่อสุขภาพและนโยบายสาธารณะ (Miller, 1998; Kolsto, 2001) อีกทั้งความรู้ใหม่ ๆ เหล่านี้ยังส่งผลกระทบต่อบุคคลและสังคม (Lanie *et al.*, 2004) นอกจากนี้ยังพบว่าข้อมูลที่นำเสนออย่างไม่เป็นทางการผ่านสื่อต่าง ๆ ไม่ได้ถูกต้องเสมอไป (Grinell, 1993; Lanie *et al.*, 2004) และปราศจากความรู้พื้นฐานทางพันธุกรรมเพื่อใช้แยกแยะข้อมูลที่ถูกต้องจากออกจากข้อมูลที่ผิด (Jennings, 2004)

ระดับการรู้วิทยาศาสตร์

Bybee (1997) ได้แบ่งระดับการรู้วิทยาศาสตร์จากการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับเล็กน้อย จนถึงการศึกษาวิทยาศาสตร์ในหลายมิติ ได้แก่

1. Scientific Illiteracy หมายถึง นักเรียนไม่สามารถอธิบาย สร้างความสัมพันธ์หรือให้เหตุผลและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับคำถามทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องสมบูรณ์

2. Nominal scientific literacy หมายถึง นักเรียนสามารถระบุข้อมูลถูกต้องบางส่วนและมีความคลาดเคลื่อนหรือมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง โดยใช้คำศัพท์ง่าย ๆ หรือคำศัพท์ที่เป็นที่ยอมรับได้เพียงเล็กน้อย เพื่อบอกความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งไม่ได้แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

3. Functional scientific literacy หมายถึง นักเรียนสามารถใช้คำศัพท์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถเชื่อมโยงสู่แนวคิดหรือความรู้ในระดับที่สูงขึ้น แต่ความเข้าใจยังอยู่ในลักษณะของการจดจำคำศัพท์หรือคำนิยาม

4. Conceptual and procedural scientific literacy หมายถึง นักเรียนเข้าใจแนวคิดของเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องอื่น ๆ เข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือและเทคนิคที่เหมาะสม สามารถหาแนวทางใหม่เพื่ออธิบายหรือพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ

5. Multidimensional scientific literacy หมายถึง นักเรียนเข้าใจแนวคิดสำคัญทางวิทยาศาสตร์อย่างสมบูรณ์ เข้าใจหลักปรัชญา ประวัติศาสตร์ มิติทางสังคมของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์กับสาขาวิชาต่าง ๆ และความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

จากระดับการรู้วิทยาศาสตร์ข้างต้นประกอบด้วยลักษณะและตัวชี้วัดการรู้วิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระดับการรู้วิทยาศาสตร์และตัวชี้วัดการรู้วิทยาศาสตร์

ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	ลักษณะ	ตัวชี้วัด
1. Scientific illiteracy	ไม่มีความรู้เพื่อทำความเข้าใจคำถามทางวิทยาศาสตร์หรือหรือการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์	-
2. Nominal scientific literacy	เข้าใจคำศัพท์ คำถามหรือหัวข้อทางวิทยาศาสตร์ แต่มีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง มักจะอธิบายได้ไม่สมเหตุสมผล	- ระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ - แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจคลาดเคลื่อน - อธิบายไม่สมเหตุสมผล

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ระดับการรู้วิทยาศาสตร์	ลักษณะ	ตัวชี้วัด
		- แสดงถึงความเข้าใจเพียงเล็กน้อย
3. Functional scientific literacy	สามารถใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างจำกัด	- ใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และให้นิยามได้ถูกต้อง - การจดจำมีลักษณะเฉพาะ
4. Conceptual and procedural scientific literacy	แสดงให้เห็นการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิธีการบางส่วน เข้าใจกระบวนการทำงานของกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์หรือการทดลองวิทยาศาสตร์	- มีความเข้าใจที่จำกัด - เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ - เข้าใจความรู้ด้านกระบวนการและทักษะทางวิทยาศาสตร์ - เข้าใจความสัมพันธ์บางส่วนหรือทั้งหมดของวิทยาศาสตร์ - เข้าใจหลักการ สาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. Multidimensional scientific literacy	ประกอบด้วยมิติทางปรัชญาประวัติศาสตร์ และมิติทางสังคม แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจและชื่นชมวิทยาศาสตร์โดยรวม และเห็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งผลิตผลและส่วนหนึ่งของสังคม	- เข้าใจวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ - รู้ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ - รู้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ - เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม

นอกจากนี้ Bybee (1997) ยังตระหนักถึงความจริงข้อหนึ่งว่าการที่จะประสบความสำเร็จในทุกด้านของการรู้วิทยาศาสตร์นั้นเป็นไปได้ดังนั้นการรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นภารกิจตลอดชีวิตและอาจจะไม่สำเร็จได้ในทุกด้านโดยบุคคลจะบรรลุเป้าหมายระดับสูงในหัวข้อที่เฉพาะเจาะจง เช่น บุคคลที่สามารถสร้างโมเดลเครื่องบินเป็นงานอดิเรกได้ อาจเข้าใจเรื่องการบินในสาขาฟิสิกส์อย่างลึกซึ้งแต่มีความเข้าใจเรื่องพันธุศาสตร์โมเลกุลในระดับต่ำ เป็นต้น

การรู้วิทยาศาสตร์ระดับ multidimensional เป็นเป้าหมายระยะยาวที่ได้รับการยอมรับจาก Bybee (1997) ในขณะที่บางรายละเอียดของการรู้วิทยาศาสตร์อาจมีความสำคัญต่อเป้าหมายของการศึกษาในระดับโรงเรียนเท่านั้น ซึ่งอาจจะน้อยกว่ารายละเอียดของการรู้วิทยาศาสตร์ใน

ผู้ใหญ่ Shamos (1995) จึงแบ่งการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้ใหญ่ตามความซับซ้อน ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. Cultural literacy หมายถึง การรู้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่จำเป็นต่อการอ่านหนังสือพิมพ์หรือนิตยสาร โดยเกี่ยวข้องกับการจดจำมากกว่าความเข้าใจวิทยาศาสตร์
2. Functional literacy หมายถึง ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์การมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าการอธิบายส่วนใหญ่จะอาศัยการจดจำและความเข้าใจ
3. True science literacy หมายถึง การรู้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดหลักที่เป็นรากฐานทางวิทยาศาสตร์ กฎของการทดลองวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบของการสืบเสาะ กระบวนการคิดและการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ความหมายของประเด็นสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้มากมาย สามารถสรุปได้ ดังนี้

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socioscientific issue) หมายถึง ประเด็นที่มีความสำคัญทางสังคมโดยมีวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน (Ratcliffe and Grace, 2003) เป็นประเด็นที่ถกเถียงกันในสังคม อันเนื่องมาจากความแตกต่างด้านความคิดเห็น (Kuhn, 1991; Perkins, Farady, and Bushey, 1991; Means and Voss, 1996; Evans, 2002; Sadler, 2002) ความถูกต้องเหมาะสมของแนวคิดกระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ (Fleming, 1986; Patronis *et al.*, 1999; Kolsto, 2001; Sadler, 2002; Zeidler *et al.*, 2002) วิธีแก้ปัญหา (Perkins *et al.*, 1991) มักเกี่ยวข้องกับค่านิยมการให้เหตุผลทางจริยธรรม (Ratcliffe and Grace, 2003) โดยไม่มีทางออกหรือข้อสรุปของประเด็นที่ถูกต้องชัดเจน (Kuhn, 1991; Perkins *et al.*, 1991; Means and Voss, 1996)

ที่มาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ครั้งแรกก่อนปี ค.ศ.1970 และได้รับการนำเสนอในศตวรรษที่ 19 ในประเทศอังกฤษและประเทศอุตสาหกรรมต่าง ๆ (Jenkins, 2006) ซึ่งเป็นแนวคิดที่มาจากการจัดการเรียนรู้

ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science Technology and Society; STS) ที่มีจุดเน้น คือ การนำเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนปัญหาที่แท้จริงและเป็นประเด็นที่อยู่ในความสนใจของประชาชนมาบูรณาการด้านสังคม สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีเข้าไปในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ได้รับการขับเคลื่อนในปี ค.ศ.1980 ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นการรวมประเด็นความขัดแย้งเท่านั้น แต่ยังเป็นการนำประเด็น ความขัดแย้งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ (Bingle and Gaskell, 1994; Solomon and Thomas, 1999) โดยเน้นการศึกษาผลกระทบจากการตัดสินใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีต่อสังคม แต่ไม่ได้พิจารณาประเด็นเกี่ยวกับการพัฒนาคุณธรรมและจริยธรรมของ นักเรียนซึ่งต่างจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มุ่งการ ส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนเพื่อการตัดสินใจที่เกี่ยวกับผลกระทบ หลักคุณธรรมและจริยธรรม ใน ประเด็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Sadler, 2004) ดังนั้นการศึกษาประเด็นทางสังคมที่ เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์จึงเกี่ยวข้องกับการพิจารณาประเด็นด้านจริยธรรมและการให้เหตุผลก่อน การตัดสินใจซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับศีลธรรมผ่านหัวข้อทางวิทยาศาสตร์และปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Zeidler *et al.*, 2002)

การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงเป็นหลักสูตรในโรงเรียนมัธยมศึกษาและโรงเรียนประถมศึกษาบางแห่งในประเทศอุตสาหกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (Solomon, 1993) และเพิ่มความตระหนักถึงผลกระทบ ของวิทยาศาสตร์ต่อการเจริญเติบโตในฐานะของพลเมือง (Smith and Wales, 2000) กล่าวคือ การเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบในกระบวนการตัดสินใจ (Kolsto, 2001) การเข้าไปมีส่วนร่วม ในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี หรือสิ่งแวดล้อมได้ อย่างเหมาะสมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จึงเป็นมิติ ทางสังคมที่มีแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Sadler, 2004) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคม ประชาธิปไตยที่เน้นการมีส่วนร่วมของประชาชน ในขณะเดียวกันการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็น ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะเป็นประโยชน์อย่างมากในด้านการเรียนรู้เนื้อหา กระบวนการ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างองค์ความรู้ สังคม การเมือง และการพัฒนาคุณธรรมและจริยธรรมให้กับนักเรียนอีกด้วย (Kolsto, 2001; Sadler, 2004)

Tal and Kedmi (2006) กล่าวว่าควรสนับสนุนให้นำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้อง กับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น อาหารดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically modified food) พลังงานนิวเคลียร์และกากนิวเคลียร์ (Nuclear energy and nuclear waste) งานวิจัยสเต็มเซลล์ (Stem cells research) การบำบัดด้วยยีน (Gene therapy) ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และประเด็นอื่น ๆ ที่สามารถพบเห็นผ่านสื่อต่าง ๆ โดยคำนึงถึงบริบทของประชาชนในอนาคต เพื่อพัฒนาการเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบการเป็นรู้

วิทยาศาสตร์และการพัฒนาอย่างยั่งยืนควบคู่กับการพัฒนาค่านิยม ความคิด ความเข้าใจและทักษะในด้านต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การเผชิญกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในอนาคต (Ratcliffe and Grace, 2003)

วัตถุประสงค์ของการประยุกต์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย ได้แก่

1. เพิ่มความสนใจด้านวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน (Ratcliffe and Grace, 2003; Jarman and McClune, 2007; Sadler, 2009)
2. ส่งเสริมทักษะด้านต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ขั้นสูงการตัดสินใจและการลงความเห็น (Lewis, 2003) การตีความหมายเพื่อประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและข่าวสาร (Sadler and Zeidler, 2003) การตั้งคำถามและการตอบคำถาม การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Ratcliffe and Grace, 2003) การแก้ปัญหาและการรู้เท่าทันสื่อ (Jarman and McClune, 2007)
3. ส่งเสริมความสามารถในการอธิบายอย่างมีเหตุผล (Kolsto *et al.*, 2006) โดยอาศัยหลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ (Sadler and Zeidler, 2003; Ratcliffe and Grace, 2003)
4. ส่งเสริมความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Sadler and Zeidler, 2004) ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ (Khishfe and Lederman, 2006; Lewis and Leach, 2006) แนวคิดวิทยาศาสตร์ (Zohar and Nemet, 2002) และช่วยให้เห็นความสัมพันธ์อันซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์สังคมและมนุษย์ (Sadler and Zeidler, 2003)
5. พัฒนาสมรรถนะด้านต่าง ๆ เช่น การตัดสินใจ การอธิบายและเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจและใช้เป็นจุดยืนในชีวิตประจำวันการวิจัยและนโยบายที่ให้ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ในแง่ของความสามารถในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (Sjoberg and Schreiner, 2005)
6. พัฒนาความสามารถด้านการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาสังคมการตัดสินใจในบริบทต่าง ๆ และประเมินความขัดแย้งของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจอย่างลึกซึ้งต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อประเด็นปัญหานั้นๆ (Ratcliffe and Grace, 2003)

7. ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควบคู่กับการเป็นพลเมืองและการพัฒนาคุณธรรมของนักเรียน (Driver, Newton, and Osborne, 2000; Zeidler and Keefer, 2003; Sadler, 2009)

8. พัฒนาการปฏิบัติและการเตรียมความพร้อมสู่การมีส่วนร่วมในสังคม (Reis, 2004; Sadler, 2009) เพิ่มความสามารถในการรับมือกับประเด็นที่มีวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานอย่างชาญฉลาดทั้งที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและในอนาคต (Driver *et al.*, 2000; Kolsto, 2001)

9. สร้างแรงบันดาลใจ กระตุ้น หรือทำให้เข้าใจปัญหาความขัดแย้งที่สามารถพบได้มากขึ้นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในสังคม (Kolsto *et al.*, 2006)

ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ปรากฏผลลัพธ์ที่หลากหลาย เนื่องจากการรวมพลังให้เป็นหนึ่ง (Unification power) โดยการนำนักเรียนเข้าสู่สถานการณ์เสมือนจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทที่ต้องใช้เหตุผล (Zeidler *et al.*, 2005) โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยพัฒนาคุณธรรมของนักเรียนผ่านมุมมองของนักเรียนเองและสังคม โดยมุมมองเหล่านี้จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Zeidler and Keefer, 2003) ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มักเกี่ยวข้องกับประเด็นทางศีลธรรมที่ต้องตัดสินใจหรือการกำหนดกระทำจะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาในด้านที่นักเรียนไม่เคยได้รับการฝึกฝนจากการจัดการเรียนรู้ภายในห้องเรียนปกติ ถึงแม้จะมีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จำนวนมาก ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าวสามารถทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิด อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการให้เหตุผลอย่างเป็นทางการ ในขณะที่การจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ด้านเนื้อหา (Kolsto *et al.*, 2006; Zohar and Nemet, 2002)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ยังได้รับการยอมรับจากนักการศึกษาและงานวิจัยในหลายประเทศ (Ratcliffe and Grace, 2003; Zeidler and Keefer, 2003; Levinson, 2006) โดยลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมีข้อมูลสนับสนุนที่มากพอ มีองค์ประกอบและถูกนำเสนอโดยอ้างอิงข้อเท็จจริงเป็นหลักเป็นข้อขัดแย้งหรือข้อถกเถียงที่ยังเกิดขึ้นจนถึงปัจจุบันแสดงให้เห็นถึงธรรมชาติและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และต้องพิจารณาองค์ประกอบด้านจริยธรรม (Zeidler and Nicols, 2009)

ครูสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้หลากหลาย ลักษณะ (Lewis, 2003) ดังนี้

1. ครูควรสำรวจประเด็นที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการจัดการเรียนรู้ โดยค้นคว้าจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์วารสาร นิตยสาร และอินเทอร์เน็ต การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับการบรรยาย การอภิปรายหรือการสืบเสาะหาความรู้
2. ครูควรนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นตัวอย่าง หรือนำมาใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะที่สำคัญให้เกิดขึ้นกับนักเรียน
3. การอภิปรายและการแสดงความคิดเห็น เป็นกระบวนการสำคัญของการเรียนรู้ โดยครูควรทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางแก่นักเรียนในการค้นคว้าหาข้อมูลและทำงานให้สำเร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
4. ระหว่างการอภิปรายครูควรดูแลการอภิปรายให้เป็นไปในทิศทางที่เหมาะสม นักเรียนควรมีโอกาสได้ลงความเห็นตัดสินใจและให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจของตนเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษา
5. ครูควรประเมินผลจากกระบวนการได้มาซึ่งคำตอบ คุณภาพของแหล่งข้อมูล ความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบหรือข้อสรุปและหลักฐานประกอบการสรุป

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จึงควรมีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นจุดประเด็น คือ การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับแนวคิดที่ต้องการจัดการเรียนรู้ มาใช้ในการสร้างความสนใจทั้งในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน หรือขั้นสอน สร้างความสนใจโดยครูมีบทบาทกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นให้กับนักเรียนหรือตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด
2. ขั้นท้าทายความคิด คือ นักเรียนกำหนดประเด็นคำถามที่ตนเองสงสัยจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยประเด็นคำถามควรสอดคล้องและครอบคลุมกับแนวคิดที่จะจัดการเรียนรู้ หากนักเรียนกำหนดประเด็นคำถามไม่สอดคล้องและไม่ครอบคลุมครูควรเข้ามา

มีบทบาทในการกระตุ้น เพื่อดึงเอาถามที่ยังไม่ครอบคลุมแนวคิดหรือเนื้อหาที่จะจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ

3. ขั้นวางแผนและค้นหา คือ นักเรียนวางแผน เพื่อสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือทำการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบจากประเด็นคำถามที่ตนเองสงสัยในขั้นนี้ครูควรให้เวลาที่เหมาะสม ชี้แนะแนวทางในการวางแผนและค้นหาคำตอบด้วย และหากเป็นการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ครูควรแนะนำแหล่งเรียนรู้ที่มีความน่าเชื่อถือให้กับนักเรียนด้วย นอกจากนี้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันและทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

4. ขั้นเผชิญหน้าด้วยหลักฐาน คือ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาร่วมกันอภิปราย ลงความเห็น โดยอาศัยข้อมูลหรือหลักฐานอ้างอิง ประการ แสดงความคิดเห็น และ ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ เพื่อนำไปสู่การตอบประเด็นคำถามที่ตนสงสัย

5. ขั้นหาข้อสรุป คือ นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยครูควรส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเองร่วมกับการแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและคำอธิบายให้ชัดเจน

นอกจากนี้ Zeidler and Nicols (2009) กล่าวถึงความท้าทายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ว่าครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองด้วยการสร้างมุมมองใหม่ ๆ จากประสบการณ์ของตนเอง เพื่อลดความเข้าใจคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ การขาดประสบการณ์การขาดความรู้ด้านเนื้อหา และเกิดทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และวุฒิภาวะทางอารมณ์ ครูควรสืบค้นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือจากอินเทอร์เน็ตล่วงหน้า เพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็นมุมมองเกี่ยวกับประเด็นที่หลากหลายเพราะนักเรียนอาจเผชิญกับหลักฐานที่หลากหลายและต้องประเมินความถูกต้องของข้อมูลเหล่านั้นดังนั้นครูจึงต้องให้ความสำคัญกับการอภิปรายของนักเรียน โดยใช้หลักฐานเป็นสำคัญเบื้องต้นในการโต้แย้ง

อย่างไรก็ตามการอภิปรายโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ไม่ค่อยปรากฏในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ทำให้ครูบางคนหลีกเลี่ยงการอภิปรายในประเด็นเหล่านี้ เพราะกลัวถูกประท้วงจากผู้ปกครองของนักเรียน (Stradling, 1984) ครูขาดทักษะการจัดการชั้นเรียนในการอภิปรายขาดความรู้ที่จำเป็นในการอภิปรายในประเด็นนั้น ๆ เช่น ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา การเมือง จริยธรรม และเศรษฐกิจ เป็นต้น และครูไม่สามารถควบคุมการอภิปรายได้ (Stradling, 1984; Newton, 1999; Levinson, 2004) ครูบางคนรู้สึกว่ามีหัวข้อจำนวนมากในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Reis and Galvao, 2004) หรือระบบการประเมินระดับชาติไม่ได้ให้

ความสำคัญกับกิจกรรมการอภิปราย (Newton, 1999; Reis, 2004; Reis and Galvao, 2004) นอกจากนี้ ครูวิทยาศาสตร์จำนวนมากมีความเห็นว่าวัตถุประสงค์ขององค์กรเป็นอิสระจากค่านิยม ครูวิทยาศาสตร์มีภาระงาน เช่น การสอนข้อเท็จจริง โดยไม่อภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็น หรือ ด้านที่เกี่ยวข้องกับจริยธรรม การอภิปรายถึงผลกระทบด้านสังคม คุณธรรม และจริยธรรมที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ (Levinson, 2001)

ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้รับการยอมรับจาก นักการศึกษาจำนวนมากในด้านของประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดขั้นสูง เพื่อประเมิน วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อแก้ไขปัญหาโดยผ่านการอภิปรายมากกว่าการจดจำคำจำกัดความหรือการอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้น (Bloom, 1980)
2. ช่วยให้นักเรียนสามารถมององค์รวมของบริบททางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคม และธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ได้เรียนรู้ข้อเท็จจริงและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Lewis, 2003)
3. ช่วยพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน ทำให้เกิดการอภิปราย ถกเถียงกับผู้อื่นโดยศึกษา ผ่านมุมมองที่หลากหลาย (Hazen and Higby, 2005)
4. นักเรียนจะได้สัมผัสกับมุมมองที่หลากหลายและพัฒนามุมมองของตนเองเพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดการกับปัญหาที่จะต้องเผชิญในอนาคต (Sadler and Zeidler, 2004)

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนมากที่พบข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องับวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. การนำเสนอความคิดเห็นที่มีต่อประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อาจไม่สมจริง และอาจตกอยู่ในอันตราย ถึงแม้ผู้เชี่ยวชาญอาจจะไม่เห็นด้วยเกี่ยวกับประเด็นนั้นก็ตาม (Millar, 1997) เนื่องจากเป็นประเด็นที่มีความซับซ้อนที่เกิดจากความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น นาโนเทคโนโลยี การโคลนนิ่ง งานวิจัยเซลล์ต้นกำเนิด (Bauer, 1997; Thomas, 2000)

2. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในระดับโรงเรียนและระดับมหาวิทยาลัยไม่ได้ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Dawson, 2000; Ryder, 2001)

3. ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเมือง สังคม จริยธรรม และวัฒนธรรม ซึ่งวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับวิชาเหล่านี้ได้น้อย เช่น วิชาฟิสิกส์ผสมผสานกับวิชาอื่น ๆ ได้น้อย ในขณะที่ชีววิทยามีความเกี่ยวข้องกับวิชาสุขศึกษาและสังคมวิทยาได้มากกว่า (Bernstein, 1973)

4. ธรรมชาติวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับค่านิยม ทำให้ครูวิทยาศาสตร์ต้องใช้เวลาอย่างมากเพื่อปรับมุมมองเชิงบวกในการจัดการเรียนรู้ เช่น ครูต้องตรวจสอบความถูกต้องที่เกี่ยวข้องกับศีลธรรมก่อนการพูด (Van Aalsvoort, 2004)

5. การเลือกหัวข้อของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นหัวข้อที่มีบริบทที่มีความจำเพาะเจาะจงมาก เช่น การจัดลำดับความสำคัญของการวิจัยสเต็มเซลล์ก่อนประเด็นอื่น ๆ เพราะมีญาติที่ป่วยและจำเป็นต้องได้ความรู้เพิ่มเติมเพื่อการตัดสินใจ (Levinson, 2006)

6. ครูจำนวนมากเกิดความเครียดเกี่ยวกับการจัดการชั้นเรียนเช่นไม่มีเวลาเลือกหัวข้อเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้และปัญหาการจัดการชั้นเรียน (Lewis and Leach, 2006) ครูไม่สามารถควบคุมการอภิปรายได้ (Stradling, 1984; Newton, 1999; Levinson, 2004)

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ทราบว่าจัดการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด ในอดีตที่ผ่านมาการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อสอบซึ่งไม่สามารถสนองเจตนารมณ์การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนคิด ลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการที่หลากหลายเพื่อสร้างองค์ความรู้ได้ ดังนั้นครูต้องตระหนักว่าการจัดการเรียนรู้และการวัดประเมินผลเป็นกระบวนการเดียวกัน และต้องวางแผนไปพร้อม ๆ กัน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้จะบรรลุผลตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ ควร มีแนวทาง คือ การวัดและประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ และกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการรู้เรียนรู้ของนักเรียนโดยวิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผลมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัดและโอกาสของการประเมิน (สสวท., 2546)

การวัดและประเมินผลมีจุดมุ่งหมาย เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมของนักเรียน และเพื่อส่งเสริมนักเรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะได้เต็มตามศักยภาพ เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้นักเรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้มากน้อยเพียงใดเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผลที่ดีต้องสามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของนักเรียนและครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้จึงต้องวัดและประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic assessment)

การวัดและประเมินผลจากสภาพจริงมีลักษณะสำคัญ คือใช้วิธีการประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของนักเรียนในด้านของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่านักเรียนสามารถจำความรู้อะไรได้บ้างการประเมินความสามารถของนักเรียน เพื่อวินิจฉัยนักเรียนทั้งในส่วนที่ควรส่งเสริมและส่วนที่ควรจะแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพตามความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของแต่ละบุคคลเป็นการประเมินที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของทั้งตนเองและของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักตนเอง เชื่อมมั่นใจในตนเอง สามารถพัฒนาตนเองได้ข้อมูลที่ ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้ถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ การวางแผนการจัดการเรียนรู้ของครูว่าสามารถตอบสนองความสามารถ ความสนใจและความต้องการของนักเรียนแต่ละบุคคลได้หรือไม่ ประเมินความสามารถของนักเรียนในการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่ชีวิตจริงได้ประเมินด้านต่างๆ ด้วยวิธีการที่หลากหลายในสถานการณ์ต่างๆ อย่างต่อเนื่อง

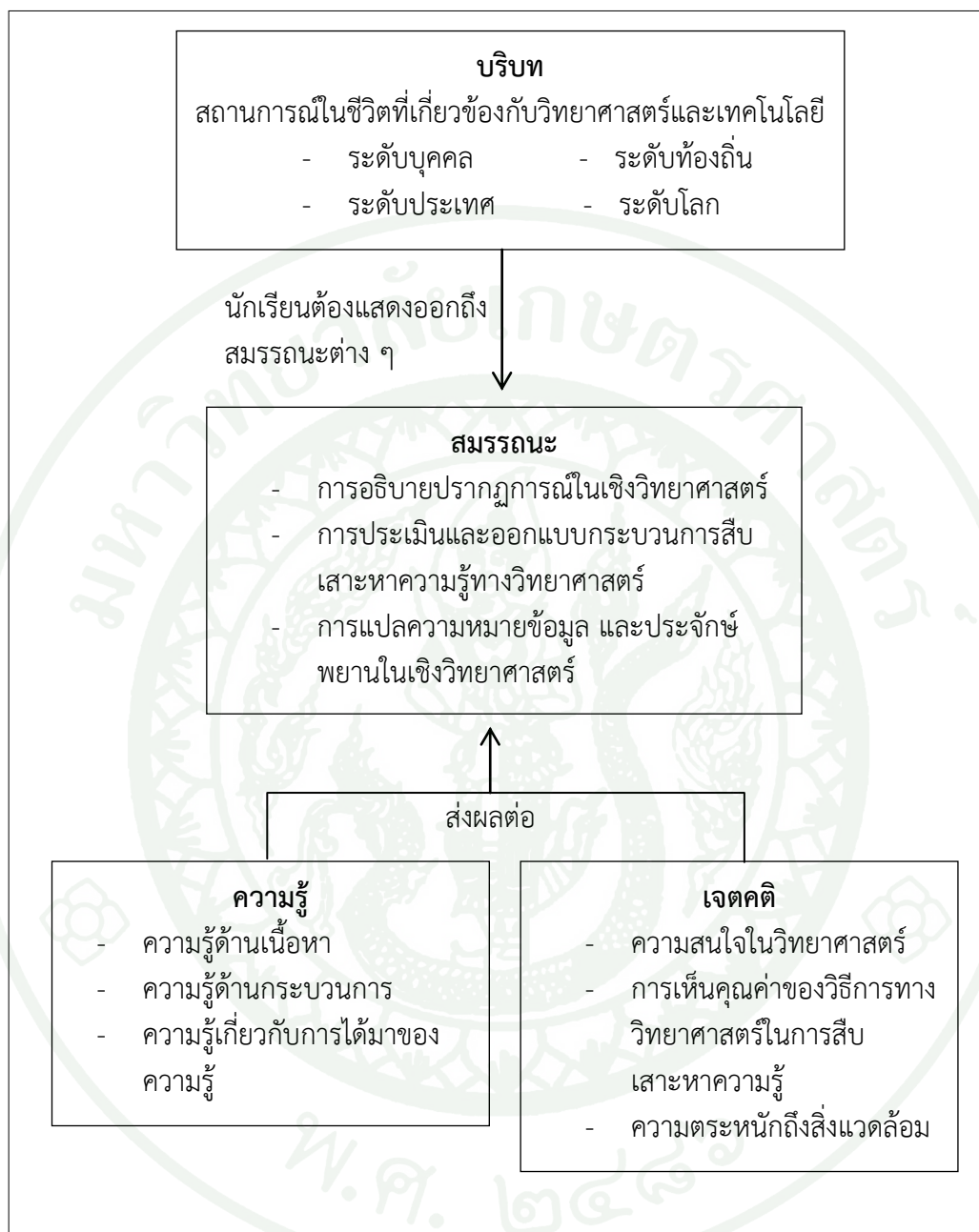
เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ของครูและความ สามารถที่แท้จริงของนักเรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ โดยการสังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มชิ้นงาน ผลงาน รายงานการสัมภาษณ์ บันทึกของนักเรียนการประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างนักเรียนและครูการวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (Practical Assessment) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มสะสมงาน

นอกจากนี้ Programme for International Student Assessment (สสวท., 2557) ได้ประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยประเมินจากสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินโดย PIS

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	องค์ประกอบที่ประเมิน
1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	- สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์มาสร้างคำอธิบาย - พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล - การอธิบายถึงศักยภาพของความรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	- ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจในการการสำรวจทางวิทยาศาสตร์ - บอกได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ - บอกและประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
3. การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	- สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป - ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน หลักฐาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ - ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย

นอกจากนี้ PISA ยังกำหนดกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ บริบท สมรรถนะ ความรู้ และเจตคติ ในการทำแบบทดสอบของ PISA นักเรียนต้องมีและใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งอยู่ในรูปแบบของสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงและเกี่ยวข้องกับตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA

ที่มา: สสวท. (2557)

จากภาพที่ 2.1 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบในการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์โดยอาศัยบริบทหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อแบ่งระดับการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่

1. ระดับครอบครัว หมายถึง ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยเกี่ยวข้องกับตนเอง หรือบุคคลในครอบครัว เช่น บิดา มารดา ญาติ พี่ น้อง

2. ระดับท้องถิ่น หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยเกี่ยวข้องกับบุคคลที่อยู่อาศัยในชุมชนใกล้เคียง เช่น เพื่อนบ้าน คนในตำบล ในจังหวัด

3. ระดับชาติ หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยเกี่ยวข้องกับบุคคลในสังคม เช่น ประชาชนทั่วไป

จากความสำคัญของการวัดและประเมินผลข้างต้น เพื่อให้ผู้วิจัยทราบผลของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หรือไม่ อย่างไร ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ที่สอดคล้องกับการประเมินผลจากสภาพจริง ได้แก่ 1) การสังเกต พฤติกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มจากวีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ 2) การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ 3) อนุทินของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ให้ชัดเจนและครอบคลุมยิ่งขึ้น

ลักษณะของเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พันธุกรรม

กระทรวงศึกษาธิการ (2552) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พันธุกรรม อยู่ในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ คือ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยกำหนดให้มีการจัดการเรียนรู้ทั้งในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา และได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง หน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.3	- อธิบายลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตใกล้เคียงตัว - เปรียบเทียบและระบุลักษณะที่คล้ายคลึงกันของพ่อแม่กับลูก - อธิบายลักษณะที่คล้ายคลึงกันของพ่อแม่กับลูกว่าเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ - สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่สูญพันธุ์ไปแล้วและดำรงพันธุ์มาจนถึงปัจจุบัน	- สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกัน - สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะมีลักษณะภายนอกที่ปรากฏคล้ายคลึงกับพ่อแม่ของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น - ลักษณะภายนอกที่คล้ายคลึงกันของพ่อแม่กับลูกเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม - มนุษย์นำความรู้ที่ได้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาสายพันธุ์ของพืชและสัตว์ - สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ก็จะสูญพันธุ์ในที่สุด - สิ่งมีชีวิตที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้จะสามารถอยู่รอดและดำรงพันธุ์ต่อไป
ป.5	- สำรวจ เปรียบเทียบ และระบุลักษณะของตนเองกับคนในครอบครัว - อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในแต่ละรุ่น	- ลักษณะของตนเองจะคล้ายคลึงกับคนในครอบครัว - การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเป็นการถ่ายทอดลักษณะบางลักษณะจากบรรพบุรุษสู่ลูกหลานซึ่งบางลักษณะจะเหมือนพ่อหรือแม่ หรืออาจมีลักษณะเหมือนปู่ ย่า ตา ยาย
ม.3	- สังเกตและอธิบายลักษณะของโครโมโซมที่มีหน่วยพันธุกรรมหรือยีนในนิวเคลียส - อธิบายความสำคัญของสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ และกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	- เมื่อมองเซลล์ผ่านกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเส้นใยเล็ก ๆ พันกันอยู่ในนิวเคลียส เมื่อเกิดการแบ่งเซลล์ เส้นใยเหล่านี้จะหดสั้นเข้า จนมีลักษณะเป็นท่อนสั้น เรียกว่าโครโมโซม - โครโมโซมประกอบด้วยดีเอ็นเอและโปรตีน - ยีนหรือหน่วยพันธุกรรมเป็นส่วนหนึ่งของสายดีเอ็นเอ - เซลล์หรือสิ่งมีชีวิต มีสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอที่ควบคุมลักษณะของการแสดงออก

