

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พันธุศาสตร์
โดยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
กรกฎาคม 2559

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พันธุศาสตร์
โดยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

กรกฎาคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พันธุศาสตร์
โดยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
กรกฎาคม 2559

นนทกร อรุณพฤตภาณุกุล. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ
แก้ปัญหา เรื่อง พันธุศาสตร์ โดยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน.
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์: รองศาสตราจารย์อัจฉริยา รังษิรุจิ,
Ph.D., ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, ปร.ด.

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ใน 3 หัวข้อ (การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม รวมถึงเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล)
รวมถึงศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้ดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้ 1) ค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดย
ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ และ 2) ตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ
แก้ปัญหาของนักเรียน สำหรับกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 35 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน 3) ใบกิจกรรมวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ
ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ คือ
ครูต้องใช้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและมีโอกาสเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน ครูต้องจัด
ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มระหว่างทำกิจกรรม ครูต้องรักษาเวลาในการจัดกิจกรรม ครูควรแจกใบ
ความรู้หรือแนะนำแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม ครูไม่ควรแจกเอกสารทั้งหมดในครั้งเดียวตั้งแต่เริ่มสอน และ
ครูต้องเรียกเก็บใบกิจกรรมเพียงครั้งเดียว และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อน
เรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนใน
ทุกหัวข้อเนื้อหา และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนระหว่างหัวข้อเนื้อหาที่มีความ
แตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
พันธุศาสตร์

A DEVELOPMENT OF LEARNING ACHIEVEMENT AND ABILITY IN PROBLEM-SOLVING
IN SCIENCE THROUGH PROBLEM-BASED LEARNING IN GENETICS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Master of Education Degree in Biology

July 2016

Nontakorn Arunpruksakul. (2016). *A Development of Learning Achievement and Ability in Problem-solving in Science through Problem-based Learning in Genetics*. Master thesis, M.Ed (Biology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committees: Assoc. Prof. Achariya Rangsiruji, Ph.D., Asst. Prof. Somkiat Phornphisutthimas, Ph.D.

This research was classroom action research which focused on the development of problem-based learning activities in three topics in genetics (i.e., genetic inheritance; genetic modification; DNA technology and personal identification) and focused on both the learning achievement levels and the problem-solving abilities of the students who had learned through these learning activities. The objectives were to (1) investigate the approach to learning genetics through problem-based learning (PBL) and (2) investigate the learning achievements of the students and their problem-solving abilities. The participants included thirty five Grad Ten students from a large sized secondary school in Bangkok. The research instruments consisted of (1) problem-solving learning plans, (2) learning achievement tests, (3) activity worksheets and (4) a satisfaction questionnaire. The findings regarding learning through PBL revealed that (1) the teacher needs to use relevant situations, close to daily lives of the students; the teacher needs to divide students into groups for learning during activities; the teacher needs to control activity performances in terms of time; the teacher should supply knowledge sheets or provide additional resources; the teacher should not provide all of the documents at once; the teacher must take activity worksheets back after learning activities, and (2) learning achievements of the students between their pretest and posttest scores were significantly different ($p < 0.05$); and their posttest scores were higher than their pretest scores in all topics, and the problem-solving abilities between the topics showed significant differences ($p < 0.05$) with a trend of increased scores.

KEYWORDS : Genetics, Learning outcome, Problem-based learning, Problem-solving ability

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พันธุศาสตร์

โดยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน

ของ

นนทกร อรุณพฤกษ์กุล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรินท์ ชัยวิสุทธิทางกูร)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลัก ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา รั้งศิริจิ)

(อาจารย์ ดร.อนิษฐาน ศรีนวล)

.....ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ) (รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา รั้งศิริจิ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้เป็นอย่างดี เนื่องจากความกรุณาและการให้คำปรึกษาของรองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา รังษิรุจิ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ซึ่งท่านทั้งสองได้ให้คำชี้แนะ คำแนะนำต่าง ๆ ตั้งแต่เรื่องการเรียน การทำวิจัย จนกระทั่งการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงคอยติดตามดูแลการทำวิจัยของผู้วิจัยอยู่เสมอ ผู้วิจัยรู้สึกเป็นเกียรติอย่างยิ่งที่อาจารย์ทั้งสองท่านได้กรุณามาดูแลควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ และผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างสูงด้วยความนับถือ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์ ที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเขียนโครงร่างปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.รักษนก โคโต อาจารย์ ดร.ชนวรรณ เตชากร อาจารย์ ดร.ฐานา ชลธนากร และอาจารย์ธัญญา ศรีหมากสุข ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดรบัณฑิต ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขเครื่องมือในบางส่วนให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเขตพญาไท กรุงเทพมหานคร ที่ได้ให้ความกรุณาอนุญาตให้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณ คุณครูหรรษวิทย์ศาสตร์ทุกท่านในโรงเรียนแห่งนี้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยตลอดช่วงระยะเวลาการทำวิจัยเป็นอย่างดี ทั้งคำแนะนำต่าง ๆ และกำลังใจที่คอยมอบให้ผู้วิจัยอยู่เสมอ รวมถึงต้องขอขอบคุณนักเรียนในโรงเรียนแห่งนี้เช่นกัน ทั้งนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพก่อนนำไปใช้ และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในคาบชุมนุมวิทยาศาสตร์ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นกลุ่มที่ศึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้คอยสนับสนุนผู้วิจัยในด้านต่าง ๆ ในการทำวิจัยนี้ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจในการทำวิจัยอยู่เสมอ

คุณค่าและประโยชน์ใด จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยอุทิศแด่พระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

นนทกร อรุณพฤกษ์กุล

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
สมมติฐานของการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
หลักสูตรการเรียนรู้ในหัวข้อพันธุศาสตร์	8
การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน	15
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	21
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	32
ความสามารถในการแก้ปัญหา	35
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
3 วิธีดำเนินการวิจัย	46
การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา	46
แบบแผนในการวิจัย	47
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	48
การเก็บรวบรวมข้อมูล	57
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	58
จริยธรรมของการวิจัย	61

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	62
การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
ใบกิจกรรมระหว่างเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบสัมภาษณ์.....	62
การค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์	67
การตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง	
การเรียน.....	76
การตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรม	82
การตรวจสอบความพึงพอใจจากแบบสอบถามความพึงพอใจ	85
การตรวจสอบความรู้ที่ได้รับและความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์	86
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	95
สรุปผลของการวิจัย	95
อภิปรายผลของการวิจัย	96
ข้อเสนอแนะ	101
บรรณานุกรม	103
ภาคผนวก	110
ประวัติย่อผู้วิจัย	216

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การวิเคราะห์หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง พันธุศาสตร์	10
2 ตารางวิเคราะห์หลักสูตรสำหรับเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัย	50
3 การปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	72
4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ในแต่ละหัวข้อด้วย t -test for dependent samples	78
5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างหัวข้อเนื้อหาที่ใช้ใน การจัดการเรียนรู้ด้วย t -test for dependent samples	83
6 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาจำแนกรายด้านในแต่ละหัวข้อ	84
7 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้	85
8 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	86
9 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ ในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน	114
10 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ ในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน	115
11 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ ในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน	117
12 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ ในแต่ละหัวข้อจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน	118
13 ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	119
14 ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	120

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล	121
16 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของใบกิจกรรมระหว่างเรียน จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน	122
17 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน	122
18 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของใบกิจกรรมระหว่างเรียน จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน	123
19 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน	124
20 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบทดสอบความพึงพอใจ	125
21 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษา รายบุคคลในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	127
22 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษา รายบุคคลในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	128
23 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษา รายบุคคลในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล	129
24 ความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษา รายบุคคล ในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	130
25 ความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษา รายบุคคล ในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	131
26 ความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษา รายบุคคล ในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล	132

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 เนื้อหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	12
2 เนื้อหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	13
3 เนื้อหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจ สอบอัตลักษณ์บุคคล	15
4 กลไกในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	26
5 ขั้นตอนการดำเนินงาน ในลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน	48
6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อเนื้อหา	77
7 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ..	79
8 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	79
9 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล	80
10 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยของประชากรตัวอย่างในแต่ละหัวข้อ	82
11 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละหัวข้อเนื้อหา	83

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์ถือเป็นศาสตร์หนึ่งที่สำคัญที่เยาวชนของชาติจำเป็นต้องเรียนรู้ เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อชุมชน สังคม ประเทศชาติ ตลอดจนสังคมโลก และมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด ให้มีการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างสร้างสรรค์ ทำให้สามารถวิเคราะห์และวิจารณ์ข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างน่าเชื่อถือ รวมไปถึงช่วยส่งเสริมทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต จนกระทั่งสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นระบบ กระทรวงศึกษาธิการจึงมีการกำหนดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ว่าเยาวชนไทยทุกคนต้องได้เรียนวิทยาศาสตร์ โดยหวังว่านักเรียนจะได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ พร้อมสอดแทรกทักษะสำคัญในการค้นคว้าต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้จากการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตลอดจนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 78)

สำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบันมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเข้ามาประยุกต์ใช้ในห้องเรียน ซึ่งถือเป็นผลดีต่อนักเรียน เนื่องจากเป็นการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นกว่าการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิมนี้นักเรียนเน้นการบรรยายเป็นสำคัญทำให้นักเรียนไม่ได้รับประสบการณ์ตรงหรือพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันมากนัก แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้ในบางเรื่อง นักเรียนยังคงมีความสับสนและมีความเข้าใจในเนื้อหาที่คลุมเครือไม่ชัดเจน เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องนั้น ๆ มีความซับซ้อน ไม่สามารถจับต้องหรือมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้ยากแก่การเข้าใจ เช่น เนื้อหาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ ที่ต้องอาศัยจินตนาการและการเชื่อมโยงข้อมูลจำนวนมากเพื่อทำความเข้าใจ ซึ่งไม่เพียงแต่นักเรียนเท่านั้นที่มักเกิดความสับสนในเนื้อหาวิชาและเกิดความคลาดเคลื่อนในความเข้าใจ แต่ครูผู้สอนเองในบางครั้งก็เกิดความสับสนและเกิดความคลาดเคลื่อนด้วยเช่นกัน (ทัศนียา รัตนฤทัย; และนฤมล ยุตาคม. 2549: 313–327) อีกทั้งจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ได้ทำ

การสำรวจความคิดเห็นของผู้ที่เคยผ่านการเรียนวิชาชีววิทยามาแล้วต่อความยากในแต่ละหัวข้อ เนื้อหา พบว่าแม้จะเป็นเวลาอย่างน้อย 15 ปี ความเห็นต่อการเรียนรู้ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง พันธุศาสตร์ ยังคงเป็นเนื้อหาที่ยากแก่การเข้าใจไม่เปลี่ยนแปลง (Bahar; Johnstone; & Hansell. 1999: 84–86)

นอกจากนี้จากประสบการณ์ตรงของผู้วิจัยในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง พันธุศาสตร์ ด้วยวิธีการบรรยายร่วมกับการสืบเสาะพบว่า นักเรียนจำนวนมากไม่เข้าใจบทเรียน มีความสับสนในการแยกอัลลีลที่เป็นคู่กันของยีนหนึ่ง ๆ ระหว่างการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาเพื่อทำนายลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในแต่ละรุ่นได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้เนื้อหาเกี่ยวกับการตัดต่อพันธุกรรมเพื่อสร้าง DNA สายผสมรวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA ซึ่งต้องอาศัยความรู้พื้นฐานมาประยุกต์ใช้ก็เช่นเดียวกัน นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนไปก่อนหน้ามาอธิบายหลักการทำงานของเทคโนโลยีทาง DNA รูปแบบต่าง ๆ ทำให้ไม่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ได้อย่างถ่องแท้ ดังนั้นวิธีการจัดการเรียนรู้ในเรื่อง พันธุศาสตร์ ที่มักใช้การบรรยายเป็นสำคัญจึงควรได้รับการปรับปรุงให้ส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

การจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) เนื่องจากการใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการนำเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นหรือมีอยู่จริงในชีวิตประจำวันมาทำการศึกษา โดยเริ่มจากการกำหนดปัญหาและพยายามค้นหาคำตอบในเวลาต่อมา ซึ่งการเรียนรู้ในรูปแบบนี้เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถกระตุ้นความอยากรู้อยากเรียนของนักเรียนได้จากข้อสังเกตหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ส่งผลให้นักเรียนต้องการค้นหาคำตอบและพยายามค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยขณะที่ทำการค้นคว้าหาความรู้นักเรียนจะได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดกระบวนการคิด และการแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง (ทิตนา แคมมณี. 2557: 137–138) นอกจากนี้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานยังเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังเป็นทักษะที่ตรงกับความคาดหวังทั้งในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการในหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และในการเรียนรู้ยุคปัจจุบันหรือศตวรรษที่ 21 ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะ 3 ด้านควบคู่ไปกับการเรียน ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนและนวัตกรรม ทักษะด้านการใช้ชีวิตและการทำงาน และทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. 2556: 10–13)

ดังนั้นเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น และเพื่อส่งเสริมทักษะในการแก้ปัญหาของนักเรียนควบคู่ไปกับการเรียน ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ใน 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และ 3) เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล โดยทำการศึกษาแก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียนเป็นระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา และทำการตรวจสอบใน 2 ประเด็น คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายไว้ด้วยกัน 2 ข้อดังนี้

1. เพื่อค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ จากการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้
2. เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ส่งผลให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้รับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ที่มีคุณภาพ และยังได้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตลอดจนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับครูผู้สอนที่สนใจปรับปรุงการสอนของตนในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง พันธุศาสตร์ เนื่องจากเรื่องดังกล่าวเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากต่อการเข้าใจของนักเรียน อีกทั้งการเรียนรู้ในรูปแบบดั้งเดิมหรือการบรรยายไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจแก่นักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากนัก การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่ใช้ปัญหาเป็นฐานจากงานวิจัยนี้จึงเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้มากขึ้นและชัดเจนขึ้นจากการลงมือ ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง รวมถึงเป็นการส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ในการใช้ชีวิตประจำวันซึ่งเหมาะกับนักเรียนในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะในการแก้ปัญหาที่จำเป็นต้องพัฒนาเพื่อใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันที่มักมีความซับซ้อนและสามารถพบเจอได้ตลอดเวลา ทั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมเอง หรือปัญหาอื่น ๆ ในสังคม นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ยังสนับสนุนให้

นักเรียนได้มีการคิด การแสดงออก และการทำงานเป็นกลุ่ม ในการทำกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งมีความน่าสนใจและกระตุ้นนักเรียนให้สนุกกับการเรียนได้มากกว่าการฟังบรรยายที่นักเรียนมักได้รับ

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเขตพญาไท กรุงเทพมหานคร ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการชักตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) รวมทั้งสิ้น 35 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
2. การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม
3. เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดระยะเวลาการวิจัยไว้ทั้งสิ้น 2 ปีการศึกษา (สิงหาคม 2557–สิงหาคม 2559) และได้กำหนดระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มศึกษาไว้ทั้งสิ้น 1 ภาคการศึกษา ซึ่งเป็นภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 11 สัปดาห์ หรือ 11 คาบเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับความรู้และพัฒนาทักษะความสามารถต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตจากการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนในกลุ่มขนาดเล็ก โดยครูผู้สอนใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนเป็น

เครื่องมือในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน เกิดความอยากรู้อยากค้นคว้าหาคำตอบ จนกระทั่งนักเรียนได้สืบค้นหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งครูผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนและแนะนำสิ่งต่าง ๆ แก่นักเรียน สำหรับปัญหาที่นำมาใช้ในการศึกษาเรียนรู้เกิดจากการจำลองขึ้นของครูผู้สอน และกระบวนการในการเรียนรู้สามารถสรุปได้เป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมของนักเรียน ในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในหัวข้อที่กำลังจะเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างกว้าง ๆ รวมถึงอธิบายหรือทำการสอนในเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ เท่าที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในขั้นต่อไป เนื่องจากหัวข้อที่นำมาทำการวิจัยค่อนข้างยาก หากให้นักเรียนเริ่มต้นโดยไม่มีความรู้เดิมบางส่วน อาจยากต่อการเข้าใจในเนื้อหาหรือคำศัพท์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดปัญหา ครูผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการเรียนรู้ เกิดความอยากรู้อยากค้นหา และมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นพบปัญหา หลังจากนักเรียนรับรู้ถึงสถานการณ์ปัญหาแล้วนักเรียนจะได้พบกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนจัดทำขึ้น โดยให้นักเรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบสถานการณ์ที่จัดทำขึ้นนั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นการให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับสถานการณ์ปัญหา และให้นักเรียนในกลุ่มขนาดเล็กร่วมกันกำหนดว่ามีข้อมูลความรู้ใดที่ยังขาดหายไปซึ่งจำเป็นต้องหามาเติมเต็มเพื่อแก้ปัญหา รวมถึงวางแผนในการสืบค้นหาความรู้ต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อค้นหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาและพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองไปพร้อม ๆ กัน

ขั้นที่ 6 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นการให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมานำเสนอกันภายในกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการอภิปรายผล และร่วมสังเคราะห์ความรู้ที่ได้รับจากการค้นคว้าทั้งหมด

ขั้นที่ 7 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ทั้งหมดไปสรุปว่านักเรียนได้ความรู้หรือข้อมูลเรื่องใดมาบ้าง และประเมินค่าคำตอบที่ได้เหล่านั้นว่าสามารถนำไปแก้ไขปัญหาได้หรือไม่

ขั้นที่ 8 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน เป็นการให้นักเรียนนำเสนอผลสรุปต่าง ๆ จากการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีปัญหาเป็นฐานมานำเสนอหน้าชั้นเรียน รวมถึงให้เสนอวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่น่าจะเป็นไปได้จากความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับการประเมินค่ามาเรียบร้อยแล้ว นอกจากนี้เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอหน้าชั้นเรียนของนักเรียนทุกกลุ่ม ผู้สอนและนักเรียนจะร่วมกันประเมินผลการแก้ปัญหาที่ได้ของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาที่มีโอกาสเป็นไปได้มากที่สุด ซึ่งหากผู้สอนพบความเข้าใจที่ผิดพลาดบางประการของนักเรียน ผู้สอนต้องรีบแก้ไขความเข้าใจเหล่านั้นให้ถูกต้องในทันที

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อบ่งบอกถึงระดับความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมอง

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถทางสมองที่เกิดขึ้นในขณะที่อยู่ท่ามกลางความสับสนหรือความยุ่งยากในเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งถือเป็นปัญหาที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข เพื่อนำตนเองออกจากความยุ่งยากนั้นกลับสู่สภาวะที่สมดุล โดยความสามารถดังกล่าวจะเป็นการนำเอาความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวบุคคลมาทำการวิเคราะห์ร่วมกันกับปัญหาที่พบเจอด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ด้วยกัน 2 ข้อดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ มีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้
2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นขณะศึกษาวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรการเรียนรู้ในหัวข้อพันธุศาสตร์
 - 1.1 สารการเรียนรู้
 - 1.2 มาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.3 ตัวชี้วัด
 - 1.4 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
 - 1.5 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม
 - 1.6 เทคโนโลยีทาง DNA
2. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
 - 2.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
 - 2.2 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
 - 2.3 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.2 ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.3 กลไกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.4 ขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.2 วิธีการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. ความสามารถในการแก้ปัญหา

5.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

5.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

5.3 วิธีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรการเรียนรู้ในหัวข้อพันธุศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นเอกสารที่บ่งบอกขอบเขตของหลักสูตรในกลุ่มสาระวิชาต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มสาระวิชา โดยในแต่ละกลุ่มสาระวิชามีการกำหนดสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องได้รับ และมาตรฐานในการวัดประเมินนักเรียนในแต่ละสาระ โดยในส่วนของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์นั้น หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ได้รับการกำหนดไว้ดังนี้

1.1 สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์นั้นประกอบไปด้วย 8 สาระ คือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เนื้อหาในส่วนของพันธุศาสตร์จัดอยู่ในสาระที่ 1 ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หรือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ซึ่งมีสาระสำคัญคือ สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

1.2 มาตรฐานการเรียนรู้

จากสาระการเรียนรู้ที่ว่าด้วยสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาสาระในเรื่องพันธุศาสตร์นั้นพบว่ามีมาตรฐานภายในสาระสำคัญอยู่ทั้งหมด 2 มาตรฐานดังนี้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ดังนั้นหัวข้อเรื่องพันธุศาสตร์จึงจัดอยู่ในมาตรฐาน ว 1.2 สำหรับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

1.3 ตัวชี้วัด

สำหรับตัวชี้วัดที่เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ภายใต้การควบคุมของมาตรฐานการเรียนรู้ต่าง ๆ นั้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้จำแนกตัวชี้วัดแบ่งตามระดับชั้นของนักเรียน ซึ่งพบว่าเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ในมาตรฐาน ว 1.2 จัดอยู่ในระดับชั้น ม.4–ม.6 โดยมีตัวชี้วัดทั้งหมด 4 ตัวชี้วัด

แต่อย่างไรก็ตามตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระเรื่องพันธุศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จัดอยู่ในตัวชี้วัดที่ 1 และ 2 โดยมีเนื้อหาของตัวชี้วัดดังนี้

ตัวชี้วัดที่ 1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

ตัวชี้วัดที่ 2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ดังนั้นหากวิเคราะห์หลักสูตรจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องพันธุศาสตร์จะสามารถแสดงตารางวิเคราะห์หลักสูตรได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 การวิเคราะห์หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง พันธุศาสตร์

สาระที่	มาตรฐานที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิด ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยา ศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่มาสู่รุ่นลูกหลานได้ ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะที่ปรากฏ ดีเอ็นเอเป็นนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียวคู่เวียนขวา แต่ละสายประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์นับล้านหน่วย ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลเพนโทส ไนโตรจีนัสเบสสี่ชนิดและหมู่ฟอสเฟต โดยที่ลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์จะมีข้อมูลทางพันธุกรรมบันทึกอยู่มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในระดับยีนหรือโครโมโซม ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอ โดยมิวเทชันที่เกิดในเซลล์สืบพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกและหลานได้ การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นใหม่มีลักษณะที่แตกต่างกันหลากหลายชนิดก่อให้เกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ มนุษย์นำความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านพันธุวิศวกรรม การโคลนและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มาใช้ในการพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ มากขึ้นและแพร่หลาย การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่สร้างสิ่งมีชีวิตใหม่หรือสิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปรพันธุกรรมส่งผลกระทบต่อทั้งทางด้านที่เป็นประโยชน์และโทษต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

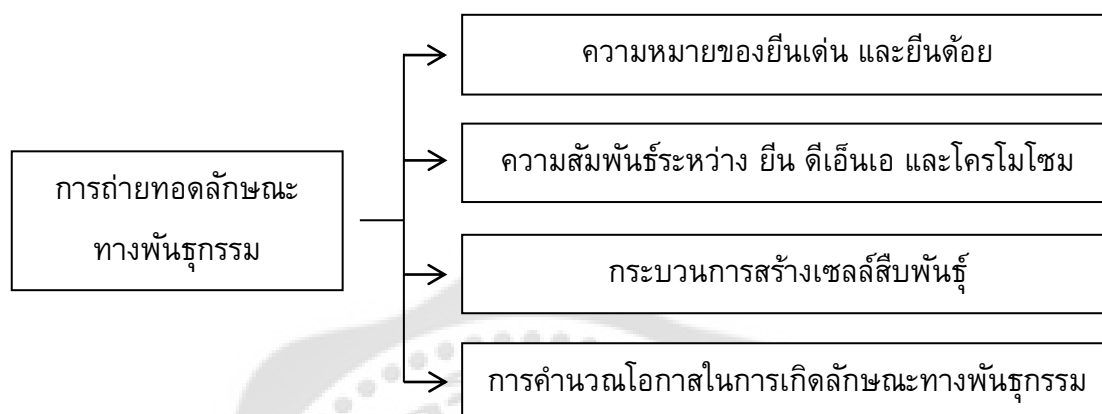
1.4 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตล้วนถูกกำหนดขึ้นมาจากสารพันธุกรรมที่อยู่ภายในเซลล์ แต่ละเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยสารพันธุกรรมเหล่านี้เป็นสารชีวโมเลกุลชนิดหนึ่งที่เรียกว่ากรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ซึ่งประกอบด้วย DNA และ RNA โดยจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ งานวิจัยพบว่า สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดมี DNA เป็นสารพันธุกรรมและมีส่วนน้อยที่มี RNA เป็นสารพันธุกรรม และยังค้นพบว่าโครงสร้างของ DNA ดังกล่าวเกิดจากการที่พอลินิวคลีโอไทด์ (polynucleotide) 2 สายมาเข้าคู่กันด้วยพันธะไฮโดรเจนและบิดเป็นเกลียวคู่เวียนขวาตามเข็มนาฬิกา ลักษณะคล้ายบันไดเวียน นอกจากนี้ DNA ที่อยู่ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะมีการจับกับโปรตีนบางชนิดและขดตัวให้มีขนาดเล็กจนสามารถบรรจุอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ได้ โดยหลังจากการขดตัวแล้วเราจะเรียกโครงสร้างนั้นว่า เส้นใยโครมาทิน (chromatin fiber) และจะมีการขดตัวมากที่สุดในระหว่างการแบ่งเซลล์ซึ่งเราจะเรียกโครงสร้างนั้นว่า โครโมโซม (chromosome) (กระทรวงศึกษาธิการ. 2556: 47–61)

แต่อย่างไรก็ตามโมเลกุลของ DNA หนึ่ง ๆ จะมีทั้งส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมและส่วนที่ไม่ได้ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยเราจะเรียกส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมว่า ยีน (gene) ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า ยีน คือ ส่วนใดส่วนหนึ่งของสารพันธุกรรมและเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ. 2556: 51) ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็นยีนเด่นที่เขียนแทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ และยีนด้อยที่เขียนแทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก นอกจากนี้ยีนบน DNA หรือบนโครโมโซมเหล่านี้ส่วนใหญ่ทำงานกันเป็นคู่ในรูปแบบต่าง ๆ ที่เรียกว่า จีโนไทป์ (genotype) เพื่อควบคุมลักษณะใดลักษณะหนึ่งให้เกิดการแสดงออกหรือที่เรียกว่า ฟีนোটป์ (phenotype) (กระทรวงศึกษาธิการ. 2556: 6–8)

คู่ของยีนหนึ่ง ๆ จะมียีนแต่ละยีนที่มาจากโครโมโซมคู่เหมือน (homologous chromosome) ที่มีลักษณะ รูปร่าง และตำแหน่งต่าง ๆ บนโครโมโซมเหมือนกันทุกประการ ซึ่งหากนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์เข้ากับการแบ่งเซลล์จะทำให้สามารถอธิบายกลไกการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้ กล่าวคือ ขณะที่สิ่งมีชีวิตทำการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โครโมโซมที่มีลักษณะเหมือนกันจะถูกแยกออกจากกันไปยังเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ ส่งผลให้ยีนที่เป็นคู่กันจะถูกแยกออกจากกันเพื่อไปยังเซลล์สืบพันธุ์ด้วยเช่นเดียวกัน เซลล์สืบพันธุ์ที่ได้จึงมียีนบรรจุอยู่เพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม จนกระทั่งเมื่อใดก็ตามที่สิ่งมีชีวิตมีการผสมพันธุ์กัน เซลล์สืบพันธุ์จากเพศผู้และเพศเมียที่มียีนเพียงครึ่งหนึ่งนั้นจะมาผสมกันได้เซลล์ลูกที่มียีนซึ่งสามารถเข้า

คู่กันได้อีกครั้งและควบคุมการแสดงออกลักษณะต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกับพ่อแม่ แต่อาจมีลักษณะที่แสดงออกแตกต่างกันไปบ้าง เนื่องจากรูปแบบของยีนที่เข้าคู่กันอาจไม่เหมือนกับรุ่นพ่อแม่ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2556: 46–47)



ภาพประกอบ 1 เนื้อหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

1.5 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

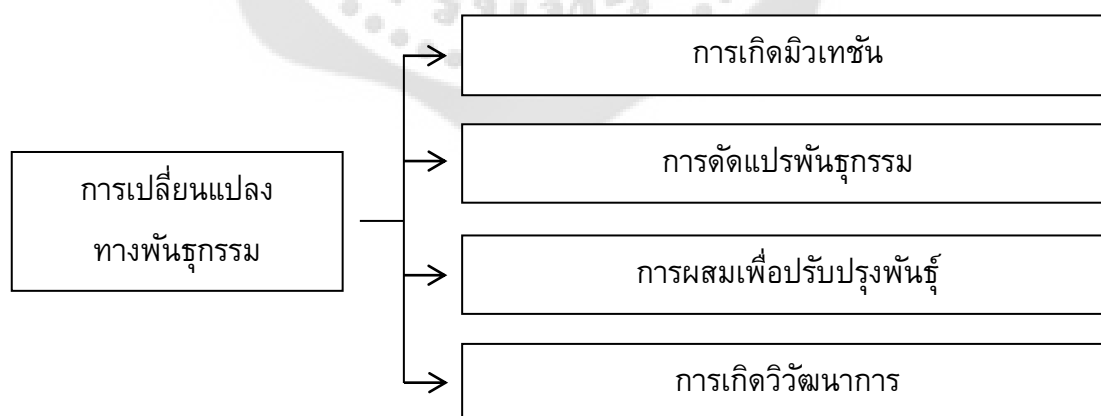
DNA เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งประกอบขึ้นมาจากพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายที่มาเข้าคู่กัน โดยแต่ละสายจะมีหน่วยที่เล็กที่สุดที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ซึ่งแต่ละนิวคลีโอไทด์จะมีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ หมู่ฟอสเฟต ไนโตรจีนัสเบส และน้ำตาลเพนโทสชนิดดีออกซีไรโบส แต่อย่างไรก็ตามนิวคลีโอไทด์แต่ละหน่วยจะแตกต่างกันเฉพาะส่วนของไนโตรจีนัสเบส ดังนั้น รูปแบบการเรียงลำดับเบสบนโมเลกุลของ DNA ในส่วนที่เป็นยีนจะเป็นตัวกำหนดการแสดงออกลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ. 2556: 54–61) หากการเรียงลำดับเหล่านี้แตกต่างไปจากบรรพบุรุษ หรืออาจผิดปกติไปจากเดิมที่ควรจะเป็น ลักษณะที่แสดงออกก็ย่อมแตกต่างกันไปจากเดิมเช่นเดียวกัน ซึ่งสิ่งที่ส่งผลให้พันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไปหรือลักษณะที่แสดงออกเปลี่ยนแปลงไปเหล่านี้เกิดขึ้นได้จากหลาย ๆ ปัจจัยด้วยกันทั้งเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติและเกิดขึ้นได้จากการกระทำของมนุษย์ เช่น กระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ การผสมกันอย่างสุ่มของเซลล์สืบพันธุ์ การตัดต่อพันธุกรรม การปรับปรุงพันธุ์จากการผสมพันธุ์ การเกิดกระบวนการมิวเทชัน หรือแม้กระทั่งการเกิดวิวัฒนาการ

มิวเทชัน คือ การเปลี่ยนแปลงลำดับหรือจำนวนของนิวคลีโอไทด์บนสาย DNA และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือจำนวนของโครโมโซมภายในเซลล์ ซึ่งอาจมีผลทำให้ลักษณะที่

แสดงออกเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ก็ได้ เนื่องจากการเกิดมิวเทชันในส่วนที่ไม่ใช่ยีนจะไม่ส่งผลต่อการแสดงออกลักษณะนั้น ๆ นอกจากนี้ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่เกิดจากมิวเทชันอาจถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานต่อไปหรือไม่ก็ได้เช่นเดียวกัน โดยหากเกิดมิวเทชันในเซลล์สืบพันธุ์ ความผิดปกติที่เกิดขึ้นนั้นจะสามารถส่งต่อไปลูกหลานได้โดยตรง แต่หากเกิดในเซลล์ร่างกาย ความผิดปกติที่เกิดขึ้นจะถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานได้ก็ต่อเมื่อเซลล์ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2556: 79–90)

การตัดต่อพันธุกรรมเป็นการสร้าง DNA สายผสม (recombinant DNA) โดยดัดแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะหรือคุณสมบัติตามที่ต้องการ ซึ่งการสร้าง DNA สายผสมนี้มีหลักการสำคัญ คือ ตัดยีนของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปใส่ในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เพื่อให้สิ่งมีชีวิตนั้นเกิดการแสดงออกที่แตกต่างไปจากเดิมตามความต้องการของมนุษย์ ซึ่งเอนไซม์ที่ใช้ในการตัดโมเลกุลของ DNA คือ เอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) ชนิดต่าง ๆ และเอนไซม์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ คือ เอนไซม์ไลเกส (ligase) (กระทรวงศึกษาธิการ. 2556: 94–97)

วิวัฒนาการ เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตไปจากบรรพบุรุษ ซึ่งลักษณะเหล่านั้นจะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไป โดยการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะเกิดขึ้นทีละเล็กละน้อย สิ่งมีชีวิตใดที่มีลักษณะที่เหมาะสมในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ จะถูกคัดเลือกให้มีชีวิตรอดและให้ลูกหลานต่อไป ซึ่งการเกิดวิวัฒนาการอาจจำเป็นต้องใช้ระยะเวลายาวนานจึงจะสามารถสังเกตได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2556: 124)



ภาพประกอบ 2 เนื้อหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

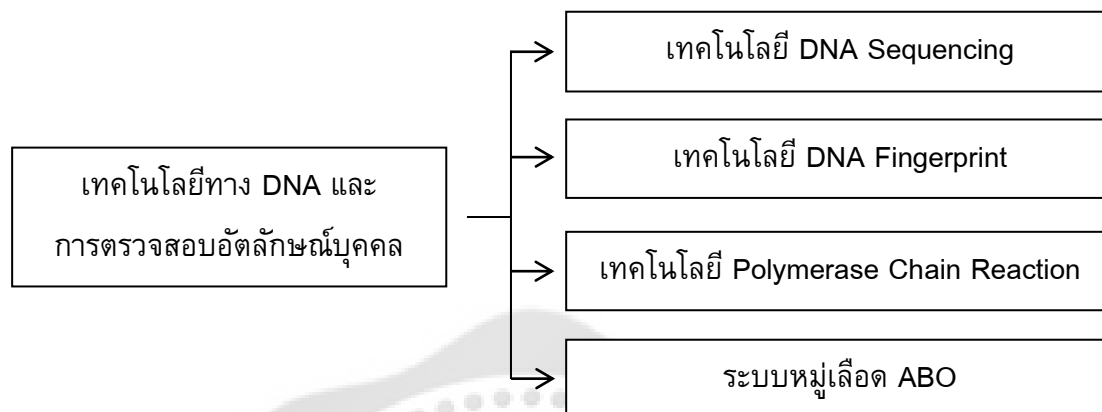
1.6 เทคโนโลยีทาง DNA

ความรู้ทางชีววิทยาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากมายหลากหลายรูปแบบ ซึ่งเราเรียกเทคโนโลยีที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้เหล่านี้ว่า เทคโนโลยีชีวภาพ เช่น การหมัก การโคลน และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่หากความรู้ที่นำมาประยุกต์ใช้นั้นเป็นความรู้ที่เฉพาะเจาะจงลงไปในเรื่องของพันธุกรรม เราจะเรียกเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นนั้นว่า เทคโนโลยีทาง DNA เช่น พันธุวิศวกรรม การหาลำดับเบสบนสาย DNA และการหาขนาดของ DNA ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในหลายๆ ลักษณะ เช่น ทางด้านการแพทย์สามารถนำไปตรวจวินิจฉัยโรคบางโรคได้ ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์สามารถนำไประบุตัวตนของบุคคลได้ และทางด้านการเกษตรกรรมสามารถนำไปดัดแปลงผลผลิตทางการเกษตรให้มีคุณภาพตามที่ต้องการได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2556: 94–119)

ลายพิมพ์ DNA (DNA fingerprint) เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA อย่างหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลในการระบุตัวบุคคล เนื่องจาก DNA ของคนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันไม่มากนัก ทำให้ลักษณะที่แสดงออกมีความแตกต่างกันแม้จะเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันก็ตาม โดยลายพิมพ์ DNA ของแต่ละบุคคลจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2556: 109–112)

แต่อย่างไรก็ตามการนำเทคโนโลยีทาง DNA ไปใช้ในด้านต่าง ๆ นั้น ควรใช้อย่างถูกวิธีและระมัดระวัง เนื่องจากกระบวนการต่าง ๆ ในการใช้เทคโนโลยีทาง DNA ล้วนเกี่ยวข้องกับสารพันธุกรรมซึ่งเป็นสิ่งที่ควบคุมลักษณะที่แสดงออกของสิ่งมีชีวิต โดยปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีทาง DNA ส่งผลให้การศึกษาทางชีววิทยาก้าวหน้าอย่างมาก และทำให้สิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ใหม่ ๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งมนุษย์เริ่มตระหนักถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการนำเทคโนโลยีทาง DNA เหล่านี้มาใช้ เช่น การใช้ยีนต้านยาปฏิชีวนะในการทำพันธุวิศวกรรม ซึ่งหากการควบคุมดูแลระหว่างการดำเนินการทดลองไม่มีประสิทธิภาพเพียงพออาจทำให้เกิดเชื้อโรคสายพันธุ์ใหม่ที่ดื้อยาปฏิชีวนะได้ และจากบทเรียนในอดีตของมนุษย์ที่สร้างสรรค์เทคโนโลยีต่าง ๆ และนำมาใช้ประโยชน์พบว่า ส่วนใหญ่มีผลกระทบอื่น ๆ ตามมาเสมอ ซึ่งเป็นผลกระทบที่รุนแรงต่อสิ่งแวดล้อมและวิถีการดำเนินชีวิต นอกจากนี้ในบางกรณีการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับจากการใช้เทคโนโลยีทาง DNA ไปใช้อาจเป็นการละเมิดสิทธิส่วนบุคคลได้อีกด้วย เช่น การนำข้อมูลจีโนมของบุคคลหนึ่ง ๆ ไปใช้เพื่อการพิจารณาบุคคลเข้าทำงานในองค์กร ดังนั้น ก่อนนำเทคโนโลยีทาง DNA แต่ละชนิดไปใช้ทุกครั้งจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จาก

เทคโนโลยีทาง DNA เหล่านั้นไปใช้ เพื่อให้เกิดผลกระทบต่องานที่มีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (กระทรวง ศึกษาธิการ. 2556: 118–119)



ภาพประกอบ 3 เนื้อหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล

2. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งถือเป็นการวิจัยที่มีการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตลอดระยะเวลาการวิจัย เพื่อให้ได้มาซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนมากที่สุด โดยความหมาย ลักษณะ และขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีผู้ให้คำนิยามไว้ดังนี้

2.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) เกิดจากการผสมผสานระหว่างการวิจัยปฏิบัติการ (action research) และการวิจัยในชั้นเรียน (classroom research) เพื่อระบุให้มีความจำเพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น โดยความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการและการวิจัยในชั้นเรียนมีผู้ให้คำนิยามไว้เป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ขอยกตัวอย่างเพียงอย่างละ 1 ความหมายดังนี้

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551: 5) ได้ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการไว้ว่า การวิจัยปฏิบัติการเป็นการรวบรวมหรือค้นหาข้อเท็จจริงตามขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปสำหรับการแก้ไขปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยผู้วิจัยมีการปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งบรรลุจุดประสงค์หรือสามารถแก้ไขปัญหาที่เผชิญอยู่ได้สำเร็จ

รัตนะ บัวสนธ์ (2552: 94) ได้ให้ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียนไว้ว่า การวิจัยในชั้นเรียนเป็นการวิจัยที่มุ่งค้นหาความจริงเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการแก้ปัญหาการเรียนของนักเรียนหรือแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาการสอนของครู

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนซึ่งเกิดจากการผสมผสานระหว่างการวิจัยปฏิบัติการและการวิจัยในชั้นเรียนข้างต้น จึงมีความหมายครอบคลุมความหมายของการวิจัยทั้ง 2 รูปแบบ ซึ่งมีผู้ให้คำนิยามไว้เป็นจำนวนมากเช่นเดียวกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

นวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม (2549: 3) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ความจริงอย่างต่อเนื่อง ในชั้นเรียนจนกว่าจะได้ผลตามเป้าหมายโดยครู เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อนักเรียน รวมถึงครูและผู้อื่นที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาการเรียนรู้อหรือพฤติกรรมของนักเรียนอย่างทันทีทันใด พร้อมทั้งมีการสะท้อนผลการปฏิบัติงานด้วย

วันทิพย์ สิ้นสูงสุด (2549: 15) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการวิจัยที่ทำไปพร้อมกับการจัดการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนเป็นผู้วิจัยและใช้ผลลัพธ์นั้นปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิผลของนักเรียน เนื่องจากการวิจัยปฏิบัติการเป็นการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นกระบวนการ มีการวางแผนการดำเนินการเพื่อให้ได้รับข้อค้นพบที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือสำหรับนำไปแก้ปัญหาหรือตัดสินใจการทำงานของตน และการวิจัยในชั้นเรียนเป็นการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำผลที่ได้ไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551: 50) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ของครูผู้สอนเพื่อนำมาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนหรือส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยนำผลการศึกษามาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียน การทำวิจัยเป็นไปอย่างรวดเร็วและนำผลไปใช้ทันที รวมถึงมีการสะท้อนข้อมูลกลับเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556: 34–35) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้อของนักเรียน โดยครูผู้สอนเป็นผู้วางแผนการแก้ปัญหา เริ่มจากศึกษาปัญหาการเรียนรู้อที่เกิดขึ้นกับนักเรียน และพยายามค้นหาวิธีหรือนวัตกรรมเพื่อใช้แก้ปัญหาเหล่านั้น จากนั้นลงมือปฏิบัติและสังเกตตรวจสอบผลการแก้ปัญหาเหล่านั้น รวมถึงทำการสะท้อนผลกลับต่อการแก้ปัญหาดังกล่าวเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งบรรลุผลสำเร็จ

สุวิมล ว่องวานิช (2557: 21) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการวิจัยที่ครูผู้สอนเป็นผู้วิจัยซึ่งเกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยนำผลการวิจัยไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนต้องทำอย่างรวดเร็ว สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ได้ทันที และเกิดการสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเพื่อให้ตนเองและเพื่อร่วมงานได้ร่วมกันอภิปรายแนวทางที่ได้รับรวมถึงผลที่เกิดขึ้น

จากความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการวิจัยที่เกิดขึ้นพร้อมกับการจัดการเรียนรู้ โดยมุ่งหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน หรือเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งบรรลุผลสำเร็จ โดยครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการวิจัยทั้งหมด ซึ่งเริ่มจากวางแผนการแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติ สังเกตตรวจสอบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ตลอดจนทำการสะท้อนผลจากการลงมือปฏิบัติด้วย

นอกจากนี้ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียน การวิจัยปฏิบัติการ และการวิจัยในชั้นเรียน สามารถนำมาใช้แทนกันได้ในกรณีที่ครูผู้สอนเป็นผู้วิจัยซึ่งทำการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในขณะจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

2.2 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

ลักษณะของการวิจัยในแต่ละรูปแบบย่อมมีความแตกต่างกันไป โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้

นวลเสนห์ วงศ์เชิดธรรม (2549: 4) ได้แบ่งลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. การวิจัยมีกระบวนการวิจัยที่ต่อเนื่องเป็นระบบ
2. ปัญหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นปัญหาเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน
3. การทำวิจัยเกิดขึ้นควบคู่ไปกับการจัดการเรียนรู้
4. การวิจัยเกิดจากผู้วิจัยเพียงคนเดียวหรือหลายคนก็ได้
5. การวิจัยเป็นการคิดค้นนวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้
6. มุ่งเน้นการแก้ปัญหาในชั้นเรียน ซึ่งอาจเกิดจากครูผู้สอนหรือนักเรียน
7. มีการนำผลการวิจัยไปใช้แก้ปัญหการเรียนรู้ในทันที
8. มีการนำเสนอผลการวิจัยเพื่อให้ผู้อื่นได้นำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551: 50) ได้แบ่งลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ในการวิจัยต้องเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนของผู้วิจัยเอง ซึ่งได้จากการสังเกตและเกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหาเหล่านั้นด้วยวิธีการของตนเอง
2. ผู้วิจัยที่ทำการวิจัยต้องเป็นครูผู้สอนที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรง ซึ่งได้สัมผัสกับนักเรียนของตนเองอยู่ตลอดเวลา ไม่ใช่เน้นการศึกษาทั่วไปหรือบุคคลภายนอก
3. ปัญหาที่เลือกมาศึกษาวิจัยควรเป็นปัญหาที่สำคัญและจำเป็นต้องเร่งแก้ไข
4. การดำเนินการวิจัยเป็นไปตามหลักการของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนจำนวนหนึ่งที่มีผลการเรียนไม่บรรลุตามเกณฑ์ หรือนักเรียนที่ครูผู้สอนต้องการส่งเสริมการเรียนรู้ให้ดีขึ้น ดังนั้นกลุ่มเป้าหมายจึงนิยมเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)
6. การวิจัยมีการดำเนินการแบบวงจร (circle) ด้วยวงจรการวิจัยที่มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนกลับ
7. การวิจัยสามารถดำเนินการวิจัยเป็นทีมได้ ซึ่งจะทำให้เกิดเครือข่ายและได้รับผลการวิจัยที่ขยายวงกว้าง
8. นักเรียนกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยคือนักเรียนของครูผู้สอนที่เป็นผู้วิจัยโดยตรง ดังนั้นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีเป้าหมายหลักที่นักเรียนเป็นสำคัญ

สุวิมล ว่องวาณิช (2557: 22) ได้อธิบายลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ดังนี้

1. ครูผู้สอนในห้องเรียนเป็นผู้วิจัย
2. การวิจัยเป็นการแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น
3. การดำเนินการวิจัยเกิดขึ้นในห้องเรียน
4. การดำเนินการวิจัยเกิดขึ้นขณะจัดการเรียนรู้
5. การดำเนินการวิจัยมีวงจรการทำงานต่อเนื่องและสะท้อนกลับการปฏิบัติงาน
6. การวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์แก่นักเรียน
7. การวิจัยมีการดำเนินการอย่างรวดเร็ว โดยครูผู้สอนนำวิธีการแก้ปัญหาที่คิดขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนทันทีและสังเกตผลลัพธ์ที่ตามมา

จากลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนตามที่ได้มีผู้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ไว้ดังนี้

1. การทำวิจัยเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับการจัดการเรียนรู้
2. ผู้วิจัยต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติการสอนด้วยตนเอง
3. ปัญหาที่ใช้ในการวิจัยต้องเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่ผู้วิจัยสังเกตเห็น
4. การทำวิจัยมีเป้าหมายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน
5. ขั้นตอนการวิจัยเป็นไปตามหลักการของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. นำผลที่ได้จากการวิจัยไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาในทันที
7. มีการดำเนินการวิจัยอย่างต่อเนื่องเป็นวงจร เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุด

2.3 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนสามารถแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็นชั้นต่าง ๆ ได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งในบทนี้จะขอยกตัวอย่างดังนี้

นวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม (2549: 11) ได้เสนอขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ดังนี้

1. การสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้
2. กำหนดปัญหาการวิจัยในชั้นเรียน
3. วางแผนพัฒนานวัตกรรมการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้
4. ลงมือปฏิบัติตามแผน
5. สะท้อนผลการปฏิบัติ

วันทิพย์ สิ้นสูงสุด (2549: 59) ได้แบ่งขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ดังนี้

1. เกิดปัญหา ขัดข้องใจ หรือความอยากรู้
2. กำหนดคำถามหรือข้อสันนิษฐานถึงวิธีการแก้ปัญหา
3. สำรวจหาแนวทางการแก้ไขปัญหา
4. ลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้
5. เก็บข้อมูลต่าง ๆ จากการดำเนินงาน
6. วิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผลการดำเนินงาน
8. รายงานผลการวิจัย

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551: 62–63) ได้เสนอขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหาในชั้นเรียน
2. การออกแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน
3. การค้นหาและพัฒนาแนวทางการศึกษา
4. การเขียนโครงการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน
5. การสร้างเครื่องมือการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน
6. การประมวลผลการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน
7. การเขียนรายงานการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

พิชิต ฤทธิ์บุญ (2556: 49) ได้เสนอขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้
2. การเลือกนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา
3. การออกแบบและสร้างนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา
4. การใช้ใช้นวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนา
5. การสรุปและรายงานผลการวิจัย

สุวิมล ว่องวาณิช (2557: 23) ได้เสนอว่าขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไม่แตกต่างไปจากวงจรการวิจัยแบบขดลวดหรือ PAOR ของ Kemmis (1988) ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการวิจัยได้ดังนี้

1. การวางแผน (plan) หมายถึง การวางแผนหลังจากวิเคราะห์และกำหนดหัวข้อปัญหาที่ต้องการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว
2. การปฏิบัติ (act) หมายถึง การลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้กำหนดไว้
3. การสังเกต (observe) หมายถึง การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติ
4. การสะท้อนผล (reflect) หมายถึง การสะท้อนผลหลังจากลงมือปฏิบัติ โดยให้ผู้เกี่ยวข้องได้วิพากษ์วิจารณ์ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขสำหรับการปฏิบัติงานต่อไป

สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนตามขั้นตอนการวิจัยแบบขดลวดหรือ PAOR โดยดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 3 รอบหรือ 3 วงจร ตามจำนวนหัวข้อเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ ในงานวิจัยนี้

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่มีในระบบการศึกษามาเป็นเวลานานและเริ่มมีการใช้กันมากขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งพบว่ามีผู้ให้ความหมาย หลักการ กลไก ขั้นตอน รวมถึงบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนไว้ดังนี้

3.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำหรับความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผู้ให้คำนิยามแตกต่างกันไป โดยมีตัวอย่างดังนี้

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545: 11–17) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสร้างสรรค์นิยม โดยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา อีกทั้งยังได้รับความรู้ตามเป้าหมายที่กำหนด

พิจิตร อุดตะโปน (2550: 14) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนซึ่งใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ และเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากการทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็ก ตลอดจนเป็นการนำทักษะที่ได้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวัน ส่วนครูมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ทิตนา แคมมณี (2557: 137–138) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยส่งเสริมให้นักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมาย โดยผู้สอนอาจนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์จริงที่เป็นปัญหา หรืออาจจำลองสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา เพื่อฝึกฝนกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปัญหาาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งถือเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหาได้อย่างชัดเจน ได้เห็นถึงทางเลือกและวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะการคิดและการแก้ปัญหา

สุนทร สันรพานนท์ (2558: 87–88) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการกระตุ้นความอยากรู้อยากเรียน ต้องการศึกษาค้นคว้าความรู้ต่าง ๆ เพื่อนำองค์ความรู้เหล่านั้นไปแก้ไขข้อสงสัยหรือปัญหาดังกล่าว โดยครูผู้สอนอาจจัดสภาพแวดล้อมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนได้เผชิญด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์รวมถึงกระบวนการในการแก้ปัญหา

Barrows; & Tamblyn (1980: 18) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากกระบวนการสร้างความเข้าใจในปัญหา และกระบวนการแก้ไขปัญหา โดยตัวปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ และกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล ตลอดจนกระตุ้นให้เกิด การสืบ ค้นหาข้อมูลตามที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจและวิธีการแก้ปัญหา

Duch (1995: Online) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการนำปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนมาใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และพัฒนาทักษะด้านการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้ตลอดชีวิต ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการค้นคว้าและการใช้ทรัพยากรในการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนรู้ในรูปแบบนี้คือความรู้ที่มีอยู่ก่อนหน้านี้

Gallagher (1997: 332–362) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มในการค้นคว้าหาวิธีในการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้จะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับเข้ากับการแก้ไขปัญหา ซึ่งปัญหาที่ใช้มีลักษณะที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะมุ่งพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ได้รับรวมถึงพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับความรู้และพัฒนาทักษะความสามารถต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตจากการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนในกลุ่มขนาดเล็ก โดยครูผู้สอนจะใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนเป็นเครื่องมือในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน เกิดความอยากรู้อยากค้นคว้าหาคำตอบ จนกระทั่งนักเรียนเกิดการสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนนำความรู้ที่ได้รับไปแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งครูผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนและแนะนำสิ่งต่าง ๆ แก่นักเรียน สำหรับปัญหาที่นำมาใช้ในการศึกษาเรียนรู้อาจเกิดจากการที่ครูผู้สอนน่านักเรียนไปพบสถานการณ์จริงหรืออาจจำลองขึ้นมาก็ได้

3.2 ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้ในแต่ละรูปแบบย่อมมีลักษณะที่แตกต่างกันไป โดยการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานมีหลักการสำคัญดังต่อไปนี้

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545: 11–17) ได้แบ่งลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้เป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นในกลุ่มของนักเรียนขนาดเล็ก
3. ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกหรือให้คำแนะนำแก่นักเรียนในการเรียนรู้
4. การเรียนรู้เป็นการใช้ปัญหาชักนำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้
5. ปัญหาที่นำมาเสนอแก่นักเรียนมีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน โดยปัญหาหนึ่ง ๆ

อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหานั้นได้หลายวิธี

6. นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหาโดยการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง
7. การประเมินผลการเรียนเป็นการประเมินจากสถานการณ์จริง โดยสังเกตจากความสามารถในการปฏิบัติ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 2–3) ได้แบ่งลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้เป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และเริ่มต้นการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

3. นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการค้นคว้าหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการทำให้นักเรียนจำเป็นต้องวางแผนการเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีเรียนรู้ และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. นักเรียนจะเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อประโยชน์ในการค้นคว้าหาความรู้ ทำให้ความรู้ที่ได้มีความหลากหลายจากการวิเคราะห์ข้อมูลรายบุคคลของนักเรียนจนกระทั่งนำมาสู่การสังเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวร่วมกัน นอกจากนี้ยังพัฒนาทักษะในการรับส่งข้อมูล เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกฝนการจัดระบบการทำงานของตนเอง เพื่อนำไปสู่การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

5. การเรียนรู้เป็นการบูรณาการความรู้เข้ากับทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้
นักเรียนได้รับความรู้และคำตอบที่ชัดเจน

6. ความรู้ที่ได้รับจะเกิดขึ้นหลังจากนักเรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา
เป็นฐานแล้วเท่านั้น

7. การประเมินผลจะเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง โดยพิจารณาจากการ
ปฏิบัติงานและความก้าวหน้าของนักเรียน

ทิสนา แคมมณี (2557: 138) ได้แบ่งลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ไว้เป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ผู้สอนและนักเรียนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความ
ต้องการ

2. นักเรียนได้ออกไปเผชิญกับสถานการณ์จริงที่เป็นปัญหา หรือผู้สอนมีการ
จำลองสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญกับปัญหา

3. ทั้งผู้สอนและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา และหาสาเหตุของปัญหา

4. นักเรียนมีการวางแผนการแก้ไขปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม

5. ผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือนักเรียนในการแสวงหาแหล่งความรู้ และ
การวิเคราะห์ข้อมูล

6. นักเรียนมีการศึกษาค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

7. ผู้สอนกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหามากหลายและ
คัดเลือกวิธีที่เหมาะสม

8. นักเรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และ
ประเมินผลด้วยตนเอง

9. ผู้สอนติดตามการปฏิบัติงานของนักเรียน และให้คำปรึกษาอย่างต่อเนื่อง

10. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งในด้านผลงาน และทักษะ
กระบวนการ

Barrows; & Tamblyn (1980: 191–192) ได้แบ่งลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐานไว้เป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ปัญหาจะต้องนำเสนอให้นักเรียนเป็นอันดับแรกในขั้นของการเรียนรู้

2. ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้เป็นปัญหาที่มีคล้ายคลึงกับปัญหาที่นักเรียนสามารถ
พบได้ในชีวิตจริง

3. นักเรียนจะร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มเพื่อแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะมีอิสระในการแสดงความสามารถทั้งในการให้เหตุผล การประยุกต์ใช้ความรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้

4. การเรียนรู้จะเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาเป็นแนวทางในการกำหนดกระบวนการเรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหา นั้น ๆ

5. ความรู้และทักษะต่าง ๆ จากการเรียนรู้จะเกิดหลังจากการได้แก้ไขปัญหาหรือหลังจากการทำงานที่ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้น

6. การเรียนรู้จะประกอบด้วยการทำงานในการแก้ไขปัญหาและการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีลักษณะที่บูรณาการทั้งความรู้ที่นักเรียนมีและทักษะกระบวนการเข้าด้วยกัน

จากลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามที่ได้มีผู้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งเป็นลักษณะการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ไว้ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวอาจเกิดจากการออกไปเผชิญกับสถานการณ์จริงที่เป็นปัญหา หรือผู้สอนจำลองสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาก็ได้

2. ปัญหาจะต้องนำเสนอให้นักเรียนเป็นอันดับแรกก่อนการเสาะแสวงหาความรู้เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการกำหนดแนวทางกระบวนการเรียนรู้

3. ปัญหาที่ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้จะต้องสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน หรืออาจเกิดขึ้นได้จริงในโลกปัจจุบัน

4. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะเป็นการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้เข้ากับทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งความรู้ และทักษะในการแก้ไขปัญหา

5. นักเรียนจะร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่กำหนดขึ้น โดยนักเรียนจะมีอิสระในการค้นคว้าหาความรู้ บริหารเวลา รวมถึงคัดเลือกวิธีเรียนรู้ด้วยตนเอง

6. การเรียนรู้จะยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางเนื่องจากนักเรียนจะต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. ครูผู้สอนจะเป็นเพียงผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนหรือให้คำปรึกษาแนะนำต่าง ๆ แก่นักเรียน

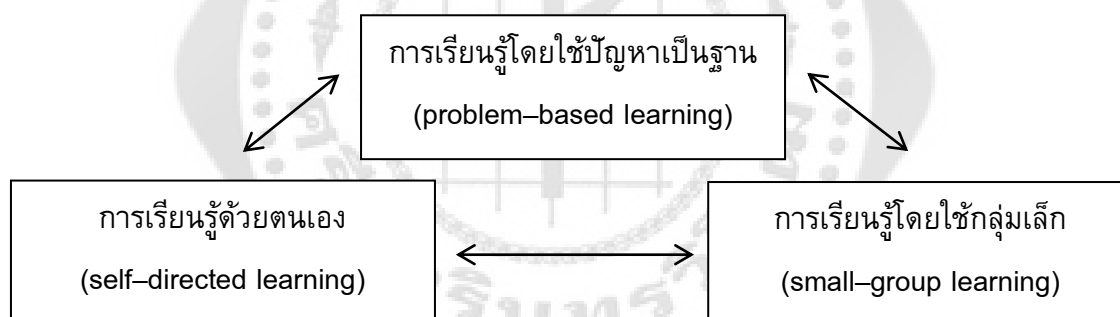
8. ครูผู้สอนจะมีการกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่หลากหลายและคัดเลือกวิธีที่เหมาะสม

9. สำหรับการประเมินผล ครูผู้สอนจะประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งในด้านผลงาน และทักษะกระบวนการ

3.3 กลไกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำหรับกลไกในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทองจันทร์ หงส์ดามรงค์ (2538: 6) ได้ให้คำอธิบายได้ดังนี้

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำเป็นต้องคำนึงถึงการให้นักเรียนได้ผ่านกลไก 3 ประการอย่างครบถ้วน คือ การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก โดยกลไกทั้ง 3 ประการนี้จะมีความสัมพันธ์กัน และเกิดขึ้นทุกขณะที่นักเรียนดำเนินการเรียนรู้



ภาพประกอบ 4 กลไกในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ที่มา: ทองจันทร์ หงส์ดามรงค์. (2538, พฤศจิกายน-ธันวาคม). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก. วารสารข่าวสารกองบริหารการศึกษ. 6(58): 6.

3.4 ขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถแบ่งกระบวนการเรียนรู้ออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งในบทนี้จะขอกล่าวอย่างดังนี้

Delisle (1997: 26-36) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหา เป็นขั้นตอนของการสร้างปัญหา โดยปัญหาที่สร้างขึ้นนี้จะต้องทำให้นักเรียนมีความรู้สึกว่ปัญหาดังกล่าวมีความสำคัญต่อตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดโครงสร้าง เป็นขั้นตอนในจัดเตรียมเพื่อกออกแบบกระบวนการเรียนรู้ โดยโครงสร้างดังกล่าวประกอบด้วย แนวคิดต่อปัญหา ข้อเท็จจริงจากปัญหา สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม และแผนการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นเข้าพบปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเข้าไปเผชิญกับปัญหาเป็นกลุ่ม เพื่อทำการสำรวจ โดยการสำรวจปัญหาจะสำรวจตามโครงสร้างของการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 กล่าวคือ เมื่อพบกับปัญหานักเรียนแต่ละกลุ่มจะกำหนดแนวคิดต่อปัญหาว่าสามารถแก้ไขได้หรือไม่ จะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด ความรู้เรื่องอะไรที่น่าจะนำไปใช้แก้ปัญหา จากนั้นอภิปรายถึงข้อเท็จจริงจากโจทย์ที่กำหนด แล้วกำหนดว่าต้องค้นคว้าความรู้ในส่วนใดเพิ่มเติม รวมถึงกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้ดังกล่าวด้วย หลังจากนั้นแต่ละคนภายในกลุ่มแยกย้ายกันไปศึกษาค้นคว้าตามที่วางแผนไว้ และนำมาเสนอต่อกลุ่ม จนได้รับความรู้ที่มากเพียงพอต่อการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้าพบปัญหาอีกครั้ง เป็นขั้นตอนที่กลุ่มนักเรียนจะนำความรู้ที่ได้มาสังเคราะห์รวมกัน และประเมินว่าเพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ หากไม่เพียงพอ กลุ่มจะทำการกำหนดสิ่งที่ต้องการหาเพิ่มเติมและทำการค้นคว้าจนกระทั่งได้รับความรู้ที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นผลิตผลงาน เป็นขั้นตอนในการใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหา หรือสร้างผลผลิตขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ และนำเสนอผลผลิตนั้นให้ชั้นเรียนได้ทราบผลร่วมกัน

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลงานและแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนในการประเมินผลงานของนักเรียนจากผู้สอนและนักเรียนเอง ซึ่งประเมินทั้งด้านความรู้ และด้านทักษะต่าง ๆ

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (center for problem-based learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998: 35-43; citing Illinois Problem-Based Learning Network. 1996) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมของนักเรียน ในขั้นนี้จะทำการเตรียมให้นักเรียนมีความพร้อมในการเผชิญกับปัญหา โดยจะให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวเนื่องถึงเรื่องที่จะสอนอย่างกว้าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นพบปัญหา ในขั้นตอนนี้จะมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนให้กำหนดบทบาทของตนเองในการแก้ปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นนิยามว่า เรารู้อะไร เราจำเป็นต้องรู้อะไร ในขั้นนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาสิ่งที่ตนเองมีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และเตรียมให้นักเรียนพร้อมที่จะรวบรวมข้อมูล

เพื่อนำไปแก้ปัญหา โดยในขั้นนี้นักเรียนจะเข้าใจถึงปัญหาและพร้อมที่จะสำรวจค้นคว้าหาความรู้ มีการกำหนดสิ่งที่รับรู้จากสถานการณ์ปัญหา สิ่งที่จะต้องเรียนรู้เพิ่มเติม ซึ่งจะมีการระบุแหล่งข้อมูลที่จะค้นคว้าด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นกำหนดปัญหา ในขั้นตอนนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนให้กำหนดปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์ที่เผชิญ และกำหนดเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด เพื่อช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาที่ดี

ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และเสนอข้อมูล ในขั้นตอนนี้ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มจะช่วยกันค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาเสนอต่อกลุ่มให้มีความเข้าใจตรงกัน

ขั้นที่ 6 ขั้นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้เชื่อมโยงข้อมูลความรู้ที่ได้รับจากการค้นคว้าเข้ากับปัญหาที่กำหนดไว้ แล้วพยายามหาวิธีการแก้ไขปัญหานั้นที่สามารถเป็นไปได้มากที่สุด

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมินค่าของคำตอบ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนในการสนับสนุนให้นักเรียนให้ประเมินค่าข้อมูลความรู้ที่ได้รับมาจากการค้นคว้าเพื่อนำมาแก้ไขปัญห และประเมินว่าผลของคำตอบที่ได้จากปัญหานั้น ๆ ทำให้นักเรียนรู้อะไร ซึ่งนักเรียนจะแสดงเหตุผล และร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามานั้นเป็นพื้นฐาน

ขั้นที่ 8 ขั้นการแสดงผลคำตอบและการประเมินผลงาน ในขั้นตอนนี้เป็นการให้นักเรียนได้แสดงถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ โดยนักเรียนจะเสนอผลงานออกมาที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 9 ขั้นตรวจสอบปัญหาเพื่อขยายความรู้ ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ต่อไป นอกเหนือจากประเด็นต่าง ๆ ที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 6-8) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่ปัญหาจากสิ่งที่นักเรียนสนใจ จนนำมาซึ่งความต้องการค้นคว้าหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจในตัวปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่นักเรียนจะกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน และดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากวิธีการที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ค้นคว้าได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน มีการอภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้รับ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความหมายเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่ม จากนั้นทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดลำดับองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

อัญชลี ชยานุวัชร (2554: 1-30) ได้อธิบายถึงขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ได้นำมาใช้ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 อธิบายคำศัพท์ที่ไม่เข้าใจ ซึ่งเป็นการให้นักเรียนทำความเข้าใจคำศัพท์และข้อความที่ปรากฏอยู่ในโจทย์ให้เกิดความชัดเจน

ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา เป็นการให้นักเรียนร่วมกันระบุปัญหาหลักที่ปรากฏในโจทย์ และตั้งคำถามจากโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ระดมสมอง เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนระดมสมองจากคำถามที่กลุ่มนักเรียนได้ร่วมกันกำหนดขึ้น โดยอาศัยความรู้เดิมของสมาชิกกลุ่มทุกคน และให้ยึดถือว่าทุกความคิดมีความสำคัญ

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ปัญหา นักเรียนในแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ปัญหาและตั้งสมมติฐานที่เชื่อมโยงกันกับปัญหาตามที่ได้ระดมสมองกัน ช่วยกันคิดอย่างมีเหตุผล จนกระทั่งสรุปเป็นความรู้และแนวคิด

ขั้นที่ 5 สร้างประเด็นการเรียนรู้ เป็นการที่นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อค้นหาข้อมูลที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้นักเรียนจะร่วมกันสรุปความรู้ส่วนใดที่รู้แล้วและส่วนใดที่ยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อตอบปัญหานั้น

ขั้นที่ 6 ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องไปค้นคว้าหาความรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อค้นหาคำตอบและพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองไปพร้อม ๆ กัน

ขั้นที่ 7 รายงานต่อกลุ่ม เป็นขั้นตอนของการนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าของแต่ละคนมาอภิปราย วิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ก่อนนำไปเสนอให้กับบุคคลอื่น ภายในกลุ่ม

โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบและผสมผสานขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ที่ได้นำเสนอไปข้างต้น เพื่อให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้และสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้ ซึ่งสามารถสรุปได้เป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมของนักเรียน ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะให้นักเรียนได้อภิปรายในหัวข้อที่จะทำการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างกว้าง ๆ รวมถึงทำการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ เท่าที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ต่อไป เนื่องจากหัวข้อที่นำมาทำในการวิจัยค่อนข้างยาก หากให้นักเรียนเริ่มต้นโดยไม่มีความรู้เดิมบางส่วน อาจยากต่อการเข้าใจในเนื้อหาหรือคำศัพท์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดปัญหา ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการเรียนรู้ ความอยากรู้อยากค้นหา และมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นพบปัญหา หลังจากนักเรียนรับรู้ถึงสถานการณ์ปัญหาแล้วนักเรียนจะได้พบกับสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนจัดทำขึ้น โดยให้นักเรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบสถานการณ์ที่จัดทำขึ้นนั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นการให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับสถานการณ์ปัญหา และให้นักเรียนร่วมกันในกลุ่มขนาดเล็กกำหนดว่ามีข้อมูลความรู้ใดที่ยังขาดหายไปซึ่งจำเป็นต้องหามาเติมเต็มเพื่อแก้ปัญหา รวมถึงวางแผนในการสืบค้นหาความรู้ต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนดให้

ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อค้นหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาและพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองไปพร้อม ๆ กัน

ขั้นที่ 6 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นการให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมานำเสนอกันภายในกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการอภิปรายผล และร่วมสังเคราะห์ความรู้ที่ได้รับจากการค้นคว้าทั้งหมด

ขั้นที่ 7 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ทั้งหมดไปสรุปว่านักเรียนได้ความรู้หรือข้อมูลเรื่องใดมาบ้าง และประเมินค่าคำตอบที่ได้เหล่านั้นว่าสามารถนำไปแก้ไขปัญหาคำตอบได้หรือไม่

ขั้นที่ 8 ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน เป็นการให้นักเรียนนำผลสรุปต่าง ๆ จากการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มีปัญหาเป็นฐานมานำเสนอหน้าชั้นเรียน รวมถึงให้เสนอวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่น่าจะเป็นไปได้จากความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับการประเมินค่ามาเรียบร้อยแล้ว นอกจากนี้เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอหน้าชั้นเรียนของนักเรียนทุกกลุ่ม ผู้สอนและนักเรียนจะร่วมกันประเมินผลการแก้ปัญหาที่ได้ของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาที่มีโอกาสเป็นไปได้มากที่สุด ซึ่งหากผู้สอนพบความเข้าใจที่ผิดพลาดบางประการของนักเรียน ผู้สอนต้องรีบแก้ไขความเข้าใจเหล่านั้นให้ถูกต้องในทันที

3.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

บทบาทของครูและนักเรียนภายในห้องเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีความแตกต่างจากการเรียนรู้แบบปกติอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบนี้มีผลสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยในงานวิจัยนี้จะขอยกกล่าวถึงเพียงบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนที่สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 9–13) ได้ให้ไว้ซึ่งมีเนื้อหา ดังนี้

สำหรับผู้สอน ครูผู้สอนควรมีบทบาททั้งหมด 8 ประการดังนี้

1. ต้องมุ่งมั่น ตั้งใจ รู้จักแสวงหาความรู้ เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ
2. ต้องรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล เข้าใจถึงศักยภาพของนักเรียน เพื่อให้คำแนะนำช่วยเหลือได้ตลอดเวลา
3. ต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างถ่องแท้ทุกขั้นตอน เพื่อให้คำปรึกษาแก่นักเรียนได้ถูกต้อง
4. ต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และการติดตามประเมินผล การพัฒนาของนักเรียน
5. ต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
6. ต้องมีจิตวิทยา สามารถสร้างแรงจูงใจแก่นักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิด การตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา

7. ต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของนักเรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้แบบนี้

8. ต้องมีความรู้ ความสามารถ ด้านการวัด และการประเมินผลนักเรียนตามสภาพจริง ให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

สำหรับนักเรียน นักเรียนควรมีบทบาททั้งหมด 4 ประการดังนี้

1. ต้องปรับทัศนคติในบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง
2. ต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างมีระบบ
3. ต้องได้รับการวางพื้นฐาน และฝึกทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
4. ต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังจากการเรียนรู้ได้จัดทำขึ้น กระบวนการหนึ่งที่สำคัญเพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการเรียนรู้คือการวัดและประเมินผล โดยการวัดและประเมินผลที่นิยมตรวจสอบมากที่สุดคือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผู้ให้คำนิยามแตกต่างกันไป ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ยกตัวอย่างดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 19) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นการทดสอบที่มุ่งทดสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของนักเรียนว่า หลังการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ แล้วนักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้น ๆ เพียงใด

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 295) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

จินตนา ช่วยด้วง (2547: 29) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ซึ่งเกิดจากการกระทำที่ประสานกันและอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา

แสดงออกในรูปของความสำเร็จ ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

จากการให้ความหมายเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่หลากหลายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากได้รับกระบวนการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อบ่งบอกถึงระดับความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมอง โดยการวัดพฤติกรรมเหล่านั้นจะวัดจากเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2 วิธีการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิธีการวัดและการประเมินผลนั้นมีความหลากหลายค่อนข้างสูงขึ้นอยู่กับผู้วิจัยจะเลือกใช้เครื่องมือใดในการวัดและใช้เกณฑ์ใดในการประเมินผล

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น อธิพัทธ์ สุวทันพรกุล (2557: 45–50) ได้แบ่งเครื่องมือในการวัดประเมินผลเป็นดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบการพูดคุยซักถามระหว่างนักเรียนกับผู้สอนเพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ โดยการสัมภาษณ์จะทำการหาข้อเท็จจริงและเพื่อปรึกษาปัญหาหรือประเด็นที่น่าสนใจ ซึ่งอาจดำเนินการภายในหรือนอกห้องเรียนก็ได้

2. แบบสังเกต เป็นเครื่องมือที่ผู้สอนใช้ประกอบการสังเกตนักเรียนแต่ละคนหรือเป็นกลุ่มในเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยในการสังเกตที่ดีควรสังเกตนักเรียนทีละคน ระบูปฏิกริยาที่สังเกตให้ชัดเจน จัดเวลาสังเกตให้เป็นระบบ รวมถึงการสังเกตซ้ำ ๆ กันหลายครั้งในต่างช่วงเวลา

3. แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่ให้ผู้ตอบเขียนตอบลงในแบบสอบถาม

4. แบบทดสอบ เป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วยชุดของข้อคำถามที่สร้างขึ้นเพื่อให้ นักเรียนแสดงพฤติกรรมออกมาให้ผู้สอนสังเกตและวัดได้ ใช้ในการวัดพุทธิพิสัย รวมถึงเจตคติ และด้านทักษะ

ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัด และมีการแบ่งระดับพฤติกรรมในการวัดของแบบทดสอบอิงตามรูปแบบของคลอปเฟอร์ (Klopper) ซึ่งเป็นระดับพฤติกรรมที่นิยมใช้ในการวัดในวิชาวิทยาศาสตร์ โดย ประวิตร ชูศิลป์ (2524: 25) ได้กล่าวถึงระดับพฤติกรรมของคลอปเฟอร์ ไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรวัดทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียน

ได้รับ จึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ความจำ ซึ่งเป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมา โดยมักจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลงต่าง ๆ คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ
2. ด้านความเข้าใจ ซึ่งเป็นความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ แปลความ โดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมา
3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. ด้านการนำไปใช้ ซึ่งเป็นความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ โดยเฉพาะการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สำหรับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถทำการประเมินได้ในหลาย ๆ ลักษณะ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการประเมินและเกณฑ์การประเมิน โดยในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ของการประเมินคือเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากความแตกต่างของผลการทดสอบทั้ง 2 ครั้งด้วยการคำนวณทางสถิติ t – test for dependent samples โดยพิจารณาว่าผลการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ และทำการคำนวณค่าความก้าวหน้าทางการเรียน ด้วยวิธี average normalized gain (Hake, 1998) ซึ่งมีการแปลความหมายดังนี้

- คะแนน 0.00 – 0.29 แปลว่า ความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำ
- คะแนน 0.30 – 0.69 แปลว่า ความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง
- คะแนน 0.70 – 1.00 แปลว่า ความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง

4.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับ การจำแนกของบุคคล โดยการจำแนกจะขึ้นอยู่กับว่าต้องการยึดเกณฑ์ใด ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้มีผู้กำหนดไว้เป็นจำนวนมาก ในงานวิจัยนี้จะขอยกตัวอย่างการจำแนกแบบทดสอบตามเกณฑ์ต่าง ๆ ตาม ศิริชัย กาญจนวาสี (2552: 167–169) ซึ่งได้แบ่งเกณฑ์ในการจำแนกแบบทดสอบไว้ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง ซึ่งสามารถแบ่งแบบทดสอบได้เป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ และแบบทดสอบที่ครูสร้างเอง

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา ซึ่งจะแบ่งแบบทดสอบตามเนื้อหาสาระที่ทำการเรียนรู้ในหัวข้อนั้น ๆ หรือกลุ่มการเรียนรู้สาระนั้น ๆ

3. จำแนกตามการใช้ ซึ่งจะแบ่งแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบความพร้อมเพื่อตรวจสอบทักษะพื้นฐานที่จำเป็นของนักเรียนก่อนการเรียนรู้ แบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อตรวจสอบปัญหาที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมความเข้าใจของนักเรียนต่อเนื้อหาหรือจุดประสงค์ที่คลาดเคลื่อนระหว่างการเรียนรู้ แบบทดสอบสมรรถภาพเพื่อตรวจสอบระดับความสามารถของนักเรียนเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่คาดหวัง และแบบทดสอบเชิงสำรวจเพื่อตรวจสอบระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียนต่อเนื้อหาการเรียนรู้ทั้งหมดที่ผ่านมาในการเรียนแต่ละหัวข้อใหญ่ ๆ

4. จำแนกตามรูปแบบการแปลผล ซึ่งสามารถแบ่งแบบทดสอบเป็น แบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกระดับความสามารถของนักเรียนที่มีแตกต่างกันโดยแปลความจากการเปรียบเทียบความสามารถกับเกณฑ์ที่ผู้สอนตั้งไว้ และแบบทดสอบอิงกลุ่มที่ใช้ในการจำแนกระดับความสามารถของนักเรียนที่มีความแตกต่างกันโดยแปลความจากการเปรียบเทียบความสามารถระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ ซึ่งสามารถแบ่งแบบทดสอบเป็น แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ และแบบทดสอบประเภทเลือกคำตอบ

โดยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในงานวิจัยนี้เลือกใช้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นมาเองในการตรวจสอบหากจำแนกตามผู้สร้าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์หากจำแนกตามเนื้อหา แบบทดสอบความพร้อมร่วมกับแบบทดสอบเชิงสำรวจหากจำแนกตามการใช้ แบบทดสอบอิงเกณฑ์หากจำแนกตามการแปลผล และแบบทดสอบประเภทเลือกคำตอบหากจำแนกตามรูปแบบการตอบ

5. ความสามารถในการแก้ปัญหา

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับความรู้และพัฒนาทักษะความสามารถต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการแก้ปัญหาจากการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ดังนั้นหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนอกจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแล้ว ควรตรวจสอบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับด้วย

5.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นได้มีผู้ให้ความหมายไว้เป็นจำนวนมาก โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ยกตัวอย่างความหมายที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาจากหลายแหล่งไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 9) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นความสามารถทางสมองในการจัดสถานะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้สมดุลกลืนกลับมาสู่สถานะที่เราคาดหวัง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555: 182) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่ได้รับการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันก็ได้ โดยแนวทางแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องใช้เทคนิค วิธีการต่าง ๆ ที่เป็นลำดับขั้นตอนคือ การกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจกับปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผล การแก้ปัญหา ตลอดจนการตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น ๆ

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554: 72) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนในการแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการหรือทักษะที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์

Gagne (1970: 63) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่อาศัยการนำหลักการตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปมาใช้ร่วมกันจนเกิดเป็นความสามารถด้านการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทนี้ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหมด

Good (1973: 518) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิธีดำเนินการขณะอยู่ในสภาวะยากลำบาก หรือสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่รวบรวมมาได้ โดยมีการตั้งสมมติฐานต่อปัญหาที่พบและมีการตรวจสอบสมมติฐานนั้นภายใต้การควบคุม

จากความหมายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ในงานวิจัยนี้จะขอทำการสรุปว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถทางสมองที่เกิดขึ้นในขณะที่อยู่ท่ามกลางความสับสนหรือความยุ่งยากในเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งถือเป็นปัญหาที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขเพื่อนำตนเองออกจากความยุ่งยากนั้นกลับสู่สถานะที่สมดุล โดยความสามารถดังกล่าวจะเป็น

การนำความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวบุคคลมาทำการวิเคราะห์ร่วมกันกับปัญหาที่พบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ในการแก้ไขปัญหามหาวิทยาลัยทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นที่จะต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการแก้ไขปัญหามาเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือ และสมเหตุสมผล สามารถเป็นที่ยอมรับได้ กระบวนการดังกล่าวได้มีผู้กำหนดไว้ในหลายรูปแบบโดยจะขอยกตัวอย่างดังนี้

Bloom (1956: 122) ได้กำหนดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. เมื่อนักเรียนพบกับปัญหา นักเรียนจะเชื่อมโยงความรู้เดิมกับปัญหาที่พบ
2. นักเรียนใช้ผลจากการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับปัญหามาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่
3. นักเรียนทำการจำแนกปัญหา
4. นักเรียนเลือกทฤษฎี หลักการ แนวคิดและวิธีการที่จะใช้แก้ปัญหาให้เหมาะสม
5. นักเรียนสรุปวิธีการแก้ปัญหาที่ศึกษาค้นคว้า และคิดว่าเหมาะสมที่สุด
6. ผลที่ได้จากการเรียนรู้

Guilford (1967: 313) ได้กำหนดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ขั้นการเตรียมการ ซึ่งเป็นขั้นการตั้งปัญหาหรือค้นพบปัญหา
2. ขั้นการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นขั้นของการพิจารณาหาสาเหตุของปัญหาที่ค้นพบ
3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นขั้นของการหาวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วแสดงออกมาในรูปของวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผล ซึ่งเป็นขั้นของการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ และหากผลที่ได้ยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้องจะต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหามาใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง
5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ ซึ่งเป็นขั้นการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในเหตุการณ์อื่น ๆ ต่อไปที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาเดิม

Weir (1974: 17) ได้กำหนดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ขั้นเสนอปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

จากกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลต่าง ๆ ข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการสรุป และดัดแปลงกระบวนการดังกล่าวเพื่อให้เหมาะสมต่อการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
2. ขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหา
3. ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา
4. ขั้นสรุปผลและรายงานผล

5.3 วิธีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหามีความหลากหลายค่อนข้างสูง เช่นเดียวกับการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรายละเอียดได้กล่าวไว้ในหัวข้อของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวข้างต้นแล้ว

สำหรับการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้จะวัดจากใบกิจกรรมซึ่งอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ และมีการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนตามเกณฑ์ที่ได้รับการดัดแปลงมาจากหนังสือคู่มือประเมินสมรรถนะของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2555: 54-57) โดยจะนำผลคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่ได้ในแต่ละหัวข้อมาเปรียบเทียบกับกันด้วยสถิติ t – test for dependent samples เพื่อตรวจสอบหาแนวโน้มการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนในงานวิจัยครั้งนี้

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยของนักวิจัยท่านอื่นเป็นจำนวนมาก เพื่อค้นหาข้อค้นพบต่าง ๆ และค้นหาแนวคิดในการทำงานวิจัย โดยผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาดังต่อไปนี้

สิริวรรณ ตระสุสานนท์ (2542) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ได้แก่แผนการสอนโดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT แผนการสอนโดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา โดยผลการศึกษา

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กนกกรานต์ ฤกษ์ผ่องศรี (2546) ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ใช้โปรแกรมการเรียนรู้แบบร่วมมือและแบบทดสอบสถานการณ์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และหากเปรียบเทียบนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับนักเรียนที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547) ได้สร้างชุดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมดังกล่าวโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

พิจิตร อุตตะโปน (2550) ได้สร้างชุดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และศึกษาผลการเรียนรู้และความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ดังกล่าว โดยเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ชุดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบประเมินตนเองของนักเรียน แบบประเมินนักเรียนรายบุคคลโดยครู แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้รายกลุ่ม แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับ 0.01 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

บุญนำ อินทนนท์ (2551) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ศุภร ไชยพันธ์ (2553) พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง บรรยายากศ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะทางสังคม รวมถึงความคงทนของความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว โดยเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง บรรยายากศ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะทางสังคม ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.74/80.07 และมีดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 0.6633 นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางสังคมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 อีกทั้งนักเรียนยังสามารถมีความคงทนของความรู้หลังจากเรียนรู้ไปแล้ว 2 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 99.38 ของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ซึ่งไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอีกด้วย

กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน (metacognition) ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ โดยเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแบบปรนัย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

0.01 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ศุจิภา เพชรล้วน (2554) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีเครื่องมือที่ใช้ได้แก่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกันด้วยเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

วรรณภา ชื่นนอก (2554) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ลมฟ้าอากาศแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นกัน

วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์ (2554) ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความสนใจในการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหากับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู โดยเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและแบบทดสอบวัดความสนใจในการเรียนวิชาภาษาไทย ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหารวมถึงความสนใจในการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหานั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ความสามารถในการคิด

แก้ปัญหา รวมถึงความสนใจในการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่มยังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 อีกด้วย

ศิริลักษณ์ วิทยา (2555) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และศึกษาประสิทธิผลของชุดกิจกรรมดังกล่าวกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ ชุดกิจกรรมเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้ยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในเรื่องปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมข้างต้นมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศิรินทรธรร โคตรสิงห์; ประวิต เอราวรรณ์; และมนัญญา ศิวารมย์. (ตุลาคม 2556–มีนาคม 2557) ได้พัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และทดลองใช้รูปแบบการสอนดังกล่าวกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา แบบประเมินพฤติกรรมทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้เมื่อนำรูปแบบการสอนนี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รวมถึงมีพฤติกรรมทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้นด้วย

วรุณี ศรีโพธิ์ และสุภาพร พรไตร (2557: 118–127) ศึกษาและสร้างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีจุดประสงค์ด้วยกัน 4 ข้อ ได้แก่ เพื่อสำรวจวิธีการจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะในหัวข้อเรื่องดังกล่าวที่ใช้การจำลองและบทบาทสมมติเป็นฐาน ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรม ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมครูเน้นการบรรยาย โดยกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นหลังจากการสำรวจเป็นกิจกรรมแบบสืบเสาะ 5E และได้รับการประเมินว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดี ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของครูและนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ทั้งครูและนักเรียนต่างมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรม

อรปรียา พรม่วงค์ (2557) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาค้างนี้มีค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เท่ากับ 0.6169 ซึ่งหมายความว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น (ร้อยละ 61.69)

อโณทัย นันทสุนทร (2558) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง พันธุกรรม โดยเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณยังผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อีกด้วย

Candela (1998) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาผู้ช่วยพยาบาลชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักศึกษาผู้ช่วยพยาบาลชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มลงทะเบียนเรียนวิชาเดียวกันแต่ศึกษาอยู่คนละวิทยาเขต ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่อย่างไรก็ตามนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความคิดเห็นว่าการสร้างของการเรียนสับสนมากกว่า โดยผู้วิจัยได้เห็นเหตุผลไว้ว่า นักศึกษาไม่คุ้นเคยกับการเรียนรู้ในลักษณะนี้มาก่อนจึงมีความคิดเห็นในลักษณะดังกล่าว

Sungur; Tekkaya; & Geban. (2006: 155–160) ศึกษาในหัวข้อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตกับนักเรียนในประเทศตุรกีในระดับชั้นปีที่ 10 หรือประมาณระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของประเทศไทย ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานเปรียบเทียบกับรูปแบบการเรียนรู้แบบบรรยาย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แม้ว่าคะแนนจากการทดสอบของกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนมีความพึงพอใจและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยพิจารณาจากการตอบแบบสอบถามของนักเรียน

Klegeris; & Hurren (2011) ศึกษาผลกระทบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในชั้นเรียนขนาดใหญ่ทั้งในด้านการรับรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษามหาวิทยาลัย โดยตรวจสอบผลจากการเข้าเรียนของนักเรียน การสอบถามทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ รวมถึงแบบฝึกหัดวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลกระทบเชิงบวกต่อการกระตุ้นความตั้งใจในการเรียนและการมีส่วนร่วมของนักศึกษาในชั้นเรียน โดยนักศึกษาแสดงความเห็นว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยให้เข้าใจเนื้อหา รวมถึงมีความคงทนของความรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบปกติ นอกจากนี้จากการตรวจสอบแบบฝึกหัดยังพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นอีกด้วย

Klegeris; Bahniwal; & Hurren (2013) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทั่วไปของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับชั้นเรียนขนาดใหญ่และนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับชั้นเรียนขนาดใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทั่วไปหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่นักศึกษาที่ไม่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทั่วไปหลังเรียนกับก่อนเรียนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อค้นหาข้อค้นพบต่าง ๆ และเพื่อหาแนวทางในการทำงานวิจัย ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนได้ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่วนใหญ่ เน้นศึกษากับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมากกว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้

ปัญหาเป็นฐานทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา
2. แบบแผนในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดกลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเขตพญาไท กรุงเทพมหานคร ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการชักตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) จากคาบกิจกรรมชุมนุม ซึ่งห้องเรียนดังกล่าวเป็นชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 35 คน ประกอบด้วยผู้ชาย 17 คน ผู้หญิง 18 คน เนื่องจากนักเรียนชุมนุมวิทยาศาสตร์เป็นนักเรียนที่มีความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนกลุ่มอื่นจึงเหมาะสมกับการศึกษาวิจัยที่ต้องการนักเรียนที่ให้ความร่วมมือกับงานวิจัยครั้งนี้

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดระยะเวลาของการวิจัยไว้ทั้งสิ้น 2 ปีการศึกษา (สิงหาคม 2557 – สิงหาคม 2559) โดยในปีการศึกษาแรกเป็นการคิดหัวข้องานวิจัย ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และจัดทำโครงร่างงานวิจัย ส่วนในปีการศึกษาที่สองเป็นการสอบเค้าโครงงานวิจัย จัดทำเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ดำเนินงานวิจัย โดยจัดการเรียนรู้งกับกลุ่มที่ศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผล ตลอดจนจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

สำหรับระยะเวลาที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มที่ศึกษา ผู้วิจัยใช้ไปทั้งสิ้น 1 ภาคการศึกษา ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 11 สัปดาห์ (11 คาบเรียน) จากคาบกิจกรรมชุมนุม ซึ่งแบ่งเป็นปฐมนิเทศและการทำแบบทดสอบก่อนเรียน 1 สัปดาห์ การจัดการเรียนรู้ และการทำแบบทดสอบหลังเรียน 9 สัปดาห์ การทำแบบสอบถามความพึงพอใจและการสัมภาษณ์นักเรียนอีก 1 สัปดาห์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