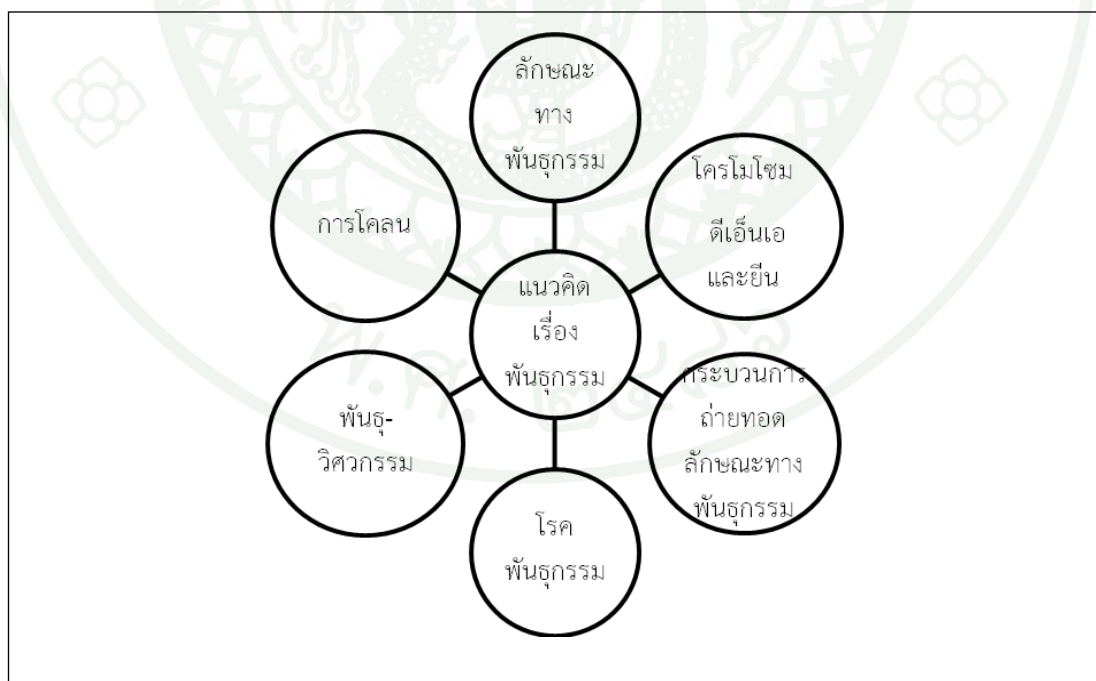
ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	3. อธิบายโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผิดปกติของยีนและโครโมโซมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- ลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยยีนจากพ่อและแม่สามารถถ่ายทอดสู่ลูกผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิ - โรคธาลัสซีเมีย ตาบอดสี เป็นโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผิดปกติบนยีน - กลุ่มอาการดาวน์เป็นความผิดปกติของร่างกาย ซึ่งเกิดจากการที่มีจำนวนโครโมโซมเกินมา - ความรู้เกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมสามารถนำไปใช้ในการป้องกันโรค ดูแลผู้ป่วยและวางแผนครอบครัว
	4. อธิบายผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	- ผลของเทคโนโลยีชีวภาพ มีประโยชน์ต่อมนุษย์ทั้งด้านการแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม
ม.4-6	1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิด ความหลากหลายทางชีวภาพ	- สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จากพ่อแม่มาสู่รุ่นลูกหลานได้ ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะที่ปรากฏ - ดีเอ็นเอ เป็นนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียวคู่ วนขวาแต่ละสายประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์นับล้านหน่วย ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลเพนโทส ไนโตรเจนเบส 4 ชนิด และหมู่ฟอสเฟต โดยที่ลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์จะมีข้อมูลทางพันธุกรรมบันทึกอยู่ - มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในระดับยีนหรือโครโมโซม ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอ โดยมิวเทชันที่เกิดในเซลล์สืบพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกและหลานได้ - การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดใหม่มีลักษณะที่แตกต่างกันหลากหลายชนิดก่อให้เกิดความเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
2.	สืบค้นข้อมูลและอภิปราย ผลของเทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อมและนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์	- มนุษย์นำความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านพันธุ- วิศวกรรม การโคลน และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ ในการพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ มากขึ้นและแพร่หลาย - การใช้เทคโนโลยีที่สร้างสิ่งมีชีวิตใหม่เกิดขึ้น หรือ สิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปรพันธุกรรมส่งผลกระทบต่อ ทั้งทางด้านที่เป็นประโยชน์และโทษต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม

จากตารางที่ 2.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางหน่วยการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผู้วิจัยได้กำหนดแนวคิด เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย 6 แนวคิดย่อย ดังภาพที่ 2.2

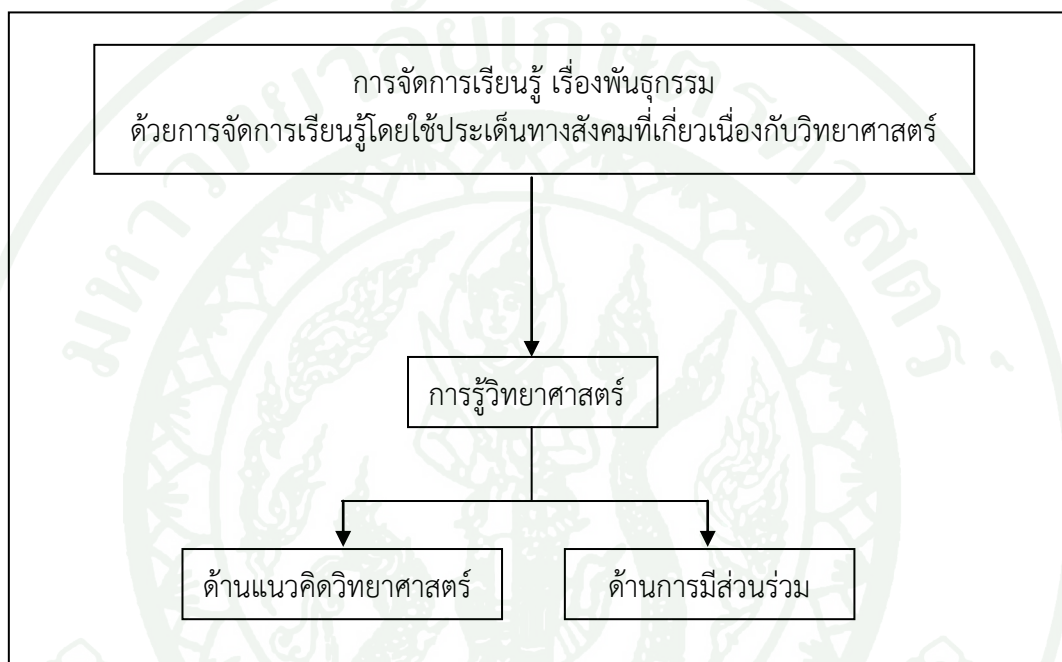


ภาพที่ 2.2 กรอบแนวคิด เรื่องพันธุกรรม

จากการตรวจสอบเอกสารของผู้วิจัย พบว่าหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรมมีเนื้อหาที่เป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้โดยตรงจึงยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนและยากต่อการจัดการเรียนรู้ของครู (Duncan and Tseng, 2010) ครูจึงใช้การจัดการเรียนรู้แบบการบรรยายเป็นหลักร่วมกับการใช้ใบงาน ใบความรู้และแผนภาพประกอบ (ทัศนียา รัตนฤทัย, 2549) นักเรียนบางส่วนจดจำเนื้อหาตามที่ครูสอน โดยขาดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ทำให้มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน ถึงแม้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนแล้วก็ตาม (Johnstone and Hanell, 1999; Banet and Ayuso, 2000; Mbajorgu *et al.*, 2006) พันธุกรรมจึงเป็นเนื้อหาที่มีนักเรียนจำนวนมากมีแนวคิดคลาดเคลื่อน แม้แต่นักศึกษาที่เรียนวิชาเอกชีววิทยา (AAAS, 1993) นักศึกษาฝึกสอนบางคนยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธุกรรมเช่นเดียวกับที่พบในนักเรียน (Lewis *et al.*, 2000) แนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนที่พบได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม ยีน ดีเอ็นเอ โครโมโซม โรคพันธุกรรม และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางพันธุกรรม (วิไลวรรณ ภัยรี, 2554; พินิจ ขำวงษ์, 2555; Saka *et al.*, 2006) ซึ่งสาเหตุของความเข้าใจคลาดเคลื่อนส่วนหนึ่งมีผลมาจากการเรียนรู้ในแนวคิดพันธุศาสตร์ต้องอาศัยการเชื่อมโยงแนวคิดเดิมและมีการใช้ศัพท์เฉพาะมากขึ้นใน (Saka *et al.*, 2006) แนวคิดที่คลาดเคลื่อนนี้อาจเกิดขึ้นจากครูผู้สอนไม่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความซับซ้อนของพันธุศาสตร์อย่างถ่องแท้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวคิดที่มีสัมพันธ์กับแนวคิดอื่น ๆ นอกจากนี้แนวคิดที่เป็นนามธรรมไม่สามารถจับต้องหรือสามารถสังเกตได้ด้วยตา นักเรียนจึงอาศัยการสอนแบบบอกเล่ากลไกทำให้เกิดความสับสน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ ครูต้องใช้เวลาและความคิดในการจัดการเรียนรู้ ขณะที่นักเรียนยากที่จะทำความเข้าใจและเชื่อมโยงความคิด เพราะพันธุกรรมสอนทั้งในระดับมหภาค (macro) ระดับจุลภาค (micro) และระดับสัญลักษณ์ (symbolic) (Mbajorgu *et al.*, 2006) ทำให้นักเรียนบางส่วนคิดว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเป็นเรื่องน่าเบื่อและไม่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันปัญหาดังกล่าวได้กลายเป็นปัญหาสำคัญของการศึกษาในปัจจุบัน (Osborne *et al.*, 2003) ประกอบกับความก้าวหน้าด้านพันธุศาสตร์ในทศวรรษที่ผ่านมาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและส่งผลกระทบต่อข้อมูล และเทคโนโลยีในปัจจุบันประเด็นพันธุกรรมจึงได้เข้ามามีบทบาทอย่างยิ่งต่อสุขภาพและนโยบายสาธารณะ (Miller 1998; Kolsto, 2001) และความรู้ใหม่ ๆ เหล่านี้ยังส่งผลกระทบต่อบุคคลและสังคม แต่กลับพบว่าความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพันธุกรรมของมหาชนอยู่ในระดับต่ำ (Lanie *et al.*, 2004) นอกจากนี้ยังพบว่าข้อมูลที่นำเสนออย่างไม่เป็นทางการผ่านสื่อต่าง ๆ ไม่ได้ถูกต้องเสมอไป (Grinell, 1993; Lanie *et al.*, 2004) และปราศจากความรู้พื้นฐานทางพันธุศาสตร์หลาย ๆ คนพบว่าเป็นเรื่องยากที่จะแยกแยะข้อมูลทางพันธุศาสตร์ที่ถูกต้องจากข้อมูลที่ผิด (Jennings, 2004)

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากกรอบแนวคิดการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยได้กำหนดให้การรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ 1) ด้านแนวคิดวิทยาศาสตร์ และ 2) ด้านการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ส่วนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยได้นำประเด็นที่ยังเป็นที่ถกเถียงกันในสังคมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การตั้งประเด็นคำถาม การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การแสดงบทบาทสมมติ การโต้วาที และการทำกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งอาศัยกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง ซึ่งจะช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม กล่าวคือช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและการมีส่วนร่วม ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมของนักเรียนอีกด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

บริบทของโรงเรียน

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในโรงเรียนแก้วไสวิทยาลย์ (นามสมมติ) ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ผู้วิจัยเป็นครูประจำการ โรงเรียนแก้วไสวิทยาลย์ก่อตั้งมามากกว่า 30 ปี โรงเรียนแก้วไสวิทยาลย์มุ่งพัฒนานักเรียนสู่การเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพของโลก โดยจัดหลักสูตรโรงเรียนมาตรฐานสากล (World Class Standard School) ซึ่งมีอัตลักษณ์ประจำโรงเรียน คือ การพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณธรรมตามกฎลูกเสือได้แก่ นักเรียนเป็นผู้มีเกียรติเชื่อถือได้ มีความจงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และซื่อตรงต่อผู้มีพระคุณ กระทำตนให้เป็นประโยชน์และช่วยเหลือผู้อื่น เป็นมิตรกับทุกคน สุภาพเรียบร้อย มีความเมตตากรุณาต่อสัตว์ เชื้อฟังคำสั่งสอนของบิดามารดาและผู้บังคับบัญชาด้วยความเคารพ มีใจร่าเริงและไม่ย่อท้อต่อความยากลำบาก มีความมัธยัสถ์และประพฤติชอบด้วยกาย วาจา ใจ โรงเรียนแก้วไสวิทยาลย์มีบุคลากร ประกอบด้วย ครูประจำการ จำนวน 82 คน นักเรียน จำนวน 2,209 คน โรงเรียนแก้วไสวิทยาลย์มีอาคารเรียน จำนวน 5 หลัง ซึ่งแบ่งเป็นห้องเรียนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 46 ห้อง ห้องดนตรีนาฏศิลป์ จำนวน 5 ห้อง ห้องสมุดจำนวน 1 ห้อง ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จำนวน 10 ห้อง และห้องคอมพิวเตอร์สำหรับให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล จำนวน 3 ห้อง ห้องเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (E-classroom) จำนวน 2 ห้อง ห้องโสตทัศนูปกรณ์ จำนวน 1 ห้อง และอาคารอเนกประสงค์ จำนวน 1 หลัง สำหรับใช้ประชุมนักเรียนและทำกิจกรรมต่าง ๆ ของทางโรงเรียน นอกจากนี้โรงเรียนยังมีแหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียน ได้แก่ สวนหิน เรือนกล้วยไม้ และแปลงปลูกผักสวนครัว เป็นต้น

โรงเรียนแก้วไสวิทยาลย์มีผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2555 วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับโรงเรียนเฉลี่ย 35.41 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับจังหวัด คือ 39.11 แต่สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเล็กน้อย คือ 35.37 โดยมาตรฐานการเรียนรู้ ว.1.2 มีคะแนนเฉลี่ย 19.42 ซึ่งต่ำกว่าระดับจังหวัด คือ 20.17 และสูงกว่า

คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเล็กน้อย คือ 17.92 (สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ [สทศ.], 2555)

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนแก้วไสวิทยาลย์ จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนจำนวนทั้งหมด 17 คน เป็นนักเรียนชาย จำนวน 9 คน นักเรียนหญิง จำนวน 8 คน นักเรียนมีระดับผลการเรียนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 เท่ากับ 3.04 จาก 4 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของกลุ่มที่ศึกษา

ระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	จำนวน (คน)
3.50 – 4.00	4
3.00 – 3.49	6
2.50 – 2.99	4
2.00 – 2.49	3
1.50 – 1.99	0
1.00 – 1.49	0

จากตารางที่ 3.1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก (3.00–3.49) จำนวน 6 คน (ร้อยละ 35.29) รองลงมา คือ ระดับดีเยี่ยม (3.50–4.00) และระดับดี (2.50–2.99) จำนวน 4 คน (ร้อยละ 23.52) และระดับปานกลาง (2.00–2.49) จำนวน 3 คน (ร้อยละ 17.64) โดยไม่พบนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำกว่าระดับปานกลาง คือ ต่ำกว่า 2.00 ทั้งนี้เพราะโรงเรียนแก้วไสวิทยาลย์มีนโยบายติดตามผลการเรียนของนักเรียนอย่างใกล้ชิด หากพบว่านักเรียนไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ใดครูผู้สอนจะออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์นั้น ๆ

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ (Gifted) ซึ่งเป็นห้องเรียนเดียวในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่กล้าแสดงออก ชอบซักถาม มีความกระตือรือร้น และมีความรับผิดชอบอยู่ในระดับดี อีกทั้งการจัดการเรียนรู้อย่างได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดีจากผู้ปกครองของนักเรียนอีกด้วย

สภาพห้องเรียน

ห้องเรียนที่ผู้วิจัยใช้จัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ คือ ห้องเรียนประจำของนักเรียน (ห้องเรียน 439) ซึ่งเป็นอาคารเรียนหลังที่ 4 ชั้น 3 ห้องเรียนที่ 9 ห้องเรียนมีขนาดความกว้าง × ความยาว เท่ากับ 10 × 14 เมตร ภายในห้องเรียนด้านหน้าทางทิศเหนือมีกระดานไวท์บอร์ด จอโปรเจกเตอร์ ชั้นวางโทรทัศน์ และโต๊ะครูซึ่งใช้สำหรับวางสิ่งของต่าง ๆ (ภาพ ก) ด้านทิศตะวันตกมีตู้ใส่หนังสือ จำนวน 1 ตู้ (ภาพ ข) และคอมพิวเตอร์สำหรับสืบค้นข้อมูล จำนวน 4 เครื่อง ด้านทิศตะวันออกมีหน้าต่างเพื่อระบายอากาศ (ภาพ ค) บริเวณกลางห้องเรียนมีโต๊ะและเก้าอี้ให้นักเรียนที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนจัดโต๊ะเรียนเพื่อทำกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ด้านหลังห้องทางทิศตะวันตกมีประตูสำหรับเข้าออก จำนวน 1 บาน (ภาพ ง) ภายในห้องเรียนมีหลอดไฟเพื่อให้แสงสว่าง และเครื่องปรับอากาศ เพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ของนักเรียน ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ห้องเรียนที่ใช้จัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ภาพ ก ด้านหน้าห้องเรียน ภาพ ข ด้านซ้ายห้องเรียน ภาพ ค ด้านขวาของห้องเรียน ภาพ ง ด้านหลังห้องเรียน

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ที่มีการเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพโดยใช้กรอบแนวคิดจากการตีความ (Interpretivism) เกี่ยวกับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามกรอบแนวคิดของ McTaggart (1998) มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 สสำรวจและวิเคราะห์สภาพปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีลักษณะของผู้ไม่รู้วิทยาศาสตร์ คือนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม คลาดเคลื่อนและไม่มีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม

1.2 วิเคราะห์ตัวชี้วัด หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม การรู้วิทยาศาสตร์ ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

1.4 สร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 แผน 18 ชั่วโมง

1.5 สร้างเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม อนุทินของนักเรียน แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู

2. ขั้นปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 แผน 18 คาบ (คาบละ 50 นาที) ระหว่างการจัดการเรียนรู้

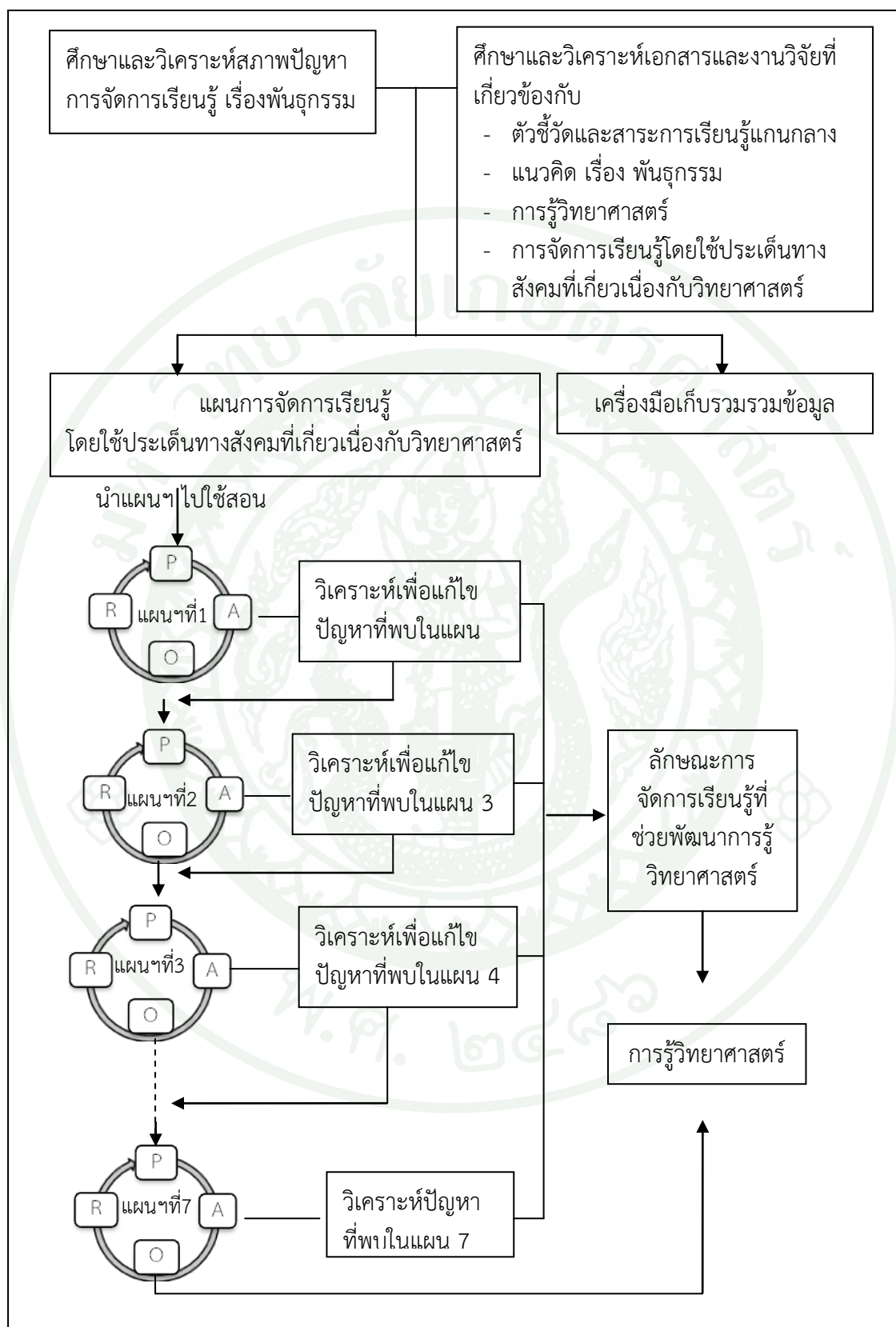
ผู้วิจัยได้บันทึกวีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ เพื่อสังเกตการจัดการเรียนรู้ของตนเองพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน เพื่อให้การสังเกตการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมยิ่งขึ้น

3. ขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนรู้ของตนเองจากวีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ เมื่อจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เสริมจลันในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

4. ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยเขียนสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของตนเองลงในบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีประเด็นในการบันทึก ได้แก่ ผลการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรค วิธีแก้ไข/ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ของตนเองต่อไป ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่ผู้วิจัยใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการพัฒนารูทวิชชาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 แผน จำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรม โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	จำนวน (คาบ)
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	2
2	โครโมโซม	2
3	ดีเอ็นเอและยีน	3
4	กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	3
5	ความผิดปกติทางพันธุกรรม	3
6	พันธุวิศวกรรม	3
7	การโคลน	2
รวม		18

โดยผู้วิจัยกำหนดเวลา (คาบ) ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยพิจารณาจากความยากง่ายของแนวคิดและระยะเวลาในการทำกิจกรรม โดยหนึ่งแผนการจัดการเรียนรู้จะจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ 1 แนวคิด ได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ความผิดปกติทางพันธุกรรม พันธุวิศวกรรม และการโคลน ยกเว้นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ซึ่งจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิด เรื่องโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เนื่องจากแนวคิดดังกล่าวต้องใช้ความคิดหลายระดับเพื่อประกอบการอธิบาย ได้แก่ ระดับจุลภาค (โครโมโซม) และระดับโมเลกุล (ดีเอ็นเอ และยีน) การเปลี่ยนระดับแนวคิดจึงเป็นสิ่งที่ยากและท้าทายความสามารถของนักเรียน (Duncan and Riser, 2007) อีกทั้งโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าและจากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พบว่าควรจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดเรื่องโครโมโซมก่อน แล้วจึงจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดดีเอ็นเอ และ ยีน แล้ว

จึงนำแนวคิดย่อยดังกล่าวมาช่วยในการสรุปความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ซึ่งจะทำให้
นักเรียนเกิดแนวคิดดังกล่าวได้ง่ายขึ้น

2. เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ประกอบด้วย

2.1 แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์

2.2 อนุทินของนักเรียน

2.3 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

2.4 วัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้

2.5 บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม โดยใช้ประเด็น
ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 6 สัปดาห์
รวมทั้งสิ้น 18 คาบ (คาบละ 50 นาที) โดยมีขั้นตอนการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องพันธุกรรม เพื่อสร้างกรอบแนวคิดเรื่องพันธุกรรม

2. นำเสนอกรอบแนวคิดเรื่องพันธุกรรมกับผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
คือ อาจารย์จากคณะวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา คือ อาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์
และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ คือ ครูที่สอนวิชาชีววิทยาจากโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของเนื้อหา

3. นำกรอบแนวคิด เรื่องพันธุกรรม ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาปรับปรุง
แก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. ศึกษาเอกสารตำรา และรายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธุกรรม

5. นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาตรวจสอบความถูกต้อง

6. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิด เรื่องพันธุกรรม ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การตั้งประเด็นคำถาม การวางแผนและดำเนินการค้นหาคำตอบ การอภิปราย และการสรุป

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

8. ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนนำมาใช้กับกลุ่มที่ศึกษา พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้การสอนในบางแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาในการทำกิจกรรมน้อยเกินไป

9. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้ มาพัฒนากิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากที่สุด

10. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการพัฒนาไปใช้จัดการเรียนรู้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรม โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เรื่อง	ประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ ที่นำมาใช้จัดการ เรียนรู้		กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ลักษณะทาง พันธุกรรม	แนวคิดการปรับปรุง พันธุกรรมมนุษย์	การแสดงบทบาท สมมติ การอภิปราย	2	
2	โครโมโซม	แบคทีเรียจาก โครโมโซมสังเคราะห์ ตัวแรกของโลก	การอภิปราย การจับคู่ฮอโมโลกัส โครโมโซม	2	
3	ดีเอ็นเอและยีน	โครงการจีโนมมนุษย์ (Human Genome Project; HGP)	การอภิปราย การสร้าง แบบจำลองดีเอ็นเอ การต่อจิ๊กซอว์	3	
4	กระบวนการถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม	ชีวิตรันทศาย อินโดนีเซียป่วยทำว แสนปม คนรอบข้าง มองเป็นตัวประหลาด	การอภิปราย กิจกรรมการทดลอง	3	
5	ความผิดปกติทาง พันธุกรรม	โรคพันธุกรรมกับ การทำแท้ง	การอภิปราย การใช้สถานการณ์ สมมติ การโต้แย้ง	3	
6	พันธุวิศวกรรม	สิ่งมีชีวิตดัดแปลงทาง พันธุกรรมได้หรือเสีย	การอภิปราย การทำกิจกรรมกลุ่ม การจัดสัมมนา	3	
7	การโคลนนิ่ง	จริยธรรมกับการ โคลนนิ่งมนุษย์	การอภิปราย การใช้สถานการณ์ สมมติ	2	
รวม					18

การสร้างเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่องพันธุกรรม ได้แก่ แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม อนุทินของนักเรียน และบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม

1.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบการรู้วิทยาศาสตร์ โดยการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบการรู้วิทยาศาสตร์ 2 ด้าน ดังนี้

1.1.1 ด้านแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถให้ความหมาย อธิบายและยกตัวอย่างแนวคิดได้ถูกต้อง

1.1.2 ด้านการมีส่วนร่วมในประเด็นวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถระบุและอธิบายพฤติกรรมที่แสดงถึงการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยแบ่งระดับการมีส่วนร่วมออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1) ระดับครอบครัว หมายถึง ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยเกี่ยวข้องกับตนเอง และบุคคลในครอบครัว เช่น บิดา มารดา ญาติ พี่ น้อง

2) ระดับท้องถิ่น หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยเกี่ยวข้องกับบุคคลที่อยู่อาศัยในชุมชนใกล้เคียง เช่น เพื่อนบ้าน คนในตำบล ในจังหวัด

3) ระดับชาติ หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยเกี่ยวข้องกับบุคคลในสังคม เช่น ประชาชนทั่วไป

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องพันธุกรรม เพื่อสร้างกรอบแนวคิดข้อคำถามและกรอบของคำตอบ โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบการรู้วิทยาศาสตร์และขอบเขตของเนื้อหา ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 กรอบของการรู้วิทยาศาสตร์และขอบเขตของเนื้อหา

กรอบของการรู้วิทยาศาสตร์	ขอบเขตของเนื้อหา
1. ด้านแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	1. ความหมายลักษณะทางพันธุกรรม 2. โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน 3. กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 4. ความผิดปกติทางพันธุกรรม 5. พันธุวิศวกรรม 6. การโคลน
2. ด้านการมีส่วนร่วมในประเด็นวิทยาศาสตร์	การเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยแบ่งระดับการมีส่วนร่วมออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับครอบครัว ระดับท้องถิ่น และระดับชาติ

1.3 ศึกษาตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม เพื่อสร้างกรอบแนวคิดของแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ข้อคำถาม และกรอบของคำตอบ

1.4 นำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นและกรอบแนวคิดของแบบวัดเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา และความเหมาะสมของข้อคำถาม และคำตอบ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องของข้อคำถามกับแนวคิดที่ต้องการวัด ความถูกต้องในการใช้ภาษาเพื่อนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC โดยจะนำข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 ซึ่งถือว่ามีความเที่ยงตรงมาแก้ไขปรับปรุง

1.6 นำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1.7 คัดเลือกแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ โดยพิจารณาจากสาระที่ครอบคลุม วัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา แล้วนำไปใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา

2. อนุทินของนักเรียน

ผู้วิจัยใช้อนุทินของนักเรียนเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์และลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยให้นักเรียนเขียนอนุทินทุกครั้งหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของประเด็นในการเขียนอนุทิน ดังนี้

- 2.1 สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้
- 2.2 วิธีการที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้
- 2.3 การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- 2.4 ปัญหาหรือข้อสงสัย
- 2.5 ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้
- 2.6 ความรู้สึกเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

3. บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ

ผู้วิจัยบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ เพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับคำตอบบางส่วน of นักเรียนที่ตอบแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งด้านแนวคิดวิทยาศาสตร์และการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม เพื่อนำมาวิเคราะห์การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้ประเด็นคำถามที่ให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจของตนเอง เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังใช้การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการเพื่อสอบถามลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งก่อนที่ผู้วิจัยจะเริ่มดำเนินการสัมภาษณ์จะแจ้งวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตอบคำถามและกล้าที่จะตอบคำถามของผู้วิจัยอย่างตรงไปตรงมา นอกจากนี้ผู้วิจัยอาจใช้คำถามเพิ่มเติมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความเข้าใจของตนเองให้ชัดเจนมากที่สุด ผู้วิจัยดำเนินการสร้างบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการตามขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ

3.2 กำหนดกรอบการรู้วิทยาศาสตร์และเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปตั้งประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์โดยศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด เรื่องพันธุกรรม

3.3 ตั้งประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์ ตามกรอบการรู้วิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด เรื่อง พันธุกรรม และคำถามอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างจัดการเรียนรู้

3.4 นำประเด็นคำถามไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและวิจัย โดยแจ้งวัตถุประสงค์และรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย
2. ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้นักเรียนทราบและรายละเอียดต่าง ๆ ของการวิจัย เช่น การบันทึกวีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ในระหว่างที่มีการจัดการเรียนรู้ทุกครั้ง
3. ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนตอบแบบวัด เช่น เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัด เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตอบคำถามชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าข้อมูลทั้งหมดที่นักเรียนตอบจะเป็นความลับไม่เปิดเผยชื่อนักเรียนโดยผู้วิจัยจะกำหนดหมายเลขแทนนักเรียนแต่ละคน เช่น นร.01, 02,..., 17 และปกปิดใบหน้าของนักเรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องในการวิจัย แล้วจึงให้นักเรียนตอบแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง ก่อนการจัดการเรียนรู้
4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุกรรม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จำนวน 7 แผน ใช้เวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 17 คาบ โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยบันทึกวีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้เพื่อให้สามารถสังเกตการจัดการจัดการเรียนรู้ได้ชัดเจนและครอบคลุม เช่น พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน เป็นต้น

5. เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ในประเด็นปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปและให้นักเรียนเขียนอนุทิน นอกจากนี้ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการเพิ่มเติมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม

6. เมื่อจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ชุดเดียวกับที่นักเรียนทำก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาในการทำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ 1 ชั่วโมง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการเพิ่มเติมหากนักเรียนตอบแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์เฉพาะในประเด็นที่นักเรียนตอบไม่ชัดเจน

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลของข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพหลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม ออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ด้านแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 ข้อ มาอ่าน วิเคราะห์ และจัดกลุ่มคำตอบ ตามกรอบแนวคิดของ Abraham, Williamson, and Westbrook (1994) ออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้

1. ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (Sound understanding: SU) หมายถึง คำตอบที่มีความสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
2. ความเข้าใจบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบที่มีความสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่สมบูรณ์

3. ความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด (Partial understanding with some specific misconception: PU/SM) หมายถึง คำตอบที่มีสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วน และมีบางส่วนที่ผิดไปจากแนวคิดวิทยาศาสตร์

4. แนวความคิดผิดพลาด (Specific misconception: SM) หมายถึง คำตอบที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์

5. ไม่เข้าใจ (Not understanding: NU) หมายถึง ไม่ตอบคำถาม การตอบแบบทวนคำถาม การตอบไม่ตรงประเด็น

จากนั้นผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์และจัดกลุ่มคำตอบให้ครูผู้สอนพันธุ์กรรมตรวจสอบการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคลอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการจัดกลุ่มแนวคิดแล้วจึงนับจำนวนความถี่ของนักเรียนแต่ละกลุ่มแนวคิด เพื่อหาร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดแต่ละกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ด้านการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ในตอนที่ 2 ด้านการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์และจัดกลุ่มคำตอบ ดังนี้

1. การไม่มีส่วนร่วม หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ได้แสดงถึงการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม

2. การมีส่วนร่วม หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงถึงการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม

จากนั้นนับจำนวนความถี่ของนักเรียน เพื่อหาร้อยละของการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แล้วจัดกลุ่มนักเรียนที่มีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. ระดับครบครัน หมายถึง ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยเกี่ยวข้องกับตนเอง และบุคคลในครอบครัว เช่น บิดา มารดา ญาติ พี่ น้อง

2. ระดับท้องถิ่น หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยเกี่ยวข้องกับบุคคลที่อยู่อาศัยในชุมชนใกล้เคียง เช่น เพื่อนบ้าน คนในตำบล ในจังหวัด

3. ระดับชาติ หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยเกี่ยวข้องกับบุคคลในสังคม เช่น ประชาชนทั่วไป

จากนั้นผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์และการจัดกลุ่มการมีส่วนร่วมให้ครูผู้สอนพันธุกรรมตรวจสอบความถูกต้องของการจัดกลุ่มการมีส่วนร่วมของนักเรียนในแต่ละระดับเป็นรายบุคคลอีกครั้ง แล้วจึงจำแนกความถี่ เพื่อหาร้อยละของนักเรียนที่มีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมในแต่ละระดับทั้งก่อนและหลังจัดการเรียนรู้

2. อนุทินของนักเรียน

ผู้วิจัยอ่านอนุทินของนักเรียนอย่างละเอียดหลังจากจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ในประเด็นต่อไปนี้

2.1 การรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยอ่านวิเคราะห์และจัดกลุ่ม ในหัวข้อสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ปัญหาหรือข้อสงสัย

2.2 การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม โดยอ่านวิเคราะห์และจัดกลุ่มในหัวข้อวิธีการที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้

3. บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ

ผู้วิจัยจดบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการแล้วนำข้อมูลที่ได้มาอ่านวิเคราะห์ และจัดกลุ่มคำตอบ ในประเด็นต่อไปนี้

3.1 การรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยอ่านบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการที่สัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนตอบคำถามไม่ชัดเจนหรือคลุมเครือในแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์เพื่อจัดกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์

3.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม โดยอ่านบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์และจัดกลุ่มลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์

4. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยอ่านบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของตนเองในประเด็นที่เกี่ยวกับ ผลการจัดการเรียนรู้ ปัญหาหรืออุปสรรค วิธีแก้ไข/ข้อเสนอแนะ เพื่อสรุปลักษณะการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม

5. วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการขม่วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ของตนเอง ในประเด็นที่เกี่ยวกับ ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลที่ได้จัดกลุ่ม เพื่อสรุปผลจากลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้ผลสรุปจาก บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และอนุทินของนักเรียน

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์สามารถสรุป ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 วิธีวิเคราะห์ข้อมูลการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

คำถามของการวิจัย	ข้อมูลที่ศึกษา	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรมหรือไม่ อย่างไร	การรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม	วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ด้านแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยอ่านวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของแต่ละแนวคิดตามกรอบแนวคิดของ Abraham <i>et al.</i> (1994) เพื่อหาร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดแต่ละกลุ่มแล้วเปรียบเทียบแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ ตอนที่ 2 ด้านการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม โดยอ่านวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มคำตอบตามระดับการมีส่วนร่วม ได้แก่ ระดับครอบครัว ชุมชน และสังคม แล้วนับจำนวนนักเรียนที่มีส่วนร่วมในแต่ละระดับเพื่อหาค่าร้อยละของการมีส่วนร่วมทั้งก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ อ่านอนุทินของนักเรียน โดยวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อจัดกลุ่มสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ปัญหาหรือข้อสงสัย ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้

อนุทินของนักเรียน

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

คำถามของการวิจัย	ข้อมูลที่ศึกษา	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
		บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ	สัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนตอบคำถามไม่ชัดเจนหรือคลุมเครือในแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม เพื่อจัดกลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ลักษณะใดที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	อนุทินของนักเรียน บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ วิดิทัศน์การจัดการเรียนรู้	อ่าน วิเคราะห์ เพื่อจัดกลุ่มในประเด็นที่เกี่ยวกับวิธีการที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ อ่าน วิเคราะห์ จัดกลุ่ม เพื่อสรุปลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ อ่านและวิเคราะห์บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ในประเด็นที่เกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้ ปัญหาหรืออุปสรรควิธีแก้ไข/ข้อเสนอแนะเพื่อสรุปลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ชมวิดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์ประเด็นที่เกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรค แนวทางแก้ไขและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์แล้วนำข้อมูลที่ได้จัดกลุ่ม

คุณภาพของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ที่มีการเก็บข้อมูล ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเพื่อให้งานวิจัยมีคุณภาพผู้วิจัยได้ใช้วิธีการ ดังนี้

1. การตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของเครื่องมือด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและนำไป ทดลองใช้เพื่อนำมาปรับก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

2. การใช้เทคนิคสามเส้า (Triangulation) ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเก็บข้อมูลด้วย วิธีการที่หลากหลาย ได้แก่

2.1 การรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม ผู้วิจัยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ และอนุทินของนักเรียน

2.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วย พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม ผู้วิจัยใช้เครื่องมือ ได้แก่ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทิน ของนักเรียน บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ และวิดีโอทัศน์การจัดการเรียนรู้

จริยธรรมของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยทางการศึกษา ซึ่งเกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นมนุษย์ เพื่อมิให้ส่งผล กระทบในทางลบต่อกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ผู้วิจัยจึงต้องมีความระมัดระวังและมีความรอบคอบ ในการทำวิจัย ดังนี้

1. ผู้วิจัยแจ้งรายละเอียดทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยให้นักเรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับ การวิจัยทราบ โดยการแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย และระยะเวลาในการวิจัย เป็นต้น

2. ผู้วิจัยได้รับความยินยอมจากนักเรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการวิจัย โดยขออนุญาต ผู้อำนวยการโรงเรียน และชี้แจงรายละเอียดต่าง ๆ ให้นักเรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทราบด้วย นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ชี้แจงและขออนุญาตนักเรียนเพื่อบันทึกวิดีโอทัศน์ระหว่างการจัดการเรียนรู้

3. ผู้วิจัยตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อนักเรียนและโรงเรียนที่ทำการวิจัย จึงใช้ชื่อโรงเรียน สมมติ กำหนดรหัสแทนชื่อจริงของนักเรียนและปกปิดใบหน้าของนักเรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำ วิจัย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย เป็น 2 ตอน กล่าวคือ

ตอนที่ 1 การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอตามกรอบการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ประกอบด้วย 2 ด้าน
ดังนี้

1. ด้านแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม

ผู้วิจัยวัดแนวคิดของนักเรียนทั้งก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 6 แนวคิดย่อย
ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แนวคิดเรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ (ในวงเล็บเป็นค่าร้อยละ)

(N = 17)

แนวคิด	SU		PU		PU/SM		SM		NU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1.ลักษณะทางพันธุกรรม	-	8 (47.06)	7 (41.18)	3 (17.65)	6 (35.29)	6 (35.29)	1 (5.88)	-	3 (17.65)	-
2.โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	-	8 (47.06)	-	-	-	5 (29.41)	2 (11.76)	2 (11.76)	15 (88.24)	2 (11.76)
3. กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	-	6 (35.29)	-	3 (17.65)	-	3 (17.65)	1 (5.88)	1 (5.88)	16 (94.12)	4 (23.53)
4.โรคทางพันธุกรรม	-	12 (70.59)	4 (23.53)	1 (5.88)	3 (17.65)	4 (23.53)	5 (29.41)	-	5 (29.41)	-
5.พันธุวิศวกรรม	-	8 (47.06)	-	2 (11.76)	-	5 (29.41)	-	-	17 (100.00)	2 (11.76)
6.การโคลน	-	12 (70.59)	1 (5.88)	3 (17.65)	2 (11.76)	2 (11.76)	5 (29.41)	-	9 (52.94)	-

หมายเหตุ: SU = Sound understanding, PU = Partial understanding, PU/SM = Partial understanding with some specific misconception, SM = Specific misconception, NU= Not understanding

1.1 แนวคิด เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบแนวคิดโดยใช้คำถาม คือ ลักษณะทางพันธุกรรม หมายถึงอะไร พร้อมทั้งยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมและไม่ใช้ลักษณะทางพันธุกรรม (อย่างละ 3 ตัวอย่าง)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้สามารถสรุปคำตอบของนักเรียนที่แสดงแนวคิด เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ในตารางที่ 4.2 กล่าวคือ

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินแนวคิดเรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (N = 17)

ประเภทของแนวคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)		ตัวอย่างคำตอบ
	ก่อน	หลัง	
ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU)	-	8 (47.06)	“ลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปอีกรุ่น เช่น หนึ่งตาสองชั้น สีผิว สีนัยน์ตา และที่ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม เช่น ลักษณะนิสัย รอยแผลเป็น ฐานะ ร่ำรวย” (นร.03) “ลักษณะที่ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษมาสู่ลูกหลาน เช่น การมีลักยิ้ม สีผิว สีผม และที่ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม เช่น ลักษณะนิสัย แขนหักจากการเล่นกีฬา สีผมจากย้อม” (นร.10)
ความเข้าใจบางส่วน (PU)	7 (41.18)	3 (17.65)	“ลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น เช่น สีผม สีนัยน์ตา ความสูง”(นร.07) “ลักษณะที่ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษมาสู่ลูกหลาน เช่น หนึ่งตาชั้นเดียว ความสูง สีผิว” (นร.08)
ความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM)	6 (35.29)	6 (35.29)	“ลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง เช่น สีผิว การมีติ่งหู หนึ่งตาชั้นเดียว และที่ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง สีผมที่เกิดจากการทำสี” (นร.04)

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

(N = 17)

ประเภทของแนวคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)	ตัวอย่างคำตอบ
		“ลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปสู่รุ่นหนึ่ง เช่น ตาชั้นเดียว จมูกโด่ง การมีลักยิ้ม และที่ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม เช่น น้ำหนัก จิตใจ รูปร่าง” (นร.17)
แนวความคิดผิดพลาด(SM)	-	-
ไม่เข้าใจ (NU)	-	-

ก่อนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน 17 คน ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) ส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 41.18 (7 คน) ความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) ร้อยละ 35.29 (6คน) แนวความคิดผิดพลาด (SM) ร้อยละ 5.88 (1 คน) และไม่เข้าใจ (NU) ร้อยละ 17.56 (3 คน)

หลังการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) เพิ่มขึ้น ร้อยละ 47.06 (8 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “ลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปอีกรุ่น เช่น หนึ่งตาสองชั้น สีผิว สันนัยน์ตา และที่ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม เช่น ลักษณะนิสัย รอยแผลเป็น ฐานะร่ำรวย” (นร.03) สอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน คือ

“ลักษณะที่สามารถถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น (นร.01)”

“ลักษณะที่ได้รับมาจากบรรพบุรุษและส่งต่อมายังลูกหลาน (นร.05)”

(นักเรียน, อนุทินของนักเรียน วันที่ 5 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ยังพบนักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 17.65 (3 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “ลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น เช่น สีผม สันนัยน์ตา ความสูง” (นร.07) ซึ่งนักเรียนสามารถบอกความหมายและยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมได้ถูกต้องแต่ไม่ได้ยกตัวอย่างลักษณะที่ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) ร้อยละ 35.29 (6 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “ลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง เช่น สีผิว การมีตี่งหู

หน้าต่างชั้นเดียว และที่ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง สีส้มที่เกิดจากการทำสี” (นร.04) ซึ่งนักเรียนสามารถให้ความหมายของลักษณะทางพันธุกรรมได้ แต่ยกตัวอย่างลักษณะที่ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรมไม่ถูกต้อง คือ น้ำหนัก และ ส่วนสูง โดยลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะทางพันธุกรรมจึงเป็นแนวคิดผิดพลาด ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนที่มีความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) เพิ่มเติม พบว่านักเรียนมีความเข้าใจว่าลักษณะทางพันธุกรรมต้องเป็นลักษณะที่ติดตัวมาโดยกำเนิดและไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

“ความอ้วนไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม เพราะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในภายหลัง ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกกำลังกายและอาหารที่รับประทาน (นร.04)”

“น้ำหนัก สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จึงไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม (นร.17)”

(นักเรียน, บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 5 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ยังไม่พบนักเรียนมีแนวความคิดผิดพลาด (SM) และไม่เข้าใจ (NU)

1.2 แนวคิด เรื่องโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบแนวคิด โดยใช้คำถามคือ นักเรียนคิดว่าโครโมโซม ดีเอ็นเอ และ ยีน มีความเกี่ยวข้องกันหรือไม่ อย่างไร

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปคำตอบของนักเรียนที่แสดงแนวคิด เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ในตารางที่ 4.3 กล่าวคือ

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินแนวคิด เรื่อง โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

(N = 17)

ประเภทของแนวคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)		ตัวอย่างคำตอบ
	ก่อน	หลัง	
ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU)	-	8 (47.06)	“ยีนจะอยู่บนสายดีเอ็นเอ เมื่อสายดีเอ็นเอพันรอบก้อนโปรตีนจะเป็นสายโครมาทินและเมื่อสายโครมาทินหดตัวสั้นลงจะมองเห็นเป็นโครโมโซม” (นร.02)

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

(N = 17)

ประเภทของแนวคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)		ตัวอย่างคำตอบ
	ก่อน	หลัง	
			“ยืนอยู่บนสายดีเอ็นเอ สายดีเอ็นเอพันรอบก้อนโปรตีนเรียกว่าโครมาทิน เมื่อโครมาทินหดตัวสั้นลงจะมองเห็นเป็นโครโมโซม” (นร.10)
ความเข้าใจบางส่วน (PU)	-	-	-
ความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM)	-	5 (29.41)	“ยีน คือสิ่งที่กั้นระหว่างสายดีเอ็นเอสองสาย และยืนอยู่บนสาย ดีเอ็นเอ” (นร.12) “ดีเอ็นเอเป็นส่วนหนึ่งของยีน สายดีเอ็นเอพันรอบก้อนโปรตีนเมื่อหดตัวสั้นลงจะมองเห็นเป็นโครโมโซม” (นร.16)
แนวความคิดผิดพลาด (SM)	2 (11.76)	2 (11.76)	“สายดีเอ็นเอ พันรอบก้อนโปรตีนเรียกว่า ยีน” (นร.01) “โครโมโซมอยู่บนสายดีเอ็นเอ” (นร.04)
ไม่เข้าใจ (NU)	15 (88.24)	2 (11.76)	-

ก่อนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน 17 คน ไม่พบนักเรียนมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) ความเข้าใจบางส่วน (PU) และความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) แต่พบนักเรียนมีแนวความคิดผิดพลาด (SM) ร้อยละ 11.76 (2 คน) และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ (NU) ร้อยละ 88.24 (15 คน)

หลังการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) เพิ่มขึ้นร้อยละ 47.06 (8 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “ยีนจะอยู่บนสายดีเอ็นเอ เมื่อสายดีเอ็นเอพันรอบก้อนโปรตีนจะเป็นสายโครมาทินและเมื่อสายโครมาทินหดตัวสั้นลงจะมองเห็นเป็นโครโมโซม” (นร.02) ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน คือ

“ยืนอยู่บนสายดีเอ็นเอ ดีเอ็นเอพันรอบโปรตีนเรียกว่าโครมาทิน โครมาทินหดตัวสั้นลงมองเห็นเป็นโครโมโซม (นร.08)”

(นักเรียน, อนุทินของนักเรียน วันที่ 6 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจบางส่วน (PU) นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน และมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) ร้อยละ 29.41 (5 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “ยีน คือสิ่งที่กั้นระหว่างสายดีเอ็นเอสองสาย และยีนอยู่บนสายดีเอ็นเอ” (นร.12) ซึ่งคำตอบยีนอยู่บนสายดีเอ็นเอเป็นแนวความคิดที่ถูกต้อง ส่วนยีนคือสิ่งที่กั้นระหว่างสายดีเอ็นเอเป็นแนวความคิดผิดพลาด จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) พบว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน โดยการต่อจิ๊กซอว์ที่แสดงตำแหน่งของยีนบนสายดีเอ็นเอ (เป็นช่วงๆ) ทำให้นักเรียนเข้าใจว่ายีนเป็นส่วนที่กั้นระหว่างสายดีเอ็นเอ ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

ครู: เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่ายีนเป็นสิ่งที่กั้นระหว่างสายดีเอ็นเอ

นร.12: การทำกิจกรรมต่อจิ๊กซอว์ทำให้เห็นภาพของยีนที่แทรกอยู่ระหว่างสายดีเอ็นเอ ยีนจึงเป็นสิ่งที่กั้นอยู่ระหว่างสายดีเอ็นเอ

(นักเรียน, บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีแนวความคิดผิดพลาด (SM) เหลือเพียงร้อยละ 11.76 (2 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “สายดีเอ็นเอพันรอบก้อนโปรตีน เรียกว่า ยีน” (นร.01) นักเรียนไม่เข้าใจ (NU) ร้อยละ 11.76 (2 คน) โดยนักเรียนไม่ตอบคำถามหรือตอบทวนคำถาม เช่น “โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน มีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร (นร.14)”

1.3 แนวคิด เรื่องกระบวนการการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบแนวคิด โดยใช้คำถาม คือ ปรากฏทดลองผสมถั่วลิ้นเตาดอกสีฟ้ากับถั่วลิ้นเตาดอกสีขาว พบว่าลูกรุ่นที่ 1 (F_1) เป็นถั่วลิ้นเตาดอกสีฟ้าทั้งหมด จากการทดลองดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีพิจารณาว่าลักษณะใดเป็นลักษณะเด่น – ลักษณะด้อย อย่างไร และลักษณะดังกล่าวถ่ายทอดมายังรุ่นลูกได้อย่างไร

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปคำตอบของนักเรียนที่แสดงแนวคิด เรื่องกระบวนการการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมใน ตารางที่ 4.4 กล่าวคือ

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินแนวคิด เรื่องกระบวนการการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

(N = 17)

ประเภทของแนวคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)		ตัวอย่างคำตอบ
	ก่อน	หลัง	
ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU)	-	6(35.29)	“ดอกสีฟ้าเป็นลักษณะเด่น เพราะพบในทุกรุ่น แต่ดอกสีขาวเป็นลักษณะด้อยเพราะไม่พบในรุ่นพ่อแม่ แต่พบในรุ่นลูกลักษณะดังกล่าวถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้โดยการรวมตัวกันของยีนหลังจากเกิดการปฏิสนธิ” (นร.02) “ดอกสีฟ้าเป็นลักษณะเด่น ดอกสีขาวเป็นลักษณะด้อย ซึ่งลักษณะเด่นจะพบทุกรุ่นแต่ลักษณะด้อยจะพบเพียงบางรุ่น ลักษณะดังกล่าวถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกโดยอาศัยการรวมตัวกันของยีนของพ่อและแม่เมื่อเกิดการปฏิสนธิ” (นร.05)
ความเข้าใจบางส่วน (PU)	-	3 (17.65)	“ลักษณะเด่นที่ถ่ายทอดมายังรุ่นลูกคือ ดอกสีฟ้า และลักษณะด้อยจะพบในรุ่นลูกคือ ดอกสีขาว”(นร.01) “ลักษณะเด่น คือ ดอกสีฟ้า และลักษณะด้อย คือ ดอกสีขาว พิจารณาจากลักษณะเด่นจะพบในทุกรุ่น แต่ลักษณะด้อยจะแฝงอยู่ทำให้พบเพียงบางรุ่นเท่านั้น” (นร.17)
ความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM)	-	3(17.65)	“ดอกสีฟ้าเป็นลักษณะเด่น ดอกสีขาวเป็นลักษณะด้อย ลักษณะเด่นพบทุกรุ่นแต่ลักษณะด้อยพบเพียงบางรุ่น โดยลักษณะเด่น : ด้อย เป็น 3 : 1 เสมอ” (นร.09) “ดอกสีฟ้าเป็นลักษณะเด่น ดอกสี

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

(N = 17)

ประเภทของแนวคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)		ตัวอย่างคำตอบ
	ก่อน	หลัง	
			ขาวเป็นลักษณะด้อย ลักษณะเด่นมีอัตราส่วนมากกว่าลักษณะด้อย” (นร.15)
แนวความคิดผิดพลาด (SM)	1 (5.88)	1 (5.88)	สีฟ้าถูกควบคุมด้วยยีนด้อย ส่วนสีขาวถูกควบคุมด้วยยีนเด่น พิจารณาจากการถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น (นร.11)
ไม่เข้าใจ (NU)	16 (94.12)	4(23.59)	-

ก่อนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน 17 คน ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) ความเข้าใจบางส่วน (PU) และความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด (PU/SM) แต่พบนักเรียนที่มีแนวความคิดผิดพลาด (SM) ร้อยละ 5.88 (1 คน) และนักเรียนเกือบทั้งหมดไม่เข้าใจ (NU) ร้อยละ 94.12 (16 คน)

หลังการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) เพิ่มขึ้นร้อยละ 41.18 (7 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “ดอกสีฟ้าเป็นลักษณะเด่น เพราะพบในทุกรุ่น แต่ดอกสีขาวเป็นลักษณะด้อย เพราะไม่พบในรุ่นพ่อแม่แต่พบในรุ่นลูกลักษณะดังกล่าวถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้โดยการรวมตัวกันของยีนหลังจากเกิดการปฏิสนธิ” (นร.02) นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้น ร้อยละ 17.65 (3 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “ลักษณะเด่นที่ถ่ายทอดมายังรุ่นลูกคือ ดอกสีฟ้า และลักษณะด้อยจะพบในรุ่นลูกคือ ดอกสีขาว” (นร.01) ซึ่งนักเรียนระบุว่าลักษณะใดเป็นลักษณะเด่น-ด้อย แต่ไม่ได้บอกวิธีการพิจารณาและบอกเหตุผลว่าลักษณะดังกล่าวถ่ายทอดมายังรุ่นลูกได้อย่างไร สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

“ลักษณะเด่นคือ ดอกสีฟ้า ลักษณะด้อยคือ ดอกสีขาว เพราะพบดอกสีฟ้าในทุกรุ่น แต่ดอกสีขาวพบเพียงบางรุ่น (นร.04)”

“ลักษณะที่เห็นในทุกรุ่นจะเป็นลักษณะเด่น ส่วนลักษณะที่เห็นแค่เพียงบางรุ่นจะเป็นลักษณะด้อย ดังนั้น ดอกสีฟ้าเป็นลักษณะเด่น ส่วนดอกสีขาวเป็นลักษณะด้อย (นร.17)”

(นักเรียน, บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 7 มีนาคม 2556)

นักเรียนที่มีความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) ร้อยละ 23.53 (4 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “ดอกสีฟ้าเป็นลักษณะเด่น ดอกสีขาวเป็นลักษณะด้อย ลักษณะเด่นพบทุกรุ่น แต่ลักษณะด้อยพบเพียงบางรุ่น โดย ลักษณะเด่น : ด้อย เป็น 3:1 เสมอ” (นร.09) ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ว่าลักษณะใดเป็นลักษณะเด่น-ด้อย และบอกวิธีการพิจารณาได้ถูกต้อง แต่การระบุอัตราส่วนของลักษณะเด่น: ลักษณะด้อย เป็น 3:1 เสมอ เป็นแนวความคิดผิดพลาด สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

“ดอกสีฟ้าเป็นลักษณะเด่น ดอกสีขาวเป็นลักษณะด้อย โดยดูจากลักษณะที่พบในลูกรุ่นที่ 1 จะเป็นลักษณะด้อย (นร.08)”

“ดอกสีฟ้าเป็นลักษณะเด่น ดอกสีขาวเป็นลักษณะด้อย พิจารณาจากลักษณะเด่นจะต้องปรากฏในรุ่นพ่อแม่เสมอ (นร.11)”

(นักเรียน, บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 7 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้พบนักเรียนที่มีแนวความคิดผิดพลาด (SM) ร้อยละ 5.88 (1 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “สีฟ้าถูกควบคุมด้วยยีนด้อย ส่วนสีขาวถูกควบคุมด้วยยีนเด่น พิจารณาจากการถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น” (นร.11) แต่มีนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (NU) ร้อยละ 23.59 (4 คน) โดยนักเรียนไม่ตอบคำถามในแบบวัด

1.4 แนวคิด เรื่องโรคทางพันธุกรรม

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบแนวคิด โดยใช้คำถาม คือ โรคทางพันธุกรรมแตกต่างจากโรคทั่วไปอย่างไร จึงยกตัวอย่างโรคพันธุกรรม 3 ตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปคำตอบของนักเรียนที่แสดงแนวคิด เรื่องโรคทางพันธุกรรม ในตารางที่ 4.5 กล่าวคือ

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินแนวคิด เรื่องโรคทางพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ
วิทยาศาสตร์

(N = 17)

ประเภทของแนวคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)		ตัวอย่างคำตอบ
	ก่อน	หลัง	
ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU)	-	12 (70.59)	“โรคที่เกิดจากความผิดปกติของยีนหรือโครโมโซม แต่โรคต่างๆ ไป เช่น โรคเอดส์เกิดจากเชื้อไวรัสจึงไม่สามารถถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นได้ โรคทางพันธุกรรม เช่น ตาบอดสี เด็กดัดแก้ว โรคเบาหวาน” (นร.03) “โรคที่เกิดจากความผิดปกติของยีนหรือโครโมโซม แต่โรคต่างๆ ไป เช่น โรคเอดส์เกิดจากเชื้อไวรัสจึงไม่สามารถถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น ได้โรคทางพันธุกรรม เช่น ตาบอดสี เด็กดัดแก้ว โรคเบาหวาน” (นร.07)
ความเข้าใจบางส่วน (PU)	4(23.53)	1 (5.88)	“โรคทางพันธุกรรมเป็นโรคที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่มาสู่ลูก ไม่สามารถถ่ายทอดสู่คนอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกันทางสายเลือดได้” (นร.01)
ความเข้าใจบางส่วนและมี แนวความคิดผิดพลาด (PU/SM)	3(17.65)	4 (23.53)	“โรคทางพันธุกรรมคือโรคที่ถ่ายทอดผ่านยีน เช่น โรคเอดส์ อหิวาต์ ภาวะแพ้ปัสสาวะอักเสบ” (นร.05) “โรคที่ถ่ายทอดกันมาตั้งแต่ปู่ย่าตายาย เป็นโรคที่คนในสายเลือดเดียวกันเป็น ส่วนโรคที่เกิดจากการติดเชื้อต่างๆ ไป เช่น โรคไข้หวัด โรคทางพันธุกรรม เช่น โรคเอดส์ ดาวน์ ซินโดรม ตาบอดสี” (นร.12)
แนวความคิดผิดพลาด (SM)	5 (29.41)	-	-
ไม่เข้าใจ (NU)	5 (29.41)	-	-

ก่อนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน 17 คน ไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) ส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 23.53 (4 คน) ความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) ร้อยละ 17.65 (3 คน) แนวความคิดผิดพลาด (SM) ร้อยละ 29.41 (5 คน) และ ไม่เข้าใจ (NU) ร้อยละ 29.41 (5 คน)

หลังการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) เพิ่มขึ้น ร้อยละ 70.59 (12 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “โรคที่เกิดจากความผิดปกติของยีนหรือโครโมโซม แต่โรคทั่วไป เช่น โรคเอดส์ เกิดจากเชื้อไวรัสจึงไม่สามารถถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นได้ โรคทางพันธุกรรม เช่น ตาบอดสี เด็กดักแด้ โรคเบาหวาน” (นร.03) สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

“โรคทางพันธุกรรมเป็นโรคที่ถ่ายทอดมาจากพ่อแม่ สาเหตุมาจากความผิดปกติของ ยีนหรือโครโมโซม เช่น โรคตาบอดสี นิ้วมือเกิน แต่โรคทั่วไป เช่น โรคหวัด ท้องเสีย เกิดจากเชื้อโรคอื่น ๆ จึงไม่ใช่โรคทางพันธุกรรม (นร.09)”

“โรคพันธุกรรมต้องสามารถถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นได้ แต่โรคทั่วไปไม่สามารถถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นได้ เพราะไม่ได้เกิดจากความผิดปกติของยีนหรือโครโมโซม โรคทาง พันธุกรรม เช่น ดาวน์ซินโดรม ธาลัสซีเมีย โรคที่ไม่ใช่โรคทางพันธุกรรม เช่น โรค เอดส์ (นร.08)”

(นักเรียน, บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน (PU) เหลือเพียง ร้อยละ 5.88 (1 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “โรคทางพันธุกรรมเป็นโรคที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่มาสู่ลูก ไม่สามารถถ่ายทอดสู่คนอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง กันทางสายเลือดได้” (นร.01) ซึ่งนักเรียนสามารถระบุแนวคิดได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้ยกตัวอย่างประกอบ นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) ลดลง เหลือเพียง ร้อยละ 23.53 (4 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “โรคทางพันธุกรรมคือโรคที่ถ่ายทอดผ่านยีน เช่น โรคเอดส์ฮิวาต์ กระเพาะ ปัสสาวะอักเสบ” (นร.05) โดยนักเรียนสามารถบอกแนวคิดได้ถูกต้องแต่ยกตัวอย่างไม่ถูกต้อง สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

“โรคทางพันธุกรรมเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของยีน (นร.05)”

“โรคทางพันธุกรรม เช่น โรคท้าวแสนปม ฮีโมฟีเลีย โรคที่ไม่ใช่โรคทางพันธุกรรม เช่น โรคตับแข็ง (นร.16)”

(นักเรียน, บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 7 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดผิดพลาด (SM) และไม่เข้าใจ (NU) เลย

1.5 แนวคิด เรื่องพันธุวิศวกรรม

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบแนวคิด โดยใช้คำถาม คือ พันธุวิศวกรรมมีหลักการอย่างไร จงยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มาจากพันธุวิศวกรรม (3 ตัวอย่าง)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุป คำตอบของนักเรียนที่แสดงแนวคิดเรื่องพันธุวิศวกรรม ในตารางที่ 4.6 กล่าวคือ

ตารางที่ 4.6 ผลจากการประเมิน แนวคิดเรื่องพันธุวิศวกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (N = 17)

ประเภทของแนวคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)		ตัวอย่างคำตอบ
	ก่อน	หลัง	
ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU)	-	8 (47.06)	“การตัดต่อยีนของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่เราสนใจไปใส่ในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่เราต้องการ เช่น ปลาเรืองแสง ต้นไม้ทนโรค แมวเรืองแสง” (นร.10) “การตัดต่อยีนควบคุมลักษณะที่เราต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปใส่ในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามที่ต้องการ เช่น ปลาเรืองแสง หนูเสียรื่องเหมือนนก มะละกอ GMOs” (นร.11)
ความเข้าใจบางส่วน (PU)	-	2 (11.76)	“การดัดแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต” (นร.06) “การตัดแต่งพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้มีลักษณะตามที่ต้องการ” (นร.17)
ความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM)	-	5 (29.41)	“การดัดแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตโดยการตัดต่อยีน เช่น แมวเรืองแสง แต่งโมสีเหลี่ยม ข้าววิตามินสูง” (นร.07)

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

(N = 17)

ประเภทของแนวคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)		ตัวอย่างคำตอบ
	ก่อน	หลัง	
			“การนำยื่นที่ควบคุมลักษณะที่ต้องการไปใส่ในยื่นของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเพื่อให้มีลักษณะตามต้องการ เช่น ปลาฆ่าลายเรืองแสง แกะดอลลี Dolion” (นร.13)
แนวความคิดผิดพลาด (SM)	-	-	-
ไม่เข้าใจ (NU)	17 (100.00)	2 (11.76)	-

ก่อนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน 17 คน นักเรียนทั้งหมดไม่เข้าใจ (NU) ร้อยละ 100.00 (17 คน)

หลังการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจสมบูรณ์เพิ่มขึ้น ร้อยละ 47.06 (8 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “การตัดต่อยีนของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่เราสนใจไปใส่ในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่เราต้องการ เช่น ปลาเรืองแสง ต้นไม้ทนโรค แมวเรืองแสง” (นร.10) สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

“พันธุวิศวกรรมเป็นการตัดต่อยีนของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้มีลักษณะตามที่ต้องการ เช่น มะละกอจีเอ็มโอ หนูที่มีเสียงร้องเหมือนนก (นร.01)”

“พันธุวิศวกรรมเป็นการนำยีนที่มีลักษณะที่ต้องการไปใส่ให้กับสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเพื่อให้มีลักษณะตามที่ต้องการ เช่น ปลาฆ่าลายเรืองแสง (นร.03)”