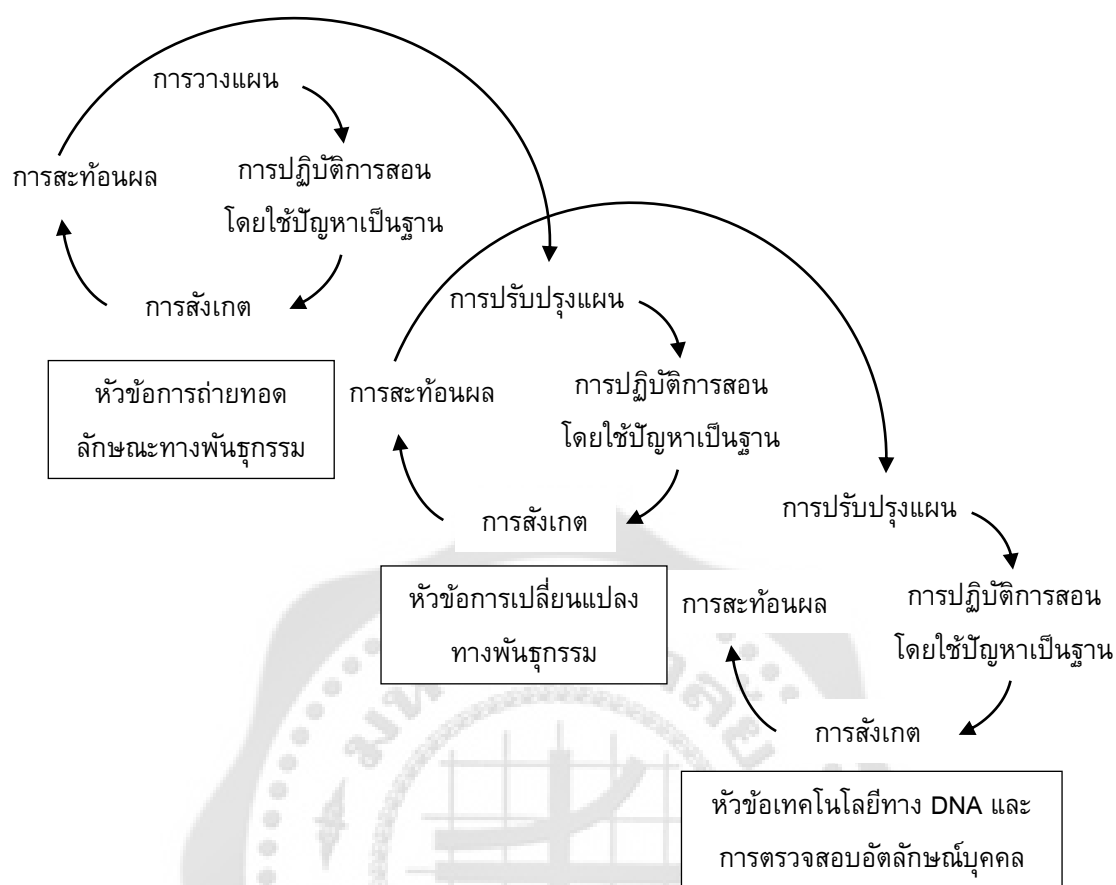
1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
2. การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม
3. เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล

แบบแผนในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) โดยมีขั้นตอนการทำวิจัยเป็นไปตามวงจรการวิจัยแบบขดลวด หรือ PAOR (สุวิมล ว่องวาณิช. 2557: 23; อ้างอิงจาก Kemmis. 1988) ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการวิจัยในแต่ละหัวข้อเนื้อหาได้ 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (plan) หมายถึง การวางแผนหลังจากวิเคราะห์และกำหนดหัวข้อปัญหาที่ต้องการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว
2. การปฏิบัติ (act) หมายถึง การลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้กำหนดไว้
3. การสังเกต (observe) หมายถึง การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติ
4. การสะท้อนผล (reflect) หมายถึง การสะท้อนผลหลังจากลงมือปฏิบัติ โดยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้วิพากษ์วิจารณ์ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขสำหรับการปฏิบัติงานต่อไป

นอกจากนี้ในระหว่างการดำเนินการวิจัยในแต่ละหัวข้อเนื้อหา ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมระหว่างเรียน



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการดำเนินงาน ในลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ จำนวน 3 แผน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 3 หัวข้อ หัวข้อละ 10 ข้อ
3. ใบกิจกรรมวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับ และต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์
5. แบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็นของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ที่ใช้ในการวิจัย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2551 ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง พันธุศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตและจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ ให้มีทิศทางที่ชัดเจนครอบคลุมตามมาตรฐานและตัวชี้วัดที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนด

2. ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ ในหัวข้อที่ต้องการทำวิจัย เพื่อนำความรู้ดังกล่าวมากำหนดกรอบเนื้อหาในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีเนื้อหาที่ครบถ้วนครอบคลุม (ตาราง 2)

3. ศึกษารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากหนังสือที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ก่อนหน้านี้ เพื่อกำหนดรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้

4. ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 กำหนดขอบเขตของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทั้งในแง่ของจุดประสงค์ของการเรียนรู้ แนวคิดที่นักเรียนควรได้รับ รวมถึงขอบเขตของเนื้อหาสาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

4.2 กำหนดสถานการณ์ปัญหาในหัวข้อที่ต้องการจัดการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ เนื้อหา แนวคิด และกระบวนการค้นหาข้อมูลความรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.3 กำหนดแหล่งเรียนรู้และรายละเอียดของแหล่งเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้สำหรับให้นักเรียนสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเองจากการเรียนรู้ในรูปแบบกลุ่ม ซึ่งความรู้ที่ได้จากการศึกษาด้วยตนเองเหล่านี้จะต้องมีบางส่วนสามารถเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดไว้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเองและนำความรู้ที่ได้เหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหา

4.4 กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์

5. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ ซึ่งประกอบไปด้วย ใบความรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงวิธีการวัดและประเมินผล

ตาราง 2 ตารางวิเคราะห์หลักสูตรสำหรับเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัย

สาระที่	มาตรฐานที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
1. สิ่งมีชีวิต กับกระบวนการ ดำรงชีวิต	ว 1.2 เข้าใจ กระบวนการและ ความสำคัญของการ ถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต ความ หลากหลายทาง ชีวภาพ การใช้ เทคโนโลยีชีวภาพ ที่ มีผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มี กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์	1. อธิบายกระบวนการ ถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน	สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อ แม่มาสู่รุ่นลูกหลาน มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลง ทางพันธุกรรมในระดับยีนหรือ โครโมโซม ซึ่งเป็นผลมาจาก การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ ดีเอ็นเอ การแปรผันทางพันธุกรรมทำ ให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดใหม่มี ลักษณะที่แตกต่างกัน หลากหลายชนิดก่อให้เกิดเป็น ความหลากหลายทางชีวภาพ
		2. สืบค้นข้อมูลและ อภิปรายผลของ เทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อ มนุษย์และสิ่งแวดล้อมและ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์	มนุษย์นำความรู้ทาง เทคโนโลยีชีวภาพ มาใช้ใน การพัฒนาให้เกิด ความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ

วิธีการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์

ในการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการตรวจสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการจัดการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อดังกล่าว 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และ ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 การตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบทั้งในแง่เนื้อหาสาระ รูปแบบของการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการใช้ระดับภาษา เพื่อหาจุดบกพร่องต่าง ๆ โดยตรวจสอบและให้คะแนนในแต่ละด้านด้วยมาตราปรมาณค่า (rating scale) 5 ระดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

ระดับ	5	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ระดับ	4	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
ระดับ	3	หมายความว่า	มีความเหมาะสมปานกลาง
ระดับ	2	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
ระดับ	1	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยการสรุปผลจะหาจากค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่านได้ให้ไว้ ซึ่งผลสรุปที่ได้จะสามารถแปลความหมายได้จากเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51–5.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51–4.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51–3.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51–2.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00–1.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.2 การตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาสาระ โดยพิจารณาเป็นค่าดัชนีความสอดคล้อง หรือค่า IOC ด้วยแบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบบประเมินจะเป็นมาตราปรมาณค่า 3 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

ระดับ	+1	หมายความว่า	สอดคล้อง
ระดับ	0	หมายความว่า	ไม่แน่ใจ
ระดับ	-1	หมายความว่า	ไม่สอดคล้อง

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ และกิจกรรมการเรียนรู้ มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัย เพื่อหาข้อบกพร่อง และนำมาปรับปรุงแก้ไข

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วหลังจากทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์

ในการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้การทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งวัดก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาความแตกต่าง โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล รวมถึงรูปแบบข้อสอบ และวิธีการสร้างข้อสอบ
2. ศึกษามาตรฐานและตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาในการออกข้อสอบ และกำหนดจุดประสงค์ในการออกข้อสอบแต่ละข้อให้ตรงกับความต้องการของผู้วิจัย และครอบคลุมมาตรฐานและตัวชี้วัดข้างต้นที่ได้ศึกษา
3. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาตรฐานและตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ กำหนดจำนวนข้อสอบในเนื้อหาแต่ละส่วนโดยจำแนกตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และกระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้
4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ (ปรนัย) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ แบ่งเป็นหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล อย่างละ 20 ข้อ โดยข้อสอบในแต่ละข้อจะอ้างอิงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร และมีข้อถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางชีววิทยาในหัวข้อดังกล่าว 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในข้อสอบ ความชัดเจนของคำถามและตัวเลือก และตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ด้วยแบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์

เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป ซึ่งแบบประเมินจะเป็นมาตรฐานค่า 3 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

ระดับ	+1	หมายความว่า	สอดคล้อง
ระดับ	0	หมายความว่า	ไม่แน่ใจ
ระดับ	-1	หมายความว่า	ไม่สอดคล้อง

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ ที่ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยและต้องเคยเรียนเรื่องดังกล่าวมาก่อนแล้ว เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจการจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อต่อไป

3. นำผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยหากตอบถูกต้องได้รับ 1 คะแนน และหากตอบไม่ถูกต้องได้รับ 0 คะแนน จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้ในแต่ละข้อไปหาค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) จากนั้นเลือกเก็บข้อสอบที่มีค่าความยาก-ง่ายอยู่ที่ 0.2–0.8 และค่าอำนาจการจำแนกอยู่ที่ 0.2 ขึ้นไป เป็นจำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็นหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล อย่างละ 10 ข้อ

4. จัดทำแบบทดสอบด้วยข้อสอบที่คัดเลือกไว้ในแต่ละหัวข้อ และนำไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยการคำนวณจากสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของครอนแบค (Cronbach) โดยกำหนดให้มีความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 0.5

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ ที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างใบกิจกรรมวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ในการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยรูปแบบปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ใบกิจกรรมระหว่างเรียน โดยมีขั้นตอนในการสร้างใบกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ศึกษาความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา และขั้นตอนการแก้ปัญหาจากหนังสือที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ก่อนหน้านี้
2. ศึกษาเกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้
3. ออกแบบใบกิจกรรมวัดความสามารถในการแก้ปัญหตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 กำหนดเกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยดัดแปลงเกณฑ์มาจากหนังสือคู่มือประเมินสมรรถนะของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2555: 54–57)

3.2 กำหนดคำชี้แจงและข้อคำถามต่าง ๆ ในใบกิจกรรมให้ครอบคลุมเกณฑ์การวัดที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งกำหนดพื้นที่กระดาษในการเขียนตอบ

4. สร้างใบกิจกรรมวัดความสามารถในการแก้ปัญหาตามที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้

วิธีการหาคุณภาพใบกิจกรรมวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ในการหาคุณภาพของใบกิจกรรมวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำใบกิจกรรมและเกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและภาษาที่ใช้ เพื่อหาจุดบกพร่องต่าง ๆ โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้คะแนนในแต่ละด้านด้วยมาตราประมาณค่า 5 ระดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

ระดับ	5	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ระดับ	4	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
ระดับ	3	หมายความว่า	มีความเหมาะสมปานกลาง
ระดับ	2	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
ระดับ	1	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยการสรุปผลจะหาจากค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่านได้ให้ไว้ ซึ่งผลสรุปที่ได้จะสามารถแปลความหมายได้จากเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2. นำใบกิจกรรมและเกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้อง โดยพิจารณาเป็นค่าดัชนีความสอดคล้อง หรือค่า IOC ด้วยแบบประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบบประเมินจะเป็นมาตรฐานค่า 3 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

ระดับ	+1	หมายความว่า	สอดคล้อง
ระดับ	0	หมายความว่า	ไม่แน่ใจ
ระดับ	-1	หมายความว่า	ไม่สอดคล้อง

3. นำใบกิจกรรมและเกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มาปรับปรุงแก้ไข ข้อผิดพลาดต่าง ๆ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

4. นำใบกิจกรรมและเกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

ในการตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามมาตรฐานค่า 5 ระดับ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดให้ตรวจสอบความพึงพอใจต่อเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้รับ และต่อกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำผลที่ได้มาอภิปรายร่วมกับผลการวิจัยในส่วนอื่น ๆ

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ และวิธีการสร้างแบบสอบถาม

3. จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้รับ และต่อกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 12 ข้อถาม ซึ่งเป็นลักษณะมาตรฐานค่า 5 ระดับ แบ่งเป็น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ต่อ 1 คำถาม โดยการแปลผลจะหาได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนน โดยรวมในแต่ละข้อคำถาม เปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายความว่ามีความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายความว่ามีความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายความว่ามีความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายความว่ามีความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายความว่ามีความพึงพอใจน้อยที่สุด

วิธีการหาคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจ

เมื่อสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้รับ และต่อกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยมีการตรวจสอบหาคุณภาพของแบบสอบถามตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบของแบบสอบถามเพื่อหาจุดบกพร่อง ๆ
2. แก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนในการแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็น

ในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ นอกจากตรวจสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ตรวจสอบจากการสัมภาษณ์เชิงวิชาการโดยใช้แบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้าง พร้อมกันนี้ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้ควบคู่ไปด้วย โดยแบบสัมภาษณ์ดังกล่าวมีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบสัมภาษณ์ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้แบ่งจุดประสงค์ของการสัมภาษณ์ออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหาสาระ และตรวจสอบความคิดเห็นของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้าง
3. จัดทำแบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการ และเชิงความคิดเห็นต่อเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามเชิงวิชาการจำนวน 9 ข้อ (หัวข้อเนื้อหาละ 3 ข้อ) และข้อคำถามเชิงความคิดเห็นต่อเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 ข้อ

วิธีการหาคุณภาพแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็น

เมื่อสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็นต่อเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยมีการตรวจสอบหาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ดังกล่าวดังต่อไปนี้

1. นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็นที่สร้างขึ้น ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์

2. แก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็นที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยจำนวนหนึ่งต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับต่อไปนี้

1. ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในทั้ง 3 หัวข้อ (การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล)

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ (3 คาบเรียน) โดยนักเรียนต้องทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนควบคู่ไปด้วยเพื่อใช้สำหรับตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

3. ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และทดสอบหลังเรียนเช่นเดียวกับข้อ 2 ถึงข้อ 3

5. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในหัวข้อ เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล และทดสอบหลังเรียนเช่นเดียวกับข้อ 2 ถึงข้อ 3

6. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ และใบกิจกรรมวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

7. ตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนต่อนื้อหาสาระที่ได้รับและต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจ

8. ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในแต่ละหัวข้อ รวมถึงความคิดเห็นของนักเรียนต่อนื้อหาสาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และลักษณะ การจัดการเรียนรู้

ด้วยการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 9 คน (30% ของนักเรียนทั้งหมด) ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย

จากขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยสามารถจำแนกเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บผลการสะท้อนได้ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบกิจกรรมระหว่างเรียนสำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบสอบถามความพึงพอใจต่อนเนื้อหาสาระที่ได้รับ และแบบสัมภาษณ์เชิงวิชาการ
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บผลการสะท้อน ได้แก่ บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็นต่อนเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละหัวข้อ ด้วยคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี *t-test for dependent samples*
2. ตรวจสอบค่าความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในแต่ละหัวข้อ ด้วยคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายบุคคล โดยวิเคราะห์ทางสถิติด้วย *average normalized gain* (Hake. 1998)
3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ระหว่างหัวข้อ ด้วยคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากใบกิจกรรมระหว่างเรียน โดยวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี *t-test for dependent samples*
4. ตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และต่อนเนื้อหาสาระที่ได้รับ ด้วยคะแนนที่ได้จากแบบสอบถาม โดยวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละข้อคำถามและเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

5. ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในแต่ละหัว รวมถึงตรวจสอบความคิดเห็นของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และลักษณะการจัดการเรียนรู้ ด้วยคำตอบที่ได้จากการสัมภาษณ์ โดยวิเคราะห์คำตอบเหล่านั้นและสรุปออกมาเป็นข้อความ

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจในการจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมที่มีปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์เป็นรายข้อ และใช้เทคนิค 50% ตามสูตร

$$p = \frac{p_H + p_L}{2}$$

$$r = \frac{p_H - p_L}{p_H + p_L}$$

เมื่อ	p	หมายถึง	ค่าความยาก-ง่าย
	r	หมายถึง	ค่าอำนาจในการจำแนก
	p_H	หมายถึง	$\frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามถูกในกลุ่มสูง}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง}}$
	p_L	หมายถึง	$\frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามถูกในกลุ่มต่ำ}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ}}$

6.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ วิเคราะห์จากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนแบค

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
	K	หมายถึง	จำนวนข้อสอบ
	S_i^2	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของแบบสอบถามแต่ละข้อ
	S_t^2	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งชุดแบบสอบถาม

6.3 สถิติที่ใช้การทดสอบสมมติฐาน t -test for dependent samples

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{N}}} ; df = n-1$$

เมื่อ	t	หมายถึง	ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที
	D	หมายถึง	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	หมายถึง	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน รายบุคคลที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียน
	$\sum D^2$	หมายถึง	กำลังสองของผลรวมของความแตกต่างระหว่าง คะแนนรายบุคคลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
	N	หมายถึง	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

6.4 ค่าความก้าวหน้า (average normalized gain)

$$\text{Gain percentage } \langle g \rangle = \frac{(\% \text{posttest} - \% \text{pretest})}{100 - \% \text{pretest}}$$

เมื่อ	$\% \text{posttest}$	หมายถึง	สัดส่วนของคะแนนที่ได้ต่อคะแนนทั้งหมด หลังเรียนหรือการเรียนรอบหลัง
	$\% \text{pretest}$	หมายถึง	สัดส่วนของคะแนนที่ได้ต่อคะแนนทั้งหมด ก่อนเรียนหรือการเรียนรอบก่อน

ซึ่งมีการแปลความหมายดังนี้

คะแนน 0.00 – 0.29	แปลว่า ความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำ
คะแนน 0.30 – 0.69	แปลว่า ความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง
คะแนน 0.70 – 1.00	แปลว่า ความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง

จริยธรรมของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่มีกลุ่มศึกษาเป็นมนุษย์ซึ่งจำเป็นต้องระมัดระวังอย่างยิ่งในการดำเนินการวิจัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ขออนุญาตทำการวิจัยก่อนล่วงหน้าและได้รับความยินยอมจากผู้อำนวยการโรงเรียนรวมถึงนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา โดยก่อนการดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้แจ้งให้นักเรียนและผู้ปกครองของนักเรียนได้ทราบถึงเหตุผลและความจำเป็นในการวิจัย ขั้นตอนต่าง ๆ ในการดำเนินงานวิจัย ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเก็บข้อมูล รวมถึงสิทธิในการเข้าร่วมหรือออกจากโครงการได้ตลอดเวลาที่ดำเนินการวิจัย รวมทั้งแจ้งชื่อ นามสกุล เบอร์โทรศัพท์และอีเมลของผู้วิจัยสำหรับติดต่อสอบถามในกรณีมีข้อสงสัยต่าง ๆ เกี่ยวกับงานวิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ส่งวนชื่อของโรงเรียนและชื่อของนักเรียนเป็นความลับ โดยจะใช้นามสมมติหรือรหัสแทนชื่อในการรายงานผลการวิจัย ซึ่งมีเพียงผู้วิจัยเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงข้อมูลดังกล่าวได้ เพื่อมิให้เกิดผลกระทบต่อโรงเรียนและนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาในภายหลัง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างกล่าว ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบกิจกรรมระหว่างเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบสัมภาษณ์
2. การค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์
3. การตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรม
5. การตรวจสอบความพึงพอใจจากแบบสอบถามความพึงพอใจ
6. การตรวจสอบความคิดเห็นและความรู้ที่ได้รับจากการสัมภาษณ์

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบกิจกรรมระหว่างเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบสัมภาษณ์

1.1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ มีทั้งสิ้น 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้หัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม หัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในกิจกรรม และใบความรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้อย่างกล่าวเมื่อได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยรวมทั้ง 3 แผน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากในทุก ๆ ด้านที่ประเมิน ยกเว้นด้านการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันของแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้ใน

หัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินให้ค่าความเหมาะสมเท่ากันโดยให้อยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น (3.50 ± 0.58) และด้านจำนวนของสื่อมีพอเหมาะกับเนื้อหาหรือไม่ของแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินให้ค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.75 ± 0.50) (ภาคผนวก ข)

ในรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้มีการปรับแก้ไขระดับภาษา โดยเปลี่ยนจากภาษาพูดเป็นภาษาเขียน แก้ไขคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ให้มีความหมายที่ถูกต้อง รวมถึงแก้ไขคำที่สะกดผิด ผู้วิจัยจึงพยายามปรับเปลี่ยนภาษาพูดทั้งหมดเป็นภาษาเขียน และแก้ไขคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ผิดความหมายตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงตรวจทานความถูกต้องในการสะกดคำ ทั้งในแผนการจัดการเรียนรู้และใบความรู้

สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ เมื่อได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม รวมถึงเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทั้งหมด

1.2 การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์ แบบเลือกตอบ (ปรนัย) 4 ตัวเลือก ทั้ง 60 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ หัวข้อละ 20 ข้อ เมื่อได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ $0.25 - 1.00$ และมีข้อเสนอแนะให้มีการปรับปรุงภาษาที่ใช้ในข้อคำถามบางข้อ เนื่องจากมีความกำกวมมากเกินไป หรือให้ปรับเปลี่ยนตัวเลือกในบางข้อ เนื่องจากตัวเลือกดังกล่าวไม่สามารถตอบคำถามในข้อนั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.6 และปรับปรุงแก้ไขภาษาที่ใช้ในข้อคำถามที่กำกวม รวมถึงปรับเปลี่ยนตัวเลือกในบางข้อให้ชัดเจนต่อคำถามมากยิ่งขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อสอบเหล่านี้ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษาต่อไป

หลังจากนำข้อสอบที่ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มศึกษา และนำข้อสอบแต่ละข้อมาวิเคราะห์ค่าความยาก-ง่าย (p) และอำนาจ

จำแนก (r) พบว่า ข้อสอบแต่ละข้อมีค่าความยาก-ง่ายอยู่ระหว่าง 0.070 – 0.930 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -0.277 – 0.799 จากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบข้อที่มีค่าความยาก-ง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.2 มาจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งจัดแบ่งเป็นแบบทดสอบ 3 ชุด ชุดละ 10 ข้อ เพื่อใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (ภาคผนวก ข)

เมื่อตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 ชุด ด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนแบค พบว่า แบบทดสอบหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม รวมถึงเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคลมีค่าเท่ากับ 0.782, 0.700 และ 0.953 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.5 ตามที่กำหนดไว้

1.3 การพัฒนาใบกิจกรรมระหว่างเรียน

ใบกิจกรรมระหว่างเรียนและเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เมื่อได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน พบว่า ทั้งใบกิจกรรมระหว่างเรียนและเกณฑ์การให้คะแนนดังกล่าวมีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุดในทุก ๆ ด้านที่ประเมิน (ภาคผนวก ข)

ในรายละเอียดของใบกิจกรรม ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้มีการปรับแก้ไขภาษา โดยเปลี่ยนจากภาษาพูดเป็นภาษาเขียน ผู้วิจัยจึงพยายามปรับเปลี่ยนภาษาพูดทั้งหมดเป็นภาษาเขียน นอกจากนี้คำถามในแต่ละข้อรวมถึงช่องว่างสำหรับเติมคำตอบในใบกิจกรรม ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับข้อความให้นักเรียนอ่านเข้าใจมากขึ้น และปรับปรุงช่องว่างที่เป็นคำตอบโดยใส่หมายเลขกำกับรวมถึงคำสำคัญลงในช่องว่างนั้น เพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้แก้ไขข้อความและช่องว่างที่เป็นคำตอบในใบกิจกรรมตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

1.4 การพัฒนาแบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับและต่อกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 12 ข้อคำถาม ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ เมื่อได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน พบว่า องค์ประกอบของแบบสอบถามความพึงพอใจและข้อคำถามทุกข้อมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้ (ภาคผนวก ข)

ในรายละเอียดของแบบสอบถามความพึงพอใจผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้มีการปรับแก้ไขภาษาที่ใช้ในบางข้อคำถามเพื่อให้อ่านเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับข้อคำถามจำนวนอย่างน้อย 2 ข้อ จาก 12 ข้อ ให้เป็นคำถามเชิงลบเพื่อป้องกันการสับสนเลือกคำตอบของนักเรียนโดยไม่อ่านข้อคำถาม ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ ของแบบสอบถามความพึงพอใจตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

1.5 การพัฒนาแบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์ลักษณะกึ่งโครงสร้างเชิงวิชาการและเชิงความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามเชิงวิชาการจำนวน 9 ข้อ (หัวข้อเนื้อหาละ 3 ข้อ) และข้อคำถามเชิงความคิดเห็นต่อเนื้อหาสาระและการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 ข้อ เมื่อได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษา (ครูพี่เลี้ยง) 1 ท่าน พบว่า องค์ประกอบของแบบสัมภาษณ์และข้อคำถามทุกข้อมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้

ในรายละเอียดของแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้มีการปรับแก้ไขภาษาที่ใช้ในบางข้อคำถามเพื่อให้อ่านเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น และแนะนำให้เพิ่มการพูดคุยเรื่องทั่ว ๆ ไป ก่อนเข้าสู่การสัมภาษณ์เพื่อลดภาวะตึงเครียดและความกดดันที่นักเรียนอาจได้รับขณะสัมภาษณ์ รวมถึงชี้แจงถึงจุดประสงค์ของการสัมภาษณ์ก่อนเริ่มการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ ของแบบสัมภาษณ์ตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

เมื่อผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้วพบว่า มีขั้นตอนในการสัมภาษณ์ดังนี้

1. เกริ่นนำโดยการพูดคุยกับนักเรียนในเรื่องทั่ว ๆ ไป ซึ่งเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน และพยายามจำกัดขอบเขตเรื่องราวต่าง ๆ ให้อยู่ภายในคาบกิจกรรมชุมนุมซึ่งเป็นช่วงที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

2. ชี้แจงถึงจุดประสงค์ของการสัมภาษณ์ ขั้นตอนในการสัมภาษณ์ รวมถึงการนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ไปใช้ในงานวิจัยซึ่งผู้วิจัยจะทำการปกปิดข้อมูลของนักเรียนที่เข้ารับการสัมภาษณ์ทั้งหมดโดยจะใช้นามสมมติหรือรหัสแทนชื่อในการรายงานผล

3. เริ่มการสัมภาษณ์ด้วยคำถามเชิงวิชาการจำนวน 9 คำถาม ดังนี้

1) หากยืนเด่นเข้าคู่กับยืนด้อย ลักษณะที่แสดงออกจะมีลักษณะอย่างไร เพราะอะไร

2) พ่อและแม่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมไปให้ลูกได้อย่างไร มีกระบวนการอะไรช่วย

3) โรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียวเป็นโรคทางพันธุกรรมที่เป็นลักษณะด้อยบนโครโมโซมร่างกาย หากพ่อและแม่เป็นพาหะลูกที่เกิดจะมีโอกาสเป็นโรคนี้กี่เปอร์เซ็นต์

4) การดัดแปลงทางพันธุกรรมในลักษณะจีเอ็มโอคืออะไร

5) มิวเทชันหมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไรในเชิงพันธุศาสตร์

6) การวิวัฒนาการคืออะไรหรือมีกระบวนการเกิดอย่างไร

7) หากพ่อมีหมู่ A และแม่มีหมู่เลือด B ลูกมีโอกาสมีหมู่เลือดอะไรได้บ้าง

8) รอยแผลเป็น / ลายพิมพ์ DNA / หมู่เลือด / ประวัติสุขภาพ สิ่งต่างๆ เหล่านี้อะไรบ้างที่สามารถบอกถึงความสัมพันธ์พ่อลูกได้

9) ลายพิมพ์ DNA คืออะไร

4. ต่อด้วยการสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็นจำนวน 5 คำถาม ดังนี้

1) นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้ในรูปแบบนี้น่าสนใจหรือไม่

2) นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้แบบนี้กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ อยากค้นหาคำตอบมากกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายหรือไม่ ... หรือการเรียนรู้แบบใดกระตุ้นได้ดีกว่ากัน

3) นักเรียนคิดว่าการเรียนแบบนี้ทำให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนมากขึ้นกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายหรือไม่

4) นักเรียนอยากให้การเรียนรู้ในห้องเรียนเปลี่ยนจากการนั่งฟังบรรยายมาเรียนแบบนี้หรือไม่ เพราะอะไร หรือมากน้อยขนาดไหน

5) นักเรียนคิดว่าเนื้อหาที่เรียนยากสำหรับนักเรียนหรือไม่ในแต่ละเรื่อง

5. เมื่อสิ้นสุดการสัมภาษณ์กล่าวขอบคุณนักเรียนที่เข้าร่วมการสัมภาษณ์

2. การค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาสาระออกเป็น 3 หัวข้อ หรือ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และ 3) เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 3 คาบเรียน และมีขั้นตอนการสอนตามรูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐานดังต่อไปนี้

1. เตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยสอนเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ เท่าที่จำเป็น
2. นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่จัดทำขึ้น
3. นักเรียนเข้าพบปัญหาวัยด้วยการสำรวจตรวจสอบสถานการณ์ปัญหา
4. นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ปัญหา และวางแผนการสืบค้นข้อมูลในเวลา 30 นาที ตามแหล่งเรียนรู้
5. นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
6. นักเรียนสังเคราะห์ความรู้จากข้อมูลที่ค้นคว้าร่วมกันภายในกลุ่ม
7. นักเรียนร่วมกันสรุปและประเมินว่าสามารถนำไปแก้ไขปัญหาได้หรือไม่
8. นักเรียนออกมานำเสนอเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและประเมินผลงาน

สำหรับการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ เป็นไปตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) ซึ่งผู้วิจัยอ้างอิงขั้นตอนในการวิจัยจากวงจรการวิจัยแบบขดลวด หรือ PAOR (สุวิมล ว่องวาณิช, 2557: 23; อ้างอิงจาก Kemmis, 1988) กล่าวคือ ก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยวางแผนจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียนอย่างละเอียด หลังจากนั้นผู้วิจัยปฏิบัติการสอนตามแผนที่วางไว้ โดยขณะปฏิบัติการสอนรวมถึงเมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติการสอนผู้วิจัยต้องตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว และให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ในครั้งนั้น ร่วมกันวิเคราะห์ถึงข้อดี ข้อเสีย รวมถึงปัญหาที่พบขณะจัดการเรียนรู้ เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อถัดไปให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น จนกระทั่งเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี

แนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้สามารถตรวจสอบได้จากผลการสะท้อนที่เกิดขึ้นทั้งจากนักเรียน (ผลการนำเสนอหน้าชั้นเรียน และผลการสัมภาษณ์) และจากผู้วิจัยที่เป็นครูผู้สอน (ผลการสังเกตระหว่างการจัดการจัดการเรียนรู้)

2.1 การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม) พบว่า นักเรียนมีปัญหาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก ซึ่งสามารถแบ่งเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ ดังนี้

1. นักเรียนพร้อมที่จะเริ่มเรียนค่อนข้างช้า เนื่องจาก เมื่อนักเรียนเดินทางมายังห้องเรียนแล้ว นักเรียนเลือกที่จะไม่นั่งกันเป็นกลุ่มตามที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี

... เกิดความวุ่นวายในช่วงก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้และช่วงต้นของกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากเมื่อนักเรียนเดินทางมาถึงห้องเรียนแล้วนักเรียนเลือกที่จะไม่นั่งเป็นกลุ่มตามที่กำหนดไว้ทำให้เสียเวลาจัดตำแหน่งการนั่งใหม่ ...

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 17 ธ.ค. 2558)

วิธีการแก้ไขปัญหาคือ ก่อนจบคาบเรียนทุกครั้งผู้วิจัยจะต้องกำชับนักเรียนว่าในคาบเรียนถัดไปให้นักเรียนนั่งกันเป็นกลุ่มในลักษณะนี้เสมอ

2. นักเรียนไม่ตั้งใจฟังคำอธิบายของผู้วิจัยในช่วงแรกของการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนกับการทำใบกิจกรรม เนื่องจากผู้วิจัยแจกเอกสารทั้งหมด ทั้งใบกิจกรรมเดี่ยว ใบกิจกรรมกลุ่ม และสถานการณ์ปัญหาในครั้งเดียวตั้งแต่เริ่มคาบเรียน ซึ่งเป็นช่วงเวลาก่อนเข้าสู่ขั้นเตรียมความพร้อมในแผนการจัดการเรียนรู้ ทำให้เมื่อผู้วิจัยอธิบายหรือชี้แจงข้อมูลต่าง ๆ นักเรียนไม่สนใจที่จะรับฟัง แต่กลับให้ความสนใจกับเอกสารต่าง ๆ แทนโดยเฉพาะสถานการณ์ปัญหา เป็นผลให้เมื่อถึงเวลาลงมือปฏิบัติในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจที่ค่อนข้างคลาดเคลื่อนในวิธีการทำกิจกรรม ครูจึงต้องยอมเสียสละเวลาการสอนเป็นจำนวนมากในการอธิบายซ้ำหลาย ๆ รอบ

... ในช่วงต้นของกิจกรรมครูแจกเอกสารทั้งหมดในครั้งเดียว ทำให้นักเรียนไม่ตั้งใจฟังการอธิบายวิธีการทำใบกิจกรรมจากครูหน้าชั้นเรียน จนกระทั่งนักเรียนไม่เข้าใจจุดประสงค์ของคำถามในแต่ละข้อ ครูจึงต้องเสียเวลากับการอธิบายซ้ำหลาย ๆ ครั้งตามกลุ่มย่อย ...

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 17 ธ.ค. 2558)

วิธีการแก้ไขปัญหาคือ ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปครูต้องค่อย ๆ แจกเอกสารที่จำเป็นทีละอย่างตามความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้ เช่น สถานการณ์ปัญหาจะแจกก็ต่อเมื่อเรียนรู้ถึงขั้นเข้าพบปัญหาแล้วเท่านั้น

3. การจัดแบ่งระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ในชั้นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนนานเกินไป ทำให้นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมในชั้นอื่น ๆ น้อยเกินไป โดยเฉพาะชั้นกำหนดปัญหา ชั้นพบปัญหา และชั้นทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งจัดอยู่ในคาบเรียนเดียวกันทั้งหมด

... ระยะเวลาในช่วงการเตรียมความพร้อมนานเกินไป ทำให้เวลาในการทำกิจกรรมในชั้นการกำหนดปัญหาและชั้นทำความเข้าใจปัญหามีน้อยเกินไป ...

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 17 ธ.ค. 2558)

วิธีการแก้ไขปัญหาคือ ลดเวลาของชั้นเตรียมความพร้อมลงโดยการลดคำถามที่ไม่จำเป็น และลดตัวอย่างที่ใช้ในการอธิบายให้น้อยลง

4. นักเรียนไม่ยอมส่งใบกิจกรรมเดี่ยวเมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดในแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจาก ใบกิจกรรมเดี่ยวเป็นใบกิจกรรมที่นักเรียนทำในคาบเรียนที่ 1 และ 2 ซึ่งยังจำเป็นต้องนำมาอ้างอิงในคาบเรียนที่ 3 ดังนั้นครูจึงเรียกเก็บหลังจบคาบเรียนที่ 2 และคืนให้ในคาบเรียนที่ 3 เพื่อใช้อ้างอิงเท่านั้น โดยเมื่อจบคาบเรียนที่ 3 จะให้นักเรียนส่งคืนกลับมาอีกครั้ง แต่พบว่านักเรียนจำนวนมากไม่ส่งกลับมาด้วยเหตุผลที่ว่าเคยส่งไปแล้ว

... เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนไม่ยอมส่งใบกิจกรรมเดี่ยว เนื่องจากผู้วิจัยเคยเรียกให้นักเรียนส่งแล้วครั้งหนึ่งและแจกคืนเพื่อนำมาอ้างอิงในใบกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนจึงเข้าใจว่าไม่จำเป็นต้องส่งอีกเป็นครั้งที่ 2 ...

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 17 ธ.ค. 2558)

วิธีการแก้ไขปัญหาคือ ลดเวลาของชั้นเตรียมความพร้อมลงโดยการลดคำถามที่ไม่จำเป็น และลดตัวอย่างที่ใช้ในการอธิบายให้น้อยลง

2.2 การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

เมื่อเข้าสู่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม) ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นได้รับการแก้ไขและเห็นผลเป็นอย่างดี กล่าวคือนักเรียนมีความพร้อมที่จะเริ่มเรียนเร็วมากขึ้น นักเรียนมีสมาธิกับการฟังคำชี้แจงหรือการอธิบายมากยิ่งขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในชั้นเตรียมความพร้อมมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นแต่ยังไม่ดีเท่าที่ควร และปัญหาที่นักเรียนไม่ส่งใบกิจกรรมเดียนั้นมีน้อยลง เพียงแต่เปลี่ยนเป็นปัญหาการส่งล่าช้ากว่ากำหนดแทน ด้วยเหตุผลที่ว่าลืมนำติดตัวมาโรงเรียน ซึ่งไม่ถือว่าเป็นปัญหาสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลแต่อย่างใด

สำหรับปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นั้น พบแตกต่างจากปัญหาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ก่อนข้างชัดเจนกล่าวคือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ส่วนมากปัญหาจะเกิดจากผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ผิดพลาดในจุดเล็ก ๆ ซึ่งส่งผลให้เกิดความติดขัดในการจัดการเรียนรู้ แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นั้นเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากเนื้อหาสาระที่เรียนรู้เป็นหลัก โดยผู้วิจัยได้รับเสียงตอบรับจากการพูดคุยกับนักเรียนว่าเนื้อหาในหัวข้อนี้ค่อนข้างยาก

... จากการพูดคุยกับนักเรียน นักเรียนลงความเห็นเห็นว่าเนื้อหาของหัวข้อนี้ค่อนข้างยาก ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเนื้อหาสาระหรือความรู้ที่ศึกษาค้นคว้า ...

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 14 ม.ค. 2559)

ในทำนองเดียวกันจากการสังเกตผลการดำเนินกิจกรรมแม้ว่าในขั้นตอนต่าง ๆ ที่นักเรียนเรียนรู้ด้วยตัวเองจะเป็นไปด้วยดี แต่ในขั้นการนำเสนอข้อมูลและประเมินผล ผู้วิจัยเห็นได้ชัดว่านักเรียนส่วนมากไม่สามารถนำเอาหลักฐานที่แสดงถึงองค์ความรู้ในบางเนื้อหาโดยเฉพาะเรื่องการเกิดมิวเทชันและการดัดแปลงพันธุกรรมมาอธิบายสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ได้

... ในช่วงของการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถนำหลักฐานที่แสดงถึงองค์ความรู้เกี่ยวข้องกับการเกิดมิวเทชันและการดัดแปลงพันธุกรรมมาอธิบายสถานการณ์ปัญหาได้เท่าที่ควร

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 14 ม.ค. 2559)

นอกจากนี้จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้พบว่า เนื้อหาสาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 หัวข้อมีความยากต่อการทำความเข้าใจทั้งสิ้น

คำถาม : “นักเรียนคิดว่าเนื้อหาที่เรียนยากสำหรับนักเรียนหรือไม่ในแต่ละเรื่อง”

นักเรียน 1 : “ความจริงหนูคิดว่าเนื้อหาพันธุศาสตร์มันยากอยู่แล้ว และทั้ง 3 หัวข้อก็อยู่ใน เรื่อง พันธุศาสตร์ ...”

(การสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็น, 12 ก.พ. 2559)

วิธีแก้ปัญหาคือ ผู้วิจัยต้องพยายามแนะนำแหล่งเรียนรู้ หรือแจกใบความรู้เพิ่มเติมให้นักเรียนได้ศึกษานอกเวลา เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ที่ได้รับจากห้องเรียน และแก้ไขความเข้าใจที่อาจคลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ที่มีเวลาจำกัด

2.3 การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล

สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล) พบว่า ปัญหาความยากในเนื้อหาสาระยังคงปรากฏอยู่ซึ่งทราบได้จากการพูดคุยกับนักเรียน แม้ว่าจะมีการแจกใบความรู้เพิ่มเติมให้นักเรียนได้นำกลับไปศึกษาทบทวนเพื่อแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนแล้วก็ตาม แต่อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนกลับพบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงกว่าแผนการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ซึ่งเป็นที่น่าพอใจเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นการแก้ไขปัญหาคือความยากในเนื้อหาสาระถือได้ว่าประสบผลสำเร็จในเชิงผลลัพธ์ แต่อาจยังไม่ประสบผลสำเร็จในเชิงความรู้สึก

ปัญหาที่พบในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นั้น เป็นปัญหาที่ไม่ได้เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยครั้งนี้ แต่มีผลกับระยะเวลาในการทำงานวิจัย กล่าวคือ ช่วงที่ผู้วิจัยต้องจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ตามที่กำหนดไว้ ทางโรงเรียนได้ประกาศงดการเรียนการสอนเป็นระยะเวลา 1 วันซึ่งตรงกับวันที่ผู้วิจัยต้องจัดการเรียนรู้ดังกล่าวในบางคาบเรียนอย่างกะทันหัน เนื่องจากทางโรงเรียนมีกิจกรรมสำคัญบางอย่างที่ต้องการให้นักเรียนทุกคนเข้าร่วม ผู้วิจัยจึงต้องเลื่อนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวออกไปอีก 1 สัปดาห์ ซึ่งใกล้กับช่วงสอบปลายภาคเรียนของนักเรียนมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ในคาบกิจกรรมชุมนุมน้อยลง รวมถึงข้อมูล

บางอย่าง เช่น การสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความรู้และความรู้สึกที่ได้รับจากการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยวางแผนไว้ว่าจะเก็บในคาบเรียนถัด ๆ ไป ต้องเปลี่ยนมาเก็บข้อมูลนอกคาบเรียนแทน

... โรงเรียนได้ประกาศงดการเรียนการสอนอย่างกะทันหัน ... ผู้วิจัยจึงตัดสินใจเลื่อนการจัดการเรียนรู้ออกไปอีก 1 สัปดาห์ ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่ใกล้กับสอบปลายภาคของนักเรียนมาก ... นักเรียนจึงมีความตั้งใจทำกิจกรรมโดยภาพรวมลดลง ...

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 11 ก.พ. 2559)

ดังนั้น จากข้อมูลการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว อาจกล่าวได้ว่าการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งด้านการลำดับการสอนของผู้วิจัยเพื่อให้การเรียนรู้ดำเนินไปได้อย่างราบรื่น และด้านการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ถูกต้องชัดเจนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ขอเสนอแนะว่า ทุกครั้งที่ทำงานวิจัยควรเผื่อเวลาการทำวิจัยสำหรับเหตุการณ์นอกเหนือความคาดหมายไว้ด้วย (ตาราง 3)

ตาราง 3 การปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ปัญหา
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	นักเรียนพร้อมเรียนค่อนข้างช้า เพราะไม่นั่งเป็นกลุ่มตามที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้	ก่อนจบคาบเรียนทุกครั้งต้องกำชับนักเรียนให้นั่งเป็นกลุ่มในคาบเรียนต่อไป
	นักเรียนไม่สนใจฟังคำอธิบายของครู สนใจแต่เอกสารที่ได้รับ ทำให้เกิดความสับสนในการทำใบกิจกรรม เพราะครูแจกเอกสารทั้งหมดตั้งแต่เริ่มคาบเรียน	ครูต้องแจกเอกสารเท่าที่จำเป็นทีละอย่าง ตามความเหมาะสมขณะจัดการเรียนรู้
	ระยะเวลาการสอนในชั้นการเตรียมความพร้อมนานเกินไป ทำให้เวลาในการทำกิจกรรมในชั้นอื่น ๆ น้อยเกินไป	ลดเวลาชั้นเตรียมความพร้อมลง โดยลดคำถามที่ไม่จำเป็น และลดตัวอย่างที่ใช้ในการอธิบายให้น้อยลง

ตาราง 3 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ปัญหา
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	นักเรียนไม่สนใจกิจกรรมเดี่ยว เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพราะเคยส่งไปแล้วครั้งหนึ่ง หลังค้นคว้าหาข้อมูลเสร็จ และได้รับคืนเพื่อใช้สรุปวิธีการแก้ปัญหา จึงไม่ยอมส่งอีกครั้ง	การเรียกเก็บใบกิจกรรมเดี่ยวให้เรียกเก็บพร้อมใบกิจกรรมกลุ่ม หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดที่เดียว เพื่อป้องกันการสับสนของนักเรียน
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	เนื้อหาค่อนข้างยาก นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาอย่างถ่องแท้ ซึ่งทราบจากการพูดคุยกับนักเรียน และจากการสังเกตพฤติกรรมการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนของนักเรียน	ครูต้องแนะนำแหล่งเรียนรู้หรือแจกใบความรู้เพิ่มเติมให้นักเรียนได้ศึกษานอกเวลา เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ที่ได้รับ และเป็นการแก้ไขความเข้าใจที่อาจคลาดเคลื่อนด้วยตนเอง
เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล	โรงเรียนประกาศจัดการเรียนการสอนกะทันหัน ซึ่งเป็นวันที่ต้องจัดการเรียนรู้ จึงต้องเลื่อนไปอีก 1 สัปดาห์ ทำให้ใกล้ช่วงสอบปลายภาคเรียน	ในการวางแผนงานวิจัยทุกครั้ง ควรเผื่อเวลาทำงานวิจัยสำหรับเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดในลักษณะนี้เสมอ

2.4 ประเด็นสำคัญที่เหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แม้การจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้มีข้อบ่งพร่องต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องแก้ไขดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้คงมีประเด็นที่สำคัญซึ่งจัดได้ว่าเป็นแนวทางในการจัดการเรียนที่เหมาะสม โดยสามารถสรุปได้เป็น 2 ประเด็นหลักดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำเป็นต้องมีการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจในการเรียนของนักเรียน รวมถึงสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ต้องมีความน่าสนใจและใกล้เคียงกับนักเรียนหรือมีโอกาสเกิดขึ้นได้จริง เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจสามารถกระตุ้นความอยากรู้อยากเรียนของนักเรียนได้ โดยจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า สถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ในเกมการเรียนรู้เป็น

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความใฝ่รู้ของนักเรียน ซึ่งสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้สถานการณ์ที่นักเรียนมีความสนใจหรือมีโอกาสเกิดขึ้นได้จริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน

คำถาม : “นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้ในรูปแบบนี้น่าสนใจหรือไม่”

นักเรียน 8 : “... น่าสนใจครับ คือเหมือนการมีปัญหาก่อนก็เหมือนให้ท้าทายอะครับ ทำให้เราอยาก
รู้แล้วก็การหาข้อมูลด้วยตัวเองก็เหมือนทำให้เราวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ...”

นักเรียน 5 : “น่าสนใจค่ะ เพราะไม่เคยเรียนอะไรแบบนี้มาก่อน แล้วก็เป็นคนชอบดูหนังแบบ
สอบสวนอะไรอย่างนี้ พอมาเจอพวกปัญหาอย่างนี้ก็เรียนสนุกดี”

(การสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็น, 12 ก.พ. 2559)

นอกจากนี้จากการสังเกตของผู้วิจัยยังพบว่า ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้แก่ นักเรียน นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนเป็นพิเศษซึ่งมากกว่าช่วงอื่น ๆ ในทุก ๆ แผนการจัดการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่า สถานการณ์ปัญหาสามารถกระตุ้นความสนใจในการเรียนและการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนได้จริง

“... นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูสร้างขึ้น นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนจะตั้งใจฟังคำอธิบายสถานการณ์เหล่านั้นเป็นพิเศษ ...”

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 17 ธ.ค. 2558)

“... นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยเฉพาะช่วงการเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูสร้างขึ้น ...”

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 14 ม.ค. 2559)

“... ในช่วงที่นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาและช่วงที่นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ นักเรียนกลับมีความสนใจและตั้งใจเรียน ...”

(บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้, 11 ก.พ. 2559)

2. ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำเป็นต้องให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มขนาดเล็กเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน โดยการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่มจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประเด็นความรู้ต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละบุคคลที่อาจมีมุมมองที่แตกต่างกัน ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้รับความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องสูงขึ้นกว่าการเรียนรู้ด้วยตนเองเพียงคนเดียว โดยจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า การจัดให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความรู้จากมุมมองที่หลากหลาย รวมถึงได้รับการแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาดจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ซึ่งมีการนำข้อมูลต่าง ๆ มาถกเถียงกันเพื่อให้ได้ข้อสรุป

คำถาม : “นักเรียนคิดว่าการเรียนแบบนี้ทำให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนมากขึ้นกว่าการเรียนแบบบรรยายหรือไม่”

นักเรียน 6 : “แลกเปลี่ยนบ้างในบางปัญหา แบบความเห็นมันก็ไม่ค่อยเหมือนกันอยู่แล้ว ... ใช้ข้อมูลที่มาได้มาแย้งกัน”

(การสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็น, 12 ก.พ. 2559)

2.5 แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์

จากผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับทั้งจากนักเรียนและผู้วิจัย นำมาสู่ข้อค้นพบต่าง ๆ จนกระทั่งสามารถสรุปได้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ทั้งหมด 6 ข้อดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สถานการณ์ปัญหาต้องน่าสนใจและมีโอกาสเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน เนื่องจากมีผลต่อแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียน
2. ครูผู้สอนต้องจัดให้นักเรียนนั่งกันเป็นกลุ่มระหว่างทำกิจกรรม เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และข้อมูลความรู้ของนักเรียน

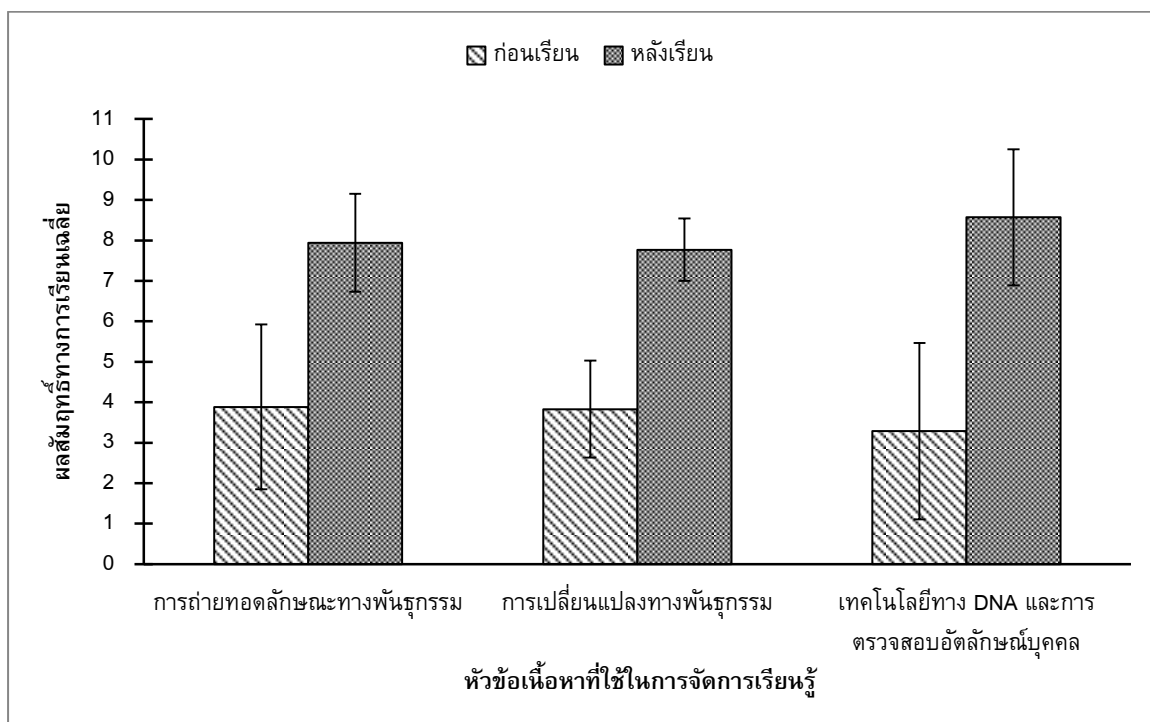
5. การแจกเอกสารต่าง ๆ ของครูผู้สอน ควรแจกเมื่อถึงขั้นตอนการสอนที่จะต้อง
ใช้เอกสารเหล่านั้นเท่านั้น ไม่ควรแจกทั้งหมดในครั้งเดียวตั้งแต่เริ่มสอน

6. การเรียกเก็บใบกิจกรรม หรือผลงานนักเรียนควรเรียกเก็บเพียงครั้งเดียวหลัง
สิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแผนการสอนนั้น ๆ เท่านั้น

3. การตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ก่อนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องพันธุศาสตร์
ใน 3 หัวข้อ ได้แก่ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และ
เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล โดยหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระ
ในแต่ละหัวข้อผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลัง
เรียนในหัวข้อนั้น ๆ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทาง
พันธุกรรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.886 ± 2.040 หัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ
 3.829 ± 1.200 และหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ
 3.286 ± 2.177 สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทาง
พันธุกรรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.943 ± 1.211 หัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ
 7.771 ± 0.770 และหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ
 8.571 ± 1.685 (ภาพประกอบ 6)



ภาพประกอบ 6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อเนื้อหา

เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละหัวข้อ ด้วยวิธี t -test for dependent samples พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนในแต่ละหัวข้อมีความแตกต่างกัน ($t = -11.000, -18.529, -11.891$ และ $p < 0.05$) โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทั้ง 3 หัวข้อ (ตาราง 4)

ตาราง 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละหัวข้อด้วย *t*-test for dependent samples

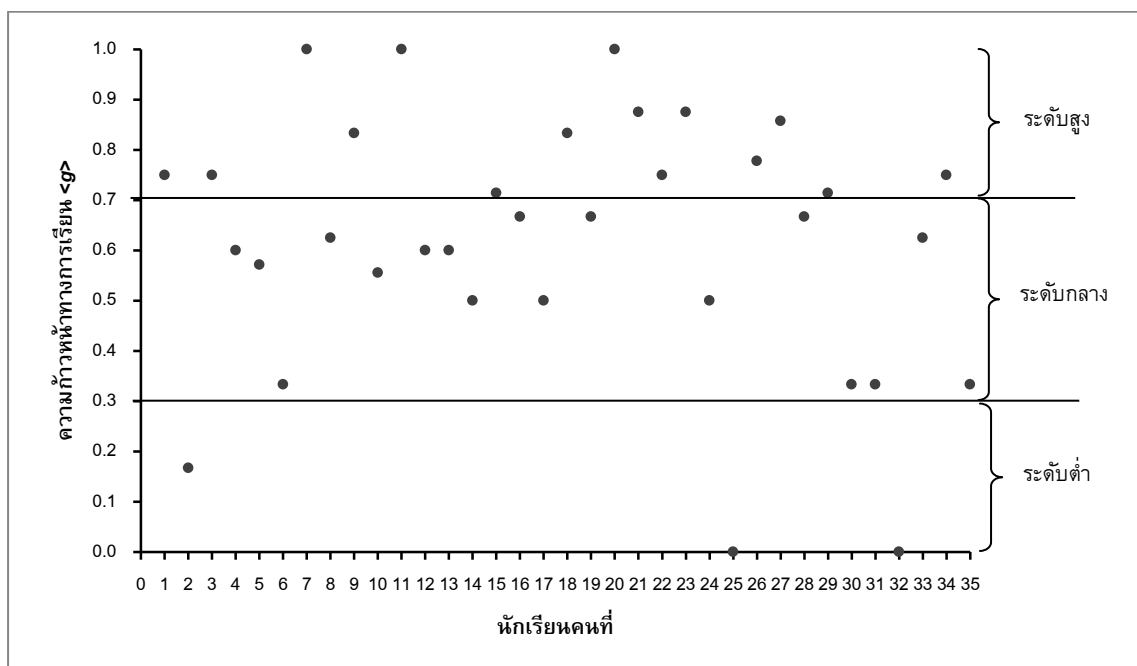
N = 35

หัวข้อ	การทดสอบ	ค่าทางสถิติ			
		$\bar{x}$	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	ก่อนเรียน	3.886	2.040	-11.000*	0.000
	หลังเรียน	7.943	1.211		
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	ก่อนเรียน	3.829	1.200	-18.529*	0.000
	หลังเรียน	7.771	0.770		
เทคโนโลยีทาง DNA และ การตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล	ก่อนเรียน	3.286	2.177	-11.891*	0.000
	หลังเรียน	8.571	1.685		

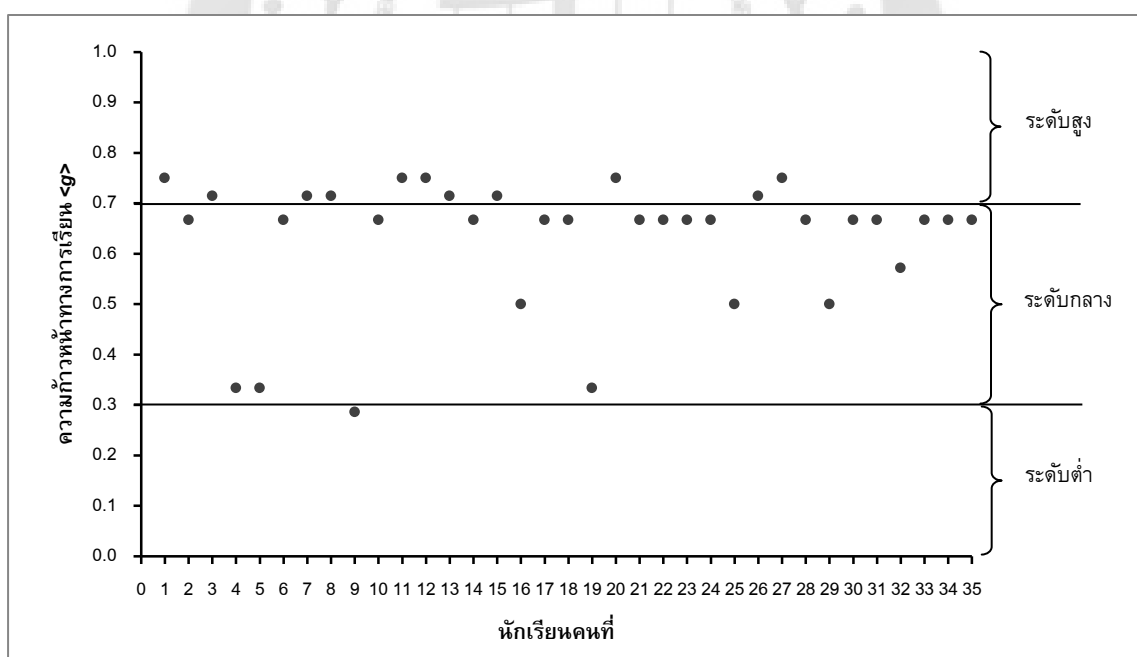
คะแนนที่แสดงในตารางคือ $\bar{x} \pm SD$ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน

3.2 ความก้าวหน้าทางการเรียน

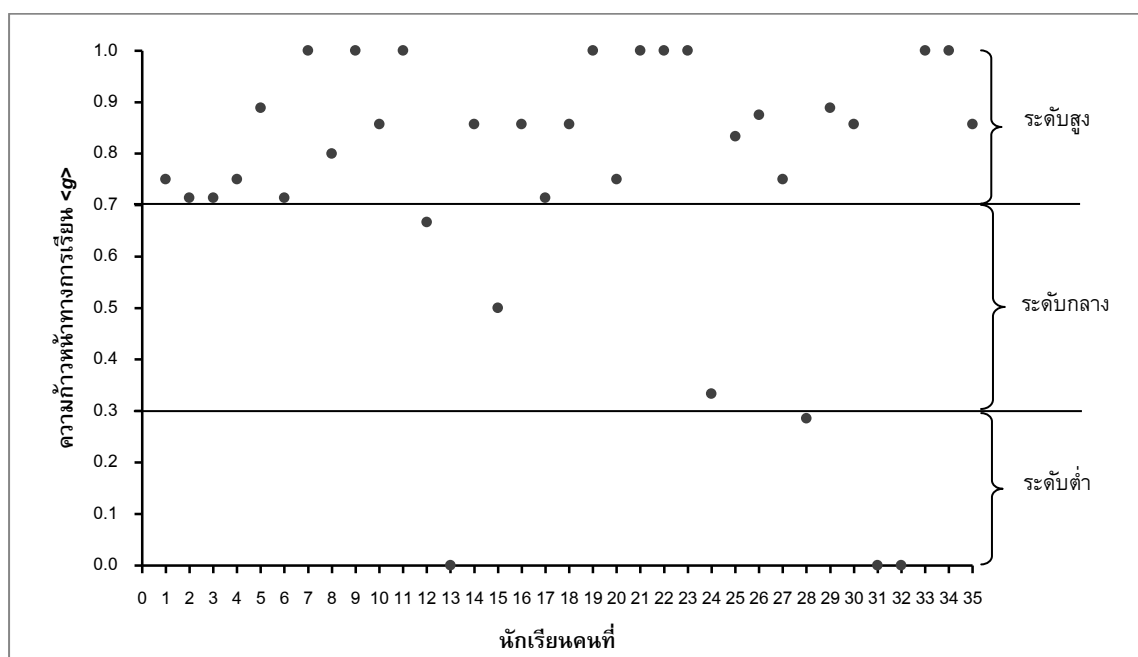
ผู้วิจัยได้นำคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคนมาหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (average normalized gain) ตามสูตรของ Hake (1998) เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นระดับต่ำ (0.00 – 0.29) ระดับกลาง (0.30 – 0.69) และระดับสูง (0.70 – 1.00) ตามความก้าวหน้าทางการเรียนของแต่ละบุคคล พบว่า จำนวนนักเรียนในระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูงของหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีจำนวน 3 คน (8.58%) 17 คน (48.58%) และ 15 คน (42.84%) ตามลำดับ (ภาพประกอบ 7) ส่วนหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมมีจำนวน 1 คน (2.86%) 23 คน (65.71%) และ 11 คน (31.43%) ตามลำดับ (ภาพประกอบ 8) สำหรับหัวข้อเทคโนโลยี DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคลมีจำนวน 4 คน (11.43%) 3 คน (8.57%) และ 28 คน (80.00%) ตามลำดับ (ภาพประกอบ 9)



ภาพประกอบ 7 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม



ภาพประกอบ 8 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม



ภาพประกอบ 9 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล

จากค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผู้วิจัยพบข้อสังเกตว่ามีนักเรียน 2 คน (คนที่ 25 และ 32) ที่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0 เนื่องจาก นักเรียนเหล่านี้มีคะแนนก่อนเรียนเท่ากับคะแนนหลังเรียน โดยผู้วิจัยสามารถแจกแจงรายละเอียดของนักเรียนแต่ละคนได้ดังนี้

1. นักเรียนคนที่ 25 มีคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 9/10 คะแนน นั้นหมายความว่านักเรียนคนนี้ทำข้อสอบผิดเพียง 1 ข้อ ทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยพบว่า ข้อสอบที่นักเรียนคนนี้ทำผิดในแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเป็นข้อสอบข้อเดียวกันที่มีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

2. นักเรียนคนที่ 32 มีคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 8/10 คะแนน นั้นหมายความว่านักเรียนคนนี้ทำข้อสอบผิดทั้งหมด 2 ข้อ ทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยพบว่า ข้อสอบที่นักเรียนคนนี้ทำผิดในแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมี 1 ข้อที่เป็นข้อเดียวกัน และอีก 1 ข้อที่เป็นคนละข้อกัน สำหรับข้อสอบที่นักเรียนคนนี้ทำผิดเหมือนกันทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ส่วนข้อสอบที่นักเรียนคนนี้ทำผิดต่างกันแบบทดสอบก่อนเรียนและหลัง

เรียนนั้นมีจุดประสงค์เหมือนกัน คือ เพื่อวัดความสามารถในการทำนายโอกาสในการเกิดลักษณะทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่น

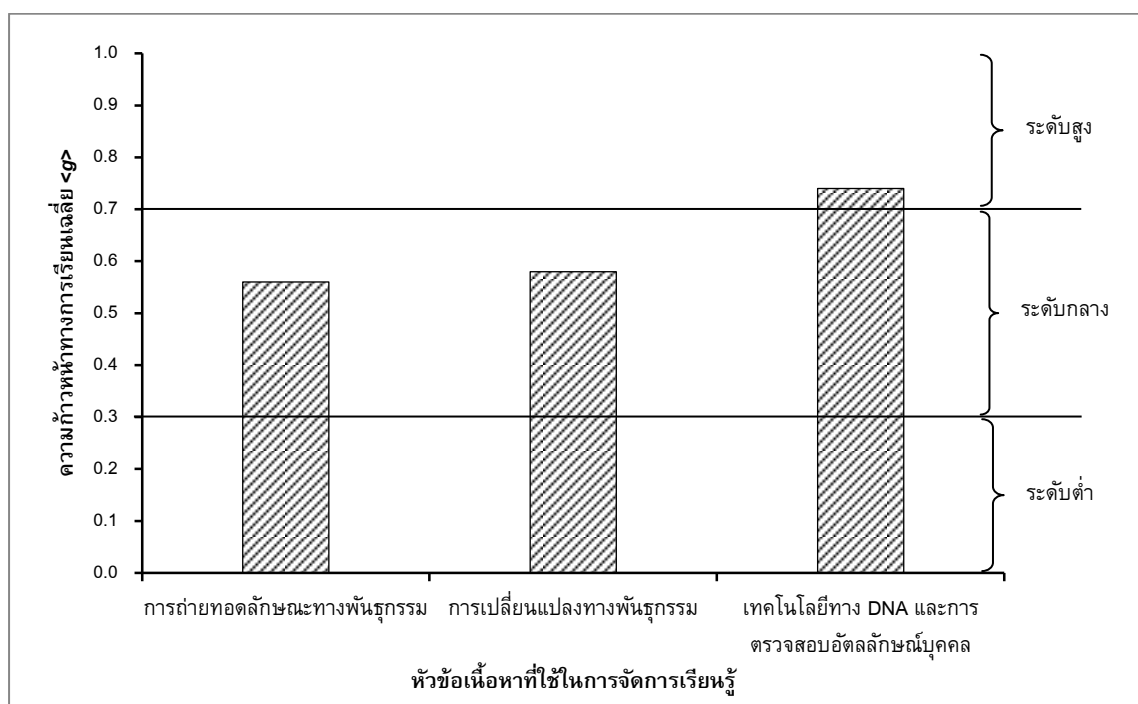
ในทำนองเดียวกันกับค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคลในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล ผู้วิจัยพบข้อสังเกตว่า มีนักเรียน 3 คน (คนที่ 13, 31 และ 32) ที่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0 เนื่องจาก นักเรียนเหล่านี้มีคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ คะแนนหลังเรียน โดยผู้วิจัยสามารถแจกแจงรายละเอียดของนักเรียนแต่ละคนได้ดังนี้

1. นักเรียนคนที่ 13 มีคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 8/10 คะแนน นั้นหมายความว่านักเรียนคนนี้ทำข้อสอบผิดทั้งหมด 2 ข้อ ทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยพบว่า ข้อสอบที่นักเรียนคนนี้ทำผิดในแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเป็นข้อสอบข้อเดียวกันทั้ง 2 ข้อ ซึ่งข้อแรกมีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการทำนายหมู่เลือดของบุคคลในแต่ละรุ่นและข้อที่สองมีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการวิเคราะห์ตัวบุคคลจากลายพิมพ์ DNA

2. นักเรียนคนที่ 31 มีคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 9/10 คะแนน นั้นหมายความว่านักเรียนคนนี้ทำข้อสอบผิดเพียง 1 ข้อ ทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยพบว่า ข้อสอบที่นักเรียนคนนี้ทำผิดในแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเป็นข้อสอบคนละข้อกัน สำหรับข้อสอบที่นักเรียนคนนี้ทำผิดในแบบทดสอบก่อนเรียนมีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการวิเคราะห์ตัวบุคคลจากลายพิมพ์ DNA ส่วนข้อสอบที่นักเรียนคนนี้ทำผิดในแบบทดสอบหลังเรียนมีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการทำนายหมู่เลือดของบุคคลในแต่ละรุ่น

3. นักเรียนคนที่ 32 มีคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 1/10 คะแนน นั้นหมายความว่านักเรียนคนนี้ทำข้อสอบถูกเพียง 1 ข้อ ทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยพบว่า ข้อสอบที่นักเรียนคนนี้ทำถูกในแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเป็นข้อสอบคนละข้อกัน สำหรับข้อสอบที่นักเรียนคนนี้ทำถูกในแบบทดสอบก่อนเรียนมีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการเลือกใช้เทคโนโลยีทาง DNA ชนิดต่าง ๆ ให้ถูกต้องตามสถานการณ์ ส่วนข้อสอบที่นักเรียนคนนี้ทำถูกในแบบทดสอบหลังเรียนมีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการวิเคราะห์ตัวบุคคลจากลายพิมพ์ DNA

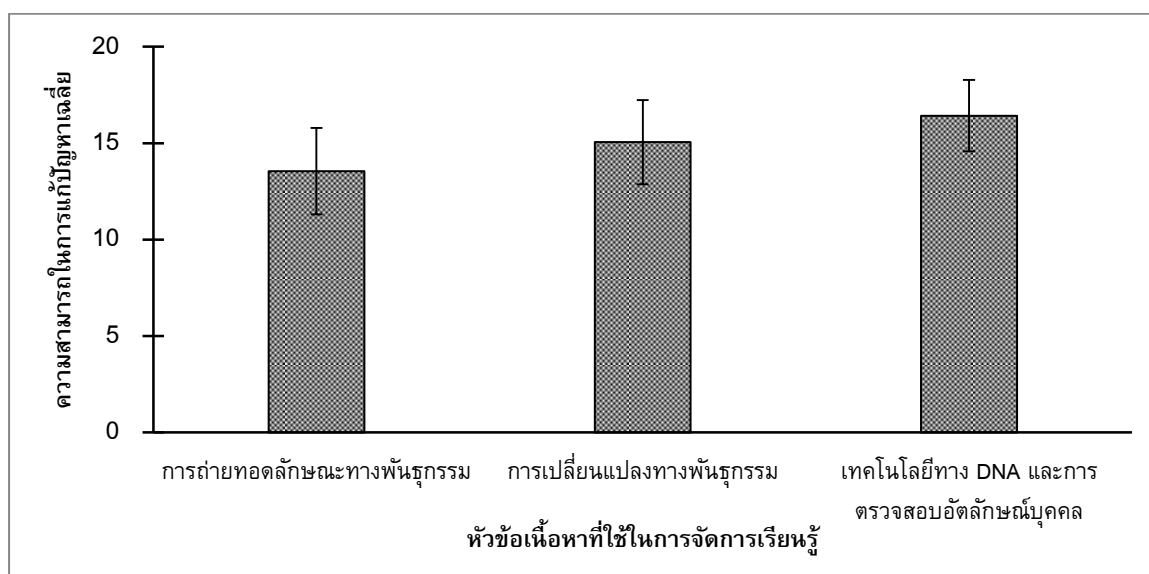
นอกจากนี้เมื่อหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยของประชากรตัวอย่างในแต่ละหัวข้อ พบว่า หัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 0.62 ± 0.25 ซึ่งจัดอยู่ในระดับกลาง หัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 0.63 ± 0.13 ซึ่งจัดอยู่ในระดับกลางเช่นกัน และหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคลมีค่าเท่ากับ 0.74 ± 0.29 ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง (ภาพประกอบ 10)



ภาพประกอบ 10 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยของประชากรตัวอย่างในแต่ละหัวข้อ

4. การตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรม

ในการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน ผู้วิจัยได้ตรวจสอบจากใบกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ เพื่อนำผลคะแนนที่ได้ของนักเรียนกลุ่มประชากรตัวอย่างมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อเนื้อหา ซึ่งพบว่า ในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเท่ากับ 13.543 ± 2.241 ส่วนหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเท่ากับ 15.057 ± 2.182 และสำหรับหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตรลักษณ์บุคคลมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเท่ากับ 16.429 ± 1.852 (ภาพประกอบ 11)



ภาพประกอบ 11 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละหัวข้อเนื้อหา

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาในแต่ละหัวข้อ เพื่อหาความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี *t*-test for dependent samples พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาในแต่ละหัวข้อมีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) (ตาราง 5)

ตาราง 5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างหัวข้อเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วย *t*-test for dependent samples

N = 35

การเปรียบเทียบ	ค่าทางสถิติ			
	$\bar{x}$	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	13.543	2.241	-3.326*	0.002
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	15.057	2.182		
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	15.057	2.182	-3.395*	0.002
เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล	16.429	1.852		
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	13.543	2.241	-6.977*	0.002
เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล	16.429	1.852		

คะแนนที่แสดงในตารางคือ $\bar{x} \pm SD$ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 24 คะแนน

นอกจากนี้หากแบ่งคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ออกเป็น 4 ด้าน ตามกระบวนการในการแก้ปัญหา พบว่า หัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนักเรียนมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาในขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหา ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นสรุปผลและรายงานผลเท่ากับ 1.905 ± 0.728 , 1.371 ± 0.904 , 2.000 ± 0.000 และ 1.543 ± 0.502 ตามลำดับ สำหรับหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมนักเรียนมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเท่ากับ 2.109 ± 0.695 , 1.429 ± 0.714 , 2.143 ± 0.355 และ 1.743 ± 0.440 ตามลำดับ ส่วนหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคลนักเรียนมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเท่ากับ 2.295 ± 0.649 , 1.343 ± 0.759 , 2.000 ± 0.000 และ 2.429 ± 0.734 ตามลำดับ (ตาราง 6)

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาจำแนกรายด้านในแต่ละหัวข้อ

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาจำแนกรายด้าน (24 คะแนน)			
	วิเคราะห์ ปัญหา (9)	วางแผนในการ แก้ปัญหา (6)	ดำเนินการ แก้ปัญหา (3)	สรุปผลและ รายงานผล (6)
การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม	1.905 ± 0.728	1.371 ± 0.904	2.000 ± 0.000	1.543 ± 0.502
การเปลี่ยนแปลง ทางพันธุกรรม	2.109 ± 0.695	1.429 ± 0.714	2.143 ± 0.355	1.743 ± 0.440
เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบ อัตลักษณ์บุคคล	2.295 ± 0.649	1.343 ± 0.759	2.000 ± 0.000	2.429 ± 0.734

คะแนนที่แสดงในตารางคือ $\bar{x} \pm SD$

5. การตรวจสอบความพึงพอใจจากแบบสอบถามความพึงพอใจ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ในทุก ๆ หัวข้อเนื้อหาอยู่ในระดับมาก และมีความพึงพอใจต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากเช่นกัน (ตาราง 7) ส่วนความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุก ๆ ข้อคำถาม ยกเว้นข้อคำถามด้านระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเท่านั้นที่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง (3.38 ± 1.15) และมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ตาราง 8)

ตาราง 7 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้

หัวข้อพิจารณา	ค่าเฉลี่ย	แปลความหมาย
ด้านเนื้อหา		
1) ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	4.03 ± 0.57	พึงพอใจมาก
2) ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	4.14 ± 0.52	พึงพอใจมาก
3) ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล	4.07 ± 0.70	พึงพอใจมาก
ความพึงพอใจในภาพรวมของนักเรียนต่อความรู้ที่ได้รับจากการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์	4.10 ± 0.77	พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ยที่แสดงในตารางคือ $\bar{x} \pm SD$ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตาราง 8 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หัวข้อพิจารณา	ค่าเฉลี่ย	แปลความหมาย
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้		
1) กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.10 ± 0.86	พึงพอใจมาก
2) กิจกรรมการเรียนรู้มีระยะเวลาที่เหมาะสม	3.38 ± 1.15	พึงพอใจปานกลาง
3) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับสถานที่	3.86 ± 0.79	พึงพอใจมาก
4) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจำนวนนักเรียน	4.10 ± 0.77	พึงพอใจมาก
5) กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง	4.31 ± 0.76	พึงพอใจมาก
6) กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้เป็นกลุ่ม	4.14 ± 0.79	พึงพอใจมาก
7) กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้รับความรู้จากการแก้ปัญหา	4.14 ± 0.74	พึงพอใจมาก
ความพึงพอใจในภาพรวมของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4.10 ± 0.82	พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ยที่แสดงในตารางคือ $\bar{x} \pm SD$ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

6. การตรวจสอบความรู้ที่ได้รับและความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 9 คน ซึ่งได้มาจากกลุ่มที่ศึกษาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ และตรวจสอบความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์

6.1 การสัมภาษณ์เพื่อตรวจสอบความรู้ที่ได้รับ

การสัมภาษณ์เชิงเนื้อหาในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนทั้งหมด 9 คน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนในหัวข้อดังกล่าวอยู่ระหว่าง 6 – 10 คะแนน และผู้วิจัยสัมภาษณ์คนละ 3 คำถาม โดยแต่ละคำถามอ้างอิงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “หากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนด้อย ลักษณะที่แสดงออกจะมีลักษณะอย่างไร เพราะอะไร” ผลการศึกษาพบว่านักเรียนทุกคนตอบได้ว่าลักษณะที่แสดงออกเป็นลักษณะเด่น เนื่องจากยีนเด่นข่มยีนด้อย เช่น

ผู้วิจัย : หากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนด้อย ลักษณะที่แสดงออกจะมีลักษณะอย่างไร เพราะอะไร

นักเรียน 4 : “ยีนเด่นกับยีนด้อยก็ต้องลักษณะเด่น เพราะ...เหมือนเด่นมันข่ม”

นักเรียน 6 : “ลักษณะแบบยีนเด่น เนื่องจากยีนเด่นมันข่มยีนด้อย”

นักเรียน 9 : “เป็นลักษณะเดียวกับยีนเด่น เพราะยีนเด่นมันจะข่มยีนด้อย”

2. เชื่อมโยงการแบ่งเซลล์กับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “พ่อและแม่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมไปให้ลูกได้อย่างไร มีกระบวนการอะไรช่วย” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถตอบได้ว่ากระบวนการที่ช่วยในการถ่ายทอดสารพันธุกรรมจากพ่อแม่สู่ลูกคือกระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เช่น

ผู้วิจัย : พ่อและแม่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมไปให้ลูกได้อย่างไร มีกระบวนการอะไรช่วย

นักเรียน 2 : “ถ่ายทอดโดยสารพันธุกรรม ผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ของเพศชาย และเพศหญิง”

นักเรียน 5 : “สร้างโครโมโซม แบ่งเซลล์ แล้วก็มาทางอสุจิกับไข่”

นักเรียน 9 : “ถ่ายทอดผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ครับ”

3. ทำนายโอกาสในการเกิดลักษณะทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “โรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียวเป็นโรคทางพันธุกรรมที่เป็นลักษณะด้อยบนโครโมโซมร่างกาย หากพ่อและแม่เป็นพาหะลูกที่เกิดจะมีโอกาสเป็นโรคนี้กี่เปอร์เซ็นต์” ผลการศึกษาพบว่านักเรียนทุกคนสามารถตอบได้ว่าลูกที่เกิดจากพ่อและแม่ซึ่งเป็นพาหะโรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียวจะมีโอกาสเป็นโรคดังกล่าว 25 เปอร์เซ็นต์ เช่น

ผู้วิจัย : โรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียวเป็นโรคทางพันธุกรรมที่เป็นลักษณะด้อยบนโครโมโซมร่างกาย หากพ่อและแม่เป็นพาหะลูกที่เกิดจะมีโอกาสเป็นโรคนี้กี่เปอร์เซ็นต์

นักเรียน 1 : “... 1 ใน 4 ค่ะ 25% ค่ะ”

นักเรียน 2 : “25%”

นักเรียน 3 : “25% ครับ”

สำหรับการสัมภาษณ์เชิงเนื้อหาในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนทั้งหมด 9 คน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนในหัวข้อดังกล่าวอยู่ระหว่าง 5 – 9 คะแนน และผู้วิจัยสัมภาษณ์คนละ 3 คำถาม โดยแต่ละคำถามอ้างอิงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. อธิบายการสร้าง DNA สายผสมได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “การดัดแปลงทางพันธุกรรมในลักษณะจีเอ็มโอคืออะไร” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถตอบได้ว่าการดัดแปลงทางพันธุกรรมในลักษณะจีเอ็มโอ เป็นการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตโดยมนุษย์เป็นผู้กระทำการดัดแปลงนั้นโดยตรง เพียงแต่การอธิบายของนักเรียนยังไม่ชัดเจนเท่าใดนัก เช่น

ผู้วิจัย : การดัดแปลงทางพันธุกรรมในลักษณะจีเอ็มโอคืออะไร จงอธิบายอย่างคร่าว ๆ

นักเรียน 1 : “เป็นการตัดยีนของสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปไว้ในสิ่งมีชีวิตหนึ่ง มันก็จะแบบ ... เป็นยีนของสิ่งมีชีวิตที่เราตัดต่อ แล้วก็ยีนเดิมของมัน”

นักเรียน 4 : “มันคือการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมค่ะ เปลี่ยนโดยเอาอันนี้มาใส่อันนี้ ย้ายจากสิ่งมีชีวิตหนึ่ง มาใส่ในอีกสิ่งมีชีวิตหนึ่ง”

นักเรียน 6 : “เอายีนอันหนึ่งมาใส่อีกอัน โดยใช้เอนไซม์ตัด แล้วค่อยเอาไปเชื่อมอีกอันหนึ่ง”

2. อธิบายการเกิดมิวเทชันได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “มิวเทชันหมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไรในเชิงพันธุศาสตร์” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนมากไม่สามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงในเชิงพันธุศาสตร์ได้ โดยนักเรียนบางคนอธิบายถึงลักษณะภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไปเท่านั้น และนักเรียนบางคนนำการวิวัฒนาการมาอธิบายแทนการเกิดมิวเทชัน แต่อย่างไรก็ตามมีนักเรียนบางส่วนยังคงสามารถตอบได้ว่า มิวเทชันคือการเปลี่ยนแปลงข้อมูลบน DNA ซึ่งอาจเป็น

การเปลี่ยนแปลงจำนวนหรือลำดับการเรียงตัวของเบส รวมถึงการเปลี่ยนแปลงบนโครโมโซม ซึ่งอาจเป็นการเปลี่ยนแปลงจำนวนหรือรูปร่างของโครโมโซม เช่น

ผู้วิจัย : มีวาทะหมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไรในเชิงพันธุศาสตร์ จงอธิบายอย่างคร่าว ๆ

นักเรียน 3 : “การกลายพันธุ์ เวลาผ่านไปเรื่อย ๆ ก็โดนรังสีอะไรพวกนี้ ... เปลี่ยนยีน อาจจะยาวขึ้นหรือหดสั้นลง”

นักเรียน 6 : “... ดูจากโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตเดิมกับใหม่ ดูว่ามันเปลี่ยนแปลงยังไง เช่น จำนวนเพิ่มขึ้น”

นักเรียน 9 : “อาจเกิดอะไรสักอย่างที่ทำให้ DNA มันเปลี่ยนไป DNA ก็อาจจะเปลี่ยนเบส หรือยีนเปลี่ยนไป ... เกิดลักษณะที่ผิดปกติ”

3. อธิบายการเกิดวิวัฒนาการได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “การวิวัฒนาการคืออะไรหรือมีกระบวนการเกิดอย่างไร” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถอธิบายถึงหลักการในการเกิดวิวัฒนาการได้ว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตที่เล็กที่ละน้อยในรุ่นลูกรุ่นหลานต่อ ๆ ไป โดยใช้ระยะเวลาอันยาวนานเพื่อให้เกิดความหลากหลาย ซึ่งลักษณะใดก็ตามที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในยุคนั้น ๆ สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะดังกล่าวก็จะอยู่รอดและสืบทอดลักษณะเหล่านั้นต่อไป แม้ว่าบางคนยกตัวอย่างผิดไปจากความจริงบ้างก็ตาม (ลิงวิวัฒนาการเป็นคน) เช่น

ผู้วิจัย : การวิวัฒนาการคืออะไรหรือมีกระบวนการเกิดอย่างไร จงอธิบายอย่างคร่าว ๆ

นักเรียน 2 : “ก็เป็นการที่สิ่งมีชีวิตในรุ่นลูกมีลักษณะที่ดีกว่าในรุ่นของบรรพบุรุษ เพราะมันจะทำให้คงอยู่ในสภาพแวดล้อมได้ และส่วนสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีการพัฒนาจะค่อย ๆ ลดลง”

นักเรียน 8 : “การเปลี่ยนแปลงของยีนในรุ่นลูกหลานต่อไปเรื่อย ๆ เพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมปรับให้อยู่รอดโดยใช้เวลานาน”

นักเรียน 9 : “มันคือการที่ลูกหลานของเราปรับตัวเพื่อความอยู่รอด ไม่ใช่ปรับตัวครับ เหมือนกับเป็นการคัดแยกตัวที่ไม่ดีออก แล้วก็เหลือแต่ตัวดี ๆ ครับ แล้วก็ไปเรื่อย ๆ ครับ”

ส่วนการสัมภาษณ์เชิงเนื้อหาในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจอัตลักษณ์บุคคล ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนทั้งหมด 9 คน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนในหัวข้อดังกล่าวอยู่ระหว่าง 8 – 10 คะแนน และผู้วิจัยสัมภาษณ์คนละ 3 คำถาม โดยแต่ละคำถามอ้างอิงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. ทำนายหมู่เลือดของบุคคลในแต่ละรุ่นได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “หากพ่อมีหมู่ A และแม่มีหมู่เลือด B ลูกมีโอกาสมีหมู่เลือดอะไรได้บ้าง” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนเกือบทุกคนสามารถตอบได้ว่า ลูกที่เกิดจากพ่อหมู่เลือด A และแม่หมู่เลือด B มีโอกาสมีหมู่เลือด A, B, AB และ O เช่น

ผู้วิจัย : หากพ่อมีหมู่ A และแม่มีหมู่เลือด B ลูกมีโอกาสมีหมู่เลือดอะไรได้บ้าง

นักเรียน 1 : “A, B, O, AB”

นักเรียน 2 : “AB, A, B และก็ O ครับ”

นักเรียน 9 : “ได้ทุกหมู่เลือด”

2. เลือกใช้เทคโนโลยีทาง DNA ชนิดต่าง ๆ ได้ถูกต้องตามสถานการณ์ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “รอยแผลเป็น / ลายพิมพ์ DNA / หมู่เลือด / ประวัติสุขภาพ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ อะไรบ้างที่สามารถบอกถึงความสัมพันธ์พอลูกได้” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนเกือบทั้งหมดสามารถตอบได้ว่า มีเพียงรอยแผลเป็นเท่านั้นที่ไม่สามารถนำมาใช้บอกความสัมพันธ์พอลูกได้อย่างแน่นอน เช่น

ผู้วิจัย : รอยแผลเป็น / ลายพิมพ์ DNA / หมู่เลือด / ประวัติสุขภาพ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ อะไรบ้างที่สามารถบอกถึงความสัมพันธ์พอลูกได้

นักเรียน 5 : “ลายพิมพ์ DNA หมู่เลือด ประวัติสุขภาพ”

นักเรียน 6 : “ลายพิมพ์ DNA หมู่เลือด ประวัติสุขภาพ”

นักเรียน 7 : “ลายพิมพ์ DNA หมู่เลือด ส่วนประวัติสุขภาพถ้าถึงบางอย่างก็บอกได้”

3. วิเคราะห์ตัวบุคคลจากลายพิมพ์ DNA ได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “ลายพิมพ์ DNA คืออะไร” ผลการศึกษาพบว่า แม้นักเรียนส่วนมากจะไม่สามารถอธิบายหลักการสร้างลายพิมพ์ DNA หรืออธิบายความหมายของการเกิดลายพิมพ์ดังกล่าวได้ สามารถอธิบายได้ว่าลายพิมพ์ DNA

มีหน้าตาเป็นอย่างไรจากการวาดรูป หรืออธิบายลักษณะของลายพิมพ์ DNA จากประสบการณ์ขณะ ทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจ เช่น

ผู้วิจัย : ลายพิมพ์ DNA คืออะไร

นักเรียน 2 : “ก็คือเป็นลายพิมพ์ที่เป็น DNA ที่พิมพ์ออกมาว่าลักษณะยังงี้” (ยกตัวอย่างรูปภาพได้ อย่างถูกต้อง)

นักเรียน 3 : “ชุดของ DNA ที่คล้าย ๆ กับของพ่อแม่” (สามารถวาดรูปให้เห็นได้ถูกต้อง)

นักเรียน 6 : “DNA ที่มันจะเป็นขีด ๆ ...” (วาดรูปได้อย่างถูกต้อง)

6.2 การสัมภาษณ์เพื่อตรวจสอบความคิดเห็นของนักเรียน

การสัมภาษณ์เชิงความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนทั้งหมด 9 คน จากกลุ่มที่ศึกษาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งเป็นผู้ชาย 5 คน ผู้หญิง 4 คน และผู้วิจัยสัมภาษณ์คนละ 5 คำถาม โดยแต่ละคำถามมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบความน่าสนใจของกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ คำถามว่า “นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้ในรูปแบบนี้น่าสนใจหรือไม่” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนทุกคนคิดว่า การเรียนรู้ในรูปแบบนี้น่าสนใจ เนื่องจาก มีสถานการณ์ปัญหาทำให้ตื่นเต้น ไม่น่าเบื่อ เหมือนการนั่งเรียนปกติ และต้องค้นหาคำตอบหรือเรียนรู้ด้วยตัวเองจึงเป็นสิ่งที่ท้าทาย โดยตัวอย่าง คำตอบของนักเรียนแต่ละคน เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้ในรูปแบบนี้น่าสนใจหรือไม่

นักเรียน 1 : “น่าสนใจค่ะ ... กับการที่ต้องเดินไปที่ละฐาน ๆ ซึ่งต้องจดข้อมูล มันก็สนุกดี มัน เหมือนกับได้ walking”

นักเรียน 4 : “มันน่าสนใจกว่าการเรียนแบบที่ครูสอนบนกระดานหรือแบบสอนแล้วให้จด แต่มัน เหมือนมีกิจกรรมเพิ่มทำให้มันไม่น่าเบื่อ”

นักเรียน 8 : “ก็น่าสนใจครับ คือเหมือนการมีปัญหาก่อนก็เหมือนให้ท้าทายอะครับ ทำให้เราอยากรู้ แล้วก็การหาข้อมูลด้วยตัวเองก็เหมือนทำให้เรารู้วิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง แต่ว่าบางที ถ้าไม่เข้าใจก็อาจจะถามครู”