(นักเรียน, บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ยังพบนักเรียนที่มีความเข้าใจบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้น ร้อยละ 11.76 (2 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “การดัดแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต” (นร.06) โดยนักเรียนสามารถบอกแนวคิดพันธุวิศวกรรมได้ถูกต้อง แต่ไม่ยกตัวอย่างประกอบนักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) ร้อยละ 29.41 (5 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “การดัดแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตโดยการตัดต่อยีน เช่น แมวเรืองแสง แต่งโมสึเหลี่ยม ข้าววิตามินเอ สูง” (นร.07) โดยนักเรียนสามารถบอกแนวคิดได้ถูกต้อง แต่ยกตัวอย่าง “แต่งโมสึเหลี่ยม” ซึ่งไม่ใช่สิ่งมีชีวิตที่มาจากพันธุวิศวกรรมจึงเป็นแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง และไม่มีนักเรียนที่มีแนวความคิดผิดพลาด (SM) และนักเรียนที่ไม่เข้าใจ (NU) เหลือเพียง ร้อยละ 11.76 (2 คน)

1.6 แนวคิด เรื่องการโคลน

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบแนวคิด โดยใช้คำถาม คือ การโคลน คืออะไร ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีจากการโคลน (2 ตัวอย่าง)

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปคำตอบของนักเรียนที่แสดงแนวคิด เรื่องการโคลน ในตารางที่ 4.7 กล่าวคือ

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมิน แนวคิด เรื่องการโคลน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

(N = 17)

ประเภทของแนวคิด	จำนวนคน (ร้อยละ)		ตัวอย่างคำตอบ
	ก่อน	หลัง	
ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU)	-	12 (70.59)	“การสร้างสิ่งมีชีวิตให้มีลักษณะเหมือนกับสิ่งมีชีวิตต้นแบบ โดยไม่ต้องปฏิสนธิ เช่น แกะดอลลี่ การตอนกิ่ง” (นร.02) “การสร้างสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกับสิ่งมีชีวิตต้นแบบทุกประการ เช่น แกะดอลลี่ การปักชำพืช” (นร.03)
ความเข้าใจบางส่วน (PU)	1(5.88)	3 (17.65)	“การทำให้สิ่งมีชีวิตเหมือนกับสิ่งมีชีวิตต้นแบบ” (นร.01) “การสร้างสิ่งมีชีวิตจากสิ่งมีชีวิตต้นแบบ” (นร.11)
ความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM)	2 (11.76)	2 (11.76)	“การสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนเดิม โดยการนำดีเอ็นเอ ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปใส่ในดีเอ็นเอ ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง” (นร.07) “การสร้างสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมือนกับสิ่งมีชีวิตต้นแบบโดยผ่านการปฏิสนธิ” (นร.16)
แนวความคิดผิดพลาด(SM)	5(29.41)	-	-
ไม่เข้าใจ (NU)	9 (52.94)	-	-

ก่อนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน 17 คน ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) แต่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 5.88 (1คน) นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วน ร้อยละ 11.76 (2 คน) และมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) จำนวนเท่ากัน คือ ร้อยละ 11.76 (2 คน) แนวความคิดผิดพลาด (SM) ร้อยละ 29.41 (5 คน) และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ (NU) ร้อยละ 52.94 (9 คน)

หลังการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) ร้อยละ 70.59 (12 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “การสร้างสิ่งมีชีวิตให้มีลักษณะเหมือนกับสิ่งมีชีวิตต้นแบบ โดยไม่ต้องผ่านการปฏิสนธิ เช่น แกะดอลลี่ การโคลนนิ่ง” (นร.02) ความเข้าใจบางส่วน (PU) ร้อยละ 17.65 (3 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “การทำให้สิ่งมีชีวิตเหมือนกับสิ่งมีชีวิตต้นแบบ”(นร.01) สอดคล้องกับอนุทินของนักเรียนดังนี้

“การทำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามที่เรต้องการโดยไม่ต้องการปฏิสนธิ (นร.06)”

“การสร้างสิ่งมีชีวิตขึ้นมาใหม่โดยให้เหมือนกับสิ่งมีชีวิตต้นแบบ โดยไม่ต้องปฏิสนธิ (นร.17)”

(นักเรียน, อนุทินของนักเรียน วันที่ 15 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้พบว่านักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนและมีแนวความคิดผิดพลาด (PU/SM) ร้อยละ 11.76 (2 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “การสร้างสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนเดิม โดยการนำดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปใส่ในดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง” (นร.07) และไม่มีนักเรียนมีแนวความคิดผิดพลาด (SM) และไม่เข้าใจ (NU)

เมื่อวิเคราะห์การพัฒนาการพัฒนามโนทัศน์ เรื่อง พันธุกรรม เป็นรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วย 6 มโนทัศน์ย่อย ได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โรคพันธุกรรม พันธุวิศวกรรม และการโคลน ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (แสดงเป็นรายบุคคล)

ชื่อ นักเรียน	ประเภท แนวคิด	ชื่อแนวคิดย่อย					
		ลักษณะ ทาง พันธุ กรรม	โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	กระบวนการ การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม	โรค พันธุกรรม	พันธุ วิศวกรรม	การ โคลน
นร.01	SU	↗					
	PU	●					↗
	PU/SM			↗	↗	↗	↗
	SM		→		●		●
	NU			●		●	
นร.02	SU	↗	↗	↗	↗	↗	↗
	PU						
	PU/SM	●					
	SM						
	NU		●	●	●	●	●
นร.03	SU	↗	↗		↗	↗	↗
	PU						
	PU/SM	●		↗	●		
	SM						
	NU		●	●		●	●
นร.04	SU				↗	↗	↗
	PU				●		
	PU/SM	→		↗			●
	SM		↗				
	NU		●	●		●	
นร.05	SU	↗					↗
	PU	●		↗			
	PU/SM				↗		
	SM				●		
	NU		→	●		→	●

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ชื่อ นักเรียน	ประเภท แนวคิด	ชื่อแนวคิดย่อย					
		ลักษณะ ทางพันธุกรรม	โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	กระบวนการ การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม	โรค พันธุกรรม	พันธุ์ วิศวกรรม	การ โคลน
นร.06	SU						
	PU						
	PU/SM						
	SM						
	NU						
นร.07	SU						
	PU						
	PU/SM						
	SM						
	NU						
นร.08	SU						
	PU						
	PU/SM						
	SM						
	NU						
นร.09	SU						
	PU						
	PU/SM						
	SM						
	NU						
นร.10	SU						
	PU						
	PU/SM						
	SM						
	NU						

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ชื่อ นักเรียน	ประเภท แนวคิด	ชื่อแนวคิดย่อย					
		ลักษณะ ทางพันธุ กรรม	โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	กระบวนการ การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม	โรค พันธุกรรม	พันธุ วิศวกรรม	การ โคลน
นร.11	SU						
	PU						
	PU/SM	→					
	SM						
	NU						
นร.12	SU						
	PU						
	PU/SM						
	SM						
	NU						
นร.13	SU						
	PU						
	PU/SM						
	SM						
	NU						
นร.14	SU						
	PU						
	PU/SM						
	SM						
	NU						
นร.15	SU						
	PU						
	PU/SM	→					
	SM						
	NU						

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ชื่อ นักเรียน	ประเภท แนวคิด	ชื่อแนวคิดย่อย					
		ลักษณะ ทางพันธุ กรรม	โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	กระบวนการ การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม	โรค พันธุกรรม	พันธุ วิศวกรรม	การ โคลน
นร.16	SU						
	PU						
	PU/SM						
	SM						
	NU						
นร.17	SU						
	PU						
	PU/SM						
	SM						
	NU						

หมายเหตุ: หางลูกศร (●) แทนแนวคิด เรื่องพันธุกรรม ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคม
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
หัวลูกศร (>) แทนแนวคิด เรื่องพันธุกรรม หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคม
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ถึงแม้จะมีบางแนวคิดที่นักเรียนยังไม่มีการพัฒนาแต่เมื่อพิจารณาเป็นภาพรวมพบว่านักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์สู่แนวคิดที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นในทุกแนวคิด สอดคล้องกับ Bingle and Gaskell (1994) ซึ่งกล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เร้าความสนใจและสามารถสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน (Sadler, 2009) โดยประเด็นเหล่านี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Kolsto, 2001) จึงมีความน่าสนใจ และสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามที่นำไปสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดแนวคิดวิทยาศาสตร์ระดับที่สูงขึ้น (Kuhn, 1991)

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ จนไปสู่การกำหนดประเด็นคำถามต่าง ๆ จากนั้นจึงใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนสืบค้นข้อมูลหรือทำการทดลอง เพื่อหาข้อมูลหรือหลักฐานประกอบการอภิปรายกิจกรรมดังกล่าวจะเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้สิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ อีกทั้งการอภิปรายจะช่วยให้นักเรียนปรับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนสู่แนวคิดที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Nuangchalerm (2009) กล่าวว่า ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองให้มากที่สุด ภายใต้หลักฐานที่เป็นคำตอบของนักเรียนที่ได้จากการมีส่วนร่วมในการสืบเสาะของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาใช้เป็นหลักฐานเพื่อประกอบการอภิปราย ซึ่งจะนำไปสู่การสรุปแนวคิดวิทยาศาสตร์ร่วมกัน

2. ด้านการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบการมีส่วนร่วมโดยใช้คำถาม คือ นักเรียนเคยเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม หรือไม่ อย่างไร

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสามารถสรุปการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การมีส่วนร่วมของนักเรียนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

(N = 17)

ประเด็น	การมีส่วนร่วม	
	ก่อน	หลัง
การมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม	1 (5.88)	12 (70.59)

ก่อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนเพียงร้อยละ 5.88 คน (1 คน) ที่มีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ดังตัวอย่างคำตอบ “นำความรู้เกี่ยวกับพันธุกรรมไปใช้ในการเลือกคู่ครองของตนเองในการแต่งงาน (นร.16)” ซึ่งเป็นการมีส่วนร่วมในระดับครอบครัวเท่านั้น

หลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 70.59 (จำนวน 12 คน) และเมื่อวิเคราะห์การมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้อง

กับพันธกรรม ตามระดับการมีส่วนร่วมเป็นรายบุคคลสามารถสรุปการมีส่วนร่วมเป็นรายบุคคล ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ระดับการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 เป็นรายบุคคล

(N = 17)

ชื่อนักเรียน	ระดับการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธกรรม		
	ระดับครอบครัว	ระดับท้องถิ่น	ระดับชาติ
นร.01	✓	-	-
นร.02	-	-	-
นร.03	✓	✓	-
นร.04	✓	✓	-
นร.05	-	✓	-
นร.06	✓	-	-
นร.07	✓	-	-
นร.08	✓	-	-
นร.09	-	-	-
นร.10	✓	✓	-
นร.11	✓	-	-
นร.12	✓	-	-
นร.13	-	-	-
นร.14	-	-	-
นร.15	✓	-	-
นร.16	-	-	-
นร.17	✓	-	-

จากตารางที่ 4.10 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในระดับครอบครัว ระดับท้องถิ่น และระดับท้องถิ่น (ตามลำดับ) แต่ไม่พบนักเรียนที่มีส่วนร่วมในระดับชาติเลย โดยสามารถสรุประดับการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวม ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 โดยจำแนกจากระดับการมีส่วนร่วม

(N = 17)

จำนวนนักเรียนที่มีส่วนร่วม(ร้อยละ)							ไม่มีส่วน ร่วม
ระดับชาติ- ระดับ ท้องถิ่น	ระดับชาติ- ระดับ ครอบครัว	ระดับชาติ- ระดับ ท้องถิ่น- ระดับ ครอบครัว	ระดับ ท้องถิ่น	ระดับ ครอบครัว	รวม	รวม	
-	-	3	1	8	12	5	
		(17.64)	(5.88)	(47.06)	(70.59)	(29.41)	

จากตารางที่ 4.11 พบว่านักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมในระดับครอบครัวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.06 (8 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “นำความรู้ทางพันธุกรรมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยตรวจสอบว่าตนได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาจากใครบ้าง” (นร.08) และ “ให้ความรู้กับพ่อแม่ เรื่องเด็กดาวน์ ว่าเขาจะอายุสั้น สติปัญญาต่ำ แต่สามารถฝึกฝนและเรียนรู้ได้” (นร.15) รองลงมา คือ การมีส่วนร่วมทั้ง 2 ระดับ คือ ระดับครอบครัว -ระดับท้องถิ่น คิดเป็นร้อยละ 17.64 (3 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “นำความรู้เกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมที่ได้จากการเรียนไปเผยแพร่ให้กับคนในครอบครัวและเพื่อนบ้านข้างเคียง เช่น การที่ย่าเป็นโรคเบาหวานอาจทำให้หลาน ๆ มีโอกาสเป็นโรคเบาหวานได้” (นร.03) และ “นำความรู้ไปใช้ในการปลูกพืช เช่น เลือกใช้วิธีการตอนกิ่งต้นไม้ซึ่งถือว่าเป็นการโคลนนิ่ง จะทำให้ได้ต้นไม้ที่มีลักษณะเหมือนเดิมกับพืชต้นแบบ และเล่าให้เพื่อนบ้านฟังว่าลักษณะทางพันธุกรรมเป็นลักษณะที่ถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นและหากบรรพบุรุษเป็นโรคพันธุกรรมลูกหลานก็มีโอกาสเป็นโรคด้วย” (นร.04) และระดับท้องถิ่น คิดเป็นร้อยละ 5.88 (1 คน) ดังตัวอย่างคำตอบ “นำความรู้เกี่ยวกับพันธุกรรมไปสอนน้องข้างบ้านเกี่ยวกับการเลือกวิธีขยายพันธุ์พืชเพื่อให้ได้พืชที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนเดิม” (นร.05)

อย่างไรก็ตามหลังการจัดการเรียนรู้ไม่พบนักเรียนที่มีส่วนร่วมในระดับชาติเลย ผู้วิจัยจึงได้สัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการเพิ่มเติมดังนี้

ครู: เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมเฉพาะกับบุคคลในครอบครัว หรือเพื่อนบ้าน เท่านั้น

นร.01: เพราะระดับครอบครัวใกล้ชิดได้คุยใกล้ชิดกันทุกวันมากกว่าระดับอื่น ๆ จึงเข้าไปมีส่วนร่วมได้ง่ายกว่าระดับอื่น ๆ

นร.05: เพราะ ระดับครอบครัวเป็นระดับที่ใกล้ชิด จึงสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมได้ง่าย เช่น ให้ความรู้กับญาติพี่น้อง

นร.04: เพราะ ค่อนข้างคุ้นเคยกับเพื่อนบ้าน จึงสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมได้ง่าย

นร.02: เพราะ เวลาค่อนข้างจำกัดและยังไม่มีสถานการณ์ให้เข้าไปมีส่วนร่วม

นร.08: เพราะ การมีส่วนร่วมในระดับสังคม มันเกี่ยวข้องกับคนจำนวนมาก และยังไม่มีสถานการณ์ที่ทำให้เข้าไปมีส่วนร่วม

(นักเรียน, บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 15 มีนาคม 2556)

จากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยพบว่าสาเหตุที่นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมในระดับชาติเนื่องจากการมีส่วนร่วมในระดับดังกล่าวนักเรียนต้องเข้าไปมีส่วนร่วมกับประชาชนในฐานะพลเมืองของสังคมซึ่งเป็นระดับการมีส่วนร่วมที่ค่อนข้างกว้างและไกลตัว เมื่อเทียบกับระดับครอบครัวและระดับท้องถิ่น ซึ่งเป็นระดับที่ใกล้ชิดและคุ้นเคยกับนักเรียนมากกว่า อีกทั้งข้อจำกัดของเวลาและมีสถานการณ์ค่อนข้างน้อยที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในระดับดังกล่าว

ตอนที่ 2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. การเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติทำให้เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น

ผู้วิจัยนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้จัดการเรียนรู้ทั้งในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและขั้นสอน เช่น แนวคิดการปรับปรุงพันธุกรรมมนุษย์ แบบที่เรียดัวแรกของโลกจากโครโมโซมสังเคราะห์ โครงการถอดรหัสพันธุกรรมมนุษย์ (Human Genome Project; HGP) การทำแท้งกรณีทารกในครรภ์มีความผิดปกติทางพันธุกรรม สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมและการโคลนมนุษย์ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม โดยนำแนวคิดการปรับปรุงพันธุกรรมมนุษย์มาสร้างสถานการณ์สมมติ เรื่อง “ยูจีนิกส์รัฐนี้มีแต่คนสมบูรณ์แบบ” ซึ่งเป็นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ดัดแปลงมาจาก ปริณดา ลิ้มปานานท์ (2555) ประกอบด้วย 6 บทบาทสมมติคือนักวิชาการยูจีนิกส์ แพทย์ศัลยกรรม กุมารแพทย์ นักสิทธิมนุษยชน พ่อ-แม่ผู้มีระดับสติปัญญาต่ำ

และผู้มีระดับสติปัญญาต่ำ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน แล้วให้นักเรียนแต่ละคน สุ่มเลือกบทบาทสมมติ คนละ 1 บทบาท และหากกลุ่มใดสมาชิกไม่ครบ 6 คน นักเรียนหนึ่งคนในกลุ่มนั้นต้องแสดง 2 บทบาท (คือ บทบาทพ่อ-แม่ผู้มีระดับสติปัญญาต่ำและผู้มีระดับสติปัญญาต่ำ เนื่องจากมีบทบาทใกล้เคียงกัน) จากนั้นหัวหน้ากลุ่มอ่านสถานการณ์สมมติให้สมาชิกภายในกลุ่มฟัง จนทุกคนเข้าใจแล้ว นักเรียนแต่ละคนศึกษาบทบาทสมมติของตนเองจนเข้าใจแล้วจึงแสดงบทบาทสมมติ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 การศึกษาและการแสดงบทบาทสมมติ เรื่องยูจินิกส์รัฐนี้มีแต่คนสมบูรณ์แบบ

จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนบางคนไม่กล้าแสดงออกและมีส่วนร่วมในการแสดง บทบาทสมมติน้อย ทำให้การอภิปรายหลังจากแสดงบทบาทสมมติไม่ครอบคลุมในบางประเด็น เช่น นักเรียนที่แสดงบทบาทสมมติเป็นกุมารแพทย์จะแสดงบทบาทแต่เพียงว่าตนเองไม่เห็นด้วยกับแนวคิด การปรับปรุงพันธุกรรมมนุษย์ แต่มีได้ระบุเหตุผลประกอบว่าเพราะเหตุใดจึงไม่เห็นด้วยประกอบกับ นักเรียนบางคนไม่เข้าใจบทบาทที่ตนเองได้รับ สังเกตได้จากนักเรียนจะสอบถามครูว่าตนเองต้อง แสดงบทบาทอย่างไรบ้าง นอกจากนี้การสุ่มให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติที่ขัดแย้งกับความรู้สึก ของตนเอง ทำให้สามารถแสดงบทบาทได้อย่างเต็มที่ เช่น นักเรียนมีความเห็นเช่นเดียวกับพ่อแม่ผู้มี

ระดับสติปัญญาต่ำแต่ต้องแสดงบทบาทสมมติเป็นนักวิชาการยูจินิกส์ ซึ่งมีความคิดเห็นที่ขัดแย้งกับความรู้สึกรักของนักเรียน จากเหตุการณ์ข้างต้นทำให้การแสดงบทบาทสมมติไม่ค่อยราบรื่นเท่าใดนัก ดังนั้นครูควรให้นักเรียนได้เลือกบทบาทสมมติด้วยตนเองก่อน และให้นักเรียนที่จะแสดงบทบาทสมมติเดียวกันได้ปรึกษาหารือกัน เพื่อให้เข้าใจบทบาทของตนเองเสียก่อนจึงแสดงบทบาทสมมติ ขณะที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายและทำแบบฝึกหัดหลังจากแสดงบทบาทสมมติพบว่านักเรียนบางคนไม่มีส่วนร่วมในการอภิปรายถึงแม้จะเป็นประเด็นที่ตรงกับบทบาทสมมติที่ของตนเองก็ตาม ทำให้สมาชิกภายในกลุ่มต้องนำบัตรบทบาทสมมติมาอ่านเอง ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาดังกล่าวโดยให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มอ่านบัตรบทบาทสมมติของตนเองอีกครั้งแล้วให้แสดงบทบาทสมมติซ้ำอีกครั้ง การแก้ปัญหาดังกล่าวทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้น แต่ต้องใช้เวลามากขึ้นกว่าเดิมทำให้การอภิปรายในช่วงท้ายมีเวลาน้อยลง

การจัดการเรียนรู้ เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ผู้วิจัยให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติทำให้นักเรียนมีแนวคิด เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ดังตัวอย่างบทสนทนาระหว่างครูกับนักเรียน ดังนี้

ครู: ลักษณะอันพึงประสงค์ที่นักวิชาการยูจินิกส์ต้องการ ได้แก่ ระดับสติปัญญาดี รูปร่างหน้าตาดี ฐานะร่ำรวย นักเรียนคิดว่าลักษณะใดไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม เพราะเหตุใด

นร.08: ฐานะร่ำรวย เพราะ เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายหลังไม่สามารถถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นได้

นร.13: ฐานะร่ำรวย เพราะ เกิดจากการขยันทำมาหากินของแต่ละคน ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษสู่ลูกหลานไม่ได้

นร.15: ฐานะร่ำรวย เพราะ เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นภายหลัง ไม่ได้ถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษจนหรือรวยขึ้นอยู่กับการขยันทำมาหากินของแต่ละคน

ครู: ลักษณะที่เกิดจากการทำศัลยกรรมสามารถถ่ายทอดสู่ลูกได้หรือไม่

นร.02: ไม่ได้ เพราะยีนยังเหมือนเดิม

นร.06: ไม่ได้ เพราะเปลี่ยนแปลงได้แค่ภายนอกแต่ลักษณะทางพันธุกรรมยังเหมือนเดิม

นร.09: ไม่ได้ เพราะ ลักษณะหลังศัลยกรรมเปลี่ยนจริง แต่ที่จะถ่ายทอดไปให้ลูกหลาน เป็นของเดิมก่อนทำศัลยกรรม

(วิดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 4 มีนาคม 2556)

สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 76.47 (13 คน) มีแนวคิด เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ดังนี้

ครู: ลักษณะใดบ้างเป็นลักษณะทางพันธุกรรม

นร.03: ความสูง สีผิว ระดับสติปัญญา

นร.09: การห่อลิ้น มีลักยิ้ม หมู่เลือด

นร.11: โครงหน้า สีผิว ความสูง

นร.15: สีผม สีตา

ครู: ลักษณะใดบ้างไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรมเพราะเหตุใด

นร.07: สีผมจากการทำสี เพราะไม่ได้ถ่ายทอดมาจากพ่อแม่

นร.10: รอยสิบบนใบหน้า เพราะเกิดจากการกระทำของนักเรียน เช่น แกะสิบทาให้มีรอยดำ

นร.16: ความพิการจากอุบัติเหตุเพราะเป็นผลจากการดำเนินชีวิตประจำวัน ไม่เกี่ยวข้องกับ ยีน

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 4 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ผู้วิจัยยังได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมตามหลักประชาธิปไตย โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นถึงความถูกต้องและความเหมาะสมของ แนวคิดการปรับปรุงพันธุกรรมมนุษย์อย่างอิสระและการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดดังกล่าว ดังตัวอย่างบทสนทนา ต่อไปนี้

ครู: นักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดการปรับปรุงพันธุกรรมอย่างไร และแนวคิดดังกล่าวเหมาะสมกับสังคมประชาธิปไตยหรือไม่ อย่างไร

นร.07: เป็นแนวคิดที่ลิดรอนสิทธิเสรีภาพของประชาชนไม่เหมาะสมกับสังคมประชาธิปไตย เพราะประชาชนไม่มีโอกาสตัดสินใจเองได้ว่าตัวเองจะแต่งงาน หรือจะมีลูกดีหรือไม่

นร.11: เป็นแนวคิดที่ไม่เหมาะสม ขัดกับหลักประชาธิปไตย เพราะคนไม่มีโอกาสเลือกว่าตัวเองจะดำเนินชีวิตอย่างไร ปิดกั้นและไม่ยอมรับการแสดงความคิดเห็นที่แตกต่าง

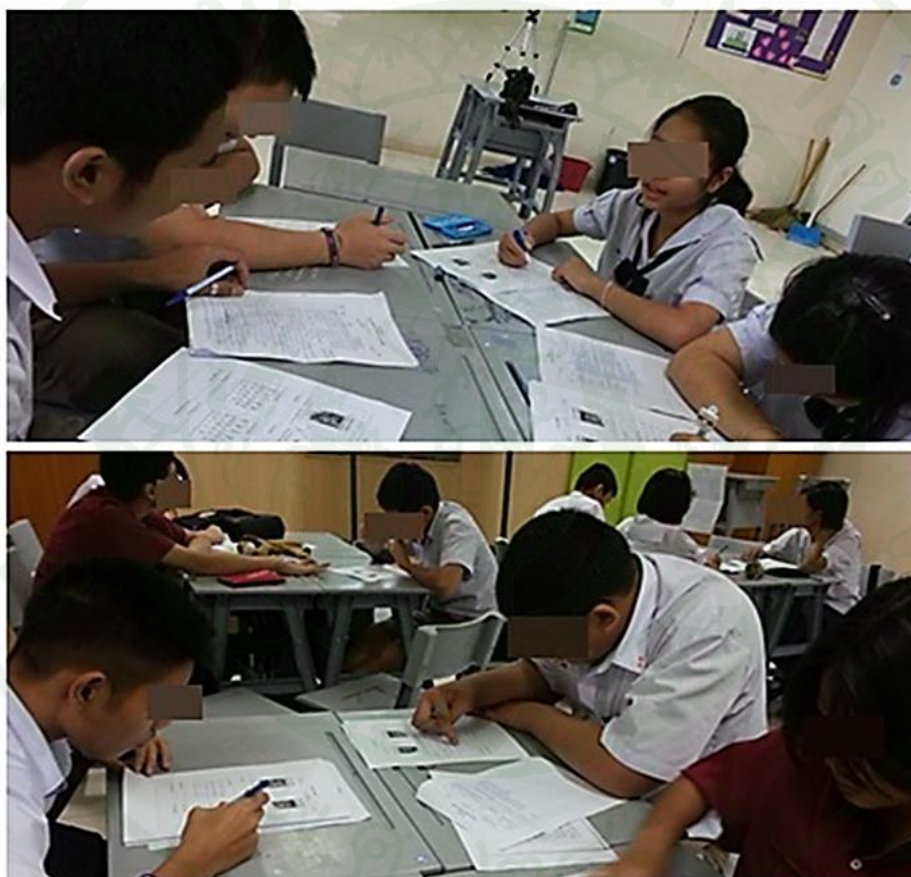
(วิดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 4 มีนาคม 2556)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องความผิดปกติทางพันธุกรรม โดยผู้วิจัยนำประเด็นโรคทางพันธุกรรมมาสร้างสถานการณ์สมมติ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะแสดงบทบาทเป็นทีมแพทย์ที่วินิจฉัยและรักษาโรคทางพันธุกรรมก่อนการแสดงบทบาทสมมติผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมมาล่วงหน้า ดังภาพที่ 4.2

กิจกรรมที่ 1 เรื่องโรคทางพันธุกรรมที่ฉันหาความรู้จัก			
ชื่อ			
ลำดับที่	ชื่อโรค	สาเหตุ	ลักษณะอาการ/ความผิดปกติ
1	ตาบอดสี	โครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง จากปกติ 2 แท่ง เป็น 3 แท่ง หรือสาเหตุมาจากการทำงานของโครโมโซมคู่ที่ 14 มาผิดปกติที่ 21 อาจเป็นโรคหัวใจพิการแต่กำเนิด หรือโรคตาบอดสีได้	มีลักษณะตาบอดสีตั้งแต่เกิด แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ตาบอดสีแดง เขียว ตาบอดสีแดง เขียว น้ำตาล
2	เซลล์เม็ดเลือดขาวผิดปกติ	โครโมโซมคู่ที่ 13 เกินมา 1 แท่ง	มีลักษณะตาบอดสีตั้งแต่เกิด แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ตาบอดสีแดง เขียว ตาบอดสีแดง เขียว น้ำตาล
3	พาร์กินสัน	โครโมโซมคู่ที่ 13 เกินมา 1 แท่ง	มีลักษณะตาบอดสีตั้งแต่เกิด แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ตาบอดสีแดง เขียว ตาบอดสีแดง เขียว น้ำตาล
4	โรคฮันติงตัน	โครโมโซมคู่ที่ 4 ขาดหายไป 1 แท่ง	มีลักษณะตาบอดสีตั้งแต่เกิด แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ตาบอดสีแดง เขียว ตาบอดสีแดง เขียว น้ำตาล
5	เพอร์เกอร์	โครโมโซมคู่ที่ 13 เกินมา 1 แท่ง	มีลักษณะตาบอดสีตั้งแต่เกิด แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ตาบอดสีแดง เขียว ตาบอดสีแดง เขียว น้ำตาล
6	ตาบอดสี	โครโมโซมคู่ที่ 13 เกินมา 1 แท่ง	มีลักษณะตาบอดสีตั้งแต่เกิด แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ตาบอดสีแดง เขียว ตาบอดสีแดง เขียว น้ำตาล
7	อีโคโนมิค	โครโมโซมคู่ที่ 13 เกินมา 1 แท่ง	มีลักษณะตาบอดสีตั้งแต่เกิด แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ตาบอดสีแดง เขียว ตาบอดสีแดง เขียว น้ำตาล

ภาพที่ 4.2 ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นโรคทางพันธุกรรมเพื่อประกอบการวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรม

อย่างไรก็ตามพบว่า นักเรียนบางส่วนไม่สืบค้นข้อมูลมาล่วงหน้าทำให้ไม่มีข้อมูลประกอบการทำกิจกรรม ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาโดยให้นักเรียนใช้ข้อมูลร่วมกันกับนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเดียวและอนุญาตให้นักเรียนใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตและผู้วิจัยได้สร้างข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ คืออนุญาตให้นักเรียนใช้เฉพาะสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโรคทางพันธุกรรมเท่านั้นและเมื่อผู้วิจัยอนุญาตเท่านั้น จากนั้นจึงให้ตัวแทนกลุ่มออกมาจับใบบันทึกประวัติผู้ป่วย แล้วให้นักเรียนแต่ละคนแสดงบทบาทสมมติเพื่อวินิจฉัยว่าผู้ป่วยเป็นโรคพันธุกรรมชนิดใด ดังภาพที่ 4.3



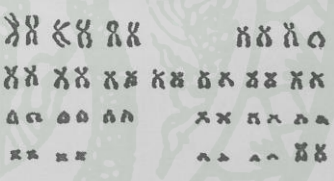
ภาพที่ 4.3 การแสดงบทบาทสมมติที่มิมการทำงานของแพทย์เพื่อวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรม

ลำดับที่	ชื่อโรค	สาเหตุ	ลักษณะอาการ/ความผิดปกติ
1.	ดาวน์ ซินโดรม	โครโมโซม คู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง จากปกติ 2 แท่ง เป็น 3 แท่ง หรือสาเหตุมาจากการย้ายที่ของโครโมโซม เช่น คู่ที่ 14 มายึดติดกับคู่ที่ 21 หรือมีสาเหตุมาจากมีโครโมโซม 46 หรือ 47 แท่ง ในคนเดียว	มีศีรษะค่อนข้างเล็ก แบน และ ตาเฉียงขึ้น ดั้งจมูกแบน ปากเล็ก ลิ้นมักยื่นออกมา ตัวเตี้ย มือสั้น อาจเป็นโรคหัวใจพิการตั้งแต่กำเนิดหรือโรคกล้ามเนื้อตึงตั้งแต่แรกเกิด มีภาวะต่อมไทรอยด์บกพร่อง ปัญญาอ่อน
2.	เอ็ดเวิร์ดซินโดรม	โครโมโซม คู่ที่ 18 เกินมา 1 โครโมโซม	ปัญญาอ่อน ปากแหว่งเพดานโหว่ คางงั่ว นิ้วมือบิดงอและกำแน่นเข้าหากัน ปอดและระบบย่อยอาหารผิดปกติ หัวใจพิการแต่กำเนิด ทารกมักเป็นหญิงและเสียชีวิตก่อน 1 ขวบ
3.	พาเทซซินโดรม	โครโมโซม คู่ที่ 13, 14 หรือ 15 เกินมา 1 แท่ง	ปัญญาอ่อน อวัยวะภายในพิการ มักเสียชีวิตตั้งแต่เกิด หากรอดอายุจะสั้น
4.	ครีดูชาต์หรือแคทคราย ซินโดรม	แขนข้างสั้นของโครโมโซม คู่ที่ 5 ขาดหายไปบางส่วน	มีศีรษะเล็กกว่าปกติ ปัญญาอ่อน หน้ากลม ใบหูต่ำ ตาห่าง หางคางขึ้น นิ้วมือสั้น เจริญเติบโตได้ช้า เวลาวิ่งจะมีเสียงเหมือนแมว
5.	พราเดอร์วิลลี	ความผิดปกติของโครโมโซม คู่ที่ 15 ที่ 15 มีแขนข้างยาวขาดหาย (ยื่น 7 ตำแหน่ง) ไปบางส่วน	มีรูปร่างอ้วนมาก มือเท้าเล็ก กินจุ มีความบกพร่องทางสติปัญญา มีพฤติกรรมแปลก ๆ เช่น พุดซ้า รวมทั้งเป็นออทิสติก
6.	ตาบอดสี	ภาวะการมองเห็นผิดปกติ มักพบในชาย เพราะเป็นการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแบบลักษณะด้อยบนโครโมโซม	แยกความแตกต่างระหว่างสีแดง – เขียว น้ำเงิน – เหลือง ไม่ได้ หรือเป็นแต่ภาพขาวดำ จะมีความผิดปกติกับตาทั้ง 2 ข้าง
7.	ฮีโมฟีเลีย	พบมากในชาย เพราะยีนที่กำหนดอาการฮีโมฟีเลียจะอยู่ในโครโมโซม X ถ่ายทอดยีนผิดปกตินี้ให้ลูก ส่วนหญิงหากได้รับโครโมโซม X ที่ผิดปกติก็จะไม่แสดงอาการ เนื่องจากมีโครโมโซม X อีกตัวช่วยอยู่แต่จะแฝงเป็นพาหะแทน	เลือดออกไม่หยุดหรือเลือดออกง่าย หยุดยาก