2. เปรียบเทียบการเรียนรู้ระหว่างการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติ การเรียนรู้แบบใดกระตุ้นแรงจูงใจใฝ่เรียนของนักเรียนได้ดีกว่ากัน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้แบบนี้กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ อยากค้นหาคำตอบมากกว่าการเรียนแบบบรรยายหรือไม่ ... หรือการเรียนรู้แบบใดกระตุ้นได้ดีกว่ากัน” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนมากคิดว่าการเรียนรู้ในรูปแบบนี้กระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อย่างเรียนมากกว่าการเรียนแบบบรรยายเพียงเล็กน้อย เนื่องจาก มีสถานการณ์ปัญหา และต้องเรียนรู้หาคำตอบด้วยตนเองทำให้เกิดความสนใจในการเรียน และช่วยกระตุ้นให้อยากเรียนมากกว่าปกติ โดยตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแต่ละคน เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้แบบนี้กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ อยากค้นหาคำตอบมากกว่าการเรียนแบบบรรยายหรือไม่ ... หรือการเรียนรู้แบบใดกระตุ้นได้ดีกว่ากัน

นักเรียน 1 : “ก็น่าสนใจว่านั่งเฉย ๆ เพราะมีการเปลี่ยนไปแต่ละฐาน ๆ แล้วก็คอยจด แล้วเอกสารแต่ละอย่างก็อธิบายได้อย่างเข้าใจ”

นักเรียน 3 : “ก็มีบ้างครับ เพราะถ้าปกติ นั่งฟังก็จะมีคนพูดให้ฟัง เราก็จะรู้เลย แต่อันนี้ต้องหาเองด้วย ทำให้อยากรู้อะไรขึ้นมาหน่อย”

นักเรียน 8 : “แบบให้ปัญหามาครับ เพราะว่าการนั่งฟังอย่างเดียว แล้วไม่รู้ว่ามีปัญหาหรืออะไรพวกนี้คืออะไร ทำให้มีความอยากรู้น้อยกว่าครับ”

3. เปรียบเทียบการเรียนรู้ระหว่างการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติ การเรียนรู้แบบใดที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดมากกว่ากัน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “นักเรียนคิดว่าการเรียนแบบนี้ทำให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนมากขึ้นกว่าการเรียนแบบบรรยายหรือไม่” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนมากคิดว่าการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ได้แลกเปลี่ยนความคิดมากกว่าการเรียนแบบบรรยาย เนื่องจากมีการเรียนรู้เป็นกลุ่ม แม้ว่าอาจมีความขัดแย้งกันบ้างในบางครั้งจากความคิดเห็นที่แตกต่างกัน โดยตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแต่ละคน เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าการเรียนแบบนี้ทำให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนมากขึ้นกว่าการเรียนแบบบรรยายหรือไม่

นักเรียน 1 : “มันก็มากขึ้นนะคะ เพราะว่าเหมือนกับเราก็ต้องแบ่งกันไปจดแต่ละฐาน ๆ สุดท้ายที่เราต้องมาเขียนสรุปก็ต้องเอามาพูดคุยร่วมกัน แล้วก็เอามาเขียนสรุปร่วมกัน”

นักเรียน 2 : “มากกว่าเดิมครับ เพราะว่าต้องทำเป็นกลุ่ม ถ้าในห้องเรียนปกติก็ต่างคนต่างเรียนไม่ค่อยได้คุยกัน”

นักเรียน 6 : “แลกเปลี่ยนบ้างในบางปัญหา แบบความเห็นมันก็ไม่ค่อยเหมือนกันอยู่แล้ว ... ใช้ข้อมูลที่ทำมาโต้แย้งกัน”

4. ตรวจสอบความต้องการของนักเรียนต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ระหว่างการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “นักเรียนอยากให้การเรียนรู้ในห้องเรียนเปลี่ยนจากการนั่งฟังบรรยายมาเรียนแบบนี้หรือไม่ เพราะอะไร หรือมากน้อยขนาดไหน” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนทั้งหมดมีความเห็นว่าอยากให้การเรียนรู้ในห้องเรียนแบบบรรยายเปลี่ยนมาเป็นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานบ้างในบางครั้ง ตั้งแต่ 25% – 60% โดยตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแต่ละคน เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนอยากให้การเรียนรู้ในห้องเรียนเปลี่ยนจากการนั่งฟังบรรยายมาเรียนแบบนี้หรือไม่ เพราะอะไร หรือมากน้อยขนาดไหน

นักเรียน 3 : “ก็โอเค เพราะมันทำให้อยากรู้มากขึ้น แต่เปลี่ยนบางคาบดีกว่าสัก 40% เพราะบางทีก็อยากให้ครูมาสรุปอีกทีหนึ่ง”

นักเรียน 7 : “ก็ควรมีเป็นส่วนมาก มากกว่า 50%”

นักเรียน 8 : “ก็ดีครับ ผมคิดว่าใช้ได้วิชาส่วนมาก ... เหมือนให้ปัญหามาก่อนแต่ไม่ต้องเยาะครับ สัก ... 25% แล้วก็ถ้าไม่เข้าใจอะไรก็สอนก่อน แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ”

5. ตรวจสอบความคิดเห็นของนักเรียนต่อความยากของเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้รับในแต่ละหัวข้อในเรื่อง พันธุศาสตร์ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำถามว่า “นักเรียนคิดว่าเนื้อหาที่เรียนยากสำหรับนักเรียนหรือไม่ในแต่ละเรื่อง” ผลการศึกษาพบว่า หัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม นักเรียนส่วนมากคิดว่าเนื้อหาสาระมีความยากปานกลาง สำหรับหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม นักเรียนส่วนมากคิดว่าเนื้อหาสาระมีความยากมาก ส่วนหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA

และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล นักเรียนส่วนมากคิดว่าเนื้อหาสาระมีความยากปานกลาง โดยตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแต่ละคน เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าเนื้อหาที่เรียนยากสำหรับนักเรียนหรือไม่ในแต่ละเรื่อง

นักเรียน 3 : “เรื่องแรกก็พอเข้าใจ (ปานกลาง) เรื่อง 2 เริ่มยาก เรื่อง 3 ก็ยากครับ”

นักเรียน 4 : “เรื่องแรก ... ปานกลางค่ะ เรื่องที่ 2 อันนี้ยาก เข้าใจยาก เรื่องที่ 3 อันนี้ปานกลาง ... สนุกค่ะ เรื่องสุดท้ายสนุกสุด”

นักเรียน 6 : “เรื่องแรก ... ยากบ้าง ง่ายบ้าง เรื่อง 2 ยาก เรื่อง 3 มันก็สนุกดี ก็กลาง ๆ”



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญ และผลการศึกษาตามจุดประสงค์ของงานวิจัยได้ดังต่อไปนี้

สรุปผลของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังต่อไปนี้

1. การค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์

จากผลการสะท้อนที่เกิดขึ้นของนักเรียนและผู้วิจัยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และผลการสัมภาษณ์นักเรียนเชิงความคิดเห็น ผู้วิจัยสามารถสรุปแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมได้ดังต่อไปนี้

- 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สถานการณ์ปัญหาต้องน่าสนใจและมีโอกาสเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน เนื่องจากมีผลต่อแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียน
- 2) ครูผู้สอนต้องจัดให้นักเรียนนั่งกันเป็นกลุ่มระหว่างทำกิจกรรม เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และข้อมูลความรู้ของนักเรียน
- 3) ครูผู้สอนต้องรักษาเวลาในการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นให้เหมาะสม โดยเฉพาะขั้นเตรียมความพร้อม เนื่องจากส่วนใหญ่จะเสียเวลาไปกับการคุมชั้นเรียน
- 4) ครูผู้สอนควรแจกใบความรู้ หลังจากขั้นการค้นคว้าหาความรู้สิ้นสุดลง เพื่อให้ นักเรียนได้นำไปทบทวนและแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนด้วยตนเอง
- 5) การแจกเอกสารต่าง ๆ ของครูผู้สอน ควรแจกเมื่อถึงขั้นตอนการสอนที่จะต้องใช้อเอกสารเหล่านั้นเท่านั้น ไม่ควรแจกทั้งหมดในครั้งเดียวตั้งแต่เริ่มสอน
- 6) การเรียกเก็บใบกิจกรรม หรือผลงานนักเรียนควรเรียกเก็บเพียงครั้งเดียวหลัง สิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแผนการสอนนั้น ๆ เท่านั้น

2. การตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

หลังจากนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นกลุ่มที่ศึกษา และตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละหัวข้อเนื้อหา พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ในทุกหัวข้อเนื้อหา โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างหัวข้อเนื้อหา

หลังจากนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นกลุ่มที่ศึกษา และตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจากใบกิจกรรม พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ในแต่ละหัวข้อเนื้อหา โดยความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละหัวข้อขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้

อภิปรายผลของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลของการวิจัยโดยแบ่งตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การค้นหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์

จากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย รวมถึงความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้จากการสัมภาษณ์ ทำให้ผู้วิจัยสังเกตเห็นถึงจุดแข็งและจุดอ่อนต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พันธุศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ และสามารถสรุปแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ดีไว้ทั้งหมด 6 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1) ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สถานการณ์ปัญหาที่ใช้จำเป็นต้องเป็นเรื่องที่น่าสนใจ และต้องเป็นเหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาเป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียน อยากค้นหาคำตอบ จนนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ตามที่ Barrows; & Tamblyn (1980: 18) ได้กล่าวไว้ว่าตัวปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ และกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนเกิดการค้นหาข้อมูลตามที่ต้องการ ดังนั้น

ลักษณะของสถานการณ์ปัญหาที่ดีจึงควรเป็นปัญหาที่น่าสนใจ และมีโอกาสเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ของนักเรียน ตามที่สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 3–4) ได้กำหนดไว้ว่า ปัญหาที่นำมาใช้ ควรเป็นปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้จริงหรือเป็นปัญหาที่เกิดจากประสบการณ์ของนักเรียน โดย วรรณภา ชื่นนอก (2554) ได้ให้เหตุผลไว้ว่า หากสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้เป็นสถานการณ์ที่ใกล้ ตัวนักเรียน จะทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับเข้ากับชีวิตจริง ทำให้ไม่ต้องใช้การท่องจำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อโณทัย นันทสุนทร (2558) ที่จัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการ แก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง พันธุศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ สถานการณ์ที่ใกล้ตัวกับนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ บรรยาย โดยในงานวิจัยดังกล่าวได้วิเคราะห์ถึงสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ในลักษณะนี้ว่า เป็นผลมาจากการใช้ปัญหาที่มีความใกล้ตัวของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

2) ระหว่างการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องจัดให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ขนาดเล็ก เนื่องจากการเรียนรู้เป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้และ ความคิดเห็นกัน ทำให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ จนกระทั่งเห็นวิธีการ แก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้ ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550: 2–3) ที่ระบุไว้ว่า นักเรียนต้องเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ขนาดเล็กเพื่อประโยชน์ในการค้นคว้าหาความรู้ ทำให้ความรู้ที่ได้มีความหลากหลายจาก การวิเคราะห์ข้อมูลรายบุคคลของนักเรียนจนกระทั่งนำมาสู่การสังเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน และยังช่วย พัฒนาทักษะในการรับส่งข้อมูล ผูกพันการจัดระบบการทำงานของตนเอง เพื่อนำไปสู่การพัฒนา ทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ กนกกรานต์ ฤกษ์ผ่องศรี (2546) ที่ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการ แก้ปัญหาสูงขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และหากเปรียบเทียบนักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับนักเรียนที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว พบว่า มีความ แตกต่างกัน และในทำนองเดียวกับงานวิจัยของ ศุภร ไชยพันธ์ (2553) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง บรรยากาศ พบว่า นักเรียนที่ เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3) ครูผู้สอนจำเป็นต้องมีการรักษาเวลาในการจัดกิจกรรมในแต่ละชั้นให้เหมาะสม โดยเฉพาะชั้นเตรียมความพร้อม เนื่องจาก นักเรียนบางกลุ่มไม่ค่อยสนใจกับการเรียนรู้ในชั้นเตรียมความพร้อมที่มักสอนด้วยวิธีการบรรยาย ทำให้เสียเวลาไปกับการคุมชั้นเรียนจนระยะเวลาในการจัดกิจกรรมในส่วนนี้ถูกกลดทอนลงไป ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Klegeris; & Hurren (2011) ที่ได้ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐานกับการเรียนรู้โดยการบรรยาย และพบว่า การเรียนการรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยกระตุ้นความตั้งใจในการเรียนและการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนได้มากกว่าการเรียนรู้โดยการบรรยาย โดยการเรียนรู้ด้วยการบรรยายช่วยกระตุ้นความตั้งใจในการเรียนและการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ

4) ครูผู้สอนควรแจกใบความรู้หรือแนะนำแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม หลังจาการเรียนรู้ในชั้นการค้นคว้าหาความรู้ขั้นสุดลง เพื่อให้ให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ที่ได้รับ และแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาดด้วยตนเอง เนื่องจากขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นค้นคว้าหาความรู้ ผู้วิจัยได้พูดคุยกับนักเรียนและพบว่านักเรียนบางส่วนมีความเข้าใจในเนื้อหาไม่ถูกต้อง รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในชั้นค้นคว้าหาความรู้ค่อนข้างจำกัด (30 นาที) ซึ่งทราบจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรมที่อยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น อีกทั้งเนื้อหา เรื่อง พันธุศาสตร์ เป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ไม่สามารถจับต้องหรือมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงทำให้ยากแก่การเข้าใจทั้งนักเรียนและครูผู้สอน (ทัศนียา รัตนถาทัย; และณฤมล ยุตาคม. 2549: 313–327) โดยงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Bahar; Johnstone; & Hansell (1991) ได้ชี้ให้เห็นว่าเนื้อหาในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับ พันธุศาสตร์มีดัชนีความยาก (difficulty index) อยู่ในระดับสูง เช่น หัวข้อการผสมพิจารณาลักษณะ เดี่ยวและการผสมพิจารณาสองลักษณะ (monohybrid and dihybrid crosses) ที่มีความยากอยู่ที่ 22.2 หรือหัวข้อพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) ที่มีความยากอยู่ที่ 13.4

5) การแจกเอกสารต่างๆ ในกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรแจกเอกสารเฉพาะเท่าที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอนการสอนนั้น ๆ เท่านั้น ไม่ควรแจกทั้งหมดในครั้งเดียวตั้งแต่เริ่มสอน เนื่องจาก เอกสารบางชุด เช่น เอกสารที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือที่ใช้ในการกระตุ้นความอยากรู้อยากเรียนของนักเรียนตามหลักการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (สุคนธ์ สินธพานนท์. 2558: 87–88) หากแจกตั้งแต่เริ่มการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นชั้นเตรียมความพร้อมที่ครูผู้สอนจำเป็นต้องอธิบายคำศัพท์หรือเนื้อหาบางอย่างที่จำเป็นก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะไม่สนใจรับเนื้อหาความรู้ที่ครูผู้สอนกำลังอธิบาย ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจคำศัพท์หรือไม่มีพื้นฐานความรู้มากพอสำหรับการทำความเข้าใจกับเนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้

6) การเรียกเก็บใบกิจกรรม หรือผลงานนักเรียน ครูผู้สอนควรเรียกเก็บเพียงครั้งเดียวหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อนั้น ๆ เท่านั้น เนื่องจากการเรียกเก็บในหลาย ๆ ครั้ง นักเรียนอาจเกิดความสับสนและเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ เช่น สรุปลงแล้วตนต้องส่งอะไรบ้างและส่งเมื่อใด ใบกิจกรรมที่เคยส่งไปแล้วต้องส่งอีกหรือไม่ ซึ่งความสับสนและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเมื่อครูผู้สอนมอบหมายงานให้นักเรียน ซึ่ง มลินี สมภพเจริญ (2556) ได้กล่าวถึงการสื่อสารในลักษณะนี้ว่าเป็นการสื่อสารทางเดียว โดยผู้สื่อสารส่งสารไปยังผู้รับสารเพียงฝ่ายเดียว และผู้รับสารไม่มีการตอบกลับไปยังผู้ส่งสาร เนื่องจากมีผู้รับสารจำนวนมากซึ่งอยู่อย่างกระจัดกระจายกัน โอกาสในการตอบกลับไปยังผู้ส่งสารจึงเป็นไปได้ยาก

2. การตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ในทุก ๆ หัวข้อเนื้อหา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากเหตุผล 2 ประการ ดังต่อไปนี้

1) การจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้มีการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและสนใจที่จะค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้รับความรู้อย่างเต็มที่ ซึ่งเป็นไปตามรูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามที่ สุนทร์ สินธพานนท์ (2558: 87–88) ได้เสนอไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการกระตุ้นความอยากรู้อยากเรียนของนักเรียน ทำให้นักเรียนต้องการศึกษาหาความรู้ต่าง ๆ เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปแก้ไขข้อสงสัยที่เกิดจากปัญหาดังกล่าว อีกทั้ง พิจิตร อุตตะโปน (2550) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า การเรียนรู้ในลักษณะนี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนตามทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner) ที่เชื่อว่ามนุษย์จะเลือกรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและเกิดการเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเองอีกด้วย

2) สถานการณ์ปัญหาในงานวิจัยนี้ค่อนข้างมีความน่าสนใจและสามารถพบเห็นตัวอย่างได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งตรงกับลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของสถานการณ์ปัญหาที่ดีตามที่สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550 : 3–4) ได้ระบุไว้ และ วรรณภา ชื่นนอก (2554) ยังได้

แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาอีกว่า หากสถานการณ์ปัญหานั้นนำมาใช้เป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน จะทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับเข้ากับชีวิตจริง ทำให้ไม่ต้องใช้การท่องจำ

ผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุจิภา เพชรล้วน (2554) และ กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554) ที่ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < 0.01$) และสอดคล้องกับ อรปรียา พรมวงค์ (2557) ที่ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Candela (1998) ที่ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเปรียบเทียบกับนักเรียนแบบบรรยายกับนักศึกษาผู้ช่วยพยาบาลชั้นปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ปัญหาสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยการบรรยาย

สำหรับผลจากการตรวจสอบความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการสัมภาษณ์เชิงเนื้อหาในงานวิจัยนี้สามารถนำมาสนับสนุนได้อีกว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาในงานวิจัยนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ เรื่อง พันธุศาสตร์ ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากนักเรียนสามารถตอบคำถามในแต่ละข้อคำถามได้อย่างถูกต้อง โดยในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม นักเรียนเกือบทั้งหมดสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องตามหลักการและตรงประเด็น ในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม นักเรียนส่วนมากสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องตามหลักการเช่นกัน ส่วนหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล นักเรียนส่วนมากสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง แม้ว่าบางข้อคำถามนักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด แต่สามารถวาดรูป หรืออธิบายลักษณะต่าง ๆ จากประสบการณ์ขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจ

นอกจากนี้ผลจากการตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ซึ่งได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจ ยังชี้ให้เห็นอีกว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากกับความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยนี้ เนื่องจากค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับในแต่ละหัวข้อเนื้อหาอยู่ในระดับมากทั้งหมด

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างหัวข้อเนื้อหา

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างหัวข้อเนื้อหา พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยระหว่างหัวข้อเนื้อหาแตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยความสามารถในการแก้ปัญหามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละหัวข้อเนื้อหา เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนที่เน้นให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา

และส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้เพื่อนำมาแก้ไขปัญหาเหล่านั้น ดังนั้นนอกจากนักเรียนจะได้รับความรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ควบคู่ไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะในการแก้ปัญหา ตามที่ วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์ (2554) ได้เสนอไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการนำปัญหามาใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียน ซึ่งนักเรียนจะได้พบกับปัญหาและเกิดกระบวนการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ เช่นเดียวกับ ศิรินทร์ธาร์ โคตรสิงห์; ประวิต เอรารวรรณ์; และมนูญ ศิวารมย์ (ตุลาคม 2556–มีนาคม 2557) ได้ให้ความเห็นว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ ได้ฝึกทักษะการคิดที่หลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาได้ ทำให้ในบางกรณีการเรียนรู้ในลักษณะนี้จึงมีจุดมุ่งหมายไปที่การพัฒนาทักษะมากกว่าการสร้างองค์ความรู้ตามที่ Gallagher (1997: 332–362) ได้เสนอไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้อาจมุ่งพัฒนา นักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ได้รับ รวมถึงพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์ (2554) ซึ่งได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนสูงขึ้น ($p < 0.01$) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ วิทยา (2555) ซึ่งได้พัฒนาชุดกิจกรรมเคมีโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และนำไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีคะแนนสูงขึ้น ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Klegeris; Bahniwal; & Hurren (2013) ที่ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับชั้นเรียนขนาดใหญ่กับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทั่วไปของนักศึกษาสูงขึ้น ($p < 0.05$)

ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจ ทั้งผู้ที่ต้องการนำการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ไปปรับใช้ และผู้ที่ต้องการศึกษาต่อยอดงานวิจัยในลักษณะนี้ไว้ดังต่อไปนี้

1. ผู้สอนควรปรับเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหาให้ทันต่อเหตุการณ์ในปัจจุบัน หรือเป็นเหตุการณ์ที่กำลังได้รับความนิยม เนื่องจากเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิด

ความสนใจ และเฝ้าหาความรู้ได้ดีกว่าเหตุการณ์ในอดีตที่มักถูกนำมายกตัวอย่าง หรือได้รับการอธิบายไว้อย่างละเอียดจนหมดความความน่าสนใจไปแล้ว

2. ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมด้านเนื้อหา โดยการค้นคว้าหาข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเท่าที่จะสามารถทำได้ เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการศึกษาที่ค่อนข้างเปิดกว้าง นักเรียนอาจสนใจความรู้นอกหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเหล่านั้น ซึ่งผู้สอนควรจะต้องตอบได้บ้าง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดจินตนาการในความคิดก่อน ถึงจุดสนใจของนักเรียนให้กลับเข้ามาอยู่ในหลักสูตรอีกครั้ง

3. ผู้สอนควรเปิดกว้างในการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนภายในกลุ่ม หรือระหว่างนักเรียนต่างกลุ่ม เพื่อให้เกิดแนวคิดที่หลากหลายจนเกิดการคัดเลือกและสังเคราะห์ความรู้ที่ถูกต้องมากขึ้น แม้ว่าอาจเกิดความวุ่นวายภายในห้องเรียนบ้างก็ตาม

4. ผู้สอนควรสรุปประเด็นสำคัญของเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือควรมีการอภิปรายข้อมูลเหล่านั้นร่วมกันในทุก ๆ ประเด็น ก่อนดำเนินการทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาดหรือคาดเคลื่อนของนักเรียนในทันที

5. ผู้สอนควรสอดแทรกเนื้อหาเกี่ยวกับชีวจริยธรรมในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA เพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงผลเสียที่อาจเกิดขึ้นจากการนำเทคโนโลยีทาง DNA ไปใช้อย่างไม่ระมัดระวังหรือผิดวิธี



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกกรานต์ ฤกษ์ผ่องศรี. (2546). ผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบางพลัด เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร. สารนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 4. กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.
- กอบวิทย์ พิริยะวัฒน์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognition ในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จินตนา ช่วยด้วง. (2547). การใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทองจันทร์ หงส์ดามรงค์. (2538, พฤศจิกายน-ธันวาคม). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก. วารสารข่าวสารกองบริการการศึกษา. 6(58): 6.
- ทีศนา แหมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทัศนียา รัตนฤทัย; และ นฤมล ยุตาคม. (2549). การรับรู้ของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนพันธุศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนสังกัดกองการศึกษา สงเคราะห์ในประเทศไทย. วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. 12(3): 313-327.
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2551). การวิจัยปฏิบัติการ. อุบลราชธานี: ยงสวัสดิ์อินเตอร์กรุ๊ป.
- นวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. (2549). การวิจัยในชั้นเรียน. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมมาธิราช.

- บุญนำ อินทนนท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). “หลักการประเมินวิทยาศาสตร์แผนใหม่” เอกสารนิเทศการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาคพัฒนาตำราและเอกสาร หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคม. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิจิตร อุตตะโปน. (2550). ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2556). ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน : ครูทุกคนทำได้ไม่ยาก. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: แฮสส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- ภพ เลหาไฟบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มลินี สมภพเจริญ. (2556). ทฤษฎีการสื่อสารระหว่างบุคคล. นนทบุรี: สองขาครีเอชั่น จำกัด.
- มัทธรา ธรรมบุศย์. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). วารสารวิชาการ. 5(2): 11–17.
- รังสรรค์ ทองสุกนอก. (2547). ชุดกิจกรรมการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem-Based Learning) เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาโท กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2552). ปรัชญาวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วรรณภา ชื่นนอก. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. ถ่ายเอกสาร.

- วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์. (2554). การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความสนใจในการเรียนภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหากับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรวิทย์ ศรีโพธิ์ และสุภาพร พรไตร. (2557, กุมภาพันธ์-ธันวาคม). การจำลองพันธุศาสตร์ของมังกร กิจกรรมเพื่อการจัดการเรียนรู้การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 5(2): 118-127.
- วันทิพย์ สิ้นสูงสุด. (2549). การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: สยามมิตรการพิมพ์.
- ศิรินทรธรรมา โครตรสิงห์; ประวิต เอรารวรรณ์; และมนัญญา ศิวารมย์. (ตุลาคม 2556-มีนาคม 2557). การพัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับพัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา. 11(2): 40-52.
- ศิริชัย กาญจนาวาสี. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริลักษณ์ วิทยา. (2555). การพัฒนาชุดกิจกรรมเคมี เรื่องปฏิกิริยาเคมีและพลังงานทดแทน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุจิภา เพชรล้วน. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภกร ไชยจันทร์. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง บรรยากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

- สิริวรรณ ตระสานนท์. (2542). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด
แก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการจัดกิจกรรม
การสอนแบบ 4 MAT กับการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์. ปรินญา-
นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-
วิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่...เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียน. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่
21. สสวท. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 42(185): 10-13.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). ยุทธศาสตร์การคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิมล ว่องวาณิช. (2557). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 17. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2555). คู่มือประเมินสมรรถนะของผู้เรียนระดับ
การศึกษาขั้นพื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานฯ.
- สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 3
การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: ชุมชนการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อรปริยา พรมงคล. (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
ราชภัฏพระนคร. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชลี ชยานุวัชร. (2554). การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) เล่ม 1
แนวคิดและกระบวนการเรียนรู้. นครศรีธรรมราช: บริษัท โรงพิมพ์ดีชัย จำกัด.
- อโณทัย นันทสุนทร. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
เรื่อง พันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการ
ทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Bahar, M; Johnstone, A. H.; & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in
biology. *Journal of Biological Education*. 33(2): 84-86.

- Barrows, H. S.; & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-Based Learning: an Approach to Medical Education*. New York: Springer.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook I: Cognitive*. New York: David Mackey.
- Candela, Lori L. (April, 1998). Problem Based Learning versus Lecture: Effects on Multiple Choice Test Scores in Associate Degree Nursing Student. *Dissertation Abstracts International*. 60: 177.
- Delisle, R. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Duch, B. J. (1995, January). *What is Problem-Based Learning?*. (Online)
- Gallagher, S. A. (1997). Problem-based learning: Where did it come from, what does it do, and where is it going?. *Journal for the Education of the Gifted*. 29(4): 332–362.
- Gagne, R. M. (1970). *The Condition of Learning*. 2nd ed. New York: Holy, Rinehart and Winstin, Inc.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw – Hill Book Company.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw – Hill Company.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*. 61(1): 64–74.
- Klegeris, A.; & Hurren, H. (2011). Impact of problem-based learning in a large classroom setting: student perception and problem-solving skills. *Advances in Physiology Education*. 35(4): 408–415.
- Klegeris, A.; Bahniwal, M.; & Hurren, H. (2013). Improvement in generic problem-solving abilities of students by use of tutor-less problem-based learning in large classroom setting. *CBE-Life Sciences Education*. 12(1): 73–79.
- Sungur, S.; Tekkaya, C.; & Geban, Ö. (2006, Autumn). Improving achievement through problem-based learning. *Journal of Biological Education (JBE)*. 40(4): 155–160.

Torp, L. & Sage, S. (1998). *Problem as Possibilities: Problem-Based Learning for K-12*.

Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Weir, J. J. (1974, April). Problem solving is everybody problem. *Science Teacher*. 41(4): 16-18.







ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจเครื่องมือในงานวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจเครื่องมือในงานวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจเครื่องมือในงานวิจัยมีทั้งหมด 4 ท่าน แบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา 1 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีรายนามดังต่อไปนี้

อาจารย์ ดร.รักษนก	โคโต	อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา สาขาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร.ชนวรรณ	เตชางกูร	อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา สาขาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร.ฐาปนา	ชลธนานารถ	อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา สาขาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ รัชฎา	ศรีหมาสข	อาจารย์ วิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และความสอดคล้อง (IOC) ของกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ประเมินทั้งความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้

ตาราง 9 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ ในหัวข้อ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน

ประเด็นที่พิจารณา	ผลจากผู้เชี่ยวชาญ				$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	1	2	3	4		
องค์ประกอบของแผน						
1) เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	3	5	5	4.50 ± 1.00	มาก
2) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	5	3	4	5	4.25 ± 0.96	มาก
3) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	3	4	5	4.25 ± 0.96	มาก
กระบวนการจัดการเรียนรู้						
1) อ่านเข้าใจง่ายสามารถจัดกิจกรรมได้ตามแผน	4	3	4	4	3.75 ± 0.50	มาก
2) เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	5	3	5	4.50 ± 1.00	มาก
3) เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	4	4	4.25 ± 0.50	มาก
4) เป็นไปตามรูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	3	5	4	5	4.25 ± 0.96	มาก
5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	3	4	3	4	3.50 ± 0.58	ปานกลาง
สื่อและแหล่งเรียนรู้						
1) มีจำนวนพอเหมาะกับเนื้อหา	4	4	3	4	3.75 ± 0.50	มาก
2) มีจำนวนพอเหมาะกับนักเรียน	4	4	4	5	4.25 ± 0.50	มาก

ตาราง 9 (ต่อ)

ประเด็นที่พิจารณา	ผลจากผู้เชี่ยวชาญ				$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	1	2	3	4		
การวัดและประเมินผล						
1) การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	4.50 ± 0.58	มาก
2) การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4	4.00 ± 0.00	มาก

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน ประเมินมีเกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00	หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51–2.00	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 10 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ ในหัวข้อ การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน

ประเด็นที่พิจารณา	ผลจากผู้เชี่ยวชาญ				$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	1	2	3	4		
องค์ประกอบของแผน						
1) เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	2	5	5	4.00 ± 1.41	มาก
2) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4	3	4	5	4.00 ± 0.82	มาก
3) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	3	4	5	4.00 ± 0.82	มาก

ตาราง 10 (ต่อ)

ประเด็นที่พิจารณา	ผลจากผู้เชี่ยวชาญ				$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	1	2	3	4		
กระบวนการจัดการเรียนรู้						
1) อ่านเข้าใจง่ายสามารถจัดกิจกรรมได้ตามแผน	4	4	5	4	4.25 ± 0.50	มาก
2) เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	5	3	5	4.25 ± 0.96	มาก
3) เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	4	4	4.25 ± 0.50	มาก
4) เป็นไปตามรูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4	5	4	4	4.25 ± 0.50	มาก
5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	3	3	4	4	3.50 ± 0.58	ปานกลาง
สื่อและแหล่งเรียนรู้						
1) มีจำนวนพอเหมาะกับเนื้อหา	4	5	4	5	4.50 ± 0.58	มาก
2) มีจำนวนพอเหมาะกับนักเรียน	4	5	4	5	4.50 ± 0.58	มาก
การวัดและประเมินผล						
1) การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	3	4	4	4.00 ± 0.82	มาก
2) การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4	4.00 ± 0.00	มาก

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน ประเมินมีเกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00	หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51–2.00	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50	หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 11 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ ในหัวข้อ เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน

ประเด็นที่พิจารณา	ผลจากผู้เชี่ยวชาญ				$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	1	2	3	4		
องค์ประกอบของแผน						
1) เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4.25 ± 0.50	มาก
2) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	4	5	4.25 ± 0.50	มาก
3) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	4.50 ± 0.58	มาก
กระบวนการจัดการเรียนรู้						
1) อ่านเข้าใจง่ายสามารถจัดกิจกรรมได้ตามแผน	4	3	4	4	3.75 ± 0.50	มาก
2) เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	5	3	5	4.25 ± 0.96	มาก
3) เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	4	4	4.50 ± 0.58	มาก
4) เป็นไปตามรูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4	5	4	4	4.25 ± 0.50	มาก
5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4	4	4	4	4.00 ± 0.00	มาก
สื่อและแหล่งเรียนรู้						
1) มีจำนวนพอเหมาะกับเนื้อหา	4	5	5	5	4.75 ± 0.50	มากที่สุด
2) มีจำนวนพอเหมาะกับนักเรียน	4	5	4	5	4.50 ± 0.58	มาก
การวัดและประเมินผล						
1) การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	4.50 ± 0.58	มาก
2) การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	5	4.25 ± 0.50	มาก

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน ประเมินมีเกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51–5.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51–4.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51–3.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51–2.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00–1.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 12 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์ ในแต่ละหัวข้อจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน

กิจกรรมการเรียนรู้	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ				IOC	แปลความหมาย
	1	2	3	4		
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	+1	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสมแก่การนำไปใช้
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	+1	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสมแก่การนำไปใช้
เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล	+1	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสมแก่การนำไปใช้

หมายเหตุ

ค่า IOC เฉลี่ยที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน ประเมินมีเกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้

ค่าเฉลี่ย	0.00 – 0.59	หมายความว่า	ไม่เหมาะสมแก่การนำไปใช้
ค่าเฉลี่ย	0.60 – 1.00	หมายความว่า	เหมาะสมแก่การนำไปใช้

2. ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 13 ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ				ผลการทดลองใช้			การนำไปใช้	ข้อที่เลือกใช้
		1	2	3	4	IOC	p	r		
อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้	1.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.814	0.323	ตัดออก	–
	2.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.930	0.306	ตัดออก	–
	3.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.465	–0.413	ใช้ได้	✓
	4.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.279	–0.041	ตัดออก	–
	5.	+1	0	+1	+1	0.75	0.512	0.607	ใช้ได้	✓
	6.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.488	0.431	ใช้ได้	✓
	7.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.140	0.031	ตัดออก	–
	8.	+1	+1	+1	0	0.75	0.744	0.498	ใช้ได้	–
	9.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.349	0.359	ใช้ได้	–
	10.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.326	0.620	ใช้ได้	✓
เชื่อมโยงการแบ่งเซลล์กับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้	11.	+1	+1	+1	0	0.75	0.488	0.490	ใช้ได้	✓
	12.	0	0	0	+1	0.25	0.372	0.290	ตัดออก	–
ทำนายโอกาสในการเกิดลักษณะทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นได้	13.	+1	+1	0	+1	0.75	0.698	0.546	ใช้ได้	✓
	14.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.512	0.524	ใช้ได้	✓
	15.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.256	0.400	ใช้ได้	✓
	16.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.674	0.618	ใช้ได้	–
	17.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.791	0.535	ใช้ได้	✓
	18.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.512	0.326	ใช้ได้	–
	19.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.605	0.484	ใช้ได้	–
	20.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.698	0.383	ใช้ได้	✓

หมายเหตุ

การคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มีค่าความยาก-ง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.2–0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ตาราง 14 ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ					ผลการทดลองใช้		การนำไปใช้	ข้อที่เลือกใช้
		1	2	3	4	IOC	p	r		
อธิบายการสร้าง DNA สายผสมได้	1.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.302	0.126	ตัดออก	–
	2.	+1	+1	0	+1	0.75	0.419	0.389	ใช้ได้	✓
	3.	+1	+1	0	+1	0.75	0.605	0.569	ใช้ได้	✓
	4.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.442	0.644	ใช้ได้	✓
	5.	0	+1	+1	+1	0.75	0.674	0.563	ใช้ได้	✓
	6.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.651	0.347	ใช้ได้	–
	7.	0	+1	0	+1	0.50	0.674	0.516	ตัดออก	–
	8.	0	0	+1	+1	0.50	0.535	0.039	ตัดออก	–
อธิบายการเกิดมิวเทชันได้	9.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.488	0.153	ตัดออก	–
	10.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.674	0.474	ใช้ได้	✓
	11.	+1	0	+1	+1	0.75	0.233	0.387	ใช้ได้	–
	12.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.465	0.683	ใช้ได้	–
	13.	+1	+1	0	+1	0.75	0.744	0.349	ใช้ได้	✓
	14.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.465	0.278	ใช้ได้	✓
อธิบายการเกิดวิวัฒนาการได้	15.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.512	0.686	ใช้ได้	–
	16.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.651	0.626	ใช้ได้	✓
	17.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.465	0.413	ใช้ได้	✓
	18.	+1	0	0	0	0.25	0.302	0.199	ตัดออก	–
	19.	+1	–1	+1	+1	0.50	0.186	0.262	ตัดออก	–
	20.	+1	0	+1	+1	0.75	0.302	0.234	ใช้ได้	✓

หมายเหตุ

การคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มีค่าความยาก-ง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.2–0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ตาราง 15 ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ					ผลการทดลองใช้		การนำไปใช้	ข้อที่เลือกใช้
		1	2	3	4	IOC	p	r		
ทำนายหมู่เลือดของบุคคลในแต่ละรุ่นได้	1.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.465	0.663	ใช้ได้	–
	2.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.628	0.664	ใช้ได้	✓
	3.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.419	0.799	ใช้ได้	✓
	4.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.535	0.392	ใช้ได้	✓
	5.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.070	0.207	ตัดออก	–
วิเคราะห์ตัวบุคคลจากลายพิมพ์ DNA ได้	6.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.488	0.735	ใช้ได้	✓
	7.	+1	+1	0	+1	0.75	0.279	0.268	ใช้ได้	–
	8.	+1	–1	+1	+1	0.50	0.581	0.646	ตัดออก	–
	9.	0	+1	+1	+1	0.75	0.651	0.729	ใช้ได้	✓
	10.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.488	0.221	ใช้ได้	✓
	11.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.558	0.149	ตัดออก	–
	12.	+1	+1	+1	0	0.75	0.581	0.566	ใช้ได้	✓
เลือกใช้เทคโนโลยีทาง DNA ชนิดต่างๆ ได้ถูกต้องตามสถานการณ์ได้	13.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.767	0.527	ใช้ได้	–
	14.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.698	0.689	ใช้ได้	✓
	15.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.488	0.185	ตัดออก	–
	16.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.256	0.223	ใช้ได้	–
	17.	0	+1	+1	+1	0.75	0.512	0.464	ใช้ได้	–
	18.	0	+1	+1	+1	0.75	0.651	0.592	ใช้ได้	✓
	19.	+1	+1	+1	+1	1.00	0.372	0.458	ใช้ได้	✓
	20.	0	+1	+1	+1	0.75	0.209	–0.277	ตัดออก	–

หมายเหตุ

การคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มีค่าความยาก-ง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.2–0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

3. ผลการตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) และความเหมาะสมของใบกิจกรรมระหว่างเรียนและเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

ตาราง 16 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของใบกิจกรรมระหว่างเรียนจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน

หัวข้อในการประเมิน	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ				IOC
	1	2	3	4	
ความชัดเจนของคำถาม	+1	+1	+1	+1	1.00
การใช้ภาษาที่เหมาะสม	+1	+1	+1	+1	1.00
ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	1.00
ความสอดคล้องกับทักษะการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	1.00
ครอบคลุมขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหามาตร	+1	+1	+1	+1	1.00
ข้อตกลงในงานวิจัย					

ตาราง 17 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน

หัวข้อในการประเมิน	ผลประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ				IOC
	1	2	3	4	
ความชัดเจนของเกณฑ์การให้คะแนน	+1	+1	+1	+1	1.00
การใช้ภาษาที่เหมาะสม	+1	+1	+1	+1	1.00
ความสอดคล้องกับทักษะการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	1.00
ครอบคลุมขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหามาตร	+1	+1	+1	+1	1.00
ข้อตกลงในงานวิจัย					

ตาราง 18 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของใบกิจกรรมระหว่างเรียนจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน

หัวข้อในการประเมิน	ผลจากผู้เชี่ยวชาญ				$\bar{x} \pm SD$	ความเหมาะสม
	1	2	3	4		
องค์ประกอบของใบกิจกรรม						
1) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	4.75 ± 0.50	มากที่สุด
2) คำถามครอบคลุมขั้นตอนในการแก้ปัญหา	4	4	4	5	4.25 ± 0.50	มาก
3) จำนวนคำถามเหมาะสมกับระยะเวลาในการเรียน	5	4	4	4	4.25 ± 0.50	มาก
4) พื้นที่ใช้ในการเขียนตอบใบกิจกรรมเพียงพอต่อเนื้อหา	5	5	5	5	5.00 ± 0.00	มากที่สุด
ภาษาที่ใช้ในใบกิจกรรม						
1) อ่านเข้าใจง่าย สามารถเขียนตอบได้ทันที	4	5	3	5	4.25 ± 0.96	มาก
2) ความถูกต้องของภาษา	5	5	4	5	4.75 ± 0.50	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล						
1) การวัดและการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5.00 ± 0.00	มากที่สุด
2) การวัดและการประเมินผลมีการตรวจอย่างเป็นระบบ	4	5	4	5	4.50 ± 0.58	มาก

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน ประเมินมีเกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51–5.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51–4.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51–3.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51–2.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00–1.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 19 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา
จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน

หัวข้อในการประเมิน	ผลจากผู้เชี่ยวชาญ				$\bar{x} \pm SD$	ความ เหมาะสม
	1	2	3	4		
องค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนน						
1) เกณฑ์ในการให้คะแนนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5.00 ± 0.00	มากที่สุด
2) เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความชัดเจน	4	5	4	5	4.50 ± 0.58	มาก
3) เกณฑ์ในการให้คะแนนครอบคลุมขั้นตอนในการแก้ปัญหา	4	5	5	5	4.75 ± 0.50	มากที่สุด
ภาษาที่ใช้ในเกณฑ์การให้คะแนน						
1) อ่านเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5.00 ± 0.00	มากที่สุด
2) ความถูกต้องของภาษา	5	5	4	5	4.75 ± 0.50	มากที่สุด

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน ประเมินมีเกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51–5.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51–4.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51–3.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51–2.00	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00–1.50	หมายความว่า	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

4. ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสอบถามความพึงพอใจ

ตาราง 20 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบทดสอบความพึงพอใจ

ข้อคำถาม	ผลจากผู้เชี่ยวชาญ				การนำไปใช้
	1	2	3	4	
ด้านเนื้อหา					
1) ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
2) ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
3) ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
4) ความพึงพอใจในภาพรวมต่อความรู้ที่ได้รับจากการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
1) กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
2) กิจกรรมการเรียนรู้มีระยะเวลาที่เหมาะสม	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
3) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับสถานที่	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
4) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจำนวนนักเรียน	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
5) กิจกรรมการเรียนรู้ <u>ไม่ได้</u> เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
6) กิจกรรมการเรียนรู้ <u>ไม่ได้</u> เน้นให้นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่ม	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
7) กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้รับความรู้จากการแก้ปัญหา	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้
8) ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	นำไปใช้

หมายเหตุ

ผู้วิจัยกำหนดข้อคำถาม 2 ข้อ ให้มีความหมายเชิงลบ เพื่อคัดแยกแบบสอบถามที่เสียออก



ภาคผนวก ค

ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำเครื่องมือไปใช้กับนักเรียนกลุ่มศึกษา

ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำเครื่องมือไปใช้กับนักเรียนกลุ่มศึกษา

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษา รายบุคคล ในแต่ละหัวข้อเนื้อหา

ตาราง 21 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคล
ในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

นักเรียน คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		นักเรียน คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน (10)	หลังเรียน (10)		ก่อนเรียน (10)	หลังเรียน (10)
1	2	8	19	4	8
2	4	5	20	7	10
3	2	8	21	2	9
4	5	8	22	6	9
5	3	7	23	2	9
6	4	6	24	8	9
7	1	10	25	9	9
8	2	7	26	1	8
9	4	9	27	3	9
10	1	6	28	4	8
11	3	10	29	3	8
12	5	8	30	4	6
13	5	8	31	7	8
14	4	7	32	8	8
15	3	8	33	2	7
16	4	8	34	2	8
17	4	7	35	4	6
18	4	9	$\bar{x} \pm SD$	3.886 ± 2.040	7.943 ± 1.211

ตาราง 22 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคล
ในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

นักเรียน คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		นักเรียน คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน (10)	หลังเรียน (10)		ก่อนเรียน (10)	หลังเรียน (10)
1	2	8	19	4	6
2	4	8	20	6	9
3	3	8	21	4	8
4	7	8	22	4	8
5	4	6	23	4	8
6	4	8	24	7	9
7	3	8	25	6	8
8	3	8	26	3	8
9	3	5	27	2	8
10	4	8	28	4	8
11	2	8	29	4	7
12	2	8	30	4	8
13	3	8	31	4	8
14	4	8	32	3	7
15	3	8	33	4	8
16	4	7	34	4	8
17	4	8	35	4	8
18	4	8	$\bar{x} \pm SD$	3.829 ± 1.200	7.771 ± 0.770

ตาราง 23 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคล
ในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล

นักเรียน คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		นักเรียน คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	ก่อนเรียน (10)	หลังเรียน (10)		ก่อนเรียน (10)	หลังเรียน (10)
1	2	8	19	3	10
2	3	8	20	6	9
3	3	8	21	1	10
4	6	9	22	8	10
5	1	9	23	1	10
6	3	8	24	7	8
7	3	10	25	4	9
8	0	8	26	2	9
9	3	10	27	2	8
10	3	9	28	3	5
11	4	10	29	1	9
12	4	8	30	3	9
13	8	8	31	9	9
14	3	9	32	1	1
15	4	7	33	1	10
16	3	9	34	1	10
17	3	8	35	3	9
18	3	9	$\bar{x} \pm SD$	3.286 ± 2.177	8.571 ± 1.685