ลำดับที่	ชื่อโรค	สาเหตุ	ลักษณะอาการ/ความผิดปกติ
1.	โรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียว	เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเบสบนสายนิวคลีโอไทด์ เพียง 1 ตัว ใน DNA	เซลล์เม็ดเลือดแดงตายและแตกง่าย เกิดภาวะของโรคแทรกซ้อนขึ้น เช่น อาการปอดติดเชื้อง่าย อัมพฤกษ์ อัมพาต เป็นต้น
2.	โรคโคลันเฟลเตอร์	เป็นภาวะหนึ่งที่เพศชายมีโครโมโซม X เกินมาอันหนึ่ง	ผู้ป่วยจะมีอวัยวะเล็กกว่าปกติ มีภาวะเจริญพันธุ์บกพร่อง รูปร่างสูงกว่าค่าเฉลี่ย สมารถสืบพันธุ์และขยาย
3.	ตัวเตี้ยแบบไม่สามารถรอดชีวิตได้	ศีรษะใหญ่เกินปกติ ออกเล็ก รูปร่างคล้ายระฆัง มีแขนขาสั้นมาก	ไม่สามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้
4.	กลุ่มอาการต่อต้านแอนโดรเจน	เกิดจากการกลายพันธุ์ของยีนที่สร้างแอนโดรเจนรีเซพเตอร์	ผู้ป่วยกลุ่มอาการนี้มีโครโมโซมเป็น XY เป็นส่วนใหญ่จะมีความบกพร่องในการแสดงออกของลักษณะเพศชาย บางคนมีลักษณะภายนอกเป็นเพศหญิงโดยสมบูรณ์
5.	เบาหวาน	น้ำหนักตัวมาก ขาดการออกกำลังกาย และวัยที่เพิ่มขึ้น ร่างกายหยุดสร้างอินซูลิน	ระดับน้ำตาลในกระแสเลือดสูงกว่าปกติ
6.	กลุ่มอาการเพอร์เดอร์-วิลลี	เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซม คู่ที่ 15 สาเหตุเกิดจากพันธุกรรม	มีรูปร่างอ้วนมาก มือเท้าเล็ก กินจุ มีความฉลาดน้อย มีความบกพร่องทางสติปัญญา มีพฤติกรรมแปลก ๆ เช่น พุดซ้า มีภาวะเป็นออทิสติกร่วมด้วย
7.	ฟีนิลคิโตนูเรีย	ความบกพร่องทางเอนไซม์ของร่างกาย โรคนี้ถ่ายทอดทางโครโมโซมทั่วไป (autosomal)	ไม่สามารถย่อยสลายกรดอะมิโน phenylalanine เป็น tyrosine เหมือนคนปกติ จึงเกิดภาวะ phenylalanine สะสมในเลือดมากผิดปกติ
8.	กลุ่มอาการระยะคิวทียาว	มาจากลักษณะปรากฏในการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ซึ่งจะพบมีช่วง QT ยาวกว่าปกติ	ทำให้ผู้ป่วยมีการนำไฟฟ้าของหัวใจผิดปกติ ภาวะหัวใจเต้นผิดปกติแต่ละครั้งอาจทำให้มีอาการต่าง ๆ กัน ตั้งแต่รู้สึกใจสั่น หมดสติ หรือเสียชีวิตได้ทันทีเนื่องจากมีการมีการหัวใจห้องล่างเต้นไม่เป็นจังหวะ

ภาพที่ 4.4 ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นโรคทางพันธุกรรมบางอย่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อประกอบการวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรม

จากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่านักเรียนให้ความสนใจและให้ความร่วมมือกันวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรมเป็นอย่างดี แต่นักเรียนบางคนยังขาดการมีส่วนร่วมในการแสดงบทบาทสมมติ ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแต่งตั้งหัวหน้าทีมแพทย์ เพื่อระดมผลการวินิจฉัยของแพทย์แต่ละคน (ทีละคน) เพื่อให้ นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้นจากการแสดงบทบาทสมมติ พบว่านักเรียนมีแนวคิด เรื่องโรคทางพันธุกรรม ดังตัวอย่างใบบันทึกประวัติผู้ป่วย ดังภาพที่ 4.5

โรงพยาบาลรักษโรค ใบบันทึกประวัติผู้ป่วย  รูปถ่ายผู้ป่วย (ที่มา www.grandstrandds.org) ชื่อ นายเสียงเพลง นามสกุล บรรเลงจิต อายุ 9 ปี	โรงพยาบาลรักษโรค ใบบันทึกประวัติผู้ป่วย  รูปถ่ายผู้ป่วย (ที่มา http://www.genetic-diseases.net) ชื่อ ด.ญ.ซาร่า นามสกุล ครูช อายุ 8 ปี
ลักษณะที่พบ ... ตาเขียวเข้ม ... ผิวหนัง ...	ลักษณะที่พบ ... ผิวหนัง ... ตา ...
ผลการตรวจโครโมโซม  ที่มา http://www.geneagenetics.com โครโมโซมที่ 21 ...	ผลการตรวจโครโมโซม  ที่มา http://sogkmark.blogspot.com โครโมโซมที่ 21 ...
ผลการวินิจฉัยโรค ...	ผลการวินิจฉัยโรค ...
ข้อควรปฏิบัติต่อผู้ป่วย ...	ข้อควรปฏิบัติต่อผู้ป่วย ...

ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างใบบันทึกประวัติผู้ป่วย

สอดคล้องกับการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ โดยนักเรียนสามารถระบุแนวคิด เรื่อง โรคทางพันธุกรรม ดังนี้

ครู: โรคทางพันธุกรรมต่างจากโรคทั่วไปอย่างไร

นร.02: โรคทางพันธุกรรมถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกได้ โรคทั่ว ๆ ไปถ่ายทอดไม่ได้

นร.05: โรคทางพันธุกรรมเกิดจากความผิดปกติของยีนหรือดีเอ็นเอ โรคทั่วไป เช่น หวัด เกิดจากการติดเชื้อไวรัส

นร.08: โรคทางพันธุกรรมรักษาไม่หายแต่โรคทั่ว ๆ ไปอาจรักษาให้หายขาดได้

ครู: นักเรียนสามารถป้องกันโรคพันธุกรรมได้หรือไม่ อย่างไร

นร.02: ได้ โดยไม่แต่งงานกับคนที่เป็นโรคพันธุกรรม

นร.10: ได้ วางแผนการตั้งครรภ์ก่อนมีลูก

นร.13: ได้ ตรวจสอบความผิดปกติของโครโมโซมของตนเองกับแฟนก่อนแต่งงาน

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้จัดกิจกรรมโต้วาทีเพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยนำประเด็นการทำแท้งในกรณีทารกในครรภ์มีความผิดปกติทางพันธุกรรม โดยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์สมมติ เรื่อง “ดาวนซินโดรม อีกชีวิตที่ต้องเลือก” จากนั้นแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการทำแท้งและอภิปรายข้อดี-ข้อเสีย ของการทำแท้งหากพบว่าทารกในครรภ์เป็นโรคทางพันธุกรรม ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 การระดมความคิดเพื่อเตรียมข้อมูลโต้วาที

จากนั้นผู้วิจัยจึงแบ่งนักเรียนตามความสมัครใจออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) เห็นด้วย และ 2) ไม่เห็นด้วย เกี่ยวกับการทำแท้งในกรณีทารกในครรภ์มีความผิดปกติทางพันธุกรรมซึ่งการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานหรือแสดงความคิดเห็นตามความสมัครใจเป็นการแก้ปัญหาที่พบจากที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมข้อมูลเพื่อโต้วาทีในญัตติ “โรคพันธุกรรมกับการทำแท้ง ทางเลือกที่ดีที่สุดแล้วจริงหรือ?”

จากการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลและอภิปรายในกลุ่มย่อยก่อน แล้วจึงให้นักเรียนที่มีความคิดเห็นตรงกันมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน นักเรียนแต่ละคนจึงมีข้อมูลที่จะนำมาอภิปรายในกลุ่มใหญ่ ทำให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการโต้วาทีมากยิ่งขึ้น อีกทั้งการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มตามความถนัดและความสนใจของแต่ละคน ได้แก่ ประธานหรือผู้ดำเนินการโต้วาที หัวหน้าฝ่ายเสนอ นำเสนอ หัวหน้าฝ่ายค้าน ผู้สนับสนุนฝ่ายเสนอ ผู้สนับสนุนฝ่ายค้าน กรรมการผู้ตัดสิน ผู้จับเวลา และผู้ชม ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 การโต้วาทีในญัตติ “โรคพันธุกรรมกับการทำแท้ง ทางเลือกที่ดีที่สุดแล้วจริงหรือ?”

การจัดกิจกรรมโต้วาทีทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระตามหลักประชาธิปไตย โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านอย่างสมเหตุสมผล การกล้าแสดงออกและ

การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องโรคทางพันธุกรรม ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการดังนี้

ครู: ดาวน์ซินโดรม รักษาให้หายขาดได้หรือไม่ แตกต่างจากโรคทั่ว ๆ ไปอย่างไร

นร.08: ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ เพราะเป็นโรคทางพันธุกรรม

นร.12: รักษาไม่ได้ เพราะเกิดจากความผิดปกติของโครโมโซม

นร.13: รักษาไม่หายขาด เพราะดาวน์ซินโดรม เกิดจากโครโมโซม คู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง ซึ่งเป็นความผิดปกติทางพันธุกรรม แต่โรคทั่วไปไม่ได้เกิดจากความผิดปกติของยีนและโครโมโซม ทำให้ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษสู่ลูกหลานไม่ได้

ครู: โรคเอ็ดส์เป็นโรคทางพันธุกรรม หรือไม่

นร.06: ไม่เป็น เพราะไม่ได้เกิดจากความผิดปกติของยีน หรือโครโมโซม

นร.14: ไม่เป็น เพราะเกิดจากเชื้อไวรัส ไม่ได้เกิดจากยีนหรือโครโมโซม

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

การจัดการเรียนรู้ เรื่องความผิดปกติทางพันธุกรรม นอกจากจะส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์แล้ว ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ดังตัวอย่างอนุทินของนักเรียน ดังนี้

นร.05: บอกพี่สาวที่อายุมากให้ไปตรวจดูน้ำคร่ำเพื่อดูว่าทารกในครรภ์เป็นโรคทางพันธุกรรมหรือไม่

นร.09: ทำหนังสือคู่มือการดูแลเด็กที่เป็นดาวน์ซินโดรมเผยแพร่ให้กับพ่อแม่เด็กที่เป็นดาวน์ซินโดรม

(อนุทินของนักเรียน วันที่ 14 มีนาคม 2556)

ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการเพิ่มเติมเกี่ยวกับความน่าสนใจของการนำประเด็นการทำแท้งหากพบว่าทารกในครรภ์เป็นโรคทางพันธุกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความเห็นว่าเป็นประเด็นที่น่าสนใจ เพราะสามารถพบเห็นผู้ป่วยดาวน์ซินโดรม ได้ไม่ยากนัก และการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนทราบสาเหตุและวิธีปฏิบัติตัวต่อผู้ป่วยดาวน์ซินโดรม มากยิ่งขึ้น ดังการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

ครู: การนำประเด็นการทำแท้งเมื่อทารกในครรภ์เป็นดาวน์ซินโดรม เป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียนหรือไม่

นร.07: ไม่ใกล้ตัว เพราะสามารถเห็นคนป่วยเป็นดาวน์ซินโดรม ได้ทั่วไป

นร.11: ไม่ใกล้ตัว เพราะสามารถเห็นผู้ป่วยได้ทั่วไปและพอจะมีความรู้อยู่บ้างว่าพวกเขาอายุจะสั้น เช่น จากข่าวตลกสายัณห์

ครู: การนำประเด็นที่ใกล้ตัวนักเรียนมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

นร.07: มีประโยชน์ เพราะทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เพราะสามารถเห็นตัวอย่างได้ในชีวิตจริง

นร.12: มีประโยชน์ เพราะทำให้รู้สึกว่าย่เรียนไปนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

ครู: นักเรียนจะนำความรู้ เรื่องการทำแท้งในกรณีที่พบว่าทารกในครรภ์เป็นดาวน์ซินโดรม ไปใช้ประโยชน์อย่างไร

นร.06: ดูแลผู้ป่วยดาวน์ซินโดรมและปฏิบัติต่อเขาโดยไม่รังเกียจ หรือดูถูก

นร.11: ให้ความรู้กับคนที่มีอายุมาก ๆ ที่อยากมีบุตร ว่าให้ไปตรวจว่าลูกในครรภ์ผิดปกติหรือไม่ จะได้ป้องกันได้

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

ผู้วิจัยมีโอกาสมสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ พบว่าสามารถสร้างความสนใจและทำให้เกิดแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

ครู: การแสดงบทบาทสมมติ ส่งผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร

นร.11: ทำให้เข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น เพราะทำให้อยากค้นหาคำตอบของเรื่องที่สงสัย

นร.06: ทำให้เรียนวิทยาศาสตร์เข้าใจมากขึ้น เพราะสนุก ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ

นร.04: ทำวิชาวิทยาศาสตร์น่าเรียนมากยิ่งขึ้น เพราะปกติจะเรียนแบบบรรยายทำให้เกิดความเบื่อหน่าย แต่เรียนแบบนี้ทำให้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องสนุก น่าติดตาม

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 15 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้สัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ โดยใช้คำถาม “นักเรียนคิดว่าการนำประเด็นที่ถกเถียงกันในสังคมมาใช้สร้างสถานการณ์สมมติ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร”พบว่า สามารถทำให้เรียนเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

นร.11: ทำให้เรียนวิทยาศาสตร์เข้าใจง่ายขึ้น เพราะทำให้อยากค้นหาคำตอบเรื่องที่ ตนเองสงสัยมากขึ้นและการได้แสดงบทบาทสมมติทำให้เกิดความสนุกสนาน ได้ทราบความคิดเห็นที่แตกต่างกัน แต่ทุกความคิดเห็นก็มีเหตุผลประกอบ ทำให้คิดได้กว้างขึ้น ไม่เฉพาะมุมมองของตนเองเท่านั้น

นร.04: ทำให้เข้าใจสิ่งที่ได้เรียนรู้เรื่องพันธุกรรมได้ง่ายขึ้น เพราะทำให้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องสนุก น่าติดตาม

นร.06: เรียนเข้าใจมากขึ้นและสนุก เพราะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 15 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างสถานการณ์สมมติสามารถพัฒนาทักษะการคิดให้กับนักเรียนซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

นร.11: กิจกรรมการเรียนการสอน ใช้ประเด็นที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจน ทำให้ต้องหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาประกอบการคิด

นร.15: ทำให้ได้คิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการคิด ไม่ใช่คิดอย่างไม่มีเหตุผลสนับสนุน

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 19 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ยังพบว่าการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างสถานการณ์สมมติ สามารถสะท้อนคุณธรรม-จริยธรรม และการตัดสินใจของนักเรียนได้อีกด้วย ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

ครู: การยุติการตั้งครรภ์ (การทำแท้ง) หากพบว่าทารกในครรภ์มีความผิดปกติทาง พันธุกรรม เป็นวิธีการที่เหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด

นร.04: ไม่เหมาะสม เพราะเด็กคนนั้นก็เป็นคน ควรมีสิทธิ์ในการเกิดและพ่อแม่ควรเลี้ยงดูอย่างเต็มที่

นร.12: ไม่เหมาะสม เพราะควรมีนุชพยธรรม เมื่อพ่อแม่ทำให้เกิดมาแล้วก็ควรเลี้ยงดูให้ดีที่สุด

นร.11: เหมาะสม เพราะเด็กที่เกิดมาจะถูกคนอื่นเอาเปรียบและดูถูก

นร.15: เหมาะสม เพราะเด็กเกิดมาแล้วทรมาน อายุสั้น สติปัญญาต่ำ มีปมด้อย ถูกเอาเปรียบ

นร.07: แล้วแต่ความเหมาะสมถ้าพ่อแม่ยากจน การทำแท้งอาจเป็นทางออกที่ดี

ครู: นักเรียนจะปฏิบัติต่อผู้ป่วยโรคทางพันธุกรรมอย่างไรบ้าง

นร.04: เอาใจใส่ดูแล ฝึกการใช้ชีวิตให้เขา

นร.03: ให้กำลังใจ เล่นกับเขา สอนเขาให้อยู่ในสังคมได้ปกติ

นร.08: ดูแล เอาใจใส่ ให้กำลังใจ ปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 13 มีนาคม 2556)

อย่างไรก็ตามก่อนการจัดการเรียนรู้ครูควรตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นนั้น ๆ ก่อนหากพบว่านักเรียนขาดความรู้พื้นฐาน ครูควรพูดคุยสอบถามเพื่อให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในประเด็นนั้น ๆ ก่อน เช่น การจัดการเรียนรู้เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม โดยผู้วิจัยนำแนวคิดการปรับปรุงพันธุกรรมมนุษย์ มาสร้างสถานการณ์สมมติ ซึ่งจากการสอบถามนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้พื้นฐานเรื่องนี้มาก่อน ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนชมวิดีโอทัศน์เพื่อให้มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดการปรับปรุงพันธุกรรมมนุษย์ก่อน ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 การชมวิดีโอทัศน์เพื่อให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดการปรับปรุงพันธุกรรมมนุษย์ของนักเรียนมัธยมปีที่ 3

หลังจากนักเรียนชมวิดีโอทัศน์แล้ว ผู้วิจัยได้พูดคุยสอบถามนักเรียนเพิ่มเติม เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดดังกล่าวก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป ดังตัวอย่างบทสนทนาของครูและนักเรียน ต่อไปนี้

ครู: แนวคิดการปรับปรุงพันธุกรรมมนุษย์เป็นแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องใดบ้าง

นร.02: การทำให้มนุษย์มีแต่คนฉลาด ๆ โดยห้ามไม่ให้คนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ แต่งงานและมีลูก

นร.07: การให้โอกาสคนที่มีสติปัญญาดี ร่ำรวย ผิวขาว ได้แต่งงานมีลูก แต่สติปัญญาต่ำยากจน ห้ามไม่ให้แต่งงานและไม่ให้มีลูก

นร.09: การลดการแต่งงานของคนที่มีปัญหาทางพันธุกรรมหรือห้ามไม่ให้คนเหล่านี้ มีลูก

(วิดีโอทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 4 มีนาคม 2556)

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้แสดงบทบาทสมมติสามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งด้านแนวคิดวิทยาศาสตร์และการมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาทักษะการคิดซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้อื่น ๆ ต่อไป อีกทั้งยังสามารถสะท้อนคุณธรรมและจริยธรรม ของนักเรียนได้อีกด้วย

2. การลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มช่วยปรับความรู้ที่ผิดให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่มในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน แบบคละความสามารถเพื่อให้นักเรียนเก่งได้ช่วยเหลือนักเรียนอ่อนโดยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่รับผิดชอบตามความสนใจหรือความสนใจ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโครโมโซม เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถสังเกตโครโมโซมที่เป็นคู่กัน (Homologous chromosome) ได้โดยตรง ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่องคู่เราอยู่ไหน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตและจับคู่ฮอโมโลกัสโครโมโซม ดังภาพที่ 4.9



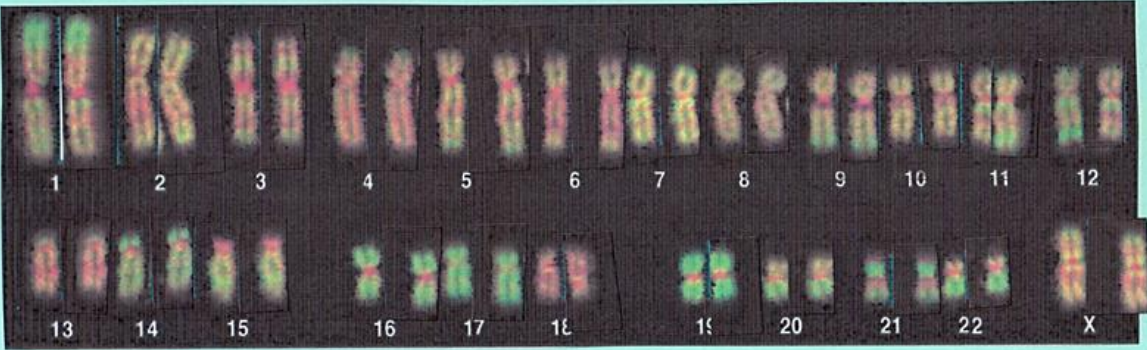
ภาพที่ 4.9 การทำกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง คู่เราอยู่ไหน

จากการสังเกตพบว่านักเรียนให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมในการอภิปรายเป็นอย่างดี แต่ยังพบปัญหาคือโครโมโซมมีขนาดค่อนข้างเล็กทำให้ยากต่อการดูหา ประกอบกับผู้วิจัยเองไม่ได้เน้นย้ำให้นักเรียนนับจำนวนโครโมโซมก่อนทำกิจกรรม ทำให้ระหว่างทำกิจกรรมนักเรียนบางกลุ่มได้รับโครโมโซมไม่ครบ 46 แท่ง กิจกรรมดังกล่าวนักเรียนจะร่วมกันสังเกตฮอโมโลกัสโครโมโซม แล้วนำฮอโมโลกัสโครโมโซมติดบนกระดาษ โดยเรียงลำดับจาก คู่ที่ 1-23 ดังภาพที่ 4.10

ใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง คู่เราอยู่ไหน

ชื่อสมาชิก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำภาพที่มีลักษณะเหมือนกัน (โฮโมโลกัสโครโมโซม) มาติดในช่องสี่เหลี่ยม (☐) แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



1.1 นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าโครโมโซมแห่งใดเป็นโฮโมโลกัสโครโมโซมกัน

มีลักษณะรูปร่าง ขนาด สี โครงสร้าง ที่เหมือนกันทุกประการ

1.2 โครโมโซมแต่ละคู่เหมือนกันหรือต่างกัน อย่างไร

ต่างกัน เพราะโครโมโซมแต่ละคู่มีลักษณะ รูปร่าง ขนาด สี โครงสร้าง ที่ไม่ได้เหมือนกันทุกประการ

ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างชิ้นงานจากการทำกิจกรรมคู่เราอยู่ไหน ในการจัดการเรียนรู้ เรื่องโครโมโซม

จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเป็นกลุ่ม เพื่อตอบคำถามหลังการทำกิจกรรม และร่วมกันสรุปลักษณะของฮอโมโลกัสโครโมโซม การจัดการเรียนรู้เรื่องโครโมโซมทำให้นักเรียนเกิดแนวคิด เรื่องโครโมโซม ดังตัวอย่างบทสนทนา ต่อไปนี้

ครู: โครโมโซม ประกอบด้วยอะไรบ้าง

นร.17: โครมาทิด และ เซนโทรเมียร์

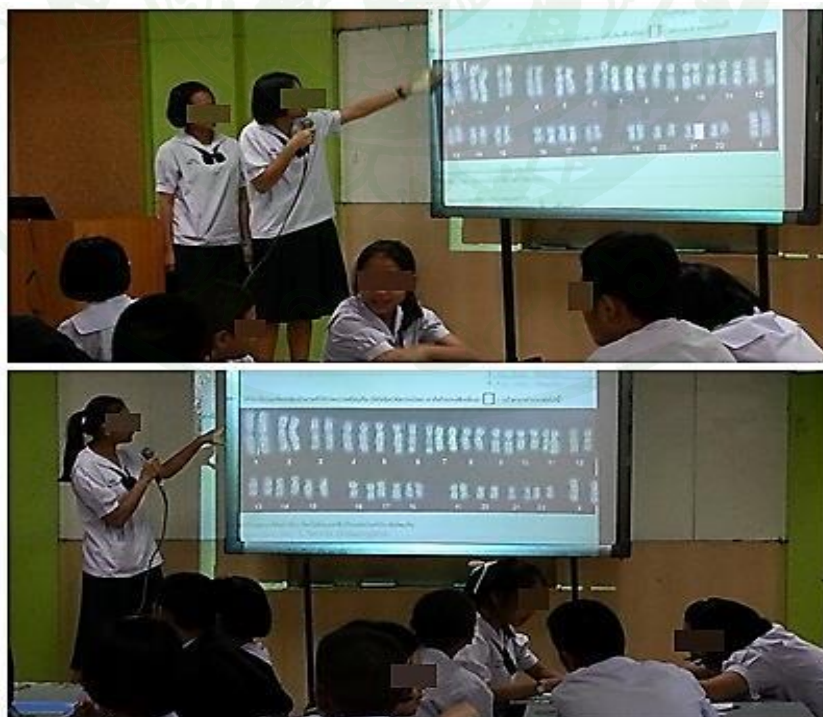
ครู: จะทราบได้อย่างไรว่าโครโมโซมใดเป็นฮอโมโลกัสกัน

นร.08: ขนาดเท่ากัน ติดสีเดียวกัน

นร.12: ตำแหน่งเซนโทรเมียร์ตรงกัน

(วีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 4 มีนาคม 2556)

ก่อนสรุปแนวคิดนักเรียนแต่ละกลุ่มจะส่งตัวแทนนำเสนอผลการทำกิจกรรม ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ตัวแทนของแต่ละกลุ่มนำเสนอผลหลังการทำกิจกรรม

ในขั้นนี้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ จะร่วมกันตรวจสอบแนวคิดของเพื่อน ๆ กลุ่มอื่นที่ออกมานำเสนอว่าเหมือนหรือต่างจากกลุ่มตนเองหรือไม่ อย่างไร และสามารถซักถามผู้นำเสนอได้หากมีข้อสงสัยดังตัวอย่างบทสนทนาต่อไปนี้

นร.13: ทำไมโครโมโซมคู่ที่ 10 ย่อมติดสีไม่เหมือนกัน

นร.16: เพราะกลุ่มเราติดสลับด้านกัน ทำให้สีไม่ตรงกัน จริง ๆ แล้ว พวกเราจัดถูกคู่แล้วเพื่อน ๆ ลองมองแบบกลับด้านหัวท้ายดู

(วิดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 4 มีนาคม 2556)

ซึ่งการตอบคำถามดังกล่าวนอกจากจะสร้างความสนใจจากเพื่อน ๆ ได้เป็นอย่างดีแล้วยังสามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีอีกด้วย โดยผู้วิจัยได้เน้นย้ำเรื่องความรอบคอบในการทำงานด้วย กิจกรรมดังกล่าวช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ด้านแนวคิดเรื่องโครโมโซมดังตัวอย่างการสัมภาษณ์แบบไม่ทางการ

ครู: โครโมโซมคืออะไร

นร.17: โครงสร้างที่เกิดจากขดตัวของเส้นใยโครโมทิน

ครู: โครโมโซมที่เป็นคู่กัน มีลักษณะเช่นใด

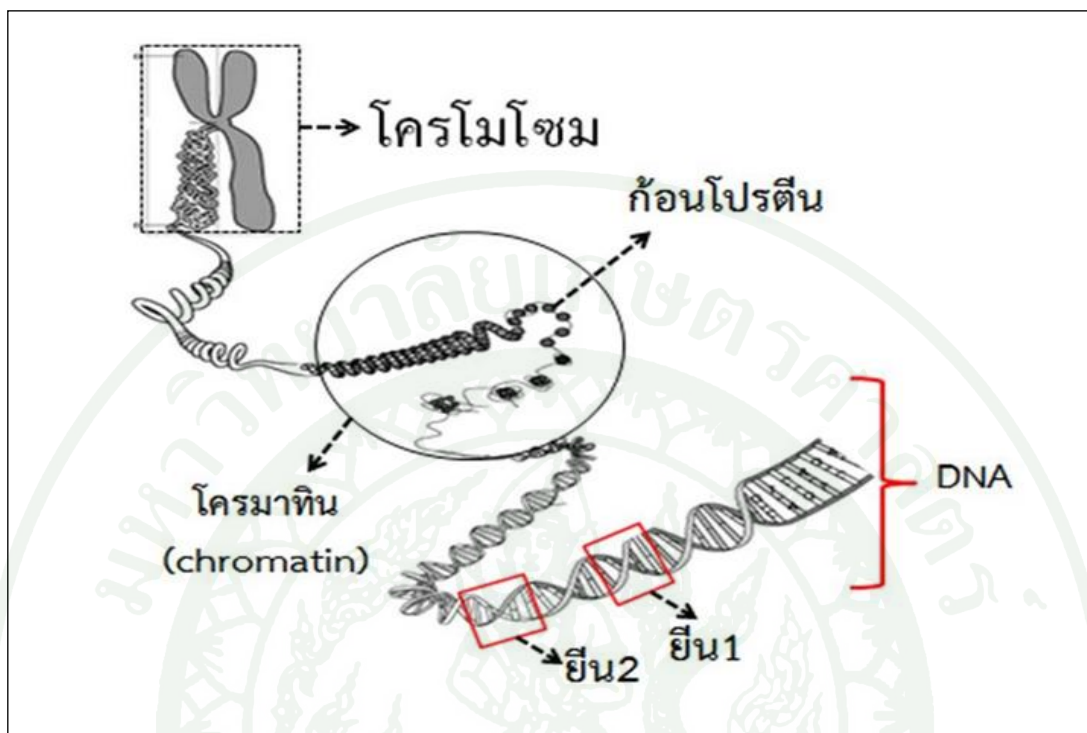
นร.14: มีตำแหน่งเซนโทรเมียร์ตรงกัน

นร.08: ขนาดเท่ากัน

นร.11: ติดสีเดียวกันตรงตำแหน่งเดียวกัน

(วิดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 5 มีนาคม 2556)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องดีเอ็นเอและยีน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มโดยการต่อจิ๊กซอว์เพื่อหาความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอและยีน ดังภาพที่ 4.12 และภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.12 จิ๊กซอว์ที่ใช้หาความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน
ที่มา: National Health MuseumAtlanta (2010)



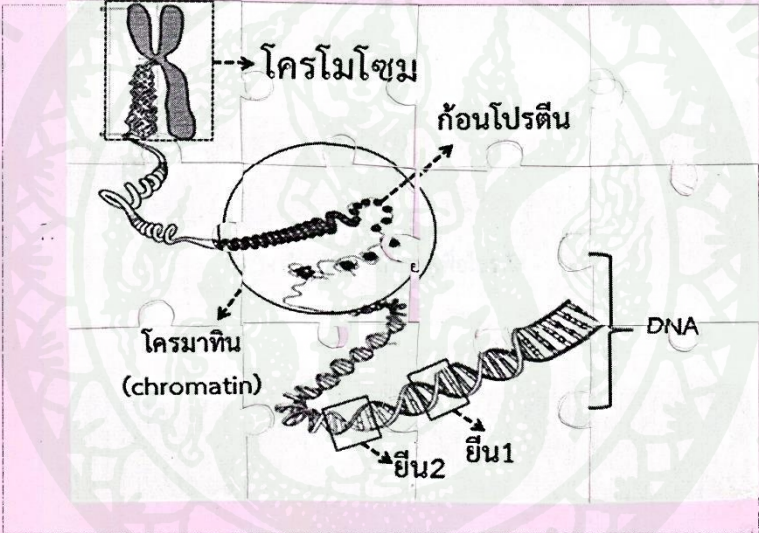
ภาพที่ 4.13 กิจกรรมต่ोजิ๊กซอว์เพื่อหาความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

จากการสังเกต พบว่านักเรียนให้ความร่วมมือทำกิจกรรมกลุ่มเป็นอย่างดี แต่มีนักเรียนจำนวน 1 คน นั่งหลับ เนื่องจากไม่สบาย นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด โดยอาศัยภาพที่ได้จากการต่อจิ๊กซอว์ ดังภาพที่ 4.14

กิจกรรมที่ 3

เรื่อง ความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตัดต่อจิ๊กซอว์เพื่อไขรหัสความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน



จากจิ๊กซอว์นักเรียนให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอและยีน

1. โครโมโซมคือสาย กิ่ง สายโครมาทินที่ขดต่อ ขั้วโครมาทินคือสาย DNA ที่พันรอบตัวรอบๆ ก้อนโปรตีน ขั้วของโปรตีน DNA จะอยู่ระหว่างสายโครมาทินคือ ไอโซไทป์
2. ยีนมีตำแหน่งอยู่บนสาย DNA (เช่น ส่วนหนึ่งของสาย DNA) สาย DNA ขดพันรอบก้อนโปรตีน เรียกว่า "โครมาทิน" ถ้าในระยะที่มีการแบ่งเซลล์ สายโครมาทินจะขดตัวสั้นลงเรียกว่า "โครโมโซม"

ภาพที่ 4.14 จิ๊กซอว์ไขรหัสความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

จากนั้นแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ของโครโมโซมดีเอ็นเอและยีน ที่กลุ่มตนเองค้นพบ ดังภาพที่ 4.15 เพื่อนำไปสู่การสรุปแนวคิดร่วมกัน



ภาพที่ 4.15 การนำเสนอเพื่อสรุปความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และโปรตีน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่3แต่ละกลุ่ม

กิจกรรมดังกล่าวทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และโปรตีน เป็นอย่างดี เนื่องจากนักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์จากการไล่ระดับของความสัมพันธ์ โดยเริ่มจากภาพของดีเอ็นเอ ซึ่งเมื่อดีเอ็นเอพันรอบก้อนโปรตีนฮิสโตนจะกลายเป็นโครมาติน และเมื่อสายโครมาตินหดตัวในระยะที่มีการแบ่งเซลล์จะทำให้มองเห็นโครโมโซมเป็นแท่ง ซึ่งนักเรียนศึกษาลักษณะ รูปร่างของโครโมโซม ผ่านกล้องจุลทรรศน์ได้นอกจากการใช้ความสัมพันธ์ที่สามารถสังเกตได้จากภาพที่ปรากฏในจิ๊กซอว์แล้ว การเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดและมีการนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนอีกครั้ง จะทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้จากสิ่งที่ตนเองและเพื่อนค้นพบ อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบความถูกต้องของสิ่งที่ตนเองเข้าใจได้จากวิธีการต่าง ๆ เช่น การซักถามกลุ่มเพื่อนที่นำเสนอ

ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมดังกล่าวช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ดังตัวอย่างการสนทนาระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ครู: โครโมโซมและสายดีเอ็นเอมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

นร.02: โครโมโซมคือสายดีเอ็นเอ ขดพันรอบก้อนโปรตีนในขณะที่เกิดการแบ่งเซลล์

นร.13: ดีเอ็นเอพันรอบก้อนโปรตีน ทำให้เห็นโครโมโซมเป็นแท่งชัดเจน

ครู: ดีเอ็นเอและยีน มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

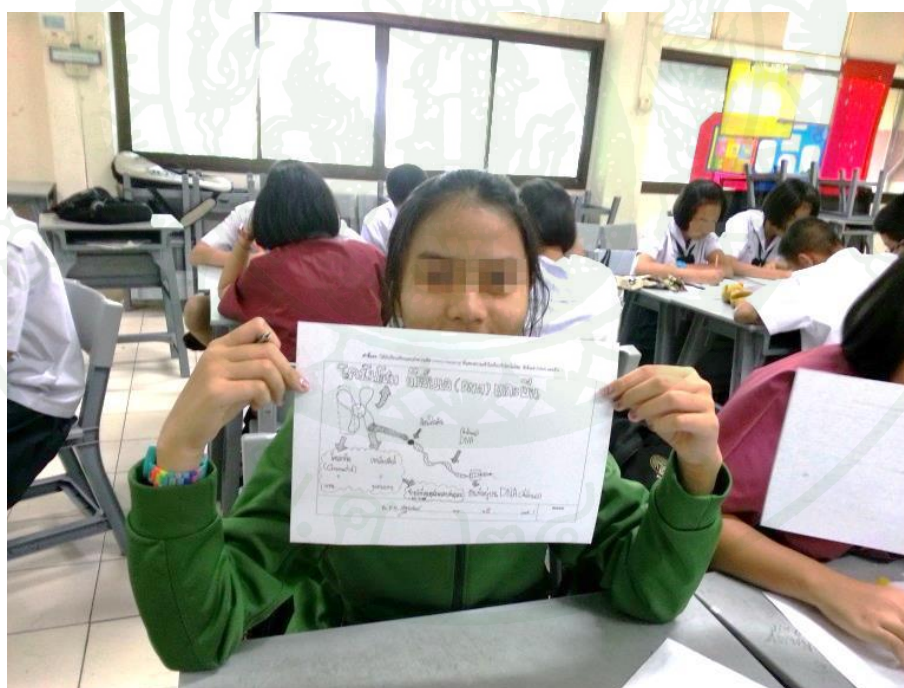
นร.04: ยีนอยู่บนสายดีเอ็นเอ

นร.16: ยีนเป็นส่วนหนึ่งอยู่บนสายดีเอ็นเอ

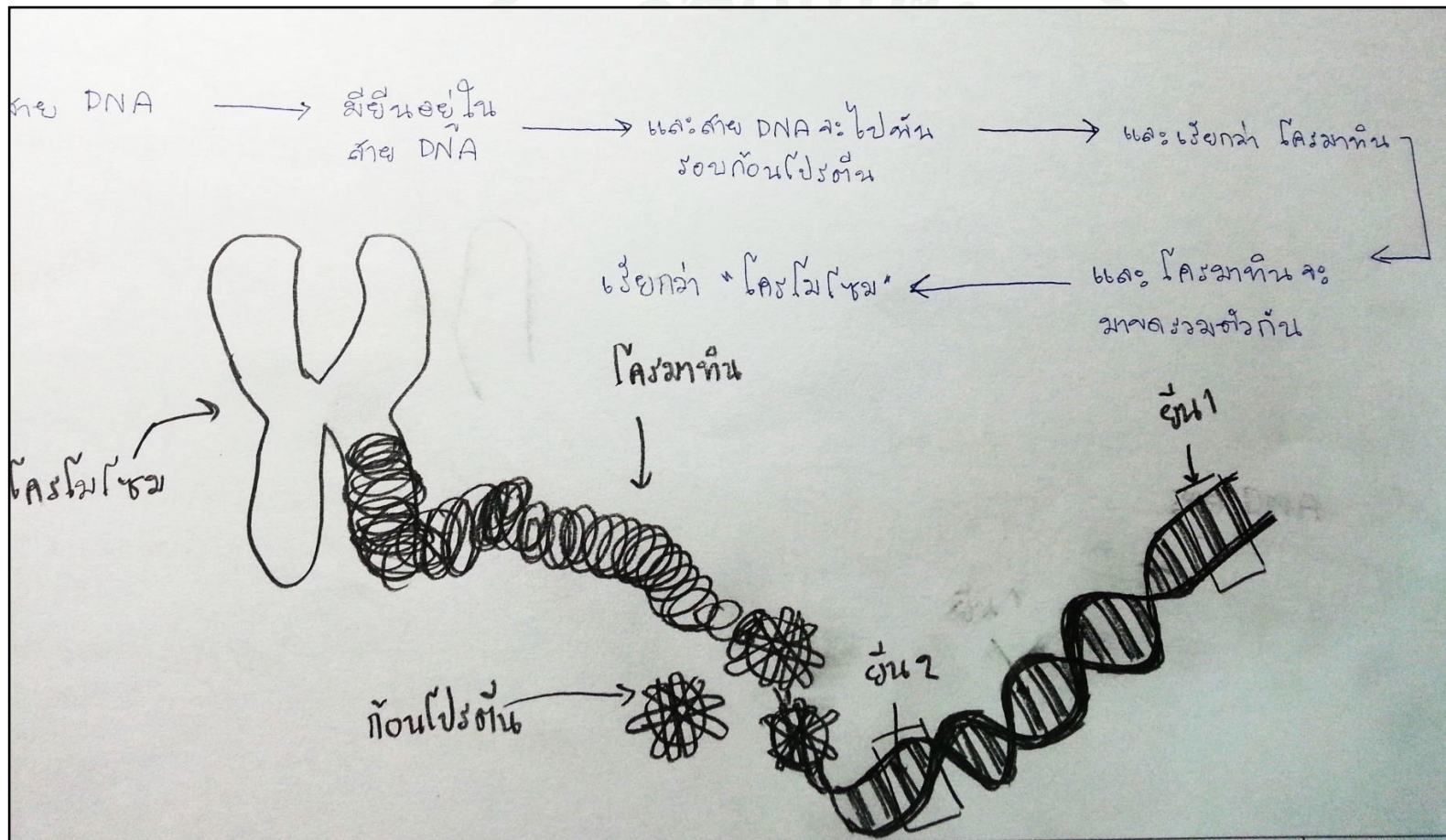
นร.16: บนสายดีเอ็นเอมียีน

(วีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 6 มีนาคม 2556)

ในขั้นสรุปบทเรียนผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด (mind mapping) สรุปความสัมพันธ์โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน พบว่านักเรียนจำนวน 13 คน (ร้อยละ 76.00) สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างโครโมโซม ดีเอ็นเอ ได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 4.16 และ 4.17



ภาพที่ 4.16 การทำกิจกรรมการเขียนแผนผังความคิดสรุปความสัมพันธ์โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างแผนผังความคิดของนักเรียน เพื่อสรุปความสัมพันธ์โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

จากการตรวจแผนผังความคิดเพื่อสรุปความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่วาดภาพ เพื่อสรุปแนวคิดคล้ายกับภาพจิ๊กซอว์ในกิจกรรมไขรหัสความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ซึ่งระหว่างที่นักเรียนเขียนแผนผังความคิดนั้น ผู้วิจัยได้เก็บจิ๊กซอว์จากนักเรียนทุกกลุ่มแล้ว ผู้วิจัยจึงได้สัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีแนวคิดดังกล่าวจริงหรือไม่ ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

ครู: โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

นร.03: ยีนเป็นส่วนหนึ่งของสายดีเอ็นเอ ดีเอ็นเอห่อหุ้มโปรตีนก็คือสายโครมาทิน โครมาทินขดสั้นตอนแบ่งเซลล์ ทำให้เห็นเป็นแท่งเรียกว่าโครโมโซม

นร.11: ยีนอยู่บนสายดีเอ็นเอ ดีเอ็นเอ ห่อหุ้มโปรตีน จะเห็นเป็นโครโมโซม

นร.12: บนสายดีเอ็นเอมียีน และยีนก็เป็นส่วนหนึ่งที่อยู่บนสายดีเอ็นเอ เมื่อสายดีเอ็นเอ ห่อหุ้มโปรตีนทำให้ขดสั้นลง ทำให้มองเห็นเป็นแท่งโครโมโซม

ครู: อะไรทำให้นักเรียนสามารถวาดภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนได้

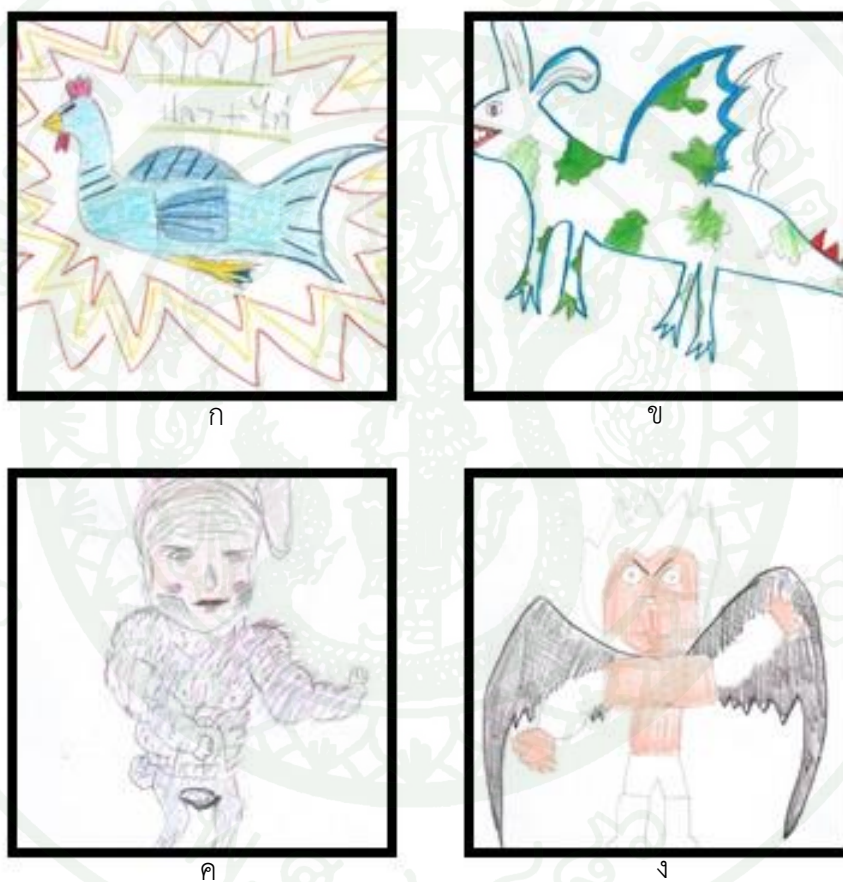
นร.06: กิจกรรมการต่อจิ๊กซอว์ เพราะได้สังเกตความสัมพันธ์จากภาพที่เขียนเป็นวงกลม ไว้แล้วค่อย ๆ สังเกตและอภิปรายกับเพื่อนว่าแต่ละส่วนสัมพันธ์กันอย่างไร

นร.13: กิจกรรมต่อจิ๊กซอว์ ทำให้เห็นภาพและเข้าใจความสัมพันธ์ได้ยิ่งขึ้น

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 5 มีนาคม 2556)

อย่างไรก็ตามจากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ เรื่องโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ผู้วิจัยใช้การบรรยายร่วมกับการทำแบบฝึกหัดพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ได้ถูกต้องแต่เมื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อจิ๊กซอว์ทำให้นักเรียนเห็นสิ่งที่เป็นนามธรรม (ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม) เป็นรูปธรรมมากขึ้น นักเรียนได้ใช้ทักษะการสังเกต ร่วมกับการอภิปรายกันภายในกลุ่ม นอกจากนี้การนำเสนอผลการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่มทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวคิดของกลุ่มตนเอง อีกทั้งยังได้สอบถามในบางประเด็นที่ตนไม่เข้าใจได้อีกด้วย จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนโดยใช้รูปภาพที่ใกล้เคียงกับที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้

ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องพันธุวิศวกรรม ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมหลังจากนักเรียนสืบค้นและอภิปรายข้อดีและข้อเสียของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมแล้ว โดยให้นักเรียนตั้งชื่อสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมและระบุว่ามีชีวิตที่กลุ่มของนักเรียนสร้างขึ้นมีลักษณะพิเศษใดบ้าง แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอสิ่งมีชีวิตที่สร้างขึ้นและให้นักเรียนทุกคนโหวต “Amazing of the year” เพื่อค้นหาทีมที่ได้คะแนนสูงสุดมารับรางวัล ดังภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมที่นักเรียนออกแบบ

- ก) ปลา ดัดแปลงพันธุกรรมมาจาก ปลาไก่กับไก่
- ข) ซาเย็บดัดแปลงพันธุกรรมมาจาก กิ้งก่ากับมังกร
- ค) นายเหาะ ดัดแปลงพันธุกรรมมาจาก มนุษย์กับนกอินทรี
- ง) กิฟฟิน ดัดแปลงพันธุกรรมมาจาก นกอินทรีกับสิงโต

กิจกรรมดังกล่าวนอกจากจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานและได้ใช้จินตนาการเพื่อออกแบบสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมแล้ว ยังทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ต่อไปนี้

ครู : สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมคืออะไร

นร.08: สิ่งมีชีวิตที่มาจากการตัดต่อยีนของสิ่งมีชีวิตที่ควบคุมลักษณะที่เราต้องการ

นร.11: สิ่งมีชีวิตที่มาจากกระบวนการพันธุวิศวกรรม

นร.14 และ นร.17: สิ่งมีชีวิตที่มาจากการตัดต่อยีน

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

สอดคล้องกับการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ โดยผู้วิจัยใช้คำถาม “การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม ช่วยสนับสนุนการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร” พบว่าการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ และการทำงานกิจกรรมกลุ่มเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้สิ่งที่ตนเองค้นพบ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

นร.04: สนับสนุน เพราะถ้าคิดคนเดียวก็จะคิดได้แคบ ๆ ไม่รู้ว่าตัวเองคิดถูกหรือผิด เพราะไม่ได้ถกเถียงกับเพื่อน ๆ

นร.10: สนับสนุน ทำให้สนุกเข้าใจเรื่องที่เรียนมากยิ่งขึ้นและได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ

นร.16: สนับสนุน ทำให้ไม่น่าเบื่อ ได้ฝึกทักษะ ได้ทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ทำให้มีความเข้าใจสิ่งที่เรียนมากขึ้น

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ เมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้สัมภาษณ์เพิ่มเติมหลังจากผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสนใจ ระหว่างการทำงานกลุ่มและการทำงานเดี่ยว โดยใช้คำถาม “นักเรียนต้องการให้ครูจัดกิจกรรมกลุ่มหรือเดี่ยว” พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 76.47 (13 คน) มีความเห็นว่า อยากทำกิจกรรมกลุ่มมากกว่ากิจกรรมเดี่ยว โดยระบุเหตุผลดังต่อไปนี้

นร.04: ครูใช้เรื่องที่ต้องถกเถียงกันมาสอน จึงเหมาะกับการทำกิจกรรมกลุ่มมากกว่า เพราะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

นร.06: ทำกิจกรรมกลุ่ม เพราะได้ช่วยกันค้นข้อมูล ช่วยกันคิด ช่วยกันเรียน สงสัยก็ถามเพื่อนได้

นร.11: ทำกิจกรรมกลุ่มดีกว่า เพราะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ช่วยกันทำงาน

นร.13: ทำกิจกรรมกลุ่มดีกว่า เช่น เมื่อครูให้ทำกิจกรรมออกแบบสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอ พวกเราช่วยกันคิดสนุกดี เอาความคิดของหลาย ๆ คนมารวมกัน ทำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่แปลกและถ้าสงสัยก็ถามเพื่อน ๆ ได้

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 15 มีนาคม 2556)

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาสตรนั้น โดยอาศัยกิจกรรมกลุ่มจะช่วยปรับความรู้ที่ผิดให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น เช่น การร่วมกันกำหนดประเด็นคำถาม ค้นหาและหาคำตอบ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระดมความคิด ด้วยกระบวนการต่าง ๆ จะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง โดยนักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกันเอง ซึ่งอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิม อีกทั้งยังเสริมสร้างให้นักเรียนได้ฝึกทักษะด้านต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ จากห้องเรียนสู่นอกห้องเรียน

3. การสร้างความสนใจด้วยภาพที่นักเรียนไม่ค่อยพบเห็นในชีวิตประจำวัน สามารถสร้างความสนใจและนำไปสู่การตั้งคำถามได้ดี

ผู้วิจัยนำภาพที่นักเรียนไม่ค่อยพบเห็นในชีวิตประจำวัน มาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ เช่น ภาพแบคทีเรียจากโครโมโซมสังเคราะห์ตัวแรกของโรค ภาพชายอินโดนีเซียป่วยเป็นโรคท้าวแสนปม ภาพสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมและภาพแกะดอลลี่ (จากการโคลน) ดังตัวอย่างข้อมูลการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโครโมโซม ผู้วิจัยนำรูปแบบที่เรียตัวแรกของโลกที่มาจากโครโมโซมสังเคราะห์ ดังภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 *Mycoplasma mycoides* JCVI-sync 1.0 ภายใต้จุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด
ที่มา: Craig Venter Institute (2010)

จากการนำภาพแบคทีเรียเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน พบว่านักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างดี แต่เนื่องจากภาพไม่มีลักษณะเฉพาะที่ทำให้นักเรียนสามารถระบุได้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดใด ทำให้ต้องใช้คำถามและคำใบ้เพิ่มเติม เช่น เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เมื่ออยู่ในร่างกายอาจทำให้เกิดการเจ็บป่วย เพื่อให้นักเรียนตอบข้อสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏในภาพว่าเป็น “แบคทีเรีย” ทำให้ต้องใช้เวลาในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเกินกว่าเวลาที่กำหนด เมื่อสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมว่าแบคทีเรียดังกล่าวมีความพิเศษอย่างไร นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเป็นอย่างดี แต่ไม่มีนักเรียนคนใดตอบได้ว่าเป็นแบคทีเรียที่เกิดจากโครโมโซมสังเคราะห์เนื่องจากเป็นประเด็นที่ไกลตัวนักเรียนมากจากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามที่กลุ่มตนเองสงสัย ซึ่งพบว่านักเรียนเกิดคำถามจำนวนมาก แต่บางคำถามไม่ตรงกับแนวคิดที่จะเรียน ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกคำถามร่วมกับนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสืบค้นคำตอบ ดังนี้

นร.05: โครโมโซม คืออะไร

นร.07: โครโมโซมเกี่ยวข้องกับยีนหรือไม่

นร.11: โครโมโซมประกอบด้วยอะไรบ้าง

(วิดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 5 มีนาคม 2556)

การจัดการเรียนรู้ เรื่องกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผู้วิจัยได้นำภาพถ่ายชายชาวอินโดนีเซียที่ป่วยเป็นโรคเท้าแสนปม ดังภาพที่ 4.20 เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนโดยผู้วิจัยให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าชายคนดังกล่าวแต่งงานกับหญิงคนหนึ่งซึ่งมีลักษณะปกติและได้ให้กำเนิดลูก 2 คน โดยในเวลาต่อมาพบว่าลูกทั้งสองคนเริ่มปรากฏลักษณะเช่นเดียวกับบิดาของเขา



ภาพที่ 4.20 ชายชาวอินโดนีเซียที่ป่วยเป็นโรคเท้าแสนปม
ที่มา: บริษัทโมโนเทคโนโลยี จำกัด (2554)

จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่านักเรียนตื่นเต้น และให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะไม่เคยพบเห็นผู้ป่วยที่มีลักษณะดังภาพมาก่อน ดังตัวอย่างบทสนทนา ต่อไปนี้

นร.16: ลักษณะนี้เป็นลักษณะทางพันธุกรรมหรือไม่

นร.11: เป็นลักษณะทางพันธุกรรมเพราะสามารถถ่ายทอดจากพ่อสู่ลูกได้

นร.05: เป็นลักษณะทางพันธุกรรม เพราะลูกของเขาน่าจะได้รับการถ่ายทอดมาจากพ่อ เพราะพ่ออายุมากขึ้นก็มีอาการเหมือนพ่อ

นร.11: เป็นลักษณะทางพันธุกรรม เพราะ พ่อเป็นลูกก็เป็นด้วย

(วีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 8 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนเกิดประเด็นคำถามต่าง ๆ ในระหว่างที่สังเกตภาพดังกล่าว ดังตัวอย่างบทสนทนาต่อไปนี้

นร.08: ถ้าลูกสาวของเขาแต่งงานก็ต้องเป็นโรคนี้นะเหมือนกันใช่ไหม

นร.07: โรคนี้อาจรักษาให้หายขาดหรือไม่

นร.16: ไม่น่าจะรักษาได้ เพราะหมอก็กพยายามรักษาอยู่ แต่อาการก็ยิ่งมากขึ้นกว่าเดิม

(วีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 8 มีนาคม 2556)

จากการสนทนาดังกล่าวผู้วิจัยได้นำมาเชื่อมโยงเพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดเรื่องลักษณะเด่น ลักษณะด้อยโดยใช้คำถามดังนี้

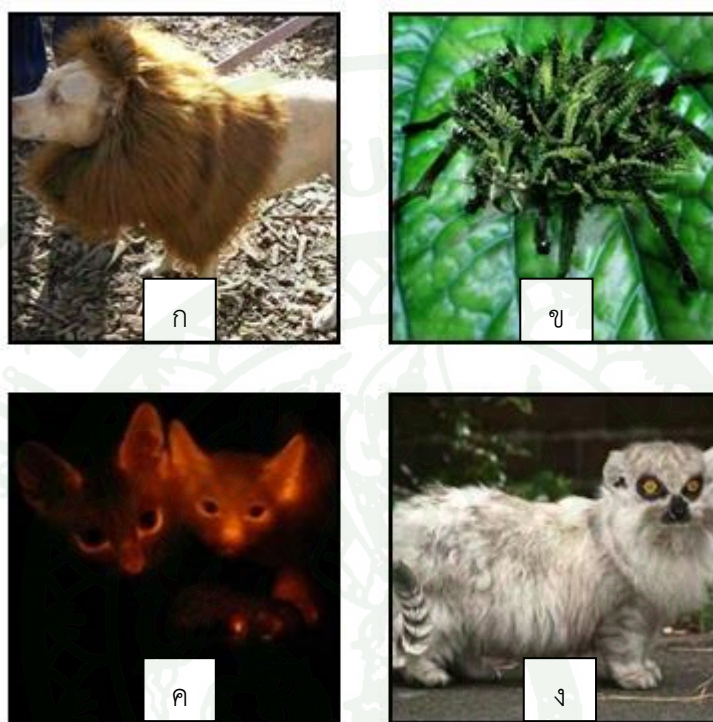
ครู: หัวแสนปม เป็นลักษณะเด่น หรือ ด้อย นักเรียนทราบได้อย่างไร

นร.13: ลักษณะเด่น เพราะถ่ายทอดได้ในทุกรุ่น คือพ่อเป็นลูกก็เป็นด้วย

นร.16: ลักษณะเด่น เพราะพบในทุกรุ่นทั้งรุ่นพ่อและรุ่นลูก

(วีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 8 มีนาคม 2556)

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุกรรม ผู้วิจัยนำภาพแมวเรืองแสง Dolion แมงมุมเฟิร์น และ Lemurat ดังภาพที่ 4.21



ภาพที่ 4.21 สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ก) Dolion ข) แมงมุมเฟิร์น ค) แมวเรืองแสง ง) Lemurat ที่มา: Listverse (2008)

การนำภาพที่นักเรียนไม่ค่อยพบเห็นในชีวิตประจำวันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน พบว่านักเรียนให้ความสนใจและตื่นเต้นเป็นอย่างมาก เพราะนักเรียนไม่เคยพบเห็นมาก่อน ซึ่งทำให้เกิดคำถามต่าง ๆ ดังนี้

นร.05: สิ่งมีชีวิตในภาพเกิดขึ้นมาได้อย่างไร

นร.01: การดัดแปลงพันธุกรรมคืออะไร และมีวิธีการอย่างไร

นร.09: สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมมีประโยชน์หรือโทษมากกว่ากัน

นร.08: ทำไมจึงไม่พบสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมได้ทั่ว ๆ ไป

(วีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ข้างต้นพบว่านักเรียนจะเป็นผู้กำหนดประเด็นคำถามด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดกรอบคำถามและคัดเลือกประเด็นคำถามที่ตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ร่วมกับนักเรียน มาใช้เป็นหัวข้อในการศึกษาค้นคว้าต่อไป ส่วนกระบวนการในการค้นคว้าเพื่อหาคำตอบต่าง ๆ นั้น นักเรียนจะเป็นผู้ดำเนินการเองโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งพบว่าในส่วนนี้จะทำให้บทบาทของครูลดลง เพราะกระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นเองโดยอาศัยกระบวนการทำงานกลุ่ม ผลักดันให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

4. การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสืบค้นข้อมูลช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้อินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งสืบค้นข้อมูล เนื่องจากสามารถสืบค้นได้สะดวกรวดเร็ว และได้ข้อมูลที่ทันสมัยดังตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องความผิดปกติทางพันธุกรรม ผู้วิจัยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาใช้ประกอบการแสดงบทบาทสมมติ (วินิจฉัยโรคที่เกิดจากความผิดปกติทางพันธุกรรม) แต่พบว่านักเรียนบางส่วนไม่สืบค้นข้อมูลมาล่วงหน้า ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากนักเรียนภายในกลุ่มที่สืบค้นข้อมูล และระหว่างที่นักเรียนร่วมกันศึกษาข้อมูลผู้วิจัยได้อนุญาตให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่และแท็บเล็ต โดยผู้วิจัยได้สร้างข้อตกลงเพิ่มเติมกับนักเรียนว่าให้ใช้เฉพาะสืบค้นข้อมูลเท่านั้น ซึ่งต้องขออนุญาตผู้วิจัยก่อน วิธีการดังกล่าวทำให้นักเรียนเข้าถึงแหล่ง ข้อมูลได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ทำให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องพันธุวิศวกรรม ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลล่วงหน้า เพื่อแสดงบทบาทสมมติต่อไปนี้ คือ กลุ่มที่ 1 นักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญด้านจีเอ็มโอ (ผลงานสิ่งมีชีวิตที่มาจากการตัดต่อพันธุกรรม/จีเอ็มโอ) กลุ่มที่ 2 ตัวแทนกลุ่มกรีนพีซ (ผลกระทบด้านต่างๆ ของจีเอ็มโอ) กลุ่มที่ 3 นักสิ่งแวดล้อม (ผลดี-ผลเสียของจีเอ็มโอต่อสิ่งแวดล้อม) กลุ่มที่ 4 นักธุรกิจด้านอาหาร (ผลดี - ผลเสียของจีเอ็มโอต่อธุรกิจอาหารทั้งในและนอกประเทศ) กลุ่มที่ 5 เกษตรกร (ผลดี-ผลเสียของจีเอ็มโอต่อการเกษตร) กลุ่มที่ 6 ประชาชนทั่วไป (สืบค้นข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับจีเอ็มโอ) ผู้วิจัยพบว่านักเรียนบางคนไม่สืบค้นข้อมูลมาล่วงหน้า ประกอบกับผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลล่วงหน้า 1 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่กระชั้นชิด ทำให้นักเรียนมีเวลาจำกัดในการสืบค้นข้อมูลดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปตามแผนการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงแบ่งเวลาในการทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่และแท็บเล็ตทำให้นักเรียนมีข้อมูลเพื่อใช้แสดงบทบาทสมมติ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

ครู: นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

สิบสิบจี มทวีสถิตยเกษตรศาสตร์

นร.02: อินเทอร์เน็ต เพราะทำให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และบางครั้งก็มีภาพเคลื่อนไหว น่าสนใจกว่าหนังสือเรียน

นร.07: อินเทอร์เน็ต เพราะสะดวก รวดเร็ว

นร.09: อินเทอร์เน็ต เพราะสะดวก สืบค้นที่ไหนก็ได้ โดยผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่

นร.12: อินเทอร์เน็ต เพราะรวดเร็ว และได้ข้อมูลจำนวนมาก

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

จากการสังเกตพบว่า ขณะที่จัดสัมมนานักเรียนแต่ละกลุ่มค่อนข้างกังวลและบางกลุ่มยังเตรียมข้อมูลไม่แล้วเสร็จ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวหยุดเตรียมข้อมูลก่อนเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสัมมนา นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนนำเสนอข้อมูลบางส่วนมากเกินไป และข้อมูลบางส่วนไม่น่าเชื่อถือ เช่น นักเรียนนำข้อมูลมาจากเว็บไซต์กระทู้ถามตอบซึ่งไม่มีแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ชัดเจน จากการสอบถามนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 71.00 (12 คน) สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลาย แต่นักเรียนก็ไม่สามารถนำเสนอครอบคลุมตามบทบาทสมมติที่ตนเองได้รับ หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สอบถามนักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหา/อุปสรรค และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ พบว่าครูควรใช้เวลาสืบค้นให้มากกว่านี้และครูควรมีส่วนร่วมในการคัดกรองข้อมูลของนักเรียนก่อนนำเสนอด้วยเพื่อให้การนำเสนอกระชับและตรงประเด็นมากที่สุดดังตัวอย่างการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการดังนี้

ครู: นักเรียนพบปัญหาใดจากการสืบค้นข้อมูล

นร.03: ได้ข้อมูลจำนวนมาก ไม่ทราบว่าเอาข้อมูลส่วนใดมาใช้ประโยชน์

นร.04: ไม่แน่ใจว่าข้อมูลที่ได้น่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด เพราะบางครั้งก็ค้นมาก็ไม่ตรงกัน

ครู: นักเรียนคิดว่าควรแก้ปัญหานี้อย่างไร

นร.04: อยากให้ครูบอกชื่อเว็บไซต์ที่ควรไปสืบค้น

นร.12: อยากให้ครูให้เวลาในการสืบค้นข้อมูลมากยิ่งขึ้น

นร.14: อยากให้ครูดูข้อมูลที่นักเรียนค้นคว้ามาแล้วหน้าก่อนจัดการเรียนรู้

(บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

ดังนั้น การเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง สิ่งที่ครูควรคำนึง คือ แหล่งข้อมูลที่นักเรียนค้นคว้า โดยพบว่าเว็บไซต์เป็นแหล่งข้อมูลที่นักเรียนนิยมสืบค้นมากที่สุด เนื่องจากสะดวกและรวดเร็วสามารถค้นหาข้อมูลได้ในระยะเวลาสั้น ๆ ครูจึงควรแนะนำแหล่งข้อมูลเบื้องต้นที่มีความน่าเชื่อถือและเน้นย้ำให้นักเรียนสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุม นอกจากนี้ควรกำหนดขอบเขตข้อมูลในการสืบค้นด้วย เพราะมีข้อมูลจำนวนมากทำให้นักเรียนไม่ทราบว่าจะนำข้อมูลส่วนใดบ้างมาใช้ประโยชน์ และหากนักเรียนต้องนำเสนอข้อมูลจากการสืบค้น ครูควรให้เวลาในการสืบค้นพอสมควรและให้นักเรียนนำข้อมูลที่จะนำเสนอครูล่วงหน้า เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความกระชับและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์มากที่สุด เนื่องจากเทคโนโลยีด้านการสื่อสารมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมากนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลโดยใช้อุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ เคลื่อนที่ แท็บเล็ต ดังนั้นหากมีการสืบค้นข้อมูลภายในห้องเรียนขณะจัดการเรียนรู้ ครูควรสร้างข้อตกลงในการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวกับนักเรียนก่อน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้มากที่สุด

5. การใช้คำถามปลายเปิดสามารถพัฒนาการคิดเชิงประเมินค่าได้

ผู้วิจัยนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เช่น แนวคิดการปรับปรุงพันธุกรรมมนุษย์ การทำแท้งเมื่อทารกในครรภ์มีความผิดปกติทางพันธุกรรม การโคลนมนุษย์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ใช้คำถามปลายเปิด เพื่อพัฒนาการคิดเชิงประเมินค่า ดังตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

การจัดการเรียนรู้ เรื่องโครโมโซม ผู้วิจัยได้นำประเด็นการสร้างแบคทีเรียจากโครโมโซมสังเคราะห์ตัวแรกของโลก มาใช้ในการอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการสร้างแบคทีเรียจากโครโมโซมสังเคราะห์ของโลก ดังตัวอย่างบทสนทนาต่อไปนี้

ครู: การสร้างแบคทีเรียจากโครโมโซมสังเคราะห์มีผลดีและผลเสียอย่างไร

นร.04: ข้อดี ในการพัฒนาวัคซีนในวงการแพทย์ ข้อเสียอาจทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะแปลก ๆ บนโลก