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคล ในแต่ละหัวข้อเนื้อหา

ตาราง 24 ความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคล ในหัวข้อ
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

นักเรียน คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหา (24)	นักเรียน คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหา (24)
1	14	19	17
2	14	20	16
3	14	21	17
4	15	22	11
5	13	23	16
6	11	24	15
7	12	25	17
8	10	26	10
9	15	27	15
10	13	28	13
11	15	29	10
12	18	30	12
13	13	31	14
14	10	32	10
15	12	33	15
16	12	34	15
17	13	35	13
18	14	$\bar{x} \pm SD$	13.543 $\pm$ 2.241

ตาราง 25 ความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคล ในหัวข้อ
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

นักเรียน คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหา (24)	นักเรียน คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหา (24)
1	15	19	15
2	16	20	16
3	17	21	15
4	19	22	17
5	17	23	16
6	16	24	14
7	16	25	15
8	13	26	11
9	12	27	15
10	15	28	11
11	16	29	14
12	15	30	11
13	19	31	18
14	13	32	15
15	15	33	15
16	10	34	15
17	16	35	18
18	16	$\bar{x} \pm SD$	15.057 $\pm$ 2.182

ตาราง 26 ความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มศึกษารายบุคคล ในหัวข้อ
เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล

นักเรียน คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหา (24)	นักเรียน คนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหา (24)
1	14	19	19
2	18	20	16
3	14	21	18
4	19	22	17
5	15	23	17
6	14	24	18
7	18	25	18
8	14	26	17
9	17	27	19
10	17	28	15
11	20	29	17
12	17	30	13
13	17	31	17
14	17	32	17
15	17	33	14
16	14	34	14
17	14	35	18
18	15	$\bar{x} \pm SD$	16.429 $\pm$ 1.852

3. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อเนื้อหา

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ (การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม)

ความรู้ที่นักเรียนได้รับ

ความสัมพันธ์ระหว่างยีน-DNA-โครโมโซม กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ และการคำนวณโอกาสในการเกิดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในแต่ละรุ่น

บรรยากาศในชั้นเรียน

นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูสร้างขึ้น นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนจะตั้งใจฟังคำอธิบายสถานการณ์เหล่านั้นเป็นพิเศษ แต่อย่างไรก็ตามขณะจัดการเรียนรู้ในช่วงอื่น ๆ บรรยากาศในชั้นเรียนค่อนข้างมีความวุ่นวายเป็นระยะ โดยเฉพาะช่วงก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้และช่วงต้นของกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้ในรูปแบบนี้เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อนทำให้เกิดความสับสนพอสมควร

ปัญหาที่พบ

เกิดความวุ่นวายในช่วงก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้และช่วงต้นของกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากเมื่อนักเรียนเดินทางมาถึงห้องเรียนแล้วนักเรียนเลือกที่จะไม่นั่งเป็นกลุ่มตามที่กำหนดไว้ ทำให้เสียเวลาจัดตำแหน่งการนั่งใหม่ และในช่วงต้นของกิจกรรมครูแจกเอกสารทั้งหมดในครั้งเดียวทำให้นักเรียนไม่ตั้งใจฟังการอธิบายวิธีการทำใบกิจกรรมจากครูหน้าชั้นเรียน จนกระทั่งนักเรียนไม่เข้าใจจุดประสงค์ของคำถามในแต่ละข้อ ครูจึงต้องเสียเวลากับการอธิบายซ้ำหลาย ๆ ครั้งตามกลุ่มย่อย นอกจากนี้เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนไม่ยอมส่งใบกิจกรรมเดียว เนื่องจากผู้วิจัยเคยเรียกให้นักเรียนส่งแล้วครั้งหนึ่งและแจกคืนเพื่อนำมาอ้างอิงในใบกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนจึงเข้าใจว่าไม่จำเป็นต้องส่งอีกเป็นครั้งที่ 2

อื่น ๆ

จากการพูดคุยกับนักเรียน นักเรียนลงความเห็นว่ระยะเวลาในช่วงการเตรียมความพร้อมนานเกินไป ทำให้เวลาในการทำใบกิจกรรมในขั้นการกำหนดปัญหาและขั้นทำความเข้าใจปัญหามีน้อยเกินไป นอกจากนี้นักเรียนบางส่วนกล่าวว่า เนื้อหาเกี่ยวกับการคำนวณโอกาสของการเกิดลักษณะทางพันธุกรรมในแต่ละรุ่นเคยเรียนมาบ้างแล้ว แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยเชื่อว่านักเรียนยังไม่ทราบกระบวนการในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่สู่ลูก

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ (การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม)

ความรู้ที่นักเรียนได้รับ

การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม เช่น การเกิดมิวเทชัน การดัดแปรพันธุกรรมด้วยการตัดต่อพันธุกรรม การผสมพันธุ์สัตว์เพื่อปรับปรุงสายพันธุ์ ตลอดจนการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

บรรยากาศในชั้นเรียน

นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยเฉพาะช่วงการเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูสร้างขึ้น เช่นเดียวกับการเรียนรู้ในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ยกเว้นในช่วงของการนำเสนอผลงานหรือนำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยนักเรียนไม่ค่อยสนใจฟังการนำเสนอของนักเรียนกลุ่มอื่น สนใจแต่การเตรียมการนำเสนอของกลุ่มตนเองเท่านั้น เสมือนว่ายังไม่สามารถหาแนวทางแก้ไขปัญหาคัดเจนได้ หรือยังไม่สามารถอธิบายหลักการและเหตุผลของแนวทางที่กลุ่มตนเองเลือกได้เท่าใดนัก นอกจากนี้ ความวุ่นวายต่าง ๆ ที่พบในการจัดการเรียนรู้มีลดน้อยลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เนื่องจากผู้วิจัยได้พยายามดัดแปลงแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้นก่อนการจัดการเรียนรู้

ปัญหาที่พบ

นักเรียนไม่ค่อยให้ความสนใจกับการนำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูสร้างขึ้นหน้าชั้นเรียนมากเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจในข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ที่กลุ่มของตนเองศึกษาค้นคว้า ทำให้นักเรียนขาดความมั่นใจในการเลือกใช้ข้อมูลความรู้ที่มีอยู่มาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และขาดความมั่นใจในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

อื่น ๆ

จากการพูดคุยกับนักเรียน นักเรียนลงความเห็นเห็นว่าเนื้อหาของหัวข้อนี้น่าสนใจยาก ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเนื้อหาสาระหรือความรู้ที่ศึกษาค้นคว้า นอกจากนี้จากการสังเกตของผู้วิจัยขณะดำเนินการจัดการเรียนรู้ในช่วงของการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหานักเรียนพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถนำหลักฐานที่แสดงถึงองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดมิวเทชันและการดัดแปรพันธุกรรมมาอธิบายสถานการณ์ปัญหาได้เท่าที่ควร

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ (เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล)

ความรู้ที่นักเรียนได้รับ

เทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล เช่น เทคโนโลยีการหาลำดับเบสบนสาย DNA ลายพิมพ์ DNA และระบบหมู่เลือด ABO

บรรยากาศในชั้นเรียน

ในภาพรวมนักเรียนมีความตั้งใจทำกิจกรรมการเรียนรู้ค่อนข้างดี แต่น้อยกว่ากิจกรรมการเรียนรู้ใน 2 หัวข้อก่อนหน้านี้ เนื่องจากช่วงที่ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคลเป็นช่วงใกล้สอบปลายภาคเรียนของนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่จึงมีความกังวลกับภาระงานและการสอบย่อยของวิชาหลักต่าง ๆ มากกว่าการเรียนรู้ในคาบกิจกรรมชุมนุม แต่อย่างไรก็ตามในช่วงที่นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาและช่วงที่นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ นักเรียนกลับมีความสนใจและตั้งใจเรียนมากกว่ากิจกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ

ปัญหาที่พบ

ขณะทำการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อนี้ทางโรงเรียนได้ประกาศงดการเรียนการสอนอย่างกะทันหันในช่วงเวลาดังกล่าว เนื่องจากทางโรงเรียนมีกิจกรรมสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนทุกคนเข้าร่วม ผู้วิจัยจึงตัดสินใจเลื่อนการจัดการเรียนรู้ออกไปอีก 1 สัปดาห์ ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่ใกล้กับสอบปลายภาคของนักเรียนมาก ดังนั้นเมื่อผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงเวลาดังกล่าวนักเรียนจึงมีความตั้งใจทำกิจกรรมโดยภาพรวมลดลง เนื่องจากนักเรียนมีความกังวลเกี่ยวกับคะแนนเก็บต่าง ๆ ของรายวิชาหลักมากกว่าการทำกิจกรรมชุมนุม

อื่นๆ

จากการพูดคุยกับนักเรียน นักเรียนลงความเห็นเห็นว่าเนื้อหาในหัวข้อนี้มีความยากพอสมควร แต่กิจกรรมการเรียนรู้จัดได้ว่าสนุกและน่าสนใจที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมการเรียนรู้ในหัวข้ออื่น ๆ เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและสามารถพบเห็นได้บ่อยครั้งในชีวิตประจำวันมากกว่าสถานการณ์ในหัวข้ออื่น ๆ



ภาคผนวก ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ปีการศึกษา 2558

เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้สอน นายนนทกร อรุณพฤชากุล

จำนวน 3 คาบ

สาระการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

สาระสำคัญ

ลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศล้วนได้รับการกำหนดจากยีนที่แตกต่างกันไป ซึ่งยีนเหล่านี้บรรจุอยู่บนส่วนใดส่วนหนึ่งของสาย DNA และอยู่กันเป็นคู่เพื่อกำหนดลักษณะใดลักษณะหนึ่งให้เกิดการแสดงออก โดยเมื่อสิ่งมีชีวิตต้องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมไปยังรุ่นลูก ยีนที่เคยอยู่เป็นคู่จะแยกออกจากกันในระหว่างการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์มียีนบรรจุอยู่ประมาณครึ่งหนึ่งจากเซลล์ตั้งต้น และเข้าผสมกับเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหน่วยอื่นซึ่งมียีนบรรจุอยู่ประมาณครึ่งหนึ่งเช่นกัน จนเกิดเป็นสิ่งมีชีวิตหน่วยใหม่ที่มียีนอยู่กันเป็นคู่และมีลักษณะทางพันธุกรรมคล้ายพ่อและแม่ เนื่องจากครึ่งหนึ่งมาจากพ่อผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ และอีกครึ่งหนึ่งจะมาจากแม่ผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้
- เชื่อมโยงการแบ่งเซลล์กับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้
- ทำนายโอกาสในการเกิดลักษณะทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นได้

ด้านทักษะ

- มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ตัวอย่าง

เนื้อหาสาระ

ลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตล้วนถูกกำหนดขึ้นมาจากสารพันธุกรรมที่อยู่ภายในเซลล์แต่ละเซลล์ของสิ่งมีชีวิต สารพันธุกรรมเหล่านี้เป็นสารชีวโมเลกุลชนิดหนึ่งที่เรียกว่า กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ซึ่งประกอบด้วย DNA และ RNA จากการศึกษาวิจัยของนักวิทยาศาสตร์พบว่า สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดมี DNA เป็นสารพันธุกรรมและมีส่วนน้อยที่มี RNA เป็นสารพันธุกรรม และยังค้นพบอีกว่าโครงสร้างของ DNA เกิดจากพอลินิวคลีโอไทด์ (polynucleotide) 2 สายมาเข้าคู่กันด้วยพันธะไฮโดรเจนและบิดเป็นเกลียววนตามเข็มนาฬิกา ลักษณะคล้ายบันไดเวียน นอกจากนี้ DNA ที่อยู่ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีการจับกับโปรตีนบางชนิดและขดตัวให้มีขนาดเล็กจนสามารถบรรจุอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์นั้นได้ เราเรียกโครงสร้างนี้ว่า เส้นใยโครมาทิน (chromatin fiber) แต่เมื่อมีการขดตัวมากที่สุดระหว่างการแบ่งเซลล์ เราจะเรียกโครงสร้างนี้ว่า โครโมโซม (chromosome)

โมเลกุลของ DNA แต่ละโมเลกุลมีทั้งส่วนที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมและส่วนที่ไม่ได้กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยเราจะเรียกส่วนที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมว่ายีน (gene) ซึ่งยีนสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ยีนเด่นที่เขียนแทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ ทำหน้าที่กำหนดลักษณะที่แสดงออกให้เป็นลักษณะเด่น และยีนด้อยที่เขียนแทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก ทำหน้าที่กำหนดลักษณะที่แสดงออกให้เป็นลักษณะด้อย แต่อย่างไรก็ตามยีนส่วนใหญ่จะทำงานกันเป็นคู่เพื่อกำหนดลักษณะที่แสดงออกลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ซึ่งอาจเกิดจากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนเด่น ยีนเด่นเข้าคู่กับยีนด้อย หรือยีนด้อยเข้าคู่กับยีนด้อย โดยแต่ละยีนที่มาเข้าคู่กันนี้จะอยู่บน DNA คนละโมเลกุล เราเรียกการเข้าคู่กันของยีนเหล่านี้ว่า จีโนไทป์ (genotype) และเรียกลักษณะที่แสดงออกว่า ฟีนไทป์ (phenotype)

สำหรับการกำหนดลักษณะที่แสดงออกด้วยยีนแต่ละคู่ นั้น หากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนเด่น ลักษณะที่แสดงออกจะเป็นลักษณะเด่น หากยีนด้อยเข้าคู่กับยีนด้อยลักษณะที่แสดงออกจะเป็นลักษณะด้อย และหากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนด้อยลักษณะที่แสดงออกจะเป็นลักษณะเด่น เนื่องจากยีนเด่นมีความสามารถในการข่มยีนด้อยหรือมีอิทธิพลเหนือกว่ายีนด้อย เช่น การกำหนดสีของเมล็ดถั่วลันเตาให้มีสีเหลืองหรือสีเขียวเกิดจากยีนคู่หนึ่ง โดยสีเหลืองเป็นลักษณะเด่นที่ถูกกำหนดด้วยยีนเด่น และสีเขียวเป็นลักษณะด้อยที่ถูกกำหนดด้วยยีนด้อย หากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนเด่นสีของเมล็ดถั่วลันเตาจะเป็นสีเหลือง หากยีนด้อยเข้าคู่กับยีนด้อยสีของเมล็ดถั่วลันเตาจะเป็นสีเขียว และหากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนด้อยสีของเมล็ดถั่วลันเตาจะเป็นสีเหลือง

เมื่อสิ่งมีชีวิตต้องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่สู่ลูก สิ่งมีชีวิตจะทำการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยโครโมโซมคู่เหมือน (homologous chromosome) จะถูกแยกออกจากกันไปยังเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ ส่งผลให้ยีนที่เป็นคู่กันจะถูกแยกออกจากกันเพื่อเข้าไปยังเซลล์สืบพันธุ์ด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้นเซลล์สืบพันธุ์ที่เกิดขึ้นจึงมียีนบรรจุอยู่ประมาณครึ่งหนึ่งจากเซลล์เดิม จนกระทั่งเมื่อใดก็ตามที่สิ่งมีชีวิตมีการผสมพันธุ์กัน เซลล์สืบพันธุ์จากเพศผู้และเพศเมียที่มียีนประมาณครึ่งหนึ่งจากเซลล์ตั้งต้นจะมารวมกันเกิดเป็นเซลล์ลูกซึ่งมียีนที่กำหนดลักษณะใดลักษณะหนึ่งเป็นคู่อีกครั้งและสามารถกำหนดการแสดงออกลักษณะต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกับพ่อแม่

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นเตรียมความพร้อม

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ เป็นเวลา 10 นาที
2. ครูให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากภาพ ในประเด็นที่ว่า “ลักษณะทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกหลานได้อย่างไร” จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายอีกครั้งในประเด็นที่ว่า “โรคทางพันธุกรรมคืออะไร” เพื่อให้ นักเรียนเห็นว่าลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกหลานนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นลักษณะที่ดีเสมอไป
3. ครูอธิบายถึง DNA อย่างคร่าว ๆ โดยเน้นให้นักเรียนเห็นรูปร่างของ DNA แต่ไม่ลงรายละเอียดไปถึงองค์ประกอบของ DNA และพยายามชี้ให้นักเรียนเห็นว่าข้อมูลทางพันธุกรรมถูกบรรจุอยู่บน DNA เหล่านั้น
4. ครูอธิบายเกี่ยวกับยีน โดยเน้นให้นักเรียนเห็นว่าลักษณะต่าง ๆ ทางพันธุกรรมจะถูกกำหนดด้วยยีน ซึ่งยีนจะอยู่กันเป็นคู่ ๆ เพื่อกำหนดการแสดงออกเหล่านั้น โดยคู่ของยีนเขียน

แทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ 2 ตัวเอนติดกัน เราเรียกยีนในลักษณะนี้ว่า จีโนไทป์ และเรียกลักษณะที่แสดงออกมา ฟีนไทป์ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ 3 – 4 ตัวอย่าง โดยส่วนใหญ่จะเป็นตัวอย่างลักษณะที่แสดงออกทั่ว ๆ ไป เช่น สีของเมล็ดถั่วลันเตา สีขนของกระต่าย และให้มีอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง เป็นลักษณะของโรคทางพันธุกรรม

5. ครูจำแนกชนิดของยีนออกเป็น 2 ชนิดคือยีนเด่นและยีนด้อย จากตัวอย่างประกอบข้างต้น และชี้ให้เห็นว่าการเข้าคู่กันของยีนในลักษณะต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน โดยเน้นให้เห็นถึงความสำคัญของยีนเด่นข่มยีนด้อย (แต่ไม่กล่าวถึงการแยกกันของยีนในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์)

ขั้นกำหนดปัญหา

1. ครูเล่าประวัติสุขภาพของครอบครัว 2 ครอบครัว ซึ่งทั้ง 2 ครอบครัวมีประวัติการเป็นโรคอยู่โรคหนึ่งเหมือนกัน (โรคทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนด้อย เช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเกิลเซลล์) โดยชายหญิงคู่หนึ่งจากทั้ง 2 ครอบครัวได้แต่งงานกันและกำลังวางแผนให้กำเนิดบุตรคนแรก แต่อย่างไรก็ตามทั้งคู่ยังไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าควรมีบุตรในช่วงนี้ดีหรือไม่ เนื่องจากทั้งคู่มีความกังวลว่าบุตรที่จะให้กำเนิดนี้อาจเป็นโรคทางพันธุกรรมที่ครอบครัวของทั้งคู่มีประวัติอยู่ แม้ว่าทั้งคู่จะไม่มีอาการของโรคแต่อย่างใด อีกทั้งจากเกิดวิกฤตทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน ทำให้ฐานะของทั้งคู่ค่อนข้างลำบากจึงยังไม่ต้องการเสียค่าใช้จ่ายในส่วนค่ารักษาพยาบาลเพิ่มเติม หากนักเรียนเป็นผู้ใกล้ชิดกับชายหญิงคู่นี้ นักเรียนจะให้คำปรึกษาและให้คำอธิบายถึงโอกาสในการเป็นโรคของบุตรในอนาคตของทั้งคู่อย่างไรโดยใช้ความรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ข้างต้น โดยให้เขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม (ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนค้นหาคำตอบในการเรียนครั้งนี้ คือ โรคนี้มีโอกาสเกิดในบุตรของชายหญิงคู่นี้กี่เปอร์เซ็นต์ เพราะเหตุใด)

ขั้นพบปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับแผนผังพันธุประวัติของครอบครัวฝ่ายชายและฝ่ายหญิงเพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานในการวิเคราะห์ปัญหา และค้นคว้าหาความรู้ต่อไป

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1. นักเรียนแต่ละคนวิเคราะห์ปัญหาทั้งสาเหตุของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหานั้น โดยให้เขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้นภายในระยะเวลา 30 นาที โดยให้เขียนแผนที่วางไว้ลงในใบกิจกรรม

ขั้นค้นคว้า

1. นักเรียนแต่ละคนศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้น ดังต่อไปนี้
 - 1) ตัวอย่างชื่อโรคทางพันธุกรรม (เพื่อใช้ในการยืนยันว่าโรคที่ทั้ง 2 ครอบครัวนี้มีประวัติเป็นโรคทางพันธุกรรมจริง ๆ)
 - 2) ภาพพร้อมคำอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน-DNA-โครโมโซม โดยชี้ให้เห็นว่า ยีน อยู่บน DNA และ DNA เป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซม
 - 3) ภาพอธิบายหน้าที่ของยีนเด่นและยีนด้อย โดยใช้ตัววงกลมวงใหญ่กับวงเล็ก แทนยีนเด่นและยีนด้อยตามลำดับ เพื่อแสดงให้เห็นว่าเวลาเกิดการเข้าคู่กัน ลักษณะต่าง ๆ ลักษณะที่แสดงออกมาจะเป็นลักษณะเด่นหรือลักษณะด้อย (เน้นให้นักเรียนตระหนักถึงการข้ามกันระหว่างยีนเด่นและยีนด้อย)
 - 4) ภาพพร้อมคำอธิบายในเรื่องของโครโมโซมคู่เหมือน โดยมีภาพ kariotype ประกอบเพื่อเพิ่มความเข้าใจ (เน้นให้นักเรียนเข้าใจว่ายีนที่อยู่เป็นคู่กันแต่ละยีนจะอยู่บนคนละโครโมโซม)
 - 5) ภาพกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (เน้นให้เห็นถึงการแยกกันของยีน)
 - 6) ภาพกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (เน้นให้เห็นว่ายีนที่แยกกันระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์ประมาณครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม)
 - 7) ภาพตัวอย่างลักษณะที่แสดงออกของสิ่งมีชีวิตพร้อมระบุคู่ของยีนที่กำหนดลักษณะนั้นเหล่านั้นด้วย ใน 2 ช่วง โดยมีการโยงเส้นเพื่อแสดงการแยกกันของยีนก่อนรวมกันใหม่หลังเกิดการผสมพันธุ์ (เพื่อแสดงกฎแห่งการแยกในภาพรวม)
2. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลอื่น ๆ ได้จากอินเทอร์เน็ตได้ตามอัธยาศัย
3. บันทึกผลการศึกษาลงในใบกิจกรรม

ขั้นสร้างความรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเขียนสรุปลงใบ

กิจกรรม

ขั้นสรุปและประเมินค่าคำตอบ

ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาประมวลผลอีกครั้ง โดยให้จำแนกว่าจากข้อมูลทั้งหมดมีข้อมูลใดบ้างที่คาดว่าจะสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ และมีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร ซึ่งนักเรียนต้องบันทึกผลลงในใบกิจกรรมด้วย

ขั้นนำเสนอและประเมินผล

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หรือแนวทางในการทำนายหาโอกาสการเกิดโรคทางพันธุกรรมในบุตรของชายหญิงคู่นี้ พร้อมอธิบายเหตุผลและหลักการในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมอย่างง่ายเพื่อให้ชายหญิงดังกล่าวเข้าใจได้มากที่สุด
2. ครูทำการประเมินนักเรียนจากการนำเสนอ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการประเมินว่าแนวทางและเหตุผลของกลุ่มใดเหมาะสมที่สุด
4. ครูทำการสรุปและอธิบายเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ในจุดที่นักเรียนเข้าใจผิดพลาด
4. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ เป็นเวลา 10 นาที

สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งการเรียนรู้

1. ภาพแผนผังพันธุ์ประวัติของ 2 ตระกูลที่มีความเกี่ยวข้องกันจากสถานการณ์ปัญหา
2. ใบความรู้ ตัวอย่างชื่อโรคที่เป็นโรคทางพันธุกรรม
3. ภาพโครงสร้างของโครโมโซม (ตั้งแต่การขดกันของ DNA)
4. ภาพอธิบายความหมายของยีนเด่น และยีนด้อย
5. ภาพพร้อมคำอธิบายในเรื่องของโครโมโซมคู่เหมือน
6. ภาพกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
7. ภาพกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์
8. ภาพตัวอย่างลักษณะที่แสดงออก พร้อมระบุคู่ของยีนที่กำหนดลักษณะนั้นใน 2 ชั่วรุ่น
9. หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย สสวท.
10. คณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2552). ชีววิทยา 1. กรุงเทพฯ : ศักติโสภาคการพิมพ์.
11. Campbell, N.A. et al. (2011). Biology. 9th ed. Pearson Benjamin Cummings Publishing, San Francisco.

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้			
– อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้	ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	คะแนนรวมของนักเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบก่อนเรียน
– เชื่อมโยงการแบ่งเซลล์กับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้	ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	คะแนนรวมของนักเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบก่อนเรียน
– ทำนายโอกาสในการเกิดลักษณะทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นได้	ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	คะแนนรวมของนักเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบก่อนเรียน
ด้านทักษะ			
– มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ตัวอย่าง	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเกาะกลุ่มกัน

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ความรู้ที่นักเรียนได้รับ

.....

บรรยากาศในชั้นเรียน

.....

.....

ปัญหาที่พบ

.....

.....

อื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ

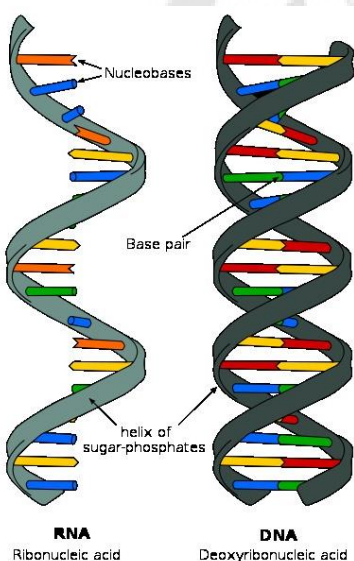
(นายนนทกร อรุณพฤษากุล)

ครูผู้สอน

ใบความรู้ที่ 1

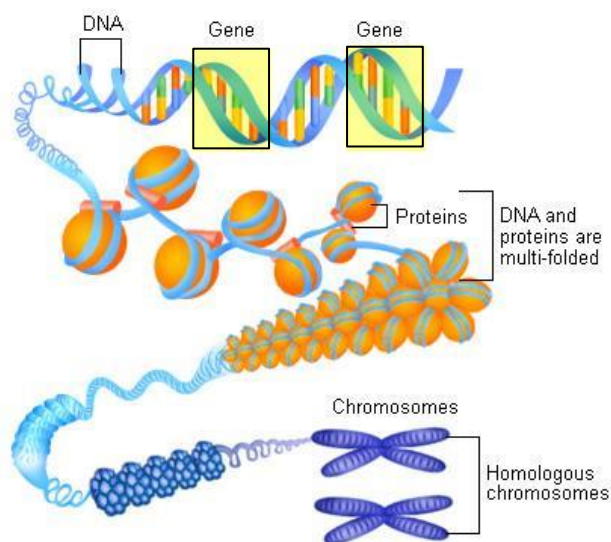
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตล้วนถูกกำหนดขึ้นมาจากสารพันธุกรรมที่อยู่ในเซลล์แต่ละเซลล์ของสิ่งมีชีวิต สารพันธุกรรมเหล่านี้เป็นสารชีวโมเลกุลชนิดหนึ่งที่เรียกว่ากรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ซึ่งมี 2 ชนิดคือ DNA และ RNA จากการศึกษาวิจัยของนักวิทยาศาสตร์พบว่า สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดมี DNA เป็นสารพันธุกรรมและมีส่วนน้อยที่มี RNA เป็นสารพันธุกรรม เช่น ไวรัสบางชนิด และยังคงพบอีกว่าโครงสร้างของ DNA เกิดจากพอลินิวคลีโอไทด์ (polynucleotide) 2 สายมาเข้าคู่กันด้วยพันธะไฮโดรเจนและบิดเป็นเกลียววนตามเข็มนาฬิกา ลักษณะคล้ายบันไดเวียน นอกจากนี้ DNA ที่อยู่ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีการจับกับโปรตีนบางชนิดและขดตัวให้มีขนาดเล็กจนสามารถบรรจุอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์นั้นได้ เราเรียกโครงสร้างนี้ว่า เส้นใยโครมาทิน (chromatin fiber) แต่เมื่อมีการขดตัวมากที่สุดระหว่างการแบ่งเซลล์ เราจะเรียกโครงสร้างนี้ว่า โครโมโซม (chromosome)



ภาพ 1 โครงสร้างของ RNA และ DNA

ที่มา : www.thaibiotech.info



ภาพ 2 โครงสร้างของโครโมโซม

ที่มา : faculty.fmcc.suny.edu

โมเลกุลของ DNA แต่ละโมเลกุลมีทั้งส่วนที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมและส่วนที่ไม่ได้กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยเราจะเรียกส่วนที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมว่ายีน (gene) ซึ่งยีนสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ยีนเด่นที่เขียนแทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ ทำหน้าที่กำหนดลักษณะที่แสดงออกให้เป็นลักษณะเด่น และยีนด้อยที่เขียนแทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก ทำหน้าที่กำหนดลักษณะที่แสดงออกให้เป็นลักษณะด้อย

แต่อย่างไรก็ตามยีนส่วนใหญ่จะทำงานกันเป็นคู่เพื่อกำหนดลักษณะที่แสดงออกลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ซึ่งอาจเกิดจากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนเด่น ยีนเด่นเข้าคู่กับยีนด้อย หรือยีนด้อยเข้าคู่กับยีนด้อย โดยแต่ละยีนที่มาเข้าคู่กันนี้จะอยู่บน DNA คนละโมเลกุล เราเรียกการเข้าคู่กันของยีนเหล่านี้ว่า จีโนไทป์ (genotype) และเรียกลักษณะที่แสดงออกมาว่า ฟีนโนไทป์ (phenotype)

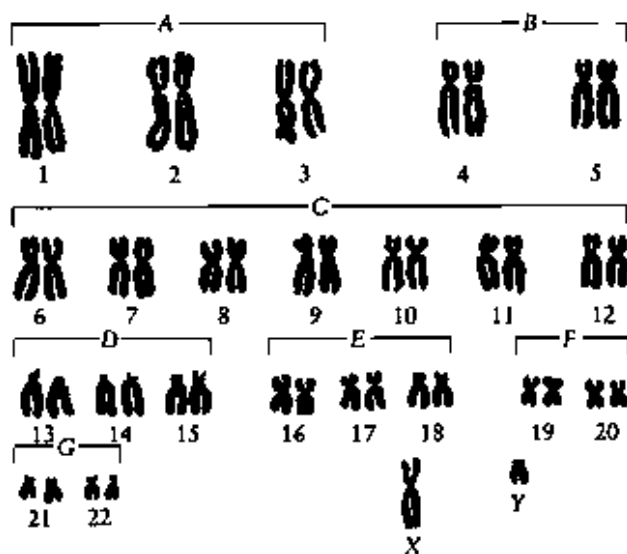
สำหรับการกำหนดลักษณะที่แสดงออกด้วยยีนแต่ละคู่ นั้น หากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนเด่น ลักษณะที่แสดงออกจะเป็นลักษณะเด่น หากยีนด้อยเข้าคู่กับยีนด้อยลักษณะที่แสดงออกจะเป็นลักษณะด้อย และหากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนด้อยลักษณะที่แสดงออกจะเป็นลักษณะเด่น เนื่องจากยีนเด่นมีความสามารถในการข่มยีนด้อยหรือมีอิทธิพลเหนือกว่ายีนด้อย เช่น การกำหนดสีของเมล็ดถั่วลันเตาให้มีสีเหลืองหรือสีเขียวเกิดจากยีนคู่หนึ่ง โดยสีเหลืองเป็นลักษณะเด่นที่ถูกกำหนดด้วยยีนเด่น และสีเขียวเป็นลักษณะด้อยที่ถูกกำหนดด้วยยีนด้อย หากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนเด่นสีของเมล็ดถั่วลันเตาจะเป็นสีเหลือง หากยีนด้อยเข้าคู่กับยีนด้อยสีของเมล็ดถั่วลันเตาจะเป็นสีเขียว และหากยีนเด่นเข้าคู่กับยีนด้อยสีของเมล็ดถั่วลันเตาจะเป็นสีเหลือง

ยีนที่อยู่กันเป็นคู่		ลักษณะที่ปรากฏ	
GG	Homozygous genotype	Homozygous dominant	 สีเขียว
gg		Homozygous recessive	 สีเหลือง
Gg	Heterozygous genotype		 สีเขียว
Genotype		Phenotype	

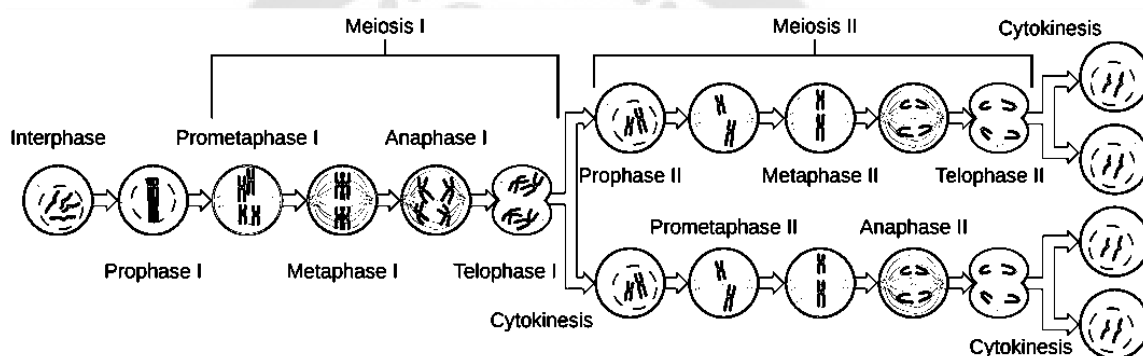
ภาพ 3 ตัวอย่างจีโนไทป์และฟีโนไทป์

ที่มา : sites.google.com

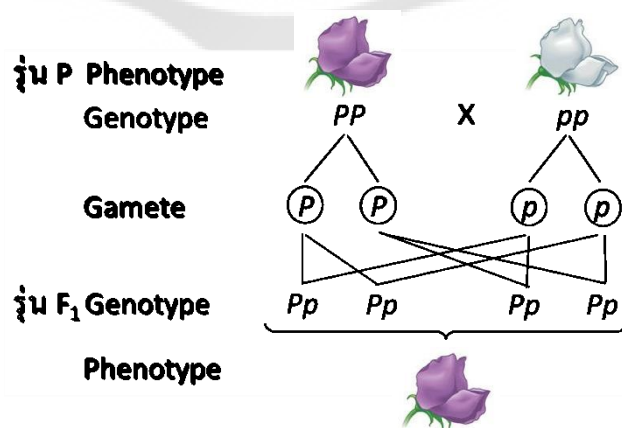
เมื่อสิ่งมีชีวิตต้องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่สู่ลูก สิ่งมีชีวิตจะทำการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยโครโมโซมคู่เหมือน (homologous chromosome) จะถูกแยกออกจากกันไปยังเซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ ส่งผลให้ยีนที่เป็นคู่กันจะถูกแยกออกจากกันเพื่อเข้าไปยังเซลล์สืบพันธุ์ด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้นเซลล์สืบพันธุ์ที่เกิดขึ้นจึงมียีนบรรจุอยู่ประมาณครึ่งหนึ่งจากเซลล์เดิม จนกระทั่งเมื่อใดก็ตามที่สิ่งมีชีวิตมีการผสมพันธุ์กัน เซลล์สืบพันธุ์จากเพศผู้และเพศเมียที่มียีนประมาณครึ่งหนึ่งจากเซลล์ตั้งต้นจะมารวมกันเกิดเป็นเซลล์ลูกซึ่งมียีนที่กำหนดลักษณะใดลักษณะหนึ่งเป็นคู่อีกครั้งและสามารถกำหนดการแสดงออกลักษณะต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกับพ่อแม่



ภาพ 4 คาริโอไทป์ (karyotype) ของมนุษย์

ที่มา : sun.menloschool.org

ภาพ 5 กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์

ที่มา : http://www.diffen.com/difference/Meiosis_vs_Mitosis

ภาพ 6 ตัวอย่างการถ่ายทอดยีนจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูก

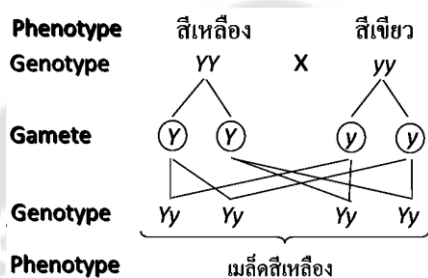
ที่มา : <https://www.studyblue.com/notes/note/n/chapter-14/deck/11795260>

ตัวอย่างโจทย์ปัญหา 1

โจทย์ กำหนดให้ลักษณะของเมล็ดสีเหลืองเป็นลักษณะเด่นถูกควบคุมด้วยยีน Y และเมล็ดสีเขียวเป็นลักษณะด้อยถูกควบคุมด้วยยีน y หากนำถั่วที่มีจีโนไทป์เป็น homozygous dominant ผสมกับ homozygous recessive รุ่นลูกจะมี genotype แบบ heterozygous กี่เปอร์เซ็นต์

วิธีทำ

- ลักษณะสีเหลือง (เด่น) ควบคุมด้วยยีน Y และลักษณะสีเขียว (ด้อย) ควบคุมด้วยยีน y
- ต้นถั่ว homozygous dominant จะมีจีโนไทป์ YY (การเข้าคู่กันของยีนเด่นกับเด่น)
- ต้นถั่ว homozygous recessive จะมีจีโนไทป์ yy (การเข้าคู่กันของยีนด้อยกับด้อย)
- อยากรู้ ปริมาณ heterozygous ซึ่งมีจีโนไทป์ Yy (การเข้าคู่กันของยีนเด่นและด้อย)



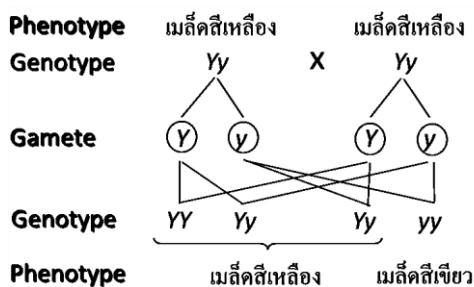
– ดังนั้น รุ่นลูกจะมีจีโนไทป์เป็น heterozygous 100%

ตัวอย่างโจทย์ปัญหา 2

โจทย์ กำหนดลักษณะของเมล็ดสีเหลืองเป็นลักษณะเด่น (Y) ต่อสีเขียว (y) หากนำถั่ว heterozygous 2 ต้นมาผสมพันธุ์กัน ลูกที่เกิดขึ้นจะมีจีโนไทป์เป็น yy (homozygous recessive) กี่เปอร์เซ็นต์ และลูกที่มีเมล็ดสีเหลืองกี่เปอร์เซ็นต์

วิธีทำ

- ลักษณะสีเหลือง (เด่น) ควบคุมด้วยยีน Y และลักษณะสีเขียว (ด้อย) ควบคุมด้วยยีน y
- ต้นถั่ว heterozygous ซึ่งมีจีโนไทป์ Yy
- อยากรู้ปริมาณถั่วที่มีจีโนไทป์ yy และถั่วที่มีฟีโนไทป์สีเหลือง



– ดังนั้น ลูกจะมีจีโนไทป์เป็น yy 25% และมีฟีโนไทป์เป็นสีเหลือง 75%

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

ผู้สอน นายนนทกร อรุณพฤชากุล

ปีการศึกษา 2558

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวน 3 คาบ

สาระการเรียนรู้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

สาระสำคัญ

DNA คือพอลินิวคลีโอไทด์สายยาว 2 เส้นที่มาเข้าคู่กัน โดยนิวคลีโอไทด์แต่ละหน่วยจะมีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ หมู่ฟอสเฟต ไนโตรจีนัสเบส และน้ำตาลเพนโทสนิดดีออกซีไรโบส ซึ่งแต่ละหน่วยบนสาย DNA จะแตกต่างกันเฉพาะส่วนของเบส ดังนั้นบนสาย DNA ในส่วนที่เป็นยีนรูปแบบการเรียงลำดับเบสบริเวณนั้นจะเป็นตัวกำหนดลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต หากการเรียงลำดับเหล่านี้ผิดพลาดหรือแตกต่างไปจากเดิม ลักษณะที่แสดงออกอาจแตกต่างไปจากเดิมเช่นเดียวกัน สิ่งที่ส่งผลให้พันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไปหรือลักษณะที่แสดงออกเปลี่ยนแปลงไปเหล่านี้เกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น การตัดต่อพันธุกรรม การปรับปรุงพันธุ์จากการผสมพันธุ์ การเกิดมิวเทชัน ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการวิวัฒนาการตามมาหรือไม่ก็ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- อธิบายการสร้าง DNA สายผสมได้
- อธิบายการเกิดมิวเทชันได้
- อธิบายการเกิดวิวัฒนาการได้

ด้านทักษะ

- มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ตัวอย่าง

เนื้อหาสาระ

DNA เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิด ซึ่งประกอบขึ้นมาจากพอลินิวคลีโอไทด์ (polynucleotide) 2 สายที่เข้ามาเข้าคู่กัน แต่ละสายจะมีหน่วยที่เล็กที่สุดที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ซึ่งแต่ละนิวคลีโอไทด์จะมีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ หมู่ฟอสเฟต ไนโตรจีนัสเบส และ น้ำตาลเพนโทสนิดคือออกซีไรโบส อย่างไรก็ตามนิวคลีโอไทด์แต่ละหน่วยจะแตกต่างกันเฉพาะส่วนของไนโตรจีนัสเบส ดังนั้นรูปแบบการเรียงลำดับเบสบนโมเลกุลของ DNA ในส่วนที่เป็นยีนจะเป็นตัวกำหนดลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต หากการเรียงลำดับเหล่านี้แตกต่างไปจากบรรพบุรุษหรือ ผิดปกติไปจากเดิมที่ควรจะเป็น ลักษณะที่แสดงออกอาจแตกต่างไปจากเดิมด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งสิ่งที่ส่งผลให้พันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไปหรือลักษณะที่แสดงออกเปลี่ยนแปลงไปเหล่านี้เกิดขึ้นได้จากหลาย ๆ ปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติหรือเกิดขึ้นได้ด้วยการกระทำของมนุษย์ เช่น กระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตามธรรมชาติ การผสมกันอย่างสุ่มของเซลล์สืบพันธุ์ การตัดต่อพันธุกรรม การปรับปรุงพันธุ์จากการผสมพันธุ์ และการเกิดกระบวนการมิวเทชัน โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจส่งผลให้เกิดการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตตามมาหรือไม่ก็ได้

มิวเทชัน คือ การเปลี่ยนแปลงลำดับหรือจำนวนของนิวคลีโอไทด์บนสาย DNA และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือจำนวนของโครโมโซมภายในเซลล์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจส่งผลให้ลักษณะที่แสดงออกเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยหรือไม่ก็ได้ เนื่องจากการเกิดมิวเทชันสามารถเกิดได้ทั้งบริเวณที่เป็นยีนและไม่ใช่นิวคลีโอไทด์ หากเกิดในส่วนที่ไม่ใช่นิวคลีโอไทด์จะไม่ส่งผลกระทบต่อลักษณะที่แสดงออก แต่หากเกิดในส่วนที่เป็นยีนจะส่งผลให้ลักษณะที่แสดงออกเกิดการเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่เกิดจากมิวเทชันอาจถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปหรือไม่ก็ได้เช่นกัน โดยมิวเทชันหากเกิดในเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นนี้จะสามารถส่งต่อไปยังรุ่นถัดไปได้โดยตรงจากการผสมพันธุ์ แต่หากเกิดในเซลล์ร่างกาย

ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นจะไม่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไปได้ยกเว้นสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

การตัดต่อพันธุกรรมเป็นการสร้าง DNA สายผสม (recombinant DNA) ในสิ่งมีชีวิตเพื่อให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะหรือคุณสมบัติตามที่ต้องการ ซึ่งการสร้าง DNA สายผสมนี้มีหลักการสำคัญคือ ตัดยีนของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปใส่ในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เพื่อให้สิ่งมีชีวิตนั้นเกิดการแสดงออกที่แตกต่างไปจากเดิมตามความต้องการของมนุษย์ ซึ่งเอนไซม์ที่ใช้ในการตัดโมเลกุลของ DNA คือ เอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) ชนิดต่าง ๆ และเอนไซม์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ DNA คือ เอนไซม์ไลเกส (ligase)

วิวัฒนาการ เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตไปจากบรรพบุรุษ ซึ่งลักษณะเหล่านั้นจะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไป โดยการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะเกิดขึ้นทีละเล็กละน้อย สิ่งมีชีวิตใดที่มีลักษณะที่เหมาะสมในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ จะถูกคัดเลือกให้มีชีวิตรอดและให้ลูกหลานต่อไป ซึ่งการเกิดวิวัฒนาการอาจจำเป็นต้องใช้ระยะเวลายาวนานจึงจะสามารถสังเกตได้

การผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์สัตว์ คือ การนำเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ 2 หน่วยที่มีพันธุกรรมของลักษณะที่เหมาะสมมาผสมกันเพื่อให้กำเนิดลูกที่มีลักษณะที่ต้องการ แต่อย่างไรก็ตามการผสมพันธุ์เหล่านี้จะทำโดยการเอาเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมาผสมกัน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันส่วนใหญ่มีกลไกในการป้องกันการเกิดลูกผสม ไม่ว่าจะเป็นกลไกในการป้องกันตั้งแต่ระยะก่อนที่เซลล์สืบพันธุ์จะมาผสมกัน เช่น ความเข้ากันได้ของอวัยวะสืบพันธุ์หรือกลไกการป้องกันในระยะหลังจากที่เซลล์สืบพันธุ์ผสมกันแล้ว เช่น ลูกผสมที่เกิดขึ้นจะเป็นหมัน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นเตรียมความพร้อม

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ เป็นเวลา 10 นาที
2. ครูให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับสารพันธุกรรมหรือ DNA ในประเด็นที่ว่า “DNA มีองค์ประกอบอะไรบ้าง” โดยใช้ความรู้เดิมที่เคยเรียนมาบ้างแล้วจากการเรียนรู้ในห้องเรียน ปกติเมื่อภาคการเรียนที่ 1 (เป็นเสมือนการทบทวนเนื้อหาในชั้นเรียน) จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายอีกครั้งในประเด็นที่ว่า “สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีลำดับเบสบน DNA ที่แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร”
3. ครูอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบและโครงสร้างของ DNA โดยเน้นให้เห็นถึงการเรียงลำดับเบสบนสาย DNA จากนั้นครูอธิบายถึงความสำคัญของการเรียงลำดับเบสบนสาย

DNA โดยพยายามชี้ให้เห็นว่าหากลำดับเบสเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้ลักษณะที่แสดงออกแตกต่างกันไปจากปกติได้เช่นกัน

4. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความแตกต่างทางพันธุกรรมกับลักษณะที่แสดงออกของสิ่งมีชีวิต โดยชี้ให้นักเรียนเห็นว่าลำดับเบสบน DNA ของสิ่งมีชีวิตแต่ละหน่วยอาจมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะส่งผลให้ลักษณะที่แสดงออกแตกต่างกันไม่มากนัก เช่น สุนัขมีลักษณะของสีขนที่แตกต่างกัน แต่หากลำดับเบสเหล่านี้มีความแตกต่างกันมาก จะส่งผลให้ลักษณะที่แสดงออกมีความแตกต่างกันมากด้วยเช่นเดียวกัน เช่น สรีระของต้นไม้กับนกที่มีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้โลกของเรามีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

ขั้นกำหนดปัญหา

1. ครูเล่าสถานการณ์จากพาดหัวข่าวในหนังสือพิมพ์เกี่ยวกับการค้นพบสิ่งมีชีวิตแปลกประหลาดที่มีลักษณะแตกต่างไปจากสิ่งมีชีวิตปกติ (ลักษณะครึ่งลิงครึ่งปลา) และมีการรายงานว่ามีนักวิชาการหลายคนให้ความสนใจกับเหตุการณ์ในครั้งนี้เกิดข้อถกเถียงในประเด็นว่า สิ่งมีชีวิตดังกล่าวเกิดขึ้นมาได้อย่างไร โดยมีแนวคิดทั้งหมด 4 แนวคิด ได้แก่ เกิดจากการดัดแปรพันธุกรรมของนักวิทยาศาสตร์ เกิดจากกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และเกิดจากการผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ของชาวบ้านด้วยการเอาสิ่งมีชีวิตต่างชนิดมาผสมพันธุ์กัน หากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องเข้าไปตรวจสอบเหตุการณ์ประหลาดในครั้งนี้ นักเรียนจะสามารถหาข้อสรุปและอธิบายให้บุคคลทั่วไปเชื่อถือได้อย่างไรตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ข้างต้น โดยให้เขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม (ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนค้นหาคำตอบในการเรียนครั้งนี้ คือ สิ่งมีชีวิตต้องสงสัยในเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร แนวคิดใดใน 4 แนวคิดนี้น่าจะถูกต้องมากที่สุด เพราะเหตุใด)

ขั้นพบปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับพาดหัวข่าวเหตุการณ์ปริศนาในครั้งนี้ พร้อมกับหลักฐานอื่น ๆ ได้แก่ คำให้การของชาวบ้านจากสถานที่เกิดเหตุ (ลักษณะของสิ่งมีชีวิตประหลาดและสภาพแวดล้อมรวมถึงช่วงเวลาพบสิ่งมีชีวิตนั้น) และผลการตรวจสอบสิ่งมีชีวิตประหลาดนี้จากห้องปฏิบัติการ (ลักษณะของเม็ดเลือดแดง แผนภาพคาริโอไทป์ และลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วน) เพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานในการวิเคราะห์ปัญหา และค้นคว้าหาความรู้ต่อไป

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1. นักเรียนแต่ละคนวิเคราะห์ปัญหาทั้งสาเหตุของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหานั้น โดยให้เขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้นภายในระยะเวลา 30 นาที โดยให้เขียนแผนที่วางไว้ในใบกิจกรรม

ขั้นค้นคว้า

1. นักเรียนแต่ละคนศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้น ดังต่อไปนี้
 - 1) ภาพของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่มีลักษณะภายนอกใกล้เคียงกับสิ่งมีชีวิตต้องสงสัยในส่วนต่าง ๆ (เน้นให้เห็นว่าลักษณะภายนอกไม่สามารถจำแนกสิ่งมีชีวิตได้ในทันทีว่าเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือไม่)
 - 2.) ภาพเมื่อดัดแปลงของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ (เพื่อยืนยันกลุ่มของสิ่งมีชีวิต)
 - 3.) ลำดับนิวคลีโอไทด์บนสาย DNA ส่วนหนึ่งของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ (เพื่อให้เห็นถึงการติดต่อพันธุกรรม โดยเน้นว่าลำดับเบสบน DNA ของสิ่งมีชีวิตต้องสงสัย มีลักษณะคล้ายกับลำดับเบสของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด)
 - 4.) แผนภาพการไฮบริดของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ (เพื่อให้เห็นถึงการเกิดมิวเทชัน)
 - 5.) ข้อมูลเกี่ยวกับการผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ โดยเน้นว่าการผสมข้ามสายพันธุ์จะทำให้เป็นหมัน หรือไม่ก็ไม่สามารถมีชีวิตรอดได้
 - 6.) ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการดัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (การสร้าง DNA สายผสมอย่างง่าย) พร้อมภาพประกอบ
 - 7.) ข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยเน้นว่าการเกิดวิวัฒนาการต้องใช้เวลาอย่างมากถึงจะเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ด้วยตาเปล่า พร้อมภาพประกอบ
 - 8.) ข้อมูลเกี่ยวกับเกิดมิวเทชัน พร้อมภาพประกอบ
2. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลอื่น ๆ ได้จากอินเทอร์เน็ตได้ตามอัธยาศัย
3. บันทึกผลการศึกษาลงในใบกิจกรรม

ขั้นสร้างความรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเขียนสรุปลงใน

กิจกรรม

ขั้นสรุปและประเมินค่าคำตอบ

ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาประมวลผลอีกครั้ง โดยให้จำแนกว่าจากข้อมูลทั้งหมดมีข้อมูลใดบ้างที่คาดว่าจะสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ และมีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร ซึ่งนักเรียนต้องบันทึกผลลงในใบกิจกรรมด้วย

ขั้นนำเสนอและประเมินผล

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หรือแนวทางในการเกิดสิ่งมีชีวิตประหลาดจากเหตุการณ์ในครั้งนี้ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือ พร้อมให้เหตุผลในการเลือกใช้ข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา
2. ครูทำการประเมินนักเรียนจากการนำเสนอ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการประเมินว่าแนวทางและเหตุผลของกลุ่มใดเหมาะสมที่สุด
4. ครูทำการสรุปและอธิบายเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ในจุดที่นักเรียนเข้าใจผิดพลาด

สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งการเรียนรู้

1. ภาพของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่มีลักษณะภายนอกใกล้เคียงกับสิ่งมีชีวิตต้องสงสัย
2. ภาพเม็ดเลือดแดงของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ
3. ภาพลำดับนิวคลีโอไทด์บนสาย DNA ส่วนหนึ่งของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ
4. ภาพคาร์โบไฮเดรตของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ
5. ใบความรู้เกี่ยวกับการผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์
6. ใบความรู้เกี่ยวกับหลักการดัดแปรพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
7. ใบความรู้เกี่ยวกับการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
8. ใบความรู้เกี่ยวกับการเกิดมิวเทชัน
9. หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย สสวท.
10. คณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2552). ชีววิทยา 1. กรุงเทพฯ : ศักดิโสภณาการพิมพ์.
11. Campbell, N.A. et al. (2011). Biology. 9th ed. Pearson Benjamin Cummings Publishing, San Francisco.

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้			
– อธิบายการสร้าง DNA สายผสมได้	ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	คะแนนรวมของนักเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบก่อนเรียน
– อธิบายการเกิดมิวเทชันได้	ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	คะแนนรวมของนักเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบก่อนเรียน
– อธิบายการเกิดวิวัฒนาการได้	ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	คะแนนรวมของนักเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบก่อนเรียน
ด้านทักษะ			
– มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ตัวอย่าง	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในหัวข้อนี้ สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยในหัวข้อที่ผ่านมา

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ความรู้ที่นักเรียนได้รับ

.....

บรรยากาศในชั้นเรียน

.....

.....

ปัญหาที่พบ

.....

.....

อื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ

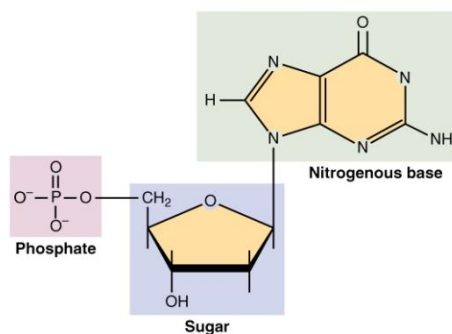
(นายนนทกร อรุณพฤษากุล)

ครูผู้สอน

ใบความรู้ที่ 2

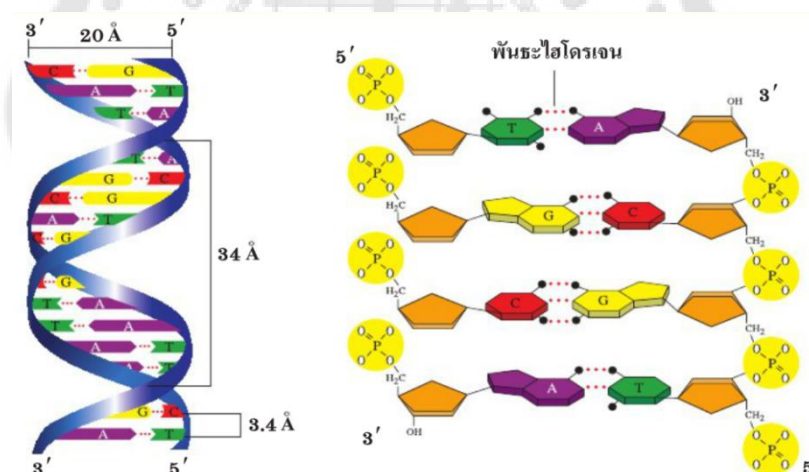
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

DNA เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิด ซึ่งประกอบขึ้นมาจากพอลินิวคลีโอไทด์ (polynucleotide) 2 สายที่เข้ามาเข้าคู่กัน แต่ละสายจะมีหน่วยที่เล็กที่สุดที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ซึ่งแต่ละนิวคลีโอไทด์จะมีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ หมู่ฟอสเฟต ไนโตรจีนัสเบส และน้ำตาลเพนโทสชนิดดีออกซีไรโบส อย่างไรก็ตามนิวคลีโอไทด์แต่ละหน่วยจะแตกต่างกันเฉพาะส่วนของไนโตรจีนัสเบส ดังนั้นเวลาอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์จะอ่านเฉพาะส่วนของเบสเท่านั้น



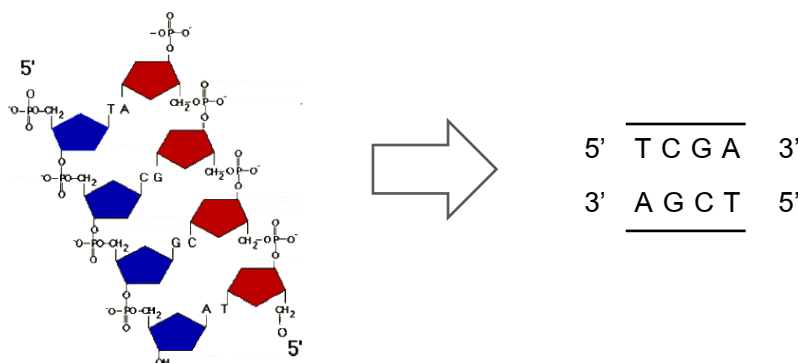
ภาพ 1 โครงสร้างของนิวคลีโอไทด์

ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Nucleotide>



ภาพ 2 โครงสร้างของ DNA

ที่มา : หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย สสวท.



ภาพ 3 แสดงตัวอย่างการเขียนลำดับเบส

ที่มา : <http://www.geocities.ws/jfvrtj/writings/DNA/index.html>

รูปแบบการเรียงลำดับเบสบนโมเลกุลของ DNA ในส่วนที่เป็นยีนจะเป็นตัวกำหนดลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต หากการเรียงลำดับเหล่านี้แตกต่างไปจากบรรพบุรุษหรือผิดปกติไปจากเดิมที่ควรจะเป็น ลักษณะที่แสดงออกอาจแตกต่างไปจากเดิมด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งสิ่งที่ส่งผลให้พันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไปหรือลักษณะที่แสดงออกเปลี่ยนแปลงไปเหล่านี้เกิดขึ้นได้จากหลาย ๆ ปัจจัย ไม่ว่าจะเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติหรือเกิดขึ้นได้ด้วยการกระทำของมนุษย์ เช่น กระบวนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตามธรรมชาติ การผสมกันอย่างสุ่มของเซลล์สืบพันธุ์ การตัดต่อพันธุกรรม การปรับปรุงพันธุ์จากการผสมพันธุ์ และการเกิดกระบวนการมิวเทชัน โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจส่งผลให้เกิดการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตตามมาหรือไม่ก็ได้

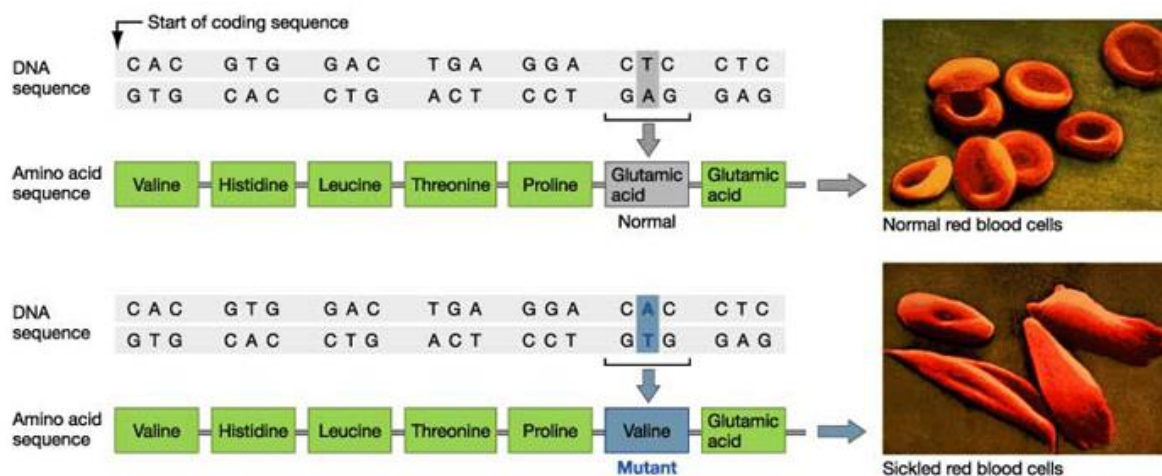


ภาพ 4 การเรียงลำดับเบสส่งผลต่อการแสดงออกลักษณะที่แตกต่างกัน

ที่มา : www.vectorstock.com

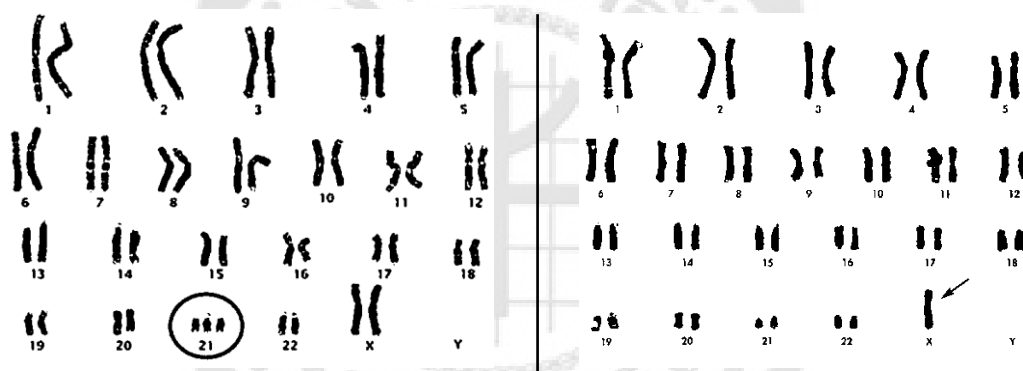
มิวเทชัน (mutation)

มิวเทชัน คือ การเปลี่ยนแปลงลำดับหรือจำนวนของนิวคลีโอไทด์บนสาย DNA และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือจำนวนของโครโมโซมภายในเซลล์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจส่งผลให้ลักษณะที่แสดงออกเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยหรือไม่ก็ได้ เนื่องจากการเกิดมิวเทชันสามารถเกิดได้ทั้งบริเวณที่เป็นยีนและไม่ใช่นิวคลีโอไทด์ หากเกิดในส่วนที่ไม่ใช่นิวคลีโอไทด์จะไม่ส่งผลกระทบต่อลักษณะที่แสดงออก แต่หากเกิดในส่วนที่เป็นยีนจะส่งผลให้ลักษณะที่แสดงออกเกิดการเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่เกิดจากมิวเทชันอาจถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปหรือไม่ก็ได้เช่นกัน โดยมิวเทชันหากเกิดในเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นนี้จะสามารถส่งต่อไปยังรุ่นถัดไปได้โดยตรงจากการผสมพันธุ์ แต่หากเกิดในเซลล์ร่างกาย ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นจะไม่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไปได้ยกเว้นสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ



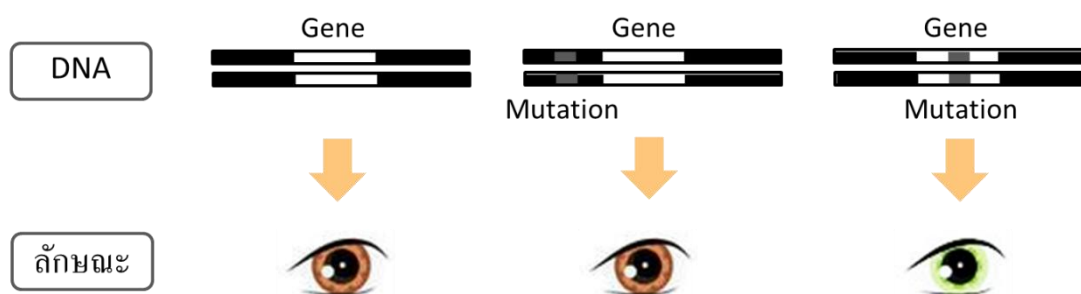
ภาพ 5 ตัวอย่างการเกิดมิวเทชันทำให้จำนวนของโครโมโซมเกิดการเปลี่ยนแปลงไป

ที่มา : the strange and spectacular world of biochemistry.wordpress.com



ภาพ 6 ตัวอย่างการเกิดมิวเทชันบนสาย DNA ทำให้ลำดับเบสเปลี่ยนแปลงไป

ที่มา : downsyndromereport.weebly.com, www.pediatricconsultantlive.com

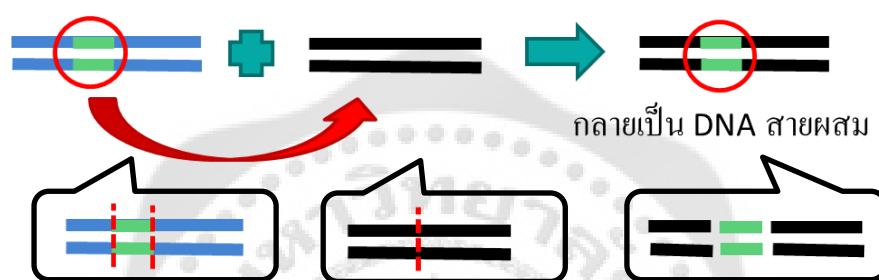


ภาพ 7 ลักษณะที่แสดงออกในสภาวะปกติและสภาวะที่เกิดมิวเทชันบริเวณต่างๆ (บนยีน/นอกยีน)

ที่มา : www.vectorstock.com

การตัดต่อพันธุกรรม (การดัดแปรพันธุกรรม)

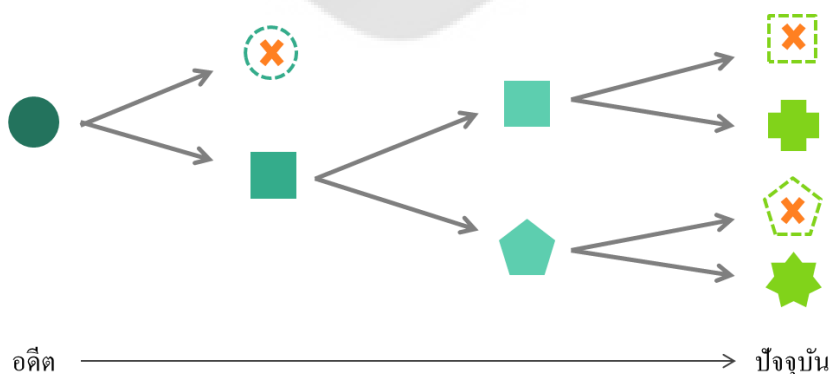
การตัดต่อพันธุกรรมเป็นการสร้าง DNA สายผสม (recombinant DNA) ในสิ่งมีชีวิต เพื่อให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะหรือคุณสมบัติตามที่ต้องการ ซึ่งการสร้าง DNA สายผสมนี้มีหลักการสำคัญคือ ตัดยีนของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปใส่ในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เพื่อให้สิ่งมีชีวิตนั้นเกิดการแสดงออกที่แตกต่างไปจากเดิมตามความต้องการของมนุษย์ ซึ่งเอนไซม์ที่ใช้ในการตัดโมเลกุลของ DNA คือ เอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) ชนิดต่าง ๆ และเอนไซม์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ DNA คือ เอนไซม์ไลเกส (ligase)



ภาพ 8 ขั้นตอนการตัดต่อพันธุกรรม (การสร้าง DNA สายผสม) อย่างง่าย

วิวัฒนาการ (evolution)

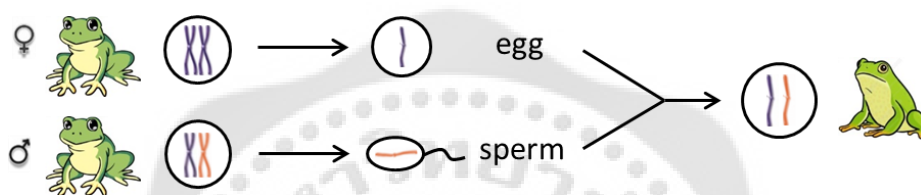
วิวัฒนาการ เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตไปจากบรรพบุรุษ ซึ่งลักษณะเหล่านั้นจะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไป โดยการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะเกิดขึ้นทีละเล็กทีละน้อย สิ่งมีชีวิตใดที่มีลักษณะที่เหมาะสมในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ จะถูกคัดเลือกให้มีชีวิตรอดและให้ลูกหลานต่อไป ซึ่งการเกิดวิวัฒนาการอาจจำเป็นต้องใช้ระยะเวลายาวนานจึงจะสามารถสังเกตได้



ภาพ 9 การเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในระยะเวลาที่ยาวนาน

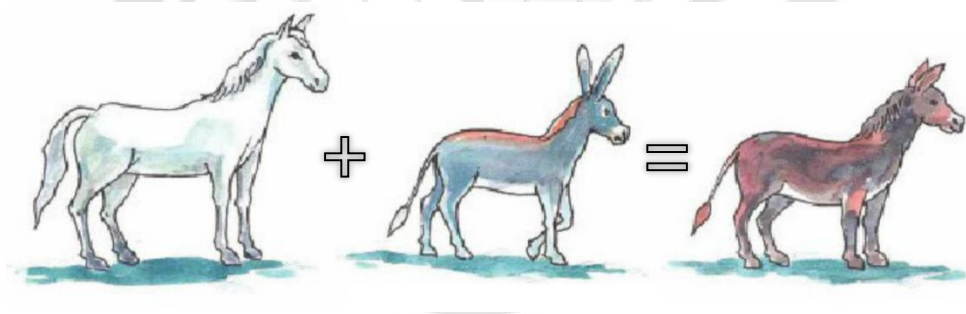
การผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์

การผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์สัตว์ คือ การนำเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ 2 หน่วยที่มีพันธุกรรมของลักษณะที่เหมาะสมมาผสมกันเพื่อให้กำเนิดลูกที่มีลักษณะที่ต้องการ แต่อย่างไรก็ตามการผสมพันธุ์เหล่านี้จะทำได้โดยการเอาเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมาผสมกัน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันส่วนใหญ่มีกลไกในการป้องกันการเกิดลูกผสม ไม่ว่าจะเป็นกลไกในการป้องกันตั้งแต่ระยะก่อนที่เซลล์สืบพันธุ์จะมาผสมกัน เช่น ความเข้ากันได้ของอวัยวะสืบพันธุ์หรือกลไกการป้องกันในระยะหลังจากที่เซลล์สืบพันธุ์ผสมกันแล้ว เช่น ลูกผสมที่เกิดขึ้นจะเป็นหมัน



ภาพ 10 การผสมพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดกันเดียวกัน

ที่มา : <http://www.qrz.com/db/KP4EIT>, biology.stackexchange.com.



ภาพ 11 การผสมพันธุ์ข้ามของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน (ม้า + ลา = ล่อ ซึ่งเป็นหมัน)

ที่มา : หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย สสวท.

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
เรื่อง เทคโนโลยีทาง DNA กับการตรวจสอบบุคคล
ผู้สอน นายนนทกร อรุณพฤกษ์กุล

ปีการศึกษา 2558
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 3 คาบ

สาระการเรียนรู้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

ความรู้ทางชีววิทยาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากมายหลากหลายรูปแบบ ซึ่งเรียกเทคโนโลยีที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้เหล่านี้ว่า เทคโนโลยีชีวภาพ หากความรู้ที่นำมาประยุกต์ใช้นั้นเฉพาะเจาะจงลงไปในเรื่องของพันธุกรรม จะเรียกเทคโนโลยีเหล่านี้ว่า เทคโนโลยีทาง DNA เช่น การตัดต่อพันธุกรรมเพื่อปรับปรุงสิ่งมีชีวิตให้มีลักษณะตามที่ต้องการ การศึกษาขนาดหรือลำดับเบสบนสาย DNA หนึ่ง ๆ ด้วยเทคนิคต่าง ๆ รวมไปถึงการเพิ่มจำนวน DNA ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว เทคโนโลยีเหล่านี้สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในหลาย ๆ ลักษณะ เช่น การระบุตัวตนของบุคคล เนื่องจาก DNA ของคนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันไม่มากนัก ซึ่งส่งผลให้ลักษณะที่แสดงออกมีความแตกต่างกันแม้จะเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันก็ตาม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- ทำนายหมู่เลือดของบุคคลในแต่ละรุ่นได้
- เลือกใช้เทคโนโลยีทาง DNA ชนิดต่างๆ ได้ถูกต้องตามสถานการณ์
- วิเคราะห์ตัวบุคคลจากลายพิมพ์ DNA ได้

ด้านทักษะ

- มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ตัวอย่าง

เนื้อหาสาระ

ความรู้ทางชีววิทยาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากมายหลากหลายรูปแบบ ซึ่งเรียกเทคโนโลยีที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้เหล่านี้ว่า เทคโนโลยีชีวภาพ เช่น การหมัก การโคลน และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หากความรู้ที่นำมาประยุกต์ใช้นั้นเป็นความรู้ที่เฉพาะเจาะจงลงไปในเรื่องของพันธุกรรม จะเรียกเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นนั้นว่า เทคโนโลยีทาง DNA เช่น พันธุวิศวกรรม การหาลำดับเบสบนสาย DNA การหาขนาดของ DNA และการเพิ่มจำนวน DNA ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็วด้วยเทคนิค PCR เทคโนโลยีเหล่านี้สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในหลาย ๆ ลักษณะ เช่น ทางด้านการแพทย์สามารถนำไปตรวจวินิจฉัยโรคบางโรคได้ ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์สามารถนำไประบุตัวตนของบุคคลได้ (ลายพิมพ์ DNA) และทางด้านเกษตรกรรมสามารถนำไปดัดแปลงผลผลิตทางการเกษตรให้มีคุณภาพตามที่ต้องการได้ (GMOs)

การเพิ่มจำนวน DNA ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็วด้วยเทคนิค PCR เป็นการเพิ่มปริมาณของ DNA โดยอาศัยเครื่องมือที่ใช้หลักการทางด้านอุณหภูมิ ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ เพิ่มอุณหภูมิให้สูงจนสาย DNA แยกออกจากกัน (denaturation) ลดอุณหภูมิให้พอให้นิวคลีโอไทด์สายสั้นจับกับ DNA ที่แยกออกจากกันข้างต้นเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการสร้าง DNA สายใหม่ (annealing) และปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในการสร้าง DNA สายใหม่ (extension)

ลายพิมพ์ DNA (DNA fingerprint) เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA อย่างหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลในการระบุตัวบุคคล เนื่องจาก DNA ของคนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันไม่มากนักน้อย ทำให้ลักษณะที่แสดงออกมีความแตกต่างกันแม้จะเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันก็ตาม นอกจากนี้ลายพิมพ์ DNA ของแต่ละบุคคลจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นเตรียมความพร้อม

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ เป็นเวลา 10 นาที
2. ครูให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับเทคโนโลยีทาง DNA ในประเด็นที่ว่า “เทคโนโลยีชีวภาพและเทคโนโลยีทาง DNA มีความแตกต่างกันอย่างไร” จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายอีกครั้งในประเด็นที่ว่า “ประโยชน์ของเทคโนโลยีทาง DNA มีอะไรบ้าง”
3. ครูอธิบายเกี่ยวกับความแตกต่างของเทคโนโลยีชีวภาพและเทคโนโลยีทาง DNA
4. ครูอธิบายเกี่ยวกับประโยชน์จากการนำเทคโนโลยี DNA มาใช้ว่ามีอะไรบ้างในปัจจุบัน แต่ไม่พูดถึงหลักการของเทคโนโลยีที่นำมาใช้ อาจบอกแค่ชื่อของเทคโนโลยีเท่านั้น (เช่น ลายพิมพ์ DNA จะกล่าวเพียงว่าปัจจุบันมีการนำมาใช้ทำอะไรได้บ้าง)
5. ครูอาจยกตัวอย่างเทคโนโลยีทาง DNA ขึ้นมา 1 อย่าง ซึ่งต้องเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ได้นำมาใช้ในกิจกรรมต่อไป เช่น พันธุวิศวกรรม มาอธิบายถึงรายละเอียด

ขั้นกำหนดปัญหา

1. ครูเล่าสถานการณ์จากเนื้อเรื่องของละครหลังข่าวเรื่องหนึ่ง ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการตรวจสอบหาทายาทผู้สืบทอดมรดกของตระกูลมหาเศรษฐีที่พลัดพรากออกจากบ้านไปตั้งแต่วัยเด็ก และกลับเข้ามาในบ้านหลังนั้นอีกครั้งหลังจากผ่านไปสิบปี โดยหากนักเรียนเป็นนักนิติวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องสืบหาทายาทตัวจริงในสถานการณ์นี้ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะสามารถหาข้อสรุปและอธิบายให้เจ้าของบ้านเชื่อถือ รวมถึงไร้ข้อกังขาจากบรรดาผู้แอบอ้างได้อย่างไร
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ข้างต้น โดยให้เขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม (ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนค้นหาคำตอบในการเรียนครั้งนี้ คือ ใครเป็นผู้สืบทอดทายาทที่แท้จริง เพราะเหตุใด)

ขั้นพบปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับข้อมูลพื้นฐานของผู้ที่อ้างตนเป็นทายาทตระกูลนี้ เช่น รูปพรรณสัณฐาน ประวัติสุขภาพ ความชอบส่วนตัว ลำดับเบสของ DNA ส่วนหนึ่ง เพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานในการวิเคราะห์ปัญหา และค้นคว้าหาความรู้ต่อไป

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1. นักเรียนแต่ละคนวิเคราะห์ปัญหาทั้งสาเหตุของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหานั้น โดยให้เขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้นภายในระยะเวลา 30 นาที โดยให้เขียนแผนที่วางไว้ลงในใบกิจกรรม

ขั้นค้นคว้า

1. นักเรียนแต่ละคนศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้น ดังต่อไปนี้
 - 1) ข้อมูลคำบอกเล่าของผู้นำตระกูลต่อทายาทที่หายตัวไป โดยอธิบายถึงเหตุการณ์ก่อนที่บุตรของตนจะหายตัวไป และรูปพรรณสัณฐานของบุตรคนนั้นในช่วงเวลานั้น (เพื่อให้ตระหนักว่า ลักษณะทางกายภาพสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามกาลเวลา)
 - 2) ข้อมูลประวัติสุขภาพของแต่ละคนในบ้าน (เน้นโรคทางพันธุกรรม แต่ไม่ได้เป็นประเด็นหลักเท่าใดนัก)
 - 3) ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของแต่ละคนในบ้าน (เน้นเรื่องลักษณะแฝงทางพันธุกรรม)
 - 4) ข้อมูลเกี่ยวกับหมู่เลือดของแต่ละคนในบ้าน พร้อมภาพถ่ายการถ่ายทอดหมู่เลือดจากพ่อแม่สู่ลูกในทุก ๆ ลักษณะ
 - 5) ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีการหาลำดับเบส (DNA sequencing) พร้อมภาพถ่ายลำดับเบสส่วนหนึ่งบนสาย DNA ของแต่ละคนในบ้าน (เรื่องนี้จะไม่ลงรายละเอียดเลย โดยเน้นแค่ว่าเป็นทายาทกันจริง ๆ มีโอกาสมีลำดับเบสเหมือนกันบางส่วน)
 - 6) ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีการเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR พร้อมภาพประกอบ (ไม่ลงรายละเอียด รวมถึงไม่กล่าวถึงชื่อเฉพาะต่าง ๆ เช่น DNA template หรือ DNA polymerase)
 - 7) ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีลายพิมพ์ DNA พร้อมภาพแสดงลายพิมพ์ DNA ของแต่ละคนในบ้าน
 - 8) ข้อมูลความชอบส่วนบุคคลในเรื่องของอาหารการกินของแต่ละคนในบ้าน (เพื่อให้เห็นว่าความชอบส่วนบุคคลไม่สามารถนำมาพิสูจน์ความสัมพันธ์ทางสายเลือดได้)
2. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลอื่น ๆ ได้จากอินเทอร์เน็ตได้ตามอัธยาศัย
3. บันทึกผลการศึกษาลงในใบกิจกรรม

ขั้นสร้างความรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเขียนสรุปลงในใบกิจกรรม

ขั้นสรุปและประเมินค่าคำตอบ

ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาประมวลผลอีกครั้ง โดยให้จำแนกจากข้อมูลทั้งหมดมีข้อมูลใดบ้างที่คาดว่าจะสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ และมีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร ซึ่งนักเรียนต้องบันทึกผลลงในใบกิจกรรมด้วย

ขั้นนำเสนอและประเมินผล

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หรือแนวทางในการสืบหาทายาทที่แท้จริงด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์นี้ โดยต้องให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือ และไร้อคติจากบรรดาผู้แอบอ้าง
2. ครูให้นักเรียนลองยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่น่าจะนำความรู้ในกิจกรรมนี้ไปใช้แก้ปัญหาได้อีก (เช่น สืบหาตัวคนร้าย)
3. ครูทำการประเมินนักเรียนจากการนำเสนอ
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการประเมินว่าแนวทางและเหตุผลของกลุ่มใดเหมาะสมที่สุด
5. ครูทำการสรุปและอธิบายเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ในจุดที่นักเรียนเข้าใจผิดพลาด

สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารเกี่ยวกับคำบอกเล่าของผู้นำตระกูลต่อทายาทที่หายตัวไป
2. เอกสารเกี่ยวกับประวัติสุขภาพของแต่ละคนในบ้าน
3. เอกสารเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของแต่ละคนในบ้าน
4. เอกสารเกี่ยวกับหมู่เลือดของแต่ละคนในบ้าน พร้อมภาพตัวอย่างการถ่ายทอดหมู่เลือดจากพ่อแม่สู่ลูกในทุก ๆ ลักษณะ
5. ใบความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการหาลำดับเบส (DNA sequencing) พร้อมภาพลำดับเบสส่วนหนึ่งบนสาย DNA ของแต่ละคนในบ้าน
6. ใบความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR พร้อมภาพประกอบ

7. ใบความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีลายพิมพ์ DNA พร้อมภาพแสดงลายพิมพ์ DNA ของแต่ละคนในบ้าน
8. เอกสารเกี่ยวกับความชอบส่วนบุคคลในเรื่องของอาหารการกินของแต่ละคนในบ้าน
9. หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย สสวท.
10. คณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2552). ชีววิทยา 1. กรุงเทพฯ : ศักติโสภาคการพิมพ์.
11. Campbell, N.A. et al. (2011). Biology. 9th ed. Pearson Benjamin Cummings Publishing, San Francisco.



การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้			
– ทำนายหมู่เลือดของบุคคลในแต่ละรุ่นได้	ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	คะแนนรวมของนักเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบก่อนเรียน
– เลือกใช้เทคโนโลยีทาง DNA ชนิดต่างๆ ได้ถูกต้องตามสถานการณ์	ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	คะแนนรวมของนักเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบก่อนเรียน
– วิเคราะห์ตัวบุคคลจากลายพิมพ์ DNA ได้	ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	คะแนนรวมของนักเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบก่อนเรียน
ด้านทักษะ			
– มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ตัวอย่าง	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในหัวข้อนี้ สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยในหัวข้อที่ผ่านมา

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ความรู้ที่นักเรียนได้รับ

.....

บรรยากาศในชั้นเรียน

.....

.....

ปัญหาที่พบ

.....

.....

อื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นายนนทกร อรุณพฤษากุล)

ครูผู้สอน

ใบความรู้ที่ 3

เทคโนโลยีทาง DNA กับการตรวจสอบบุคคล

ความรู้ทางชีววิทยาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากมายหลากหลายรูปแบบ ซึ่งเรียกเทคโนโลยีที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้เหล่านี้ว่า เทคโนโลยีชีวภาพ เช่น การหมัก การโคลน และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หากความรู้ที่นำมาประยุกต์ใช้นั้นเป็นความรู้ที่เฉพาะเจาะจงลงไปในเรื่องของพันธุกรรม จะเรียกเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นนั้นว่า เทคโนโลยีทาง DNA เช่น พันธุวิศวกรรม การหาลำดับเบสบนสาย DNA การหาขนาดของ DNA และการเพิ่มจำนวน DNA ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็วด้วยเทคนิค PCR เทคโนโลยีเหล่านี้สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในหลาย ๆ ลักษณะ เช่น ทางด้านการแพทย์สามารถนำไปตรวจวินิจฉัยโรคบางโรคได้ ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์สามารถนำไประบุตัวตนของบุคคลได้ (ลายพิมพ์ DNA) และทางด้านเกษตรกรรมสามารถนำไปดัดแปลงผลผลิตทางการเกษตรให้มีคุณภาพตามที่ต้องการได้ (GMOs)

ระบบหมู่เลือด ABO

การระบุหมู่เลือดของมนุษย์ในระบบ ABO นั้น (แบ่งเป็น A B AB หรือ O) จำแนกจากชนิดของไกลโคโปรตีนที่เกาะอยู่บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง โดยไกลโคโปรตีนแต่ละชนิดที่เกาะอยู่บนผิวเซลล์เหล่านี้ถูกควบคุมด้วยยีนที่แตกต่างกัน (I^A I^B และ i) ซึ่งเมื่อเกิดการเข้าคู่กันเป็นจีโนไทป์ลักษณะต่างๆ จะส่งผลให้เกิดการแสดงออกเป็นหมู่เลือดที่แตกต่างกันดังภาพ

Genotype	$I^A I^A$ or $I^A i$	$I^B I^B$ or $I^B i$	$I^A I^B$	ii
Red blood cell appearance				
Phenotype (blood group)	A	B	AB	O

ภาพ 1 จีโนไทป์ของหมู่เลือดต่างๆ

ที่มา : Campbell, N.A. et al. (2011).

นอกจากนี้ชนิดของไกลโคโปรตีนบนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงเหล่านี้เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถส่งต่อไปยังลูกหลานได้ ดังนั้นเราสามารถทำนายหมู่เลือดของคนในแต่ละรุ่นได้จากการแยกกันของยีนในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการจับคู่กันใหม่หลังการผสมเซลล์สืบพันธุ์

ตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับหมู่เลือด

โจทย์ กำหนดให้ พ่อมีหมู่เลือด A แม่มีหมู่เลือด B อยากทราบว่าลูกที่เกิดจากพ่อและแม่คู่นี้สามารถมี

หมู่เลือดอะไรได้บ้าง และมีจีโนไทป์แบบใด

- วิธีทำ
- หมู่ A ถูกควบคุมด้วยยีน I^A , หมู่ B ถูกควบคุมด้วยยีน I^B , และหมู่ O ถูกควบคุมด้วยยีน i
 - พ่อมีหมู่เลือด A สามารถมีจีโนไทป์ได้ 2 แบบคือ $I^A I^A$, $I^A i$
 - แม่มีหมู่เลือด B สามารถมีจีโนไทป์ได้ 2 แบบคือ $I^B I^B$, $I^B i$

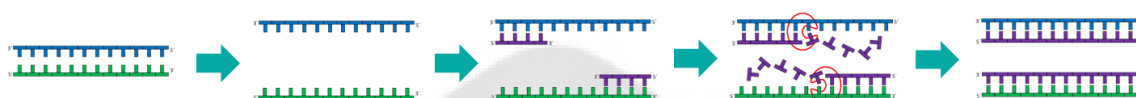
$I^A I^A$ x $I^B I^B$				$I^A I^A$ x $I^B i$			
↓				↓			
$I^A I^B$	$I^A I^B$	$I^A I^B$	$I^A I^B$	$I^A I^B$	$I^A I^B$	$I^A i$	$I^A i$
AB	AB	AB	AB	AB	AB	A	A

$I^A i$ x $I^B I^B$				$I^A i$ x $I^B i$			
↓				↓			
$I^A I^B$	$I^A I^B$	$I^B i$	$I^B i$	$I^A I^B$	$I^A i$	$I^B i$	ii
AB	AB	B	B	AB	A	B	O

- ดังนั้น ลูกมีโอกาสจะมีหมู่เลือด A B AB หรือ O ก็ได้ ซึ่งมีจีโนไทป์ได้ทุกแบบข้างต้น

การเพิ่มปริมาณ DNA ด้วยเทคนิค PCR

การเพิ่มจำนวน DNA ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็วด้วยเทคนิค PCR เป็นการเพิ่มปริมาณของ DNA โดยอาศัยเครื่องมือที่ใช้หลักการทางด้านอุณหภูมิจึงแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ เพิ่มอุณหภูมิให้สูงจนสาย DNA แยกออกจากกัน (denaturation) ลดอุณหภูมิให้พอลิเมอร์ไอโอดีสายสั้นจับกับ DNA ที่แยกออกจากกันข้างต้นเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการสร้าง DNA สายใหม่ (annealing) และปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในการสร้าง DNA สายใหม่ (extension)



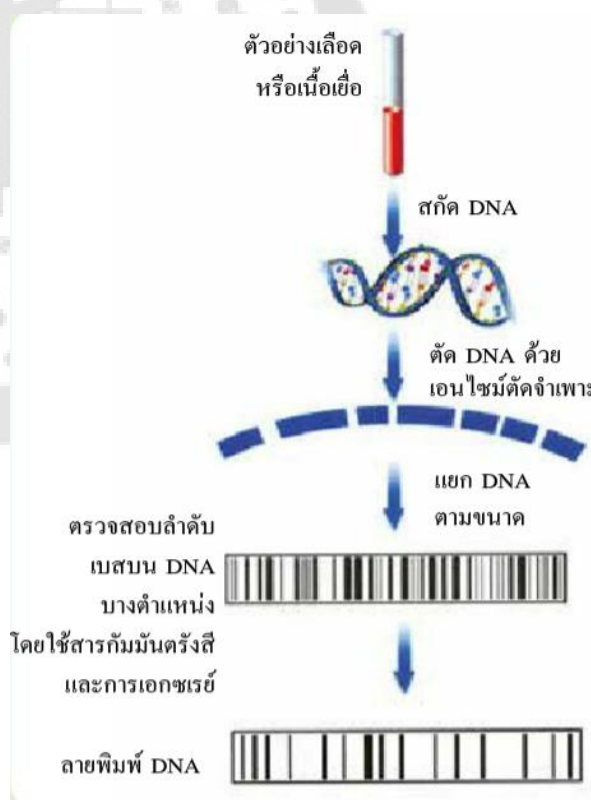
ภาพ 2 ขั้นตอนการเพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิค PCR

ที่มา : <https://www2.le.ac.uk/departments/emfpu/genetics/explained/images/PCR-process.gif/view>

ลายพิมพ์ DNA (DNA fingerprint)

ลายพิมพ์ DNA (DNA fingerprint) เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทาง DNA อย่างหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลในการระบุตัวบุคคลเนื่องจากลำดับเบสบน DNA ของแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกันไม่มากนักน้อย แม้ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันก็ตาม ลายพิมพ์ DNA ของแต่ละบุคคลจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

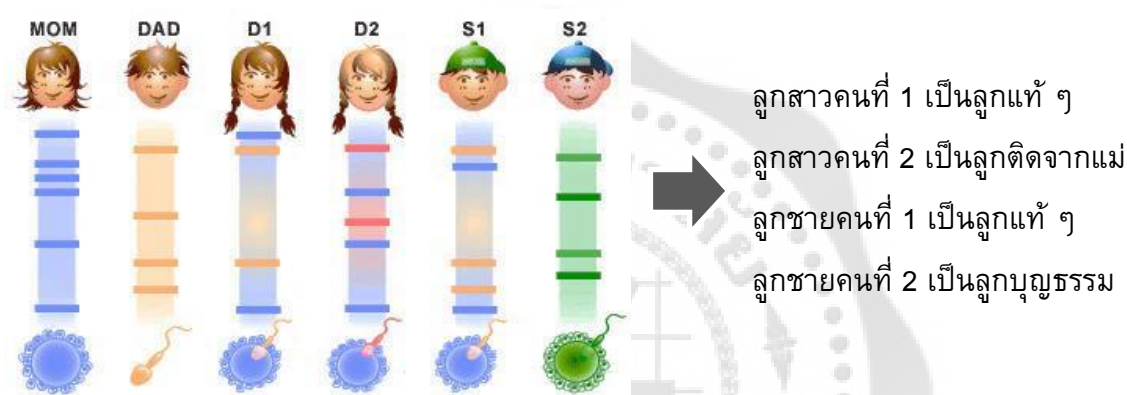
ขั้นตอนในการสร้างลายพิมพ์ DNA เริ่มจากนำ DNA ที่สกัดได้จากเซลล์ใดก็ได้ของร่างกาย (เนื่องจากเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายจะมี DNA เหมือน ๆ กัน) มาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ และนำชิ้นส่วน DNA ที่ตัดได้ไปแยกขนาดด้วยกระแสไฟฟ้า ทำให้เห็นเป็นแถบของ DNA ขนาดต่าง ๆ ซึ่งรูปแบบของแถบทั้งหมดนี้เราจะเรียกว่า ลายพิมพ์ DNA



ภาพ 3 ขั้นตอนการสร้างลายพิมพ์ DNA

ที่มา : หนังสือรายวิชาพื้นฐาน ชีววิทยา โดย สสวท.