นร.06: ข้อดี ใช้พัฒนาอุตสาหกรรมอาหารในอนาคต ข้อเสียอาจทำให้อาหารมีการปนเปื้อนของยีนจากสิ่งมีชีวิตต่างชนิดมากขึ้น

(วีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 5 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม เช่น “ถ้า...แล้ว...” และพูดเสริมแรงเพื่อให้กำลังใจหากนักเรียนให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ โดยไม่ตัดสินว่าไม่ถูกต้อง เช่น “คำตอบที่นักเรียนให้มามีบางส่วนถูกต้อง นักเรียนคนใดจะอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมจากคำตอบของเพื่อนบ้าง” เพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงออก เกิดการเรียนรู้ร่วมกันมากขึ้นและมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นโดยให้เหตุผลประกอบ ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าเหตุผลของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร โดยใช้อาศัยหลักฐานอ้างอิง ดังที่พบในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุวิศวกรรม ผู้วิจัยได้ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนประเมินค่า ดังตัวอย่างคำถาม “นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอมีคุณหรือโทษมากกว่ากัน อย่างไร” จากการตอบคำถามของนักเรียนพบว่านักเรียนร้อยละ 41.17 (จำนวน 7 คน) มีความเห็นว่า มีคุณมากกว่าโทษ พร้อมกับให้เหตุผลประกอบ ดังนี้

นร.02: การตัดยีนทำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะดีกว่าเดิม เช่น พืชต้านทานโรคและแมลงทำให้ลดการใช้สารเคมี

นร.07: ช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ใช้ผลิตวัคซีนรักษาโรค

(วิธีทัศนัยการจัดการเรียนรู้ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 58.82 (10 คน) มีความเห็นว่ามีโทษมากกว่าประโยชน์พร้อมกับให้เหตุผลประกอบ ดังนี้

นร.05: การสร้างพืชทนแมลงทำให้สภาพแวดล้อมเสียสมดุล อาจทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดสูญพันธุ์

นร.09: อาหารที่ได้จากการตัดต่อยีนอาจทำให้ร่างกายเกิดการแพ้

(วิธีทัศนัยการจัดการเรียนรู้ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ถามคำถามเพิ่มเติมว่า “หากบางคนยังกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม นักเรียนคิดว่าควรแก้ปัญหาอย่างไร” นักเรียนส่วนใหญ่เสนอความคิดที่หลากหลายและยังสะท้อนให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมได้อีกด้วย เช่น

นร.11: ควรติดฉลากหากเป็นอาหารที่ปนเปื้อนจีเอ็มโอ

นร.15: ควบคุมพื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มโอ

นร.17: ทดลองนำอาหารจีเอ็มโอไปใช้ในสัตว์ก่อนที่จะนำมาให้คนบริโภค

(วิถีทัศน์การจัดการเรียนรู้ วันที่ 14 มีนาคม 2556)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ เรื่องการโคลน ผู้วิจัยได้ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ความเหมาะสมของการโคลนมนุษย์ โดยใช้คำถาม “การโคลนเด็กหญิงคา ที่ประสบอุบัติเหตุจากรถยนต์จนเสียชีวิต เมื่อปี ค.ศ. 2002 นักเรียนคิดว่าการกระทำดังกล่าวมีประโยชน์หรือโทษอย่างไรบ้าง จงอธิบาย” พบว่านักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบ ดังนี้

นร.03: มีประโยชน์ ทำให้พ่อแม่ได้ลูกที่มีลักษณะเหมือนเดิม โทษคืออาจจะมียีนส์และสภาพจิตใจที่เปลี่ยนไปจากเดิม

นร.05: มีประโยชน์ ด้านการแพทย์ทำให้คนที่ต้องมีลูกสามารถมีลูกได้โทษ คือการโคลนคนที่เสียชีวิตอาจทำให้เกิดความสับสนวุ่นวายในสังคม

(วิถีทัศน์การจัดการเรียนรู้ เมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2556)

อย่างไรก็ตามการใช้คำถามปลายเปิดนั้น ครูควรใช้คำถามที่ง่ายต่อความเข้าใจ และเป็นคำถามที่ท้าทายความคิด หากเป็นคำถามที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนแน่นอน ควรนักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระพร้อมกับเหตุผลประกอบ และหากเป็นประเด็นที่มีความซับซ้อนเกี่ยวข้องกับค่านิยม ศีลธรรม จริยธรรม สามารถพิจารณาได้หลายมุมมองหรือมีความละเอียดอ่อนเกี่ยวข้องกับจริยธรรมครูควรสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมไปพร้อมกับการจัดการเรียนรู้ด้วย เช่น การจัดการเรียนรู้ เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม โดยผู้วิจัยใช้คำถาม “การควบคุมให้คนมีระดับสติปัญญาต่ำ ทำหมันหรือห้ามแต่งงาน นักเรียนคิดว่าเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่า “ไม่เหมาะสม” พร้อมกับการให้เหตุผลประกอบ เช่น “ไม่เหมาะสม เพราะเป็นการละเมิดสิทธิบุคคล” (นร.03) และมีนักเรียนจำนวน 1 คน มีความเห็นว่า “เหมาะสม เพราะจะทำให้ประเทศมีความเจริญก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น” (นร.08) ผู้วิจัยจึงได้ถามคำถามเพิ่มเติมว่า “เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น” เพราะประเทศจะได้ไม่สูญเสียงบประมาณในการดูแลคนเหล่านี้ (นร.08) ซึ่งเหตุผลดังกล่าวครูต้องสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมเพิ่มเติม เพราะความเจริญของประเทศนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเจริญด้านเศรษฐกิจ เพียงอย่างเดียว เป็นต้น

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีคำถามวิจัย คือ 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม หรือไม่ อย่างไร 2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ลักษณะใดที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กลุ่มที่ศึกษาในครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนแก้วโสภิตาลัย (นามสมมติ) ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียนซึ่งมีนักเรียนทั้งหมดจำนวน 17 คน เป็นนักเรียนชาย จำนวน 9 คน นักเรียนหญิง จำนวน 8 คน นักเรียนมีผลการเรียนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 เท่ากับ 3.04 จาก 4.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนส่วนใหญ่มีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก (3.00–3.49) ร้อยละ 35.29 (6 คน) รองลงมา คือผลการเรียนระดับดีเยี่ยม (3.50–4.00) และระดับดี (2.50–2.99) จำนวนเท่ากัน คือ ร้อยละ 23.52 (4 คน) และระดับปานกลาง (2.00–2.49) ร้อยละ 17.64 (3 คน) ไม่มีนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำกว่าระดับปานกลาง คือ ต่ำกว่า 2.00 เนื่องจากโรงเรียนมีนโยบายติดตามผลการเรียนของนักเรียนอย่างใกล้ชิด หากพบว่านักเรียนไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ใดครูผู้สอนจะออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์นั้น ๆ

งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ที่มีการเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยใช้กรอบแนวคิดจากการตีความ (Interpretivism) เกี่ยวกับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนา การรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามกรอบแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

คือ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ด้านแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ตอนที่ 2 ด้านการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม 2) บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ 3) อนุทินของนักเรียน 4) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู 5) วิดีทัศน์การจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนการจัดการเรียนรู้ เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จึงให้นักเรียนเขียน อนุทินในประเด็นเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ วิธีการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ การนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไป ใช้ประโยชน์ ปัญหาหรือข้อสงสัย ความรู้สึก และข้อเสนอแนะ เมื่อจัดการเรียนรู้ครบทุก แผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะทำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นชุดเดียวกับก่อนการจัด การเรียนรู้ หากนักเรียนตอบแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจนผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็น ทางการเพิ่มเติมส่วนการเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการบันทึกวีดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถสังเกตการจัดการเรียนรู้ได้อย่างครอบคลุม เช่น พฤติกรรมของผู้วิจัยและนักเรียน บทสนทนาระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้น ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ในประเด็นเกี่ยวกับผลการจัด การเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรค วิธีแก้ไข/ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปนอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้สัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการเพิ่มเติม ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยวิเคราะห์การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบ ของการรู้วิทยาศาสตร์ 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยอ่านวิเคราะห์ และจัดกลุ่ม แนวคิดเป็นรายชื่อ แล้วนับจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิดเพื่อหาค่าความถี่และค่าร้อยละ นอกจากนี้ยังวิเคราะห์การรู้วิทยาศาสตร์จากอนุทินของนักเรียนและบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็น ทางการ โดยอ่าน ตีความและจัดกลุ่มแนวคิด 2) ด้านการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยอ่าน วิเคราะห์ เพื่อจัดกลุ่มคำตอบตามระดับการมีส่วนร่วม ได้แก่ ระดับครอบครัว ชุมชน และ สังคม แล้วนับจำนวนนักเรียนที่มีส่วนร่วมในแต่ละระดับ เพื่อหาค่าร้อยละของการมีส่วนร่วมทั้งก่อน และหลังจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการในประเด็นที่นักเรียน ตอบคำถามในแบบวัดไม่ชัดเจน โดยนำคำตอบที่ได้มาอ่าน วิเคราะห์ จัดกลุ่มเพื่อสรุปการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ส่วนการวิเคราะห์ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ โดยอ่าน วิเคราะห์ ตีความ และจัดกลุ่ม อนุทินของ นักเรียน บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู บันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ

และชมวิดิทัศน์การจัดการเรียนรู้ เพื่อสรุปลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.1 ด้านแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม

ก่อนการจัดการเรียนรู้ไม่มีนักเรียนมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจ (NU) ได้แก่ แนวคิดโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โรคทางพันธุกรรม พันธุวิศวกรรม และการโคลน คิดเป็นร้อยละ 88.24, 94.12, 29.41, 100.00 และ 52.94 (ตามลำดับ)

อย่างไรก็ตามพบว่าแนวคิดลักษณะทางพันธุกรรม นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจบางส่วน (PU) คิดเป็นร้อยละ 47.06 จากการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของผู้วิจัย พบว่าแนวคิดดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยตรง นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของตนเอง เช่น การสังเกตคนในครอบครัวหรือคนตระกูลเดียวกันที่มีลักษณะคล้ายกัน (Mbajorgu *et al.*, 2006) อีกทั้งนักเรียนเคยได้รับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้เกิดแนวคิดนี้แล้วตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 และระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) เพิ่มขึ้นทุกแนวคิด ได้แก่ แนวคิดลักษณะทางพันธุกรรม โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โรคทางพันธุกรรม พันธุวิศวกรรม และการโคลน คิดเป็นร้อยละ 47.06, 47.06, 35.29, 70.59, 47.06 และ 70.59 (ตามลำดับ) และนักเรียนไม่เข้าใจ (NU) ได้แก่ แนวคิดโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และพันธุวิศวกรรม คิดเป็นร้อยละ 11.76, 23.59 และ 11.76 (ตามลำดับ) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทศนียา รัตนฤทัย (2549) และ Banet and Ayuso (2000) ซึ่งพบว่าแม้หลังการจัดการเรียนรู้ยังพบนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน

อย่างไรก็ตามพบว่าแนวคิดโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจากไม่เข้าใจ (NU) คิดเป็นร้อยละ 88.24 เป็นความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) คิดเป็นร้อยละ 47.06 และแนวคิดแนวคิดการโคลนนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจากไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 52.95 เป็นความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) คิดเป็นร้อยละ 70.55 โดยแนวคิดทั้งสองนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจากไม่เข้าใจ (NU) ไปสู่ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) เป็นจำนวนมากจากการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของผู้วิจัย พบว่าแนวคิดโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน เป็นแนวคิดที่เป็นนามธรรมนักเรียนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าอีกทั้งแนวคิดดังกล่าวต้องใช้ความคิดหลายระดับเพื่อประกอบการอธิบาย กล่าวคือ ระดับจุลภาพ (โครโมโซม) และระดับโมเลกุล (ดีเอ็นเอ และยีน) การเปลี่ยนระหว่างระดับเหล่านี้เป็นสิ่งที่ยากและท้าทายความสามารถของนักเรียน (Duncan and Riser, 2007) นอกจากนี้นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์โดยอาศัยประสบการณ์และการสังเกต การใช้คำ ยีน ดีเอ็นเอ โครโมโซม ซึ่งประสบการณ์ดังกล่าวอาจทำให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนได้ เช่น ภาพยนตร์ หนังสือการ์ตูน ละครโทรทัศน์ ซึ่งสื่อเหล่านี้ไม่ได้บอกความแตกต่างของดีเอ็นเอและยีน และมักใช้คำสลับกันทำให้เกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนได้ง่าย (Lewis and Kattman, 2004) ดังนั้นจึงต้องจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดโดยการเชื่อมโยงเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของตนเอง ร่วมกับการอภิปรายเพื่อทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดแนวคิดที่ถูกต้อง (Mbajiorgu *et al.*, 2006) ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้จากสิ่งที่มองเห็นได้โดยใช้อุปกรณ์ คือ กล้องจุลทรรศน์ เพื่อให้นักเรียนสังเกตลักษณะของโครโมโซมและนำลักษณะที่สังเกตผ่านกล้องมาเปรียบเทียบกับภาพถ่ายโครโมโซมอีกทั้ง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและส่วนประกอบของโครโมโซมมากยิ่งขึ้น แล้วจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของระดับแนวคิด (จากใหญ่ไปเล็ก) ได้แก่ ระดับจากระดับจุลภาพ คือ ระดับโครโมโซม และระดับโมเลกุล คือ ดีเอ็นเอ และ ยีน โดยผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมต่อจิ๊กซอว์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน โดยอาศัยการสังเกตภาพที่ได้จากการต่อจิ๊กซอว์แล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของแนวคิดดังกล่าว จึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดได้เป็นอย่างดี อีกทั้งในช่วงท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย และสรุปแนวคิดดังกล่าวอีกครั้ง ซึ่งเป็นการตรวจสอบแนวคิด ทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ส่วนแนวคิดการโคลนพบว่านักเรียนจำนวนมากมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดจากไม่เข้าใจ (NU) ไปสู่ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ (SU) จากการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุ ผู้วิจัยพบว่าแนวคิดดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ กล่าวคือ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจะทำให้ได้สิ่งมีชีวิตในรุ่นถัดไปมีลักษณะทางพันธุกรรมเช่นเดียวกันกับบรรพบุรุษ และการโคลนเป็นกระบวนการหนึ่งที่ทำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเช่นเดียวกันกับสิ่งมีชีวิตต้นแบบ ซึ่งแนวคิดการโคลนนี้นักเรียนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าการโคลนเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและทำกันเฉพาะในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ แต่โดยทั่วไปแล้วการตอนกิ่ง หรือการปักชำต้นไม้ก็ถือว่าเป็นการโคลนแล้ว การทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดดังกล่าวจึงเกิดจากการอาศัยความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมของนักเรียนกับประสบการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดได้ไม่ยากนัก

นอกจากนี้การพัฒนาแนวคิดดังกล่าวยังอาศัยการนำประสบการณ์เดิมของนักเรียนแต่ละคนร่วมมาใช้ในการอภิปราย ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดแนวคิดที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น (Mbajiorgu *et al.*, 2006)

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สามารถช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน (Sadler and Zeidler, 2003) นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เร้าความสนใจของนักเรียน (Osborn *et al.*, 2003; Lyons, 2006; Sjoberg and Schreiner, 2005) และเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปสู่ความเข้าใจ การอธิบายโดยอยู่บนพื้นฐาน การการแบบสืบเสาะ ด้วยวิธีการนี้เองทำให้นักเรียนได้รับความรู้ผ่านการคิด วิเคราะห์ มากกว่า การท่องจำ (Lewis and Wood-Robinson, 2000) จึงทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดสู่แนวคิด ที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความเกี่ยวข้องของเนื้อหาหลักสูตรและสามารถนำมาใช้ ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งจะนำไปสู่การรู้วิทยาศาสตร์ (Aikenhead, 2006) เพราะผู้เรียนได้รู้ วิทยาศาสตร์จากสถานการณ์จริงและเห็นความมีอยู่จริงส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการเรียนรู้ ตลอดชีวิต (Lewis, 2003)

1.2 ด้านการมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม

ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 94.12 ไม่มีส่วนร่วมในประเด็น ที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม

หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้อง กับพันธุกรรม ร้อยละ 70.59 โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในระดับครอบครัวมากที่สุด ร้อยละ 47.06 รองลงมาคือ ระดับท้องถิ่น-ระดับครอบครัว ร้อยละ 17.64 และระดับท้องถิ่น ร้อยละ 5.88 แต่ไม่พบ นักเรียนที่มีส่วนร่วมในระดับชาติเลย จากการวิเคราะห์ของผู้วิจัยพบว่าสาเหตุที่นักเรียนไม่มีส่วนร่วม ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมในระดับชาติ เนื่องจากการมีส่วนร่วมในระดับดังกล่าวนักเรียนต้อง เข้าไปมีส่วนร่วมกับประชาชนในฐานะพลเมืองของสังคมซึ่งเป็นระดับการมีส่วนร่วมที่ค่อนข้างกว้าง และไกลตัว เมื่อเทียบกับระดับครอบครัว และชุมชน ซึ่งเป็นระดับที่ใกล้ตัวและคุ้นเคย อีกทั้งข้อจำกัด ของเวลาและมีสถานการณ์ค่อนข้างน้อยที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วม อีกทั้งการมีส่วนร่วม ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมเพิ่มขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีแนวคิดและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับ พันธุกรรม นักเรียนจึงเกิดเข้าใจถึงภูมิหลัง เห็นความสำคัญของประเด็นที่พบและมีความพร้อมในเข้าไป มีส่วนร่วมในประเด็นดังกล่าวได้เป็นอย่างดี (Garton, 1992)

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน

(Sadler and Zeidler, 2003) ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากสถานการณ์จริงที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันและเกิดความตระหนักถึงผลกระทบและการมีส่วนร่วมในประเด็นทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้น (Lewis, 2003)

2. ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีดังนี้

2.1 การเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ ทำให้เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น การแสดงบทบาทสมมติทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ตื่นเต้นและสนุกสนานไปกับกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นนั้นๆ ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ระหว่างการแสดงบทบาทสมมติ หลังการแสดงบทบาทสมมติครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายก่อนสรุปแนวคิดที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้กับนักเรียนคนอื่น ๆ

2.2 การลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มช่วยปรับความรู้ที่ผิดให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการทำงานกลุ่มจะทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เช่น การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การระดมความคิด การร่วมกันกำหนดประเด็นคำถาม ค้นหาหาคำตอบ ร่วมกันสรุปแนวคิด ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวคิดของตนเอง โดยสามารถพูดคอยสอบถามในประเด็นที่ตนไม่เข้าใจ ซึ่งจะช่วยให้ปรับความรู้ที่ผิดให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2.3 การเฝ้าความสนใจด้วยภาพที่ไม่ค่อยพบเห็นในชีวิตประจำวัน สามารถเฝ้าความสนใจและนำไปสู่การตั้งคำถามได้ดี การนำภาพที่นักเรียนไม่ค่อยพบเห็นในชีวิตประจำวันจะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ตื่นเต้น และเกิดประเด็นคำถามต่าง ๆ เช่น ลักษณะดังภาพเกิดขึ้นได้อย่างไร ซึ่งจะนำไปสู่การตั้งประเด็นคำถามต่าง ๆ ตามความสนใจของนักเรียน นอกจากนี้ความสงสัยที่เกิดขึ้นจะนำไปสู่การตั้งประเด็นคำถามซึ่งจะเป็นแรงผลักดันให้นักเรียนร่วมกันวางแผน เพื่อสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบที่ตนเองสงสัย ซึ่งแตกต่างจากภาพที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ทั่วไป เพราะนักเรียนเกิดความเคยชินจึงไม่สามารถเฝ้าความสนใจของนักเรียนได้เท่าที่ควร เพราะนักเรียนอาจทราบอยู่แล้วว่าภาพดังกล่าวคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร เป็นต้น

2.4 การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อสืบค้นข้อมูลช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ปัจจุบันเป็นยุคแห่งการติดต่อสื่อสารที่ไร้พรมแดน ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สายได้อย่างทันสมัย สะดวก และรวดเร็ว ทำให้นักเรียนเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้ในระยะเวลาสั้น ๆ

แต่สิ่งที่ครูควรระมัดระวัง คือ การเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งมีจำนวนแหล่งข้อมูลจำนวนมาก และมีความน่าเชื่อถือมากน้อยแตกต่างกัน ครูควรแนะนำแหล่งสืบค้นข้อมูลที่น่าเชื่อถือให้กับนักเรียน ด้วย อีกทั้งให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากหลากหลายเว็บไซต์เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายวิเคราะห์ ร่วมกันจนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่ถูกต้อง

2.5 การใช้คำถามปลายเปิดสามารถพัฒนาการคิดเชิงประเมินค่าได้ ครูควรใช้คำถามปลายเปิดที่ง่ายต่อความเข้าใจและเป็นคำถามที่สามารถพัฒนาการคิดเชิงประเมินค่าได้ ควรเป็นคำถามที่นักเรียนมีโอกาสในการเผชิญในอนาคต และหากเป็นคำถามที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระพร้อมกับการให้เหตุผลประกอบ และหากเป็นประเด็นที่มีความซับซ้อนมักเกี่ยวข้องกับ ค่านิยม ศีลธรรม จริยธรรม ของสังคม สามารถพิจารณาได้หลายมุมมองและมีความละเอียดอ่อนเกี่ยวข้องกับจริยธรรมครูควรสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมไปพร้อมกับการจัดการเรียนรู้ด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย ดังนี้

1. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อพัฒนาผู้เรียนด้านความรู้ เจตคติ และทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการคิดการพูด การฟัง การแสดงความคิดเห็น และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ครูควรใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรงมาสร้างความสนใจของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การอภิปรายทั้งนี้การอภิปรายควรให้เวลานักเรียนสืบค้นข้อมูลมาล่วงหน้าร่วมกับวิธีจับคู่ร่วมคิดก่อนอภิปราย เพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงออกและมีข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนอีกครั้ง นอกจากนี้ครูควรประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียน หากพบว่านักเรียนยังขาดความรู้พื้นฐานครูควรพูดคุย ชักถาม เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ก่อน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปราย และเกิดเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้วกับสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการอภิปราย

2. ครูควรใช้ประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนหรือกำลังเป็นที่น่าสนใจของสังคม เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสังคม ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจมีความกระตือรือร้น หากเป็นประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรงจะทำให้ นักเรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์กับการดำรงชีวิตประจำวันอีกด้วย ทั้งนี้สิ่งที่ครูควรคำนึงถึง คือความยากง่ายในประเด็นนั้น ๆ และความเหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียนด้วย

3. ครูควรแนะนำวิธีการและประโยชน์ของการทำงานกลุ่มเพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญ เข้าใจการกระบวนการทำงานกลุ่ม ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยครูชี้แจงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในกลุ่มให้ชัดเจน ทั้งนี้ควรเปลี่ยนหน้าที่รับผิดชอบของสมาชิกภายในกลุ่มด้วย เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่น

4. ครูควรแนะนำแหล่งข้อมูลเบื้องต้นในการสืบค้นและใช้เวลาในการสืบค้นข้อมูลล่วงหน้า ก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยแหล่งข้อมูลที่นักเรียนนิยมสืบค้นมากที่สุด คือ เว็บไซต์เนื่องจากสะดวก รวดเร็ว สามารถค้นหาข้อมูลได้ในระยะเวลาสั้น ๆ ดังนั้นครูควรแนะนำเว็บไซต์หรือแหล่งข้อมูลเบื้องต้นที่มีความน่าเชื่อถือพร้อมทั้งเขียนอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่สืบค้นด้วย อีกทั้งเน้นย้ำให้นักเรียนสืบค้น จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ความครอบคลุม ครูควรกำหนดขอบเขตข้อมูล ในการสืบค้นและหากนักเรียนต้องนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น ครูควรให้เวลาในการสืบค้นข้อมูล พอสมควรและให้นำข้อมูลที่จะนำเสนอมาแจ้งให้ครูทราบล่วงหน้า เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีกระชับ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์มากที่สุด

5. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น อีกทั้งยังเป็นการสำรวจตรวจสอบสิ่งที่ตนเองค้นพบว่าเหมือนหรือต่างจากผู้อื่นอย่างไร ในส่วนนี้จะทำให้นักเรียน ได้ตรวจสอบความถูกต้องของสิ่งที่ตนเองค้นพบและช่วยในการปรับเปลี่ยนไปสู่แนวคิดที่ถูกต้องอีกด้วย

6. ครูควรใช้คำถามที่ง่ายต่อความเข้าใจและเป็นคำถามที่ท้าทายความคิด และหากเป็นคำถาม ที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจน ควรให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระพร้อมกับให้เหตุผลโดยใช้หลักฐาน ทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ หากเป็นประเด็นที่มีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับค่านิยม ศีลธรรม จริยธรรม สามารถพิจารณาได้หลากหลายมุมมองหรือมีความละเอียดอ่อนเกี่ยวข้องกับจริยธรรมครู ควรสอดแทรกคุณธรรมจริยธรรมไปพร้อมกับการจัดการเรียนรู้ด้วย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์รวมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อพัฒนาการมีส่วนร่วมของนักเรียนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม และการการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมในระดับสังคมได้เท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์รวมกับการสืบเสาะ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมในระดับสังคมมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นการนำประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเป็นที่ถกเถียงกันในสังคมมาใช้ในการอภิปรายโดยผ่านกระบวนการกลุ่ม แต่อย่างไรก็ตามผลการวิจัยพบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง ดังนั้นจึงควรศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์รวมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อพัฒนาให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2552. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. 2554. **คู่มือครูรายวิชาวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ 6**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา (สกสค.) ลาดพร้าว.

จิตตินันท์ สาตะนิมิ. 2550. **การสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนียา รัตนฤทัย. 2549. “การรับรู้ของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนพันธุศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนสังกัดกองศึกษาสงเคราะห์ ประเทศไทย.” **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์** 12 (3): 313-327.

ทิตินา แคมมณี. 2544. **รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บริษัทโมโนเทคโนโลยี จำกัด. 2554. **ชีวิตรันทด! ชายอินโดป่วยท้าวแสนปม คนรอบข้างมองเป็นตัวประหลาด** (Online). <http://news.mthai.com/world-news/141146.html>, 15 พฤศจิกายน 2554.

ปริญดา ลิ้มปานนท์. 2555. **แบบบันทึกกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาวิชาชีพครู วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (อัดสำเนา).

พงศ์ประพันธ์ พงศ์โสภณ. 2552. **เอกสารประกอบการสอนวิชาวิธีการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัดสำเนา).

- พินิจ ขำวงษ์. 2555. “ผลของหน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธุศาสตร์ที่ใช้กระบวนการเรียนรู้ตามแนว
สังคมวัฒนธรรมต่อแนวคิดพันธุศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6.” วารสารมนุษยศาสตร์
และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 31 (5): 84-86.
- วีไลวรรณ ภัยรี. 2554. ความเข้าใจแนวคิดเรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุเมธดา พรหมบุญ. 2538. “ชีววิทยากับพันธุศาสตร์.” วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 11 (1): 61-65.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านขั้นพื้นฐาน [สทศ.]. 2555. รายงานผลการทดสอบทาง
การศึกษาระดับชาติด้านขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2555
(Online). <http://www.niets.or.th>, 14 มีนาคม 2556.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. 2545. การจัดการเรียนรู้กลุ่ม
วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. 2546. การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและ
บุคลากรทางการศึกษา (สกสค.) ลาดพร้าว.
- _____. 2554. ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:
อรุณการพิมพ์.
- _____. 2557. PISA โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (online).
<http://www.ipst.ac.th>, 3 กุมภาพันธ์ 2557.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2547. การวิจัยเกี่ยวกับการปฏิรูปการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์การศาสนา.
- Abraham, M. R., V. M. Williamson and S.L. Westbrook. 1994. “A cross age study of
understanding of five chemistry concepts.” *Journal Research in Science
Teaching* 31 (2): 147-165.

Aikenhead, G. S. 2006. **Science education for everyday life: Evidence-based practice.** New York: Teachers College Press.

American Association for the Advancement of Science [AAAS]. 1989. **Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology.** Washington, DC: AAAS.

_____. 1990. **Science for all American.** New York: Oxford University Press.

_____. 1993. **Benchmarks for Science Literacy.** New York: Oxford University Press.

Atkin, J. M. and J. Helms. 1993. "Getting serious about priorities in science education." **Studies in Science Education** 21: 1-20.

Bahar, M., A. H. Johnstone, and M. H. Hanell. 1999. "Revisiting learning difficulties in biology." **Journal of Biological Education** 33: 84-86.

Banet, E. and G. E. Ayuso. 2000. "Teaching genetic at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information." **Science Education** 84 (3): 313-351.

Bauer, H. 1994. **Scientific literacy and myth of the science method.** Illinois: University of Illinois Press.

_____. 1997. "A consumer's guide to science punditry." In Levinson, R. and Thomas, J. (eds.). **Science Today: problem or crisis?** London: Routledge, 22-34.

Bell, R. L. and N. G. Lederman. 2000. "Testing assumptions underlying the science education reforms: Decision-making on science and technology based issues." **Journal of Research in Science Teaching** 39 (6): 497-521.

Bernstein, B. 1973. **Class, Codes and Control.** 3rd ed. London: Routledge.

- Bingle, W. H. and P. J. Gaskell. 1994. "Scientific literacy for decision making and social construction of scientific knowledge." **Science Education** 78 (2): 185–201.
- Bloch, E. 1986. **Basic research and economic health - the coming challenge** (Online). <http://worldtracker.org>, May 13, 2013.
- Bloom, B. S. 1980. **All Our Children Learning**. New York: McGraw-Hill.
- Boujaoude, S. 2002. "Balance of scientific literacy themes in science curricula: The case of Lebanon." **International Journal Science Education** 24 (2): 139-156.
- Bybee, R. W. 1997. **Achieving Scientific Literacy**. Portsmouth, NH.: Heinemann. (Mimeographed)
- Chiapetta, E. L. 1993. "Do middle school life science textbooks provide a balance of scientific literacy themes?." **Journal of Research in Science Education** 30 (7): 787-797.
- Conant, J. B. 1952. **Modern science and modern man**. New York: Columbia University Press.
- Dahsah, C. and C. Faikhamta. 2008. "Science education in Thailand: Science curriculum reform in transition." In R. K. Coll and N. Taylor. (Eds.). **Science education in Context: An International Examination of the Influence of Context on Science Curricula Development and Implementation**. Rotterdam: Sense Publishers, 291-300.
- Dawson, C. 2000. "Selling snake oil: must science educators continue to promise what they can't deliver?." **Melbourne Studies in Education** 41: 121-132.
- DeBoer, G. E. 1991. **A history of ideas in science education**. New York: Teachers College Press.

- Driver, R., P. Newton, and J. Osborne. 2000. "Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms." **Science Education** 84 (3): 287–312.
- Duncan, R. G. and B. J. Reiser. 2007. "Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics." **Journal of Research in Science Teaching** 44 (7): 938-959.
- _____. and K. A. Tseng. 2010. "Designing project-based instruction to foster generative and mechanistic understandings in genetics." **Science Education** 95 (1): 21-56.
- Durant, J. R. 1993. **What is Scientific Literacy**. London: Science Museum.
- Evans, J. H. 2002. **Playing God? Human genetic engineering and rationalization of public bioethical debate**. Chicago: University of Chicago Press.
- Fleming, R. 1986. "Adolescent reasoning in socioscientific issues. Part I: Social cognition." **Journal of Research in Science Teaching** 23: 677–687.
- Gallagher, J. and G. Harsch. 1997. "Scientific literacy: Science education and secondary school students." **International Journal of Science Education** 26 (9): 1151–1168.
- Garton, G. 1992. "Teaching genetics in the high school classroom." In M. I. SiTmith and P. E. Simmrns. (eds.). **Teaching genetics: recommendation and research proceeding of a national conference**. Cambridge, 19–24.
- Graubard, S. R. 1983. "Nothing to fear, much to do." **Daedalus** 112 (2): 231–248.
- Grinell, S. 1993. "Reaching the nonschool public about genetics." **The American Journal of Human Genetics** 52 (1): 233–234.

- Hazen, M. A. and M. A. Higby. 2005. "Teaching an issues-based interdisciplinary course: diversity in management and marketing." **Journal of Management Education** 29 (3): 403-426.
- Hodson, D. 2003. "Time for action: Science education for an alternative future." **International Journal of Science Education** 25 (6): 645-670.
- Hurd, P. D. 1958. "Science literacy: Its meaning for American schools." **Educational Leadership** 16 (1): 13-16.
- _____. 1997. **Inventing Science Education for the New Millennium**. New York: Teachers' College Press.
- Jarman, R. and B. McClune. 2007. **Developing Scientific Literacy: Using News Media in the Classroom**. Maidenhead: Open University Press.
- Jenkins, E. W. 1990. "Scientific literacy and school science education." **School Science Review** 71 (256): 43-51.
- _____. 1992. "School science education: Towards a reconstruction." **Journal of Curriculum Studies** 24 (3): 229-246.
- _____. 2006. "School science and citizenship: whose science and whose citizenship?." **The Curriculum Journal** 17 (3): 197-212.
- Jennings, B. 2004. "Genetic literacy and citizenship: possibilities for deliberative democratic policymaking in science and medicine." **The Good Society** 13 (1): 38-44.
- Kemmis, S. and R. McTaggart. 1998. **The Action Research Planner**. Victoria: Deakin University Press.

Khishfe, R. and N. G. Lederman. 2006. "Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus non-integrated." **Journal of Research in Science Teaching** 43 (4): 395–318.

Kindfield, A. C. H. 1994. "Understanding a Basic Biological Process: Expert and Novice Model of Meiosis." **Journal of Science Education** 78 (3): 255–283.

Kolsto, S. D. 2001. "Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socio-scientific issues." **Science Education** 85 (3): 291–310.

_____, B. Bungum, E. Arnesen, A. Isnes, T. Kristense, and K. Mathiassen. 2006. "Science students' critical examination of scientific information related to socio-scientific issues." **Science Education** 90 (4): 632–655.

Kuhn, D. 1991. **The skills of argument**. Cambridge: Cambridge University Press.

Lanie, A. D., T. E. Jayaratne, J. P. Sheldon, S. L. R. Kardia, and E. S. Anderson. 2004. "Exploring the public understanding of basic genetic concepts." **Journal of Genetic Counseling** 13 (4): 305–320.

Laugsch, R. C. 2000. "Scientific literacy: A conceptual overview." **Science Education** 84 (10): 71–94.

_____. and P. E. Spargo. 1996. "Development of a pool of scientific literacy test-items based on selected AAAS literacy goals." **Science Education** 80 (2): 121–143.

_____. and P. E. Spargo. 1999. "Scientific literacy of selected South African matriculants entering tertiary education: A baseline survey." **South African Journal of Science** 95 (10): 427–432.

Levinson, R. 2001. "Should controversial issues in science be taught through the humanities?." **School Science Review** 82 (300): 97–102.

- Levinson, R. 2001. 2004. "Teaching bioethics in science: Crossing a bridge too far?." **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technological Education** 4 (3): 353-370.
- _____. "Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues." **International Journal of Science Education** 28: 1201-1224.
- Lewis, J. D. 1982. "Technology, enterprise and American economic growth." **Science** 215 (37): 1204-1211.
- Lewis, S. E. 2003. **Issue-Based Teaching in Science Education** (Online). [www. actionbioscience.org](http://www.actionbioscience.org), March 3, 2012.
- Lewis J. and U. Kattmann. 2004. "Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics." **International Journal of Science Education** 26: 195-206.
- _____. and J. Leach. 2006. "Discussion of socio-scientific issues: the role of science knowledge." **International Journal of Science Education** 28 (11): 1267- 1287.
- _____. and U. Kattmann. 2004. "Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics." **International Journal of Science Education** 26 (2): 195-206.
- _____, J. Leach, and C. Wood-Robinson. 2000. "All in the genes? - young people's understanding of the nature of genes." **Journal of Biological Education** 34 (2): 74-79.
- Listverse. 2008. **Top 10 Bizarre Genetically Modified Organisms** (Online). [http:// listverse.com/2008/04/01/top-10-bizarre-genetically-modified-organisms/](http://listverse.com/2008/04/01/top-10-bizarre-genetically-modified-organisms/), june 2, 2012.
- Lord, T. R. and C. Rauscher. 1991. "A sampling of basic life science literacy in a college population." **American Biology Teacher** 53 (7): 419-424.

- Lyons, T. 2006. "Different countries same science classes: students' experiences of school science in their own words." **International Journal of Science Education** 28 (6): 591-613.
- Mbajorgu, N., N. Ezechi, and C. Idoko. 2006. "Addressing nonscientific presuppositions in genetics using a conceptual change strategy." **Science Education** 91 (3): 347-521.
- McCurdy, R. C. 1958. "Towards a population literate in science." **The Science Teacher** 25 (7): 366-369.
- Means, M. L. and J. F. Voss. 1996. "Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels." **Cognition and Instruction** 14 (2): 139-178.
- Millar, R. 1997. "Science education for democracy." In Levinson, R. and J. Thomas, (Eds.). **Science Today: Problem or Crisis?.** London and New York: Routledge, 87-101.
- _____, J. Osborne and M. Nott. 1998. "Science Education for the Future." **School Science Review** 80 (291): 19-24.
- Miller, J. D. 1992. "Toward a scientific understanding of the public understanding of science and technology." **Public Understanding of Science** 1 (1): 23-26.
- _____. 1996. **Scientific Literacy for Effective citizenship.** New York: State University of New York Press.
- _____. 1998. "The measurement of civic scientific literacy." **Public Understanding of Science** 7 (3): 203-223.
- Murcia, K. 2006. **An evidenced based framework for developing scientific Literacy** (Online). <http://www.waier.org.au/forums/2006/muecia.html>, April 5, 2012.

National Health Museum Atlanta. 2010. **Chromosome** (Online). [http:// www.accessexcellence.org/AB/GG/chromosome.html](http://www.accessexcellence.org/AB/GG/chromosome.html), June 24, 2012.

National Research Council [NRC]. 1996. **National Science Education Standards**. Washington, DC: National Academy Press.

National Science Education Standards [NSES]. 1996. **National Academy of Sciences**. Washington DC.: National Academy Press.

Newton, P. 1999. “The place of argumentation in the pedagogy of school science.” **International Journal of Science Education** 21 (5): 553-576.

Norris, S. P. and L. M. Phillips. 2003. “How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy.” **Science Education** 87 (2): 224-240.

Nuangchalem, P. 2009. “Development of socioscientific issues-based teaching for preservice science teachers.” **Journal of Social Sciences** 5 (3): 239-243.

Organization for Economic Cooperation and Development [OECD]. 1998. **Instrument Design: A Framework for Assessing Scientific Literacy**. Netherlands: Programme for International Student Assessment.

_____. 2007. **Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006** (Online). <http://www.oecd.org>, March 9, 2012.

Osborne, J., S. Simon, and S. Collins. 2003. “Attitudes towards science: review of the literature and its implication.” **International Journal of Science Education** 25 (9): 1049-1079.

Patronis, T., D. Potari, and V. Spiliotopoulou. 1999. “Students’ argumentation in decision- making on a socio-scientific issue: Implications for teaching.” **International Journal of Science Education** 21 (7): 745–754.

Pella, M. O., G. T. O’Hearn, and C. G. Gale. 1966. “Referents to scientific literacy.” **Journal of Research in Science Teaching** 4 (3): 199–208.

Perkins, D. N., M. Farady, and B. Bushey. 1991. **Informal reasoning and education**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Prewitt, K. 1983. "Scientific illiteracy and democratic theory." **Daedalus** 112 (2): 49–64.

Programme for International Student Assessment [PISA]. 2006. **SCIENTIFIC LITERACY FRAMEWORK** (Online). www.pisa.nutn.edu.tw/download/sample_papers/Sci_Framework-en.pdf, May 13, 2011.

Ratcliffe, M. and M. Grace. 2003. **Science Education for Citizenship. Teaching | Socio-Scientific Issues**. Maidenhead: Open University Press.

Reis, P. 2004. "Teaching Controversial Socio-Scientific Issues in Biology and Geology Classes: A Case Study." **Electronic Journal of Science Education** 13 (1): 162-185.

_____. and C. Galvao. 2004. "The impact of socio-scientific controversies in Portuguese natural science teachers' conceptions and practices." **Research in Science Education** 34 (2): 153-171.

Roberts, D. A. 2007. "Scientific literacy/science literacy." In S. K. Abell and N. G. Lederman, (eds.). **Handbook of research on science education**. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 729–780.

Ryder, J. 2001. "Identifying science understanding for functional scientific literacy." **Studies in Science Education** 36 (1): 1-44.

Sadler, T. D. 2002. **Socioscientific Issue Research and Its Relevance for Science Education** (Online). www.eric.ed.gov, June 20, 2012.

_____. 2004. "Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research." **Journal of Research in Science Teaching** 41 (5): 513–536.

Sadler, T. D. and D. Zeider. 2004. "Negotiating Gene Therapy Controversies." **The American Biology Teacher** 66 (6): 428-433.

Sadler, T. D. 2009. "Situated Learning in Science Education: Socio-Scientific Issues as Contexts for Practice." **Studies in Science Education** 45 (1): 1-42.

_____. 2011. **Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning, and research**. Netherlands: Springer Press.

_____. and D. L. Zeidler. 2003. **Weighing In on Genetic Engineering and Morality: Students Reveal their Ideas, Expectations, and Reservations** (Online). www.eric.ed.gov, Retrieved March 3, 2012.

_____. and D. L. Zeidler. 2004. "The morality of socioscientific issues construal and resolution of genetic engineering dilemmas." **Science Education** 88 (1): 4-27.

_____. and D. L. Zeidler. 2005. "Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision-making." **Journal of Research in Science Teaching** 42 (1): 112-138.

Saka, A., L. Cerrah, A. Riza, and A. Ayas. 2006. "A Cross-Age Study of the Understanding of Three Genetic Concept: How Do They Image the Gene, DNA and chromosome?." **Journal of Science Education and Technology** 15 (2): 192-202.

Shamos, M. H. 1995. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick, New Jersey: Rutgers University Press.

Shaw, A. and J. A. Hurst. 2008. "What is this Genetic, Anyway? Understandings of Genetics, Illness Causality and Inheritance Among British Pakistani Users of Genetic Service" **Journal of Genetic Counseling** 17: 373-383.

- Shen, B. S. P. 1975. **Scientific literacy and the public understanding of science** (Online). <http://l624.brianwinterman.com/shen.pdf>, March 13, 2012.
- Sjoberg, S. and C. Schreiner. 2005. "How do learners in different cultures relate to science and technology?." **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching** 6 (2): 1-17.
- Smith, G. and C. Wales. 2000. "Citizen juries and deliberative democracy." **Political Studies** 48 (1): 51-65.
- Smith, L. A. and J. M. Williams. 2007. "It's the X and Y Thing: Cross – sectional and Longitudinal Changes in Children's Understanding of Genes." **Journal of Research in Science Education** 37 (4): 407-422.
- Solomon, J. 1993. **Teaching Science, Technology and Society**. Buckingham: Open University Press.
- _____. and J. Thomas. 1999. "Science education for the public understanding of science." **Studies in Science Education** 33 (1): 61–89.
- Solomon, E. 2007. **Scientific literacy in Higher Education** (Online). http://homepages.ca/~tamaratt/SciLit_files/SciLit_Review.pdf, January 29, 2013.
- Stradling, R. 1984. "The teaching of controversial issues: an evaluation." **Educational Review** 36 (2): 121-129.
- Perkins, D. N., M. Farady, and B. Bushey. 1991. **Informal Reasoning and Education**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tal, T. and Y. Kedmi. 2006. "Teaching socioscientific issues: Classroom culture and students' performances." **Cultural Studies of Science Education** 1 (4): 615–644.

- Tasakorn, P. and S. Pongtabodee. 2005. **Research Eeport: Science and Technology Curriculum for Primary, Secondary, and Ternary Education in Thailand.** Bangkok: The Secretarial of the Senate.
- Thomas, J. 2000. "Using current controversies in the classroom: opportunities and concerns." **Melbourne Studies in Education** 41 (2): 133-144.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation [UNESCO]. 1993. **Final Report: International Forum on Scientific and Technological Literacy for All.** Paris: UNESCO.
- Van Aalsvoort, J. 2004. "Logical positivism as a tool to analyse the problem of chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education." **International Journal of Science Education** 26 (9): 1151-1168.
- Waterman, A. T. 1960. "National Science Foundation: A ten-year resume." **Science** 131 (34): 1341-1354.
- Yip, D. 1998. "Identification of Misconceptions in Novice Biology Teachers and Remedial Strategies for Improving Biology Learning." **International Journal of Research in Science Education** 20 (4): 461-477.
- Yuenyong, C. and P. Narjaikaew. 2009. "Scientific Literacy and Thailand Science Education." **International Journal of Environmental and Science Education** 4 (3): 335-349.
- Zeidler, D. L., K. A. Walker, W. A. Ackett, and M. L. Simmons. 2002. "Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas." **Science Education** 86 (3): 343-367.
- _____, T. D. Sadler, M. L. Simmons, and E. V. Howes. 2005. "Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education." **Science Education** 89 (3): 357-377.

Zeidler, D. L and B. Nicols. 2009. "Socioscientific Issue : Theory and Prattice."

Journal of Elementary Science Education 21 (2): 49-58.

Zeidler, D. L and M. Keefer. 2003. **The Role of Moral Reasoning and the Status of Socioscientific Issues in Science Education**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

_____, K. A. Walker, W. A. Ackett, and M.L. Simmons. 2002. "Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas."

Science Education 86 (3): 343–367.

Zohar, A. and F. Nemet. 2002. "Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics." **Journal of Research in Science Teaching** 39 (1): 35–62.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผศ.ดร. กันทิมาณี ประเดิมวงศ์
อาจารย์ประจำภาควิชาสัตววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผศ.ดร. พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อาจารย์สุรเดช ศรีทา
อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
4. อาจารย์ทัศนวิวรรณ เลิศเจริญฤทธิ์
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา



ภาคผนวก ข
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พันธุกรรม

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง พันธุวิศวกรรม (Genetics engineering)

เวลาเรียน 2 คาบ (100 นาที)

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม.3/4 อภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 8.1. ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม.3/1 สร้างคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.3/13 จัดแสดงผลงานเขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายยกตัวอย่างพันธุกรรมและสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs)
2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปแนวทางในการนำเทคนิคพันธุวิศวกรรมมาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ

3. ประเมินการนำไปใช้ประโยชน์โดยพิจารณาจากความเสี่ยงของการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม
4. เผยแพร่ข้อมูลด้านประโยชน์และความเสี่ยงของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs)

สาระสำคัญ

พันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมโดยการนำยีนของสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปใส่กับยีนของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (Genetic modified organisms ; GMOs) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่เป็นผลผลิตจากการใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม หรือ เทคนิคการตัดต่อยีนในพืช สัตว์ หรือ จุลินทรีย์ เพื่อให้มีคุณสมบัติหรือคุณลักษณะเฉพาะเจาะจงตามที่ต้องการ เช่น พืชต้านทานแมลงศัตรูพืช มะเขือเทศที่สุกอมช้ากว่าปกติ ถั่วเหลืองให้มีไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง

ประโยชน์ของพันธุวิศวกรรม

1. ด้านการเกษตรและอาหาร เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืชต้านทานต่อแมลงหรือโรคพืช การพัฒนาพันธุ์พืชให้ผลิตสารพิเศษ เช่น ข้าววิตามินเอสูง
2. ด้านการแพทย์และสาธารณสุข เช่น การพัฒนายาและวัคซีนรักษาโรค
3. ด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น การใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมปรับปรุงพันธุ์แบคทีเรียที่ทำลายยุง แบคทีเรียกำจัดพลาสติกหรือแบคทีเรียที่สามารถเปลี่ยนคุณสมบัติน้ำมันได้ เป็นต้น
4. ด้านอุตสาหกรรม โดยการปรับปรุงสายพันธุ์ของจุลินทรีย์เพื่อสร้างจุลินทรีย์สายพันธุ์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นหรือใช้เพิ่มปริมาณยีนเพื่อใช้ในการเพิ่มผลผลิตหรือเพิ่มคุณภาพในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมผลิตเบียร์ ไวน์ เป็นต้น

ความเสี่ยงของพันธุวิศวกรรม

1. ด้านสุขภาพ เช่นอาหารจากสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมอาจมีสารสิ่งปนเปื้อนที่เป็นอันตรายที่สามารถทำให้เกิดการแพ้ได้
2. ด้านสิ่งแวดล้อมสารพิษบางชนิดที่ใช้ปราบแมลงศัตรูพืช อาจส่งผลกระทบต่อแมลงและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆที่มีประโยชน์ต่อพืชหรืออาจมีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะเด่นเหนือกว่าสายพันธุ์ดั้งเดิมในธรรมชาติมากจนกลืนสายพันธุ์ดั้งเดิมในธรรมชาติให้หายไปหรือสูญพันธุ์ไป
3. ด้านเศรษฐกิจ-สังคม เช่น การครอบงำโดยบริษัทข้ามชาติที่มีสิทธิบัตร ถือครองสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับ GMOsทำให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับความมั่นคงทางอาหาร ตลอดจนปัญหาความสามารถในการพึ่งตนเองของประเทศในอนาคต

กระบวนการจัดการเรียนรู้ (100 นาที)

- 1) ขั้นนำ (10 นาที)

1.1) ครูให้นักเรียนสังเกตภาพสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม “มีแบบนี้ด้วยหรือ” แล้วร่วมกันอภิปรายลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป

1.2) นักเรียนจับคู่อภิปรายเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

- สิ่งมีชีวิตในภาพสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในธรรมชาติหรือไม่ (ไม่)
- สิ่งมีชีวิตในภาพเกิดจากกระบวนการใด และมีวิธีการอย่างไร (การตัดต่อพันธุกรรมโดยการนำยีนควบคุมลักษณะที่ต้องการใส่เข้าไปในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเพื่อให้สิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ มีลักษณะเช่นเดียวกับยีนที่ใส่ลงไป)

- เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอย่างไร (พันธุวิศวกรรม)

1.3) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนจับคู่เพื่อตั้งคำถามที่สนใจเกี่ยวกับพันธุวิศวกรรม โดยครูบันทึกคำถามของนักเรียนบนกระดาน คำถามของนักเรียนและการถามเพิ่มเติมจากครูควรครอบคลุมหัวข้อต่อไปนี้ คือ 1) ความหมาย 2) กระบวนการ 3) ประโยชน์และโทษของพันธุวิศวกรรม

2) ขั้นสอน (75 นาที)

2.1) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คนแล้วให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับพันธุวิศวกรรม

2.2) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 เรื่องการตัดต่อยีนหนูร้องเพลง โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาทีหลังจากนั้นครูสุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มแล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจพันธุวิศวกรรมและสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs) มากยิ่งขึ้น

2.3) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมที่ 2 เรื่อง “Amazing GMOs” (ใช้เวลาประมาณ 20 นาที)

2.4) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมที่กลุ่มตนเองออกแบบไปติดไว้หน้าห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนเดินชม และโหวตให้คะแนนสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมที่ตนเองชื่นชอบมากที่สุดเพื่อรับรางวัล Amazing of the year (1 คน = 1 คะแนน)

2.5) ครูมอบรางวัล “Amazing of the year” ให้กับกลุ่มที่ได้รับคะแนนโหวตสูงสุด

2.6) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม โดยมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลต่อไปนี้*** มอบหมายให้นักเรียนสืบค้นมาล่วงหน้าก่อนการจัดการเรียนรู้***

- กลุ่ม 1 ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

(ตัวแทนนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุวิศวกรรม)

- กลุ่ม 2 ผลกระทบด้านต่างๆ ของจีเอ็มโอ

(ตัวแทนกลุ่มกรีนพีซ)

- กลุ่ม 3 ผลดี – ผลเสียของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมต่อสิ่งแวดล้อม

(นักสิ่งแวดล้อม)

- กลุ่ม 4 ผลดี – ผลเสียของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมต่อธุรกิจอาหารทั้งใน

และนอกประเทศ

(นักธุรกิจด้านอาหาร)

- กลุ่ม 5 ผลดี – ผลเสียของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมต่อการเกษตร

(เกษตรกร)

- กลุ่ม 6 ข้อมูลทั่วไปที่ประชาชนควรรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (ประชาชนทั่วไป)

2.7) นักเรียนจัดสัมมนาวิชาการ เรื่อง ทิศทางจีเอ็มโอกับอนาคตของประเทศไทย โดยคัดเลือกนักเรียนเป็นวิทยากรในการสนทนาบทบาทละ 1 คน ดังต่อไปนี้

- 1) ประธาน/ผู้ดำเนินการสัมมนา
- 2) นักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญด้านจีเอ็มโอ
- 3) ตัวแทนกลุ่มกรีนพีซ
- 4) นักสิ่งแวดล้อม
- 5) นักธุรกิจส่งออกอาหาร
- 6) เกษตรกร และ
- 7) ประชาชนทั่วไป

ส่วนนักเรียนคนอื่น ๆ เป็นผู้ร่วมสัมมนา เมื่อการสัมมนาเสร็จสิ้นลงนักเรียนร่วมกันสรุปข้อดี-ข้อเสียของพันธุวิศวกรรม เพื่อลงข้อสรุปว่าประเทศไทยควรกำหนดทิศทางต่อการวิจัยหรือสนับสนุนสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมหรือไม่ อย่างไร(ใช้เวลาประมาณ 45 นาที)

2.8) นักเรียนแต่ละคนเขียนสะท้อนความคิด “สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs) ได้หรือ เสีย”(5 นาที)

3. ขั้นสรุป (10 นาที)

3.1) นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปแนวคิดต่อไปนี้

- พันธุวิศวกรรมคืออะไร (กระบวนการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรม โดยการนำยีนของสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปใส่กับยีนของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ)
- ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs) (เช่น พืชต้านทานแมลงศัตรูพืช มะเขือเทศให้มีลักษณะที่สุกงอมช้ากว่าปกติ ถั่วเหลืองให้มีไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง
- สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมมีผลดีและผลเสียอย่างไร(ดังอธิบายในแนวคิดหลัก)

3.2) ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนเขียนการ์ตูนเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม โดยให้ครอบคลุมเนื้อหา กระบวนการ ประโยชน์และความเสี่ยงของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs) พร้อมกำหนดวันส่งงาน

การวัดและประเมินผล

- 1) การสังเกตจากการตอบคำถาม การอธิบายให้เหตุผล การเขียนสะท้อนความคิด
- 2) การสืบค้นข้อมูล และการสรุปผล
- 3) การมีส่วนร่วมในการสัมมนา
- 4) การตอบคำถามในใบงานและใบกิจกรรม
- 5) การสร้างสรรค์การ์ตูนเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

วัสดุอุปกรณ์ สื่อ และแหล่งเรียนรู้

- 1) ภาพ “มีแบบนี้ด้วยหรือ”
- 2) ใบกิจกรรมเรื่อง “การตัดต่อยีนหูร้องเพลง”
- 3) กระดาษโปสเตอร์
- 4) สีเมจิก
- 5) เทปใส
- 6) กรรไกร
- 7) วิดิทัศน์ (ที่มา: <http://www.youtube.com/watch?v=RD9QaLGhrOA>)

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

1.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

1.3 วิธีแก้ไข / ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

(นางสาวกฤติยาณี เจริญลอย)
ผู้สอน

ภาพ “มีแบบนี้ด้วยหรือ ?”



ภาพ : แมวเรืองแสง

ที่มา: <http://listverse.com>



ภาพ : Dolion

ที่มา: <http://listverse.com>



ภาพ : แมงมุมเฟิร์น

ที่มา: <http://listverse.com>



ภาพ : Lemurat

ที่มา: <http://listverse.com>

กิจกรรมที่ 1

เรื่อง การตัดต่อยีนหนูร้องเพลง

ชื่อกลุ่ม ห้อง ม.3/....สมาชิก 1..... เลขที่

2.....เลขที่

3.....เลขที่

4.....เลขที่

การตัดต่อยีนหนูร้องเพลง



ที่มา: <http://www.neutron.rmutphysics.com>

นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นได้พัฒนา “หนู” ที่ส่งเสียงร้องเหมือนนกได้โดยบังเอิญ โดยอาศัยการตัดต่อพันธุวิศวกรรมที่ตั้งใจจะผลิตหนูขาวล้วนและมีหางให้มีรูปร่างเหมือนสุนัขตัวชุนด์กลายเป็นวิวัฒนาการใหม่ที่อาจนำมาต่อยอดพัฒนาเรื่องระบบภาษาและการพูดของมนุษย์ในอนาคต

ผลงาน "หนูร้องเพลงได้" นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ "Evolved Mouse Project" แห่งมหาวิทยาลัยโอซากา นำโดย Arikuni Uchimura ซึ่งหนูทดลองในโครงการจะถูกตัดต่อพันธุกรรมให้มีโอกาสเกิดความผิดพลาดในการคัดลอก DNA มากกว่าปกติ ทำให้มีโอกาสที่จะกลายพันธุ์ (mutation) ได้สูงกว่าเดิม

Arikuni Uchimura กล่าวว่า "หลังตัดต่อพันธุกรรม เราตรวจดูหนูเกิดใหม่ทุกวันทุกตัวแล้ววันหนึ่งก็พบว่าหนูที่ร้องเพลงได้เหมือนนก จากที่แรกที่เราคิดว่าจะพบว่ามีรูปร่างผิดปกติไปตามที่ตั้งใจตอนนี้เรามีหนูที่ร้องได้เหมือนนกกว่า 100 ตัวแล้ว"

"หนูร้องเพลง" ไม่ได้หมายถึง การเปิดคาราโอเกะแล้วหนูร้องตาม แต่เป็นการร้องเสียงคล้ายกับนก คือ ส่งเสียงร้องที่มีคีย์สูง-ต่ำ และจังหวะเป็นทำนอง ต่างจากหนูทั่วไปที่ส่งแต่เสียงจ๊ิตๆ

การค้นพบว่าการกลายพันธุ์ทำให้เกิดหนูที่ร้องเพลงได้นี้มีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจวิวัฒนาการทางภาษาของมนุษย์มาก มีพฤติกรรมหลายอย่างที่หนูร้องเพลงแสดงออกให้เห็นถึงการใช้เสียงระดับต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการสื่อสาร เช่น เมื่อวางหนูตัวผู้สองตัวไว้ใกล้ตัวเมียหรือเมื่ออยู่ในที่ที่ไม่รู้จัก หนูจะส่งเสียงร้องดังขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้เมื่อเอาหนูร้องเพลงไปปล่อยอยู่กับหนูธรรมดา หนูธรรมดาก็ส่งเสียงอัลตราซาวด์ออกมาบ่อยลง นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าพวกหนูร้องเพลงอาจจะไปกระตุ้นให้หนูทั้งกลุ่มพัฒนาภาษากลุ่มแบบใหม่ขึ้นมาความสามารถในการร้องเพลงนี้เป็นลักษณะที่ถ่ายทอดไปยังหนูรุ่นต่อไปได้ด้วย ตอนนี้โครงการมีหนูร้องเพลงได้มากกว่า 100 ตัวเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยต่อไป

นอกจากหนูที่ร้องเพลงได้เหมือนนกแล้ว โครงการ "Evolved Mouse Project" ยังมีหนูแปลกๆ ออกมาอีก เช่น หนูที่มีขาทั้งสี่ข้างสั้นๆ เหมือนหมาไส้กรอก (dachshund) เป็นต้น

ถึงตรงนี้หลายคนอาจจะสงสัยว่าทำไมหนูพิลึกกึกกือพวกนี้ไปทำไม คำตอบสำหรับคำถามนี้ Arikuni Uchimura หยอดปิดท้ายว่า "มันเป็นโครงการระยะยาว...สักวันเขาจะสร้างมิกกี้เมาส์ให้ได้" อีกทั้งหนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีความใกล้ชิดกับมนุษย์มากกว่านก จึงดีกว่าถ้านำมาศึกษาเรื่องระบบภาษาและการพูดของมนุษย์

ที่มา: <https://jusci.net/node/1452>

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้องและเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด

- _____ 1. พันธุวิศวกรรมเป็นเรื่องที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยความรู้ด้านพันธุศาสตร์
- _____ 2. การนำยีนของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งใส่เข้าไปในยีนของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า “เทคนิคพันธุวิศวกรรม”
- _____ 3. สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมจะมีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างลักษณะพันธุกรรมเดิมของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ กับลักษณะพันธุ์ใหม่ที่ได้จากการตัดต่อยีนจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นร่วมด้วย
- _____ 4. สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs) สามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
- _____ 5. หากเราพบสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตทั่ว ๆ ไป สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นน่าจะมาจากกระบวนการดัดแปลงสารพันธุกรรม
- _____ 6. สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมมาจากกระบวนการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
- _____ 7. สิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอไม่สามารถสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้
- _____ 8. สิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอไม่สามารถถ่ายทอดลักษณะพิเศษที่เกิดจากการตัดต่อยีนไปให้รุ่นลูกหลานได้
- _____ 9. ไข่ตัวหนึ่งได้รับฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต จนทำให้ไข่ตัวใหญ่กว่าไข่ทั่ว ๆ ไป ไข่ตัวนี้เป็นไข่จีเอ็มโอ
- _____ 10. แดงโมสี้เหลี่ยมเป็นสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอ

กิจกรรมที่ 2

เรื่อง “Amazing GMOs”

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม
2. ระบุลักษณะพิเศษของสิ่งมีชีวิตที่ได้มาจากการตัดต่อยีนของสิ่งมีชีวิต
3. วาดภาพสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมพร้อมระบุชื่อสิ่งมีชีวิตที่กลุ่มตนเองสร้างขึ้นลงในกระดาษโปสเตอร์
4. นำภาพสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้นไปติดไว้หน้าห้อง
5. นักเรียนเดินชมสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมของแต่ละกลุ่ม พร้อมโหวตให้คะแนนสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมที่ตนเองชื่นชอบมากที่สุด(1 คน = 1 คะแนน)
6. กลุ่มที่ได้รับคะแนนโหวตสูงสุดจะได้รับรางวัล “Amazing of the year”

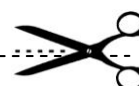
ชื่อกลุ่ม

ชื่อสิ่งมีชีวิต:

ลักษณะพิเศษ :

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่นำมาดัดแปลงพันธุกรรม

ยีนที่นำมาดัดแปลงพันธุกรรม (ลักษณะพิเศษ)	ได้จากสิ่งมีชีวิต



Vote	Vote	Vote	Vote	Vote
Amazing of the year	Amazing of the year	Amazing of the year	Amazing of the year	Amazing of the year
Group	Group	Group	Group	Group

การสะท้อนความคิด
เรื่อง “สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs) ได้ หรือ เสีย”

คำชี้แจง: จงตอบคำถามที่กำหนดให้ต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. พันธุวิศวกรรม คืออะไร

.....

2. นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอมีประโยชน์ในด้านใดบ้าง (พร้อมยกตัวอย่าง)

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอมีโทษในด้านใดบ้าง (พร้อมยกตัวอย่าง)

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอมีคุณหรือโทษมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับโทษของอาหารที่บริโภคว่าจะปนเปื้อนจีเอ็มโอหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

6. นักเรียนคิดว่าควรสนับสนุนให้มีการศึกษาจีเอ็มโอต่อไปหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....



แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์นี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่องการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการวางแผนและเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย จึงขอความร่วมมือจากนักเรียนในการตอบแบบวัดตามความเป็นจริง เพื่อผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ต่อไป โดยผู้วิจัยจะเก็บรักษาข้อมูลไว้เป็นความลับ

2. แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ความรู้ ความเข้าใจ แนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธุกรรม โดยเป็นแบบอัตนัย ซึ่งครอบคลุมแนวคิดหลักใน 5 หัวข้อ ดังนี้

1. ลักษณะทางพันธุกรรม ข้อที่ 1
2. โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ข้อที่ 2
3. กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ข้อที่ 3
4. ความผิดปกติทางพันธุกรรม ข้อที่ 4
5. การใช้ประโยชน์จากความรู้ทางพันธุศาสตร์ ข้อที่ 5 – 6

ตอนที่ 2 การมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม จำนวน 1 ข้อ

3. เวลาในการทำแบบวัด 1 ชั่วโมง

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบวัด

นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม

ชื่อ _____ สกุล _____ ชั้น ม.3 / _____ เลขที่ _____

คำชี้แจง

1. แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพันธุกรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบวัดแบบอัตนัย ประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ความรู้ ความเข้าใจ แนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับพันธุกรรม จำนวน 6 ข้อ

ตอนที่ 2 การมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม จำนวน 1 ข้อ

2. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนด

ตอนที่ 1 ความรู้ ความเข้าใจ แนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับพันธุกรรม (6 ข้อ)

1. ลักษณะทางพันธุกรรม หมายถึงอะไร พร้อมทั้งยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรม และลักษณะที่ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม (อย่างละ 3 ตัวอย่าง)

2. นักเรียนคิดว่าโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน มีความเกี่ยวข้องกันหรือไม่อย่างไร

3. ปราชญ์ ทดลองผสมถั่วเตาดอกสีฟ้ากับดอกสีขาว พบว่าลูกรุ่นที่ 1 (F1) เป็นถั่วลันเตา ดอกสีฟ้าทั้งหมด จากการทดลองดังกล่าวนักเรียนจะมีวิธีพิจารณาว่าลักษณะใดเป็นลักษณะเด่น – ลักษณะด้อย อย่างไร และลักษณะดังกล่าวถ่ายทอดมายังรุ่นลูกหลานได้อย่างไร

4. โรคทางพันธุกรรมแตกต่างจากโรคทั่ว ๆ อย่างไร พร้อมยกตัวอย่างโรคทางพันธุกรรม (3 ตัวอย่าง)

5. พันธุวิศวกรรม มีหลักการอย่างไรจงยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มาจากพันธุวิศวกรรม (3 ตัวอย่าง)

6. การโคลน คืออะไร พร้อมยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มาจากการโคลน (2 ตัวอย่าง)

ตอนที่ 2 : การมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม (1 ข้อ)

1. นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมหรือไม่

☐

ไม่เคย

☐

เคย อย่างไร (อธิบาย)



อนุทินของนักเรียน



ชื่อ _____	เรื่อง _____	นามสกุล _____	ชั้น ม.3/ _____	เลขที่ _____
------------	--------------	---------------	-----------------	--------------

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเขียนข้อมูลตามความเป็นจริงตามหัวข้อต่อไปนี้

สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้	
วิธีการที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้	
การนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์	
ปัญหา/ข้อสงสัย	
ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้	



ภาคผนวก จ
แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ

บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ

บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ วันที่...../...../..... เวลา สถานที่ ผู้ให้ข้อมูล	
คำถามที่ 1	
คำตอบ	
คำถามที่ 2	
คำตอบ	
คำถามที่ 3	
คำตอบ	
คำถามที่ 4	
คำตอบ	
คำถามที่ 5	
คำตอบ	

ลงชื่อ

(นางสาวกฤติยาณี เจริญลอย)

ผู้สัมภาษณ์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ประวัติส่วนตัว	นางสาวกฤติยาณี เจริญลอย
วัน เดือน ปีเกิด	18 กุมภาพันธ์ 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดอุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ครู ค.ศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