สำหรับลายพิมพ์ DNA ของแต่ละบุคคลจะมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่ไม่เหมือนใคร แต่หากเปรียบเทียบลายพิมพ์ DNA เหล่านี้กับบุคคลที่มีความสัมพันธ์ทางสายเลือด จะพบว่าลายพิมพ์บางส่วนจะมีลักษณะคล้ายกัน เนื่องจากบุคคลที่มีความสัมพันธ์ทางสายเลือด เช่น พ่อ-ลูก จะมีการถ่ายทอด DNA จากพ่อสู่ลูก ทำให้สาย DNA เหล่านั้นมีการเรียงลำดับเบสเหมือนกันหรือคล้ายกัน เมื่อถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะแล้ว ขนาดของชิ้นส่วน DNA แต่ละชิ้นจะมีขนาดใกล้เคียงกัน ทำให้มีลายพิมพ์ DNA คล้ายกัน เพราะเหตุนี้เองจึงมีการนำลายพิมพ์ DNA ไปใช้ในการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ทางสายเลือดของบุคคลต่าง ๆ ในปัจจุบัน



ภาพ 4 ลายพิมพ์ DNA กับการระบุความสัมพันธ์ของบุคคลในครอบครัว

ที่มา : <http://www.scidatdaruni.org/index.php/field-study/109-dna-fingerprint>



ภาคผนวก จ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ในงานวิจัย

แบบทดสอบที่ 1

เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

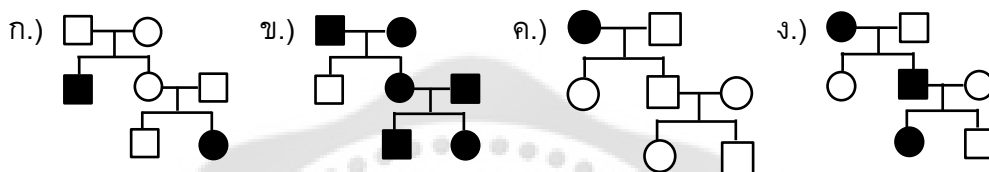
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวน 10 ข้อ

ระยะเวลา 10 นาที

คำชี้แจง จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. จากภาพต่อไปนี้ หากวงกลมแทนผู้หญิง สีเหลี่ยมแทนผู้ชาย สีดำแทนคนที่เป็นโรค และสีขาวแทนคนปกติ ภาพใดต่อไปนี้แสดงให้เห็นว่าโรคที่เกิดขึ้นนี้ถูกควบคุมด้วยยีนด้อยได้ชัดเจนที่สุด



2. ในเซลล์ร่างกายของคนมียีนที่ควบคุมลักษณะตาชั้นเดียวและตา 2 ชั้นอยู่หนึ่งคู่ กำหนดให้ นางสาวใจเย็นที่มีตา 2 ชั้น แต่งงานกับนายใจแข็งที่มีตาชั้นเดียว ถ้าสามีภรรยาคู่นี้มีบุตรด้วยกัน 1 คน นักเรียนจะตั้งข้อสังเกตอย่างไรเกี่ยวกับบุตรคนดังกล่าว

- ก.) บุตรคนดังกล่าวน่าจะเป็นเด็กผู้หญิง
- ข.) บุตรคนดังกล่าวมีโอกาสเป็นลูกแฝด
- ค.) บุตรคนดังกล่าวควรมีตาสองชั้น
- ง.) บุตรคนดังกล่าวอาจจะมีลักษณะตาแบบใดก็ได้

3. จากการสำรวจสวนพฤกษศาสตร์แห่งหนึ่ง พบว่าต้นพริกพันธุ์ใหม่ให้พริก 2 สี คือสีเหลือง และสีม่วง โดยสีเหลืองจะถูกควบคุมด้วยยีนเด่น สีม่วงจะถูกควบคุมด้วยยีนด้อย หากนักเรียนและเพื่อนของนักเรียนเดินไปพบพริกสายพันธุ์นี้สีเหลือง นักเรียนจะเชื่อแนวทางของเพื่อนคนใดเพื่อพิสูจน์หาจีโนไทป์ของต้นพริกนี้

- ก.) นาย A บอกว่าให้นำไปผสมพันธุ์กับต้นพริกที่ให้ผลสีเหลืองเหมือนกันจะจำแนกได้
- ข.) นาย B เสนอว่าให้นำพริกไปส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อหารูปแบบของยีนที่อยู่ภายใน
- ค.) น.ส. C แนะนำว่าให้นำไปผสมพันธุ์กับต้นพริกที่ให้ผลสีม่วงน่าจะได้ข้อมูลเพิ่มเติม
- ง.) น.ส. D เตือนว่าพริกสีเหลืองที่เจอถูกควบคุมด้วยยีนเด่น ดังนั้นตนจึงรู้จีโนไทป์อยู่แล้ว

5. ในระหว่างการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ระยะใดต่อไปนี้ เป็นระยะที่ยีนที่อยู่เป็นคู่กันเริ่มแยกออกจากกัน

- ก.) Interphase
- ข.) Prophase I
- ค.) Anaphase I
- ง.) Metaphase II

4. ดอกไม้ชนิดหนึ่งมี 2 สีคือสีแดงและสีขาว หากคุณยายของนักเรียนนำดอกไม้ชนิดนี้มาปลูกที่สวนหลังบ้าน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นดอกสีขาว แต่เมื่อผ่านไป 2 ปี พบว่าดอกไม้ในรุ่นต่อไปในสวนส่วนใหญ่กลายเป็นสีแดง แม้ว่าจะไม่มีการดูแลใดๆ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานจากการสังเกตนี้ได้อย่างไร

- ก.) ดอกไม้สีแดงน่าจะถูกรบกวนด้วยยีนเด่น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
- ข.) ดอกไม้สีแดงน่าจะถูกรบกวนด้วยยีนด้อย เนื่องจากการลดลงอย่างรวดเร็ว
- ค.) ดอกไม้สีแดงน่าจะถูกรบกวนด้วยยีนเด่น เนื่องจากการลดลงอย่างรวดเร็ว
- ง.) ดอกไม้สีแดงน่าจะถูกรบกวนด้วยยีนด้อย เนื่องจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

6. สมมติให้ลักษณะขนาดของผลอ่อนถูกรบกวนด้วยยีน 1 คู่ โดยลักษณะผลใหญ่ (G) เป็นลักษณะเด่นต่อลักษณะผลเล็ก (g) หากนำอ่อนผลใหญ่และอ่อนผลเล็กมาผสมกัน พบว่าลูกที่เกิดขึ้นมี 4 ต้น เป็นอ่อนผลใหญ่ 2 ต้น อ่อนผลเล็ก 2 ต้น ดังนั้นอ่อนที่เป็นต้นพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ควรมีจีโนไทป์ตามข้อใด

- ก.) Gg x gg ข.) Gg x GG ค.) GG x gg ง.) Gg x Gg

7. สมมติให้ขนกระต่ายสีน้ำตาลถูกรบกวนด้วยยีน B และสีดำถูกรบกวนด้วยยีน b หากทำการผสมกระต่ายสีน้ำตาล 2 ตัวที่มีจีโนไทป์ Bb ทั้งคู่ จีโนไทป์ของลูกมีโอกาสเกิดทั้งหมดได้กี่แบบ

- ก.) 1 ข.) 2 ค.) 3 ง.) 4

8. กำหนดให้ความยาวหางของม้าลายถูกรบกวนด้วยยีน 1 คู่ หากการมีหางยาวเป็นลักษณะเด่น และหางสั้นเป็นลักษณะด้อย โอกาสของลูกที่เกิดจากม้าลายหางยาว (heterozygous) กับม้าลายหางสั้น (homozygous recessive) จะมีหางสั้นเท่ากับเท่าใด

- ก.) 2/4 ข.) 1/4 ค.) 4/4 ง.) 3/4

9. หากนักเรียนต้องการเพาะเลี้ยงแมวสายพันธุ์ Scottish fold ที่มีลักษณะหูพับ (ลักษณะหูพับถูกรบกวนด้วยยีนด้อย (b)) นักเรียนควรจะต้องเลือกพ่อพันธุ์แม่พันธุ์อย่างไรให้ได้จำนวนแมวหูพับมากที่สุด

- ก.) พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์มีจีโนไทป์ BB ทั้งคู่
- ข.) พ่อพันธุ์มีจีโนไทป์ BB แม่พันธุ์มีจีโนไทป์ bb
- ค.) พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์มีจีโนไทป์ bb ทั้งคู่
- ง.) พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์มีจีโนไทป์ Bb ทั้งคู่

10. โรคนี้วเกินเป็นโรคทางพันธุกรรมที่ถูกรบกวนด้วยยีนเด่น หากลุงชิต และป้าฉายเป็นโรคนี้ทั้งคู่ ซึ่งมีจีโนไทป์เป็น Ss ทั้งคู่ โอกาสที่ลูกของลุงชิต และป้าฉาจะเป็นโรคนี้วเกินเท่ากับเท่าไร

- ก.) 25% ข.) 50% ค.) 75% ง.) 100%

แบบทดสอบที่ 2

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

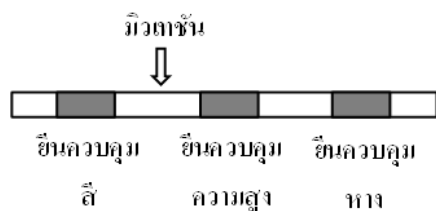
จำนวน 10 ข้อ

ระยะเวลา 10 นาที

คำชี้แจง จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. การนำ DNA ส่วนหนึ่งของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ไปใส่ใน DNA ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมในลักษณะใด
 - ก.) การสร้าง DNA สายผสม
 - ข.) การเกิดมิวเทชัน
 - ค.) การเกิดวิวัฒนาการ
 - ง.) การผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์
2. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่ผลผลิตจากการดัดแปลงพันธุกรรม (การสร้าง DNA สายผสม)
 - ก.) ปลาที่มียืนเรืองแสงของแมงกะพรุน
 - ข.) ปลวกที่มีโปรโตซัวอยู่ในลำไส้
 - ค.) ข้าว GMOs ที่มีคุณค่าอาหารสูง
 - ง.) ต้นส้มที่สามารถผลิตน้ำมันมะพร้าวได้
3. สถานการณ์ใดต่อไปนี้ ทำให้เกิด DNA สายผสม
 - ก.) การฉายรังสีใส่แบคทีเรีย *E.coli* ทำให้ลำดับเบสบนยีนเกิดการเปลี่ยนแปลงไป
 - ข.) การผสมพันธุ์ระหว่างม้า (พ่อพันธุ์) กับลา (แม่พันธุ์) จนเกิดเป็นล่อ (ลูก) ซึ่งเป็นหมัน
 - ค.) การเลือกกลุ่มผสมพันธุ์ของไก่ตัวเมียซึ่งจะเลือกผสมกับไก่ตัวผู้ที่แข็งแรงเท่านั้น
 - ง.) การตัดยีนสร้างเอนไซม์ไลเปสใส่ต้นถั่วงอก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยของมนุษย์
4. จากปัญหาของชาวนาในภาคกลางที่ประสบปัญหาน้ำแล้งในทุก ๆ ปี นักวิชาการได้เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาหลายวิธี วิธีใดต่อไปนี้จะเป็นการแก้ปัญหาที่รวดเร็ว และได้ผลแน่นอนที่สุด
 - ก.) การตัดต่อพันธุกรรมของข้าวให้ทนต่อความแห้งแล้ง
 - ข.) การกระตุ้นให้เกิดมิวเทชันอย่างสุ่ม เพื่อให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อม
 - ค.) การปล่อยให้ต้นข้าวเกิดการวิวัฒนาการตามธรรมชาติ
 - ง.) การผสมพันธุ์กับสายพันธุ์อื่นๆ จากพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง

5. จากภาพ DNA ของม้า หากเกิดมิวเทชันในบริเวณที่ลูกศรชี้ ลักษณะที่แสดงออกของม้าตัวนี้น่าจะเป็นอย่างไร



- ก.) ม้าตัวนี้จะมีสีผิดปกติ
- ข.) ม้าตัวนี้จะมี ความสูงที่ผิดปกติ
- ค.) ม้าตัวนี้จะมี ความสูง และลักษณะหางผิดปกติ
- ง.) ม้าตัวนี้ไม่น่าจะมีความผิดปกติของลักษณะที่แสดงออก

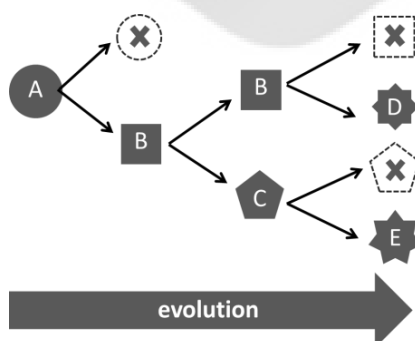
6. จากภาพยีนที่ซูปเปอร์ฮีโร่ในหลายเรื่อง หากวิเคราะห์แล้ว เรื่องใดต่อไปนี้น่าจะมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดมิวเทชันน้อยที่สุด

- ก.) ซูปเปอร์แมน (มนุษย์ต่างดาว)
- ข.) สไปเดอร์แมน (แมงมุมที่ใช้ทอใย)
- ค.) เดอะฮัลค์ (โดนระเบิดรังสีแกมมา)
- ง.) เอ็กเมน (การเกิดมนุษย์พันธุ์ใหม่)

7. หากนักวิทยาศาสตร์ต้องการให้หนูทดลองในรุ่นถัดไป ไม่มีการสร้างหาง (ไร้หางแต่กำเนิด) ด้วยกระบวนการมิวเทชัน นักเรียนคาดว่านักวิทยาศาสตร์ท่านนั้นควรนำเซลล์ใดจากพ่อและแม่ของหนูทดลองมากระตุ้นให้เกิดการมิวเทชันจึงจะส่งผลให้ลูกหนูมีโอกาสรไร้หาง

- ก.) เซลล์บริเวณผิวหนัง
- ข.) เซลล์บริเวณหาง
- ค.) เซลล์สืบพันธุ์ เช่น เซลล์อสุจิ
- ง.) เซลล์ใดก็ได้ในร่างกาย

8. จากภาพกระบวนการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง



- ก.) สิ่งมีชีวิต E วิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิต D
- ข.) สิ่งมีชีวิต C สามารถวิวัฒนาการเป็นสิ่งมีชีวิต D ได้ในอนาคต
- ค.) สิ่งมีชีวิต E ไม่เคยเกิดวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตใดเลย
- ง.) สิ่งมีชีวิต A ค่อย ๆ วิวัฒนาการจนกลายเป็นสิ่งมีชีวิต D

9. ข่าวการพบหนูยวคล้ายกระจันทร์สียวกลางเมืองอุตสาหกรรมที่มีมลภาวะสูง ผู้สื่อข่าวรายงานว่าหนูดังกล่าวเป็นตัวเดียวที่มีลักษณะนี้ในบริเวณนั้น รวมถึงลูกๆ ของหนูตัวนี้ก็ไม่มีหนูที่ยาวผิดปกติแต่อย่างใด แต่อย่างไรก็ตามมีการลงความเห็นว่หนูตัวนั้นเกิดจากการวิวัฒนาการจากหนูที่อระบายน้ำปกติ เนื่องจากมีโครงสร้างทางกายวิภาคเหมือนกันทุกประการ นักเรียนสนับสนุนหรือโต้แย้งการรายงานข่าวนี้อย่างไร

- ก.) สนับสนุน เพราะ วิวัฒนาการเป็นการเปลี่ยนแปลงทีละเล็กทีละน้อย โครงสร้างภายในจึงยังเหมือนเดิม
- ข.) สนับสนุน เพราะ วิวัฒนาการสามารถเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วภายในรุ่นใดรุ่นหนึ่ง
- ค.) โต้แย้ง เพราะ วิวัฒนาการไม่ใช้การเปลี่ยนแปลงเพียงรุ่นใดรุ่นหนึ่งแล้วหายไป
- ง.) โต้แย้ง เพราะ วิวัฒนาการไม่ส่งผลต่อลักษณะที่แสดงออก แต่ส่งผลต่อลำดับเบสบนสาย DNA

10. “มนุษย์กับลิงมีลำดับเบสบน DNA ในหลายๆ ส่วนคล้ายกัน นอกจากนี้ยังมีพฤติกรรมและโครงสร้างร่างกายคล้ายกันแม้ว่าลิงจะมีความสามารถทางสมองต่ำกว่าคน จากหลักฐานทางวิวัฒนาการพบว่าคนกับลิงเคยมีบรรพบุรุษร่วมกันมาก่อน” จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนจะตั้งสมมติฐานการวิวัฒนาการของคนกับลิงว่าอย่างไร เพราะเหตุใด

- ก.) คนวิวัฒนาการมาจากลิง เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกัน
- ข.) คนวิวัฒนาการมาจากลิง เนื่องจากมีลำดับเบสบน DNA คล้ายกัน
- ค.) คนไม่ได้วิวัฒนาการมาจากลิง เนื่องจากคนกับลิงเคยมีบรรพบุรุษร่วมกัน
- ง.) คนไม่ได้วิวัฒนาการมาจากลิง เนื่องจากลิงวิวัฒนาการมาจากคน

แบบทดสอบที่ 3

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวน 10 ข้อ

ระยะเวลา 10 นาที

คำชี้แจง จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

- หากแม่-ลูกคู่หนึ่งมีหมู่เลือด O ผู้เป็นพ่อสามารถมีหมู่เลือดใดได้บ้าง
ก.) A, O ข.) B, O ค.) A, B ง.) A, B, O
- จากสถานการณ์ระเบิดร้ายแรงที่แยกราชประสงค์ ส่งผลให้ผู้บาดเจ็บเป็นจำนวนมาก และทางโรงพยาบาลต้องการรับบริจาคเลือดหมู่ O เป็นการด่วน บุคคลใดต่อไปนี้ *ไม่มี* คุณสมบัติเพียงพอ
ก.) นางนิดหนึ่ง มีพ่อหมู่ AB และมีแม่หมู่ O
ข.) นายสองส่วน มีพ่อหมู่ A และแม่หมู่ A
ค.) นายสามยอด มีพ่อหมู่ O และมีแม่หมู่ B
ง.) น.ส.สี่สาย มีพ่อหมู่ A และแม่หมู่ B
- ตำรวจได้รับการแจ้งความจากหญิงสาวคนหนึ่งว่า นายไก่อและนางไข่แอบขโมยลูกของตนไป ตำรวจจึงทำการตรวจสอบสมาชิกบ้านของผู้ต้องหาพบว่า บ้านหลังนี้มีสมาชิก 5 คน ลูกคนโตมีหมู่เลือด AB ลูกคนที่ 2 มีหมู่ O ลูกคนเล็กมีหมู่ B นอกจากนี้ยังได้รับข้อมูลว่าผู้เป็นแม่มีหมู่ AB ส่วนผู้เป็นพ่อไม่มีข้อมูล ลูกคนที่เท่าใดต่อไปนี้ที่หญิงสาวน่าจะกล่าวว่าเป็นลูกตน
ก.) ลูกคนโต ข.) ลูกคนที่ 2 ค.) ลูกคนเล็ก ง.) มากกว่า 1 คน
- กรณีใดต่อไปนี้ *ไม่* สามารถนำลายพิมพ์ DNA มาประยุกต์ใช้ได้เลย
ก.) การตรวจสอบการเป็น สามี-ภรรยา ข.) การตรวจสอบการเป็น พี่-น้องกัน
ค.) การตรวจสอบการเป็น ตา-หลานกัน ง.) การตรวจสอบการเป็น แม่-ลูกกัน
- จากภาพลายพิมพ์ DNA ของผู้ต้องสงสัย 4 ราย ผู้ต้องสงสัยคนใดคือคนร้ายของคดีฆาตกรรม

คนร้าย	A	B	C	D
—	—		—	—
—	—	==		—
	—		—	
—		==		—
—			==	—
	—			

ก.) A

ข.) B

ค.) C

ง.) D

6. จากภาพลายพิมพ์ DNA ของครอบครัวหนึ่ง ลูกคนใดเป็นลูกติดของพ่อที่เกิดกับภรรยาคนก่อน

พ่อ	แม่	A	B	C	D
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—		—
	—	—			—
—		—		—	—
—	—		—	—	

ก.) A

ข.) B

ค.) C

ง.) D

7. ในการตรวจสอบลายพิมพ์ DNA ของฝาแฝดคู่หนึ่ง พบว่าลายพิมพ์ DNA ของทั้ง 2 คนมีลักษณะแตกต่างกันบ้างบางส่วน นักเรียนจะสรุปผลที่ได้จากการทดลองนี้อย่างไร

ก.) ทั้ง 2 คนนี้ไม่ใช่ฝาแฝดกัน

ข.) ทั้ง 2 เป็นฝาแฝดร่วมไข่

ค.) ทั้ง 2 เป็นฝาแฝดต่างไข่

ง.) การทดลองเกิดข้อผิดพลาดแน่นอน

8. ลำดับเบสบน DNA สามารถบ่งบอกความใกล้ชิดทางเครือญาติได้หรือไม่อย่างไร

ก.) บ่งบอกได้ เนื่องจาก ลำดับเบสบน DNA ถูกถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกผ่านเซลล์สืบพันธุ์

ข.) บ่งบอกได้ เนื่องจาก ลำดับเบสบน DNA จะเหมือนพ่อและแม่ ทุกประการ

ค.) บ่งบอกไม่ได้ เนื่องจาก ลำดับเบสบน DNA มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

ง.) บ่งบอกไม่ได้ เนื่องจาก ลำดับเบสบน DNA ของมนุษย์ทุกคนเหมือนกัน

9. เมื่อวันลอยกระทงที่ผ่านมา มีขโมยขึ้นบ้านของนักการเมืองคนหนึ่ง หากขณะที่ขโมยกำลังกอบโกยสมบัติอยู่ เกิดพลาดไปชนแจกันหล่นแตกจนทุกคนในบ้านตื่น หัวขโมยจึงรีบหนีออกจากบ้านและทิ้งร่องรอยเพียงรอยเลือดจากการโดนเศษแจกันบาด เมื่อนักพิสูจน์หลักฐานมาตรวจสอบรอยเลือดนี้ ข้อมูลใดต่อไปนี้ ไม่ สามารถตรวจสอบได้มากที่สุด

ก.) ลายพิมพ์ DNA ของคนร้าย

ข.) ลำดับเบสของ DNA บางส่วนของคนร้าย

ค.) ลักษณะรูปพรรณสัณฐานของคนร้าย

ง.) โรคทางพันธุกรรมบางชนิดของคนร้าย

10. จากกรณีที่หญิงสาวคนหนึ่งเรียกร้องให้ดารานู๋ม ยอมรับว่าลูกของตนเกิดจากตนและดารานู๋ม หากนักเรียนเป็นแพทย์ผู้ตรวจสอบความสัมพันธ์นี้ นักเรียนจะเลือกใช้หลักฐานต่างๆ ร่วมกันเพื่อตรวจสอบหาข้อเท็จจริง ยกเว้น หลักฐานใดต่อไปนี้

ก.) ประวัติโรคทางพันธุกรรม

ข.) ลายพิมพ์ DNA

ค.) ลำดับเบสบางส่วน

ง.) ลายนิ้วมือ

ภาคผนวก ฉ

ใบกิจกรรมและเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาที่ใช้ในงานวิจัย

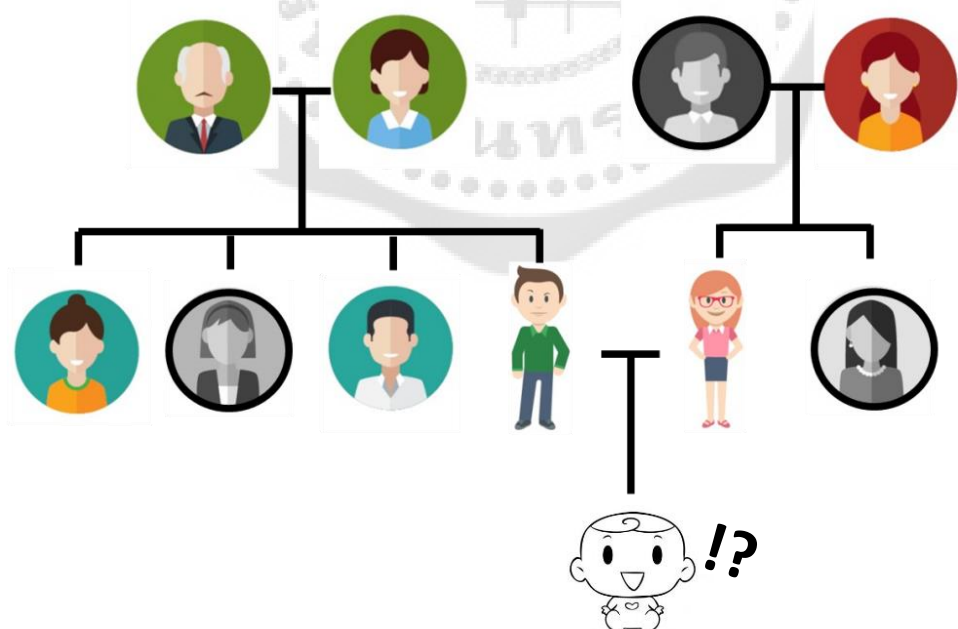
ใบกิจกรรม (เดี่ยว)

เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ตอนที่ 1 : จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จงเติมคำตอบลงในพื้นที่ว่างที่กำหนด

สถานการณ์ปัญหาของครอบครัวหนึ่ง

ชายหญิงคู่หนึ่งวางแผนก่อนที่จะแต่งงานไว้ว่าหลังจากนี้อีก 1 ปีจะมีลูกด้วยกันคนแรก จากนั้นเมื่อทั้งสองคนแต่งงานกันมาแล้วประมาณ 1 ปีเศษ ฝ่ายชายก็ตัดสินใจถามความเห็นจากฝ่ายหญิงว่าพวกตนน่าจะมีลูกคนแรกกันได้แล้ว เพราะฐานะทางครอบครัวก็ไม่ได้ย่ำแย่มากนัก แต่ฝ่ายหญิงกลับปฏิเสธอย่างหนักแน่นโดยไม่ให้เหตุผลว่าแม่ครอบครัวของตนจะมีความมั่นใจพอที่จะมีลูกคนแรก แต่ก็ยังคงกังวลว่าเพียงพอแล้วหรือยังเนื่องจากหากลูกที่เกิดมามีโรคประจำตัวที่ต้องรักษา พวกตนจะไม่สามารถรับภาระตรงจุดนี้ไหว ทางฝ่ายชายจึงประหลาดใจว่าเพราะเหตุใดลูกของตนจึงจะมีโรคประจำตัว ฝ่ายหญิงจึงอธิบายว่าพ่อแม่ทางฝ่ายชายแม้จะไม่มีโรคประจำตัวแต่พี่สาวของเขากลับเป็นโรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียว ส่วนฝ่ายหญิงเองแม้ว่าแม่ของตนจะไม่มีโรคประจำตัวแต่พ่อและน้องสาวกลับเป็นโรคเม็ดเลือดแดงรูปเคียวเช่นกัน ทั้งสองจึงยังคงลังเลที่จะมีลูกคนแรกและยังหาข้อสรุปไม่ได้ว่าพวกตนพร้อมแล้วหรือยังที่จะมีลูกคนแรก



ที่มา : <http://www.freepik.com/free-photos-vectors/people>,

<http://www.dragoart.com/tuts/4281/1/1/how-to-draw-a-cute-baby.htm>

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ดังกล่าว (ควรตอบมากกว่า 1 ปัญหา)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

2. จากปัญหาข้างต้นหากเกิดขึ้นกับนักเรียนหรือคนใกล้ตัวของนักเรียน นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของบุคคลเหล่านั้นอย่างไร (ตอบอิงตามปัญหาที่เขียนในข้อที่ 1)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

3. นักเรียนคิดว่าสาเหตุที่สามารถเป็นไปได้ที่ส่งผลให้เกิดปัญหาดังกล่าวข้างต้นคืออะไร (ตอบอิงตามปัญหาที่เขียนในข้อที่ 1)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

4. นักเรียนมีข้อมูลหรือความรู้ใดแล้วบ้างเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาครั้งนี้ และคาดว่าจะยังขาดข้อมูลหรือความรู้ใดที่คิดว่าจำเป็นต่อการแก้ปัญหาอีกบ้าง เพราะเหตุใด

ข้อมูล/ความรู้ที่นักเรียนมีอยู่

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

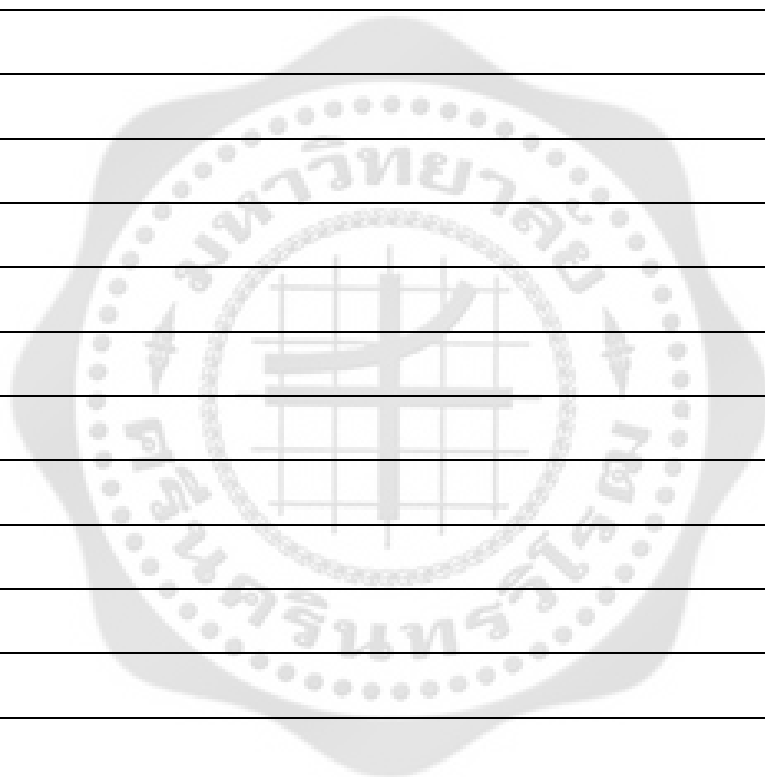
ข้อมูล/ความรู้ที่ต้องการรู้เพิ่ม

1. _____
เพราะ _____
2. _____
เพราะ _____
3. _____
เพราะ _____
4. _____
เพราะ _____
5. _____
เพราะ _____

5. นักเรียนคิดว่าในกลุ่มของนักเรียนควรมีการวางแผนการค้นคว้าหาข้อมูล/ความรู้ ตามศูนย์การเรียนรู้ 7 – 8 ศูนย์การเรียนรู้ในเวลา 30 นาที อย่างไรบ้าง

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

แบบบันทึกผลการเรียนรู้รายบุคคลจากแหล่งเรียนรู้ ตามแผนที่วางไว้ในข้อที่ 5





ใบกิจกรรม (กลุ่ม)
เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ตอนที่ 2 : จากการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ จงเติมคำตอบลงในพื้นที่ว่างที่กำหนด

1. สรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล

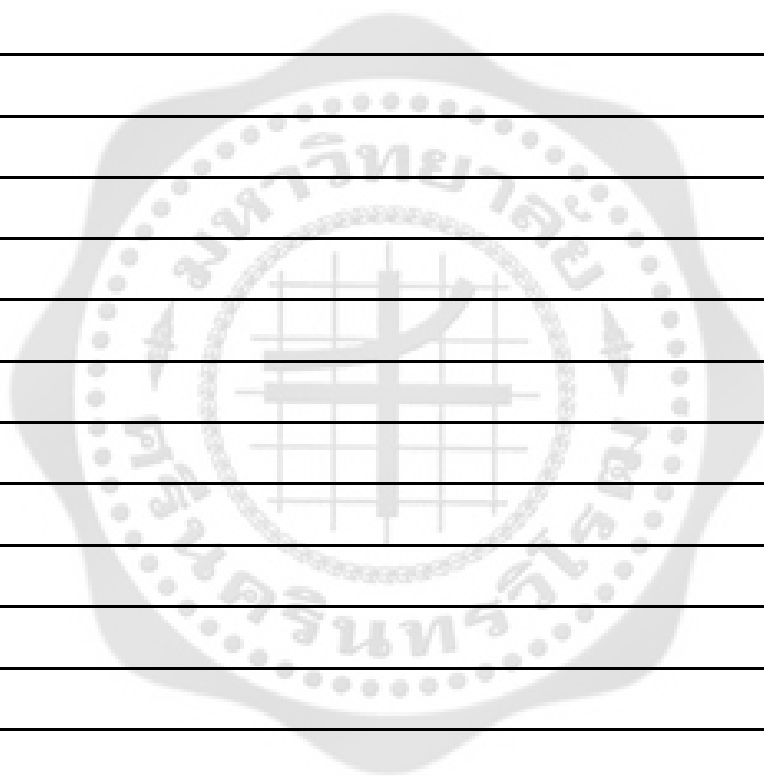
ประเด็น : ยีนเด่นและยีนด้อย

ประเด็น : ความสัมพันธ์ระหว่าง ยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม

ประเด็น : กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์

ประเด็น : การคำนวณโอกาสในการเกิดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในรุ่นต่อไป

2. จากข้อมูลความรู้ที่สรุปข้างต้น นักเรียนสามารถสรุปแนวทางในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหานี้
อย่างไร (อธิบายอย่างละเอียด พร้อมเตรียมตัวออกมานำเสนอกลุ่มละ 2-3 นาที)



ใบกิจกรรม (เดี่ยว)

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

ตอนที่ 1 : จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จงเติมคำตอบลงในพื้นที่ว่างที่กำหนด

สถานการณ์ปัญหาจากพาดหัวข่าว

หนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่งของวันที่ 33 มกราคม 2020 ได้พาดหัวข่าวการค้นพบสิ่งมีชีวิตประหลาดริมบึงน้ำขนาดใหญ่แห่งหนึ่งของชาวบ้านในละแวกนั้นเมื่อวันที่ 32 มกราคม 2020 โดยรูปร่างของสิ่งมีชีวิตประหลาดนี้คล้ายคลึงเป็นส่วนใหญ่แต่กลับมีหางคล้ายปลา ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะที่คล้ายคลึงกับลักษณะของ มัจฉานู ที่เป็นตัวละครหนึ่งในวรรณคดี ทำให้มีกระแสแนวคิดต่างๆ นานาต่อสิ่งมีชีวิตที่พบนี้ทั้งในแง่ของความเชื่อ และในแง่ของวิชาการ แต่อย่างไรก็ตามนักวิชาการจำนวนมากได้ร่วมกันลงความเห็นว่สิ่งมีชีวิตประหลาดนี้น่าจะเกิดจากเหตุปัจจัยได้ 4 กรณี คือ การกลายพันธุ์ การดัดแปรพันธุกรรม การผสมเพื่อปรับปรุงพันธุ์ และการเกิดวิวัฒนาการ

ตะลึง!! สิ่งมีชีวิต วรรณคดีมีจริง?



► เมื่อวันที่ 32 มกราคม 2020 ชาวบ้านตำบลหนึ่ง พบสิ่งมีชีวิตกึ่งปลา กึ่งลิงคล้ายมัจฉานูในเรื่องราวเกียรติ์ริมบึงน้ำ นักวิชาการชี้สาเหตุการเกิดมี 4 แนวคิด คือ การกลายพันธุ์ การดัดแปรพันธุกรรม การผสมเพื่อปรับปรุงพันธุ์ และการเกิดวิวัฒนาการ

เรียนรู้ต่อคาบถัดไป >>

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ดังกล่าว (ควรตอบมากกว่า 1 ปัญหา)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

2. จากปัญหาข้างต้นหากเกิดขึ้นกับนักเรียนหรือคนใกล้ตัวของนักเรียน นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของบุคคลเหล่านั้นอย่างไร (ตอบอิงตามปัญหาที่เขียนในข้อที่ 1)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

3. นักเรียนคิดว่าสาเหตุที่สามารถเป็นไปได้ที่ส่งผลให้เกิดปัญหาดังกล่าวข้างต้นคืออะไร (ตอบอิงตามปัญหาที่เขียนในข้อที่ 1)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

4. นักเรียนมีข้อมูลหรือความรู้ใดแล้วบ้างเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาครั้งนี้ และคาดว่าจะยังขาดข้อมูลหรือความรู้ใดที่คิดว่าจำเป็นต่อการแก้ปัญหาอีกบ้าง เพราะเหตุใด

ข้อมูล/ความรู้ที่นักเรียนมีอยู่

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

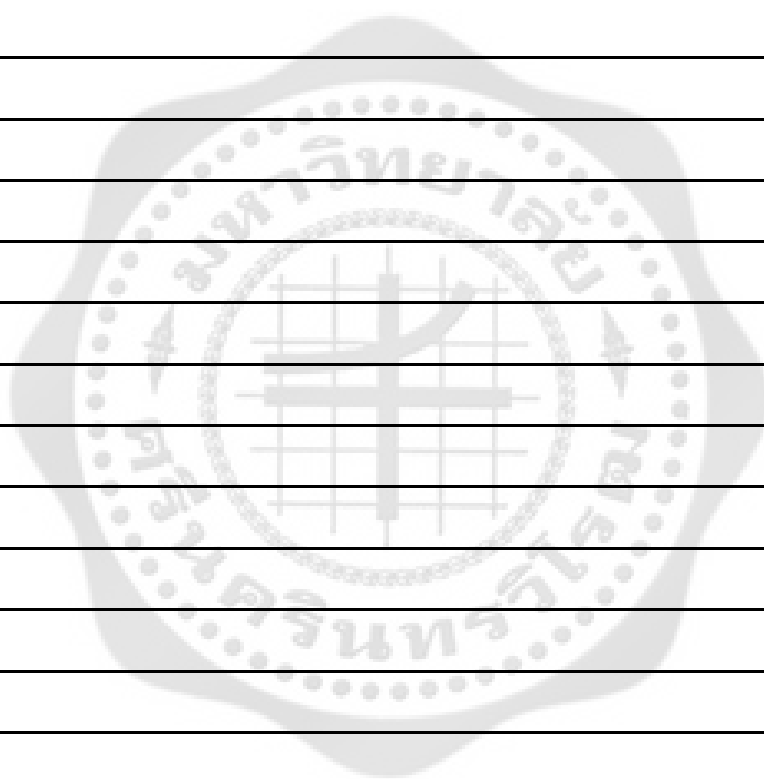
ข้อมูล/ความรู้ที่ต้องการรู้เพิ่ม

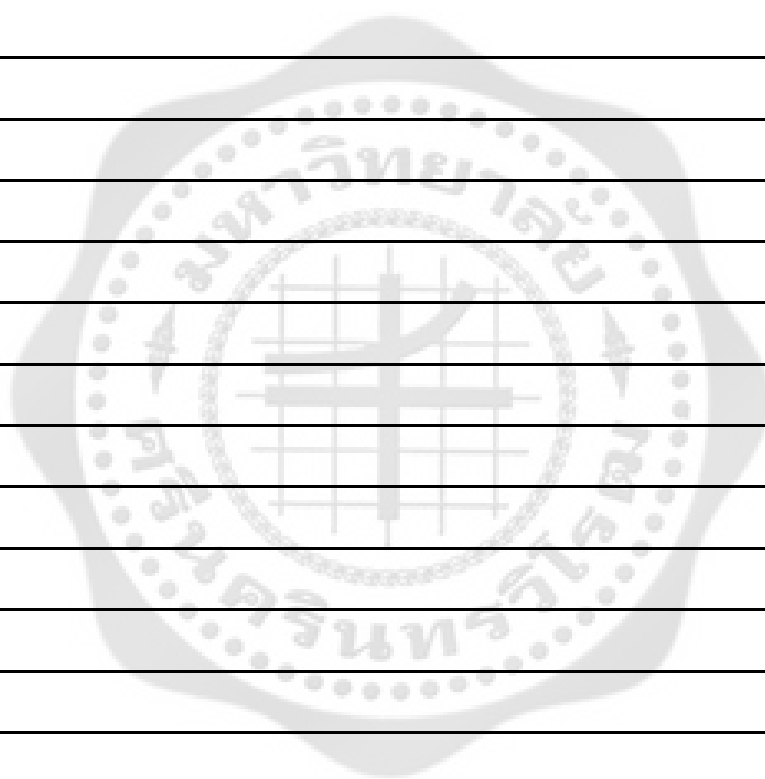
1. _____
เพราะ _____
2. _____
เพราะ _____
3. _____
เพราะ _____
4. _____
เพราะ _____
5. _____
เพราะ _____

5. นักเรียนคิดว่าในกลุ่มของนักเรียนควรมีการวางแผนการค้นคว้าหาข้อมูล/ความรู้ ตามศูนย์การเรียนรู้ 7 – 8 ศูนย์การเรียนรู้ในเวลา 30 นาที อย่างไรบ้าง

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

แบบบันทึกผลการเรียนรู้รายบุคคลจากแหล่งเรียนรู้ ตามแผนที่วางไว้ในข้อที่ 5





ใบกิจกรรม (กลุ่ม)
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

ตอนที่ 2 : จากการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ จงเติมคำตอบลงในพื้นที่ว่างที่กำหนด

1. สรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล

ประเด็น : แผนภาพโครโมโซม (คาริโอไทป์) ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

แผนภาพคาริโอไทป์คือ _____

สรุปเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งมีชีวิตประหลาด _____

ประเด็น : ลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

สรุปเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งมีชีวิตประหลาด _____

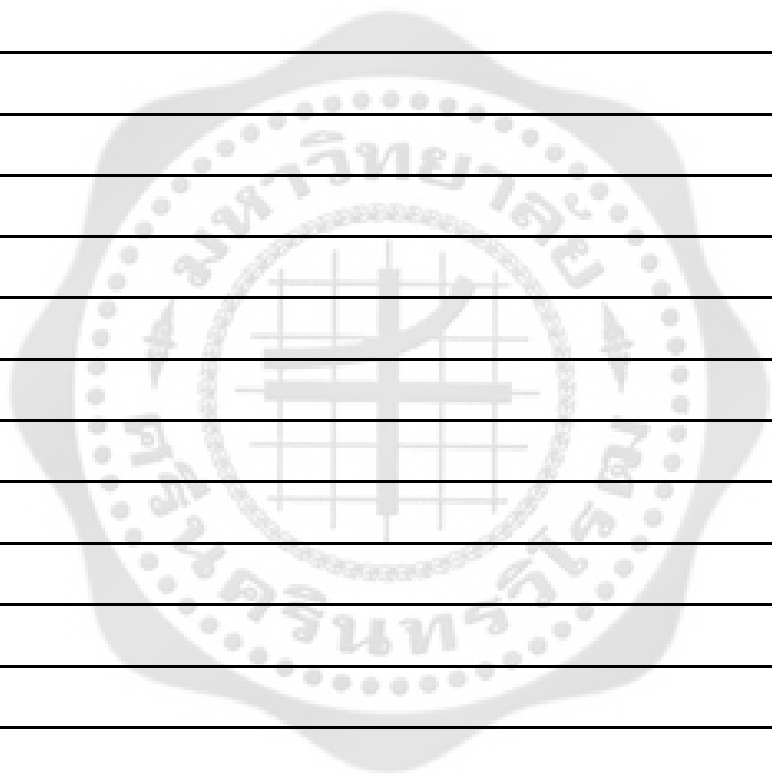
ประเด็น : การเกิดมิวเทชัน

ประเด็น : การดัดแปรพันธุกรรม

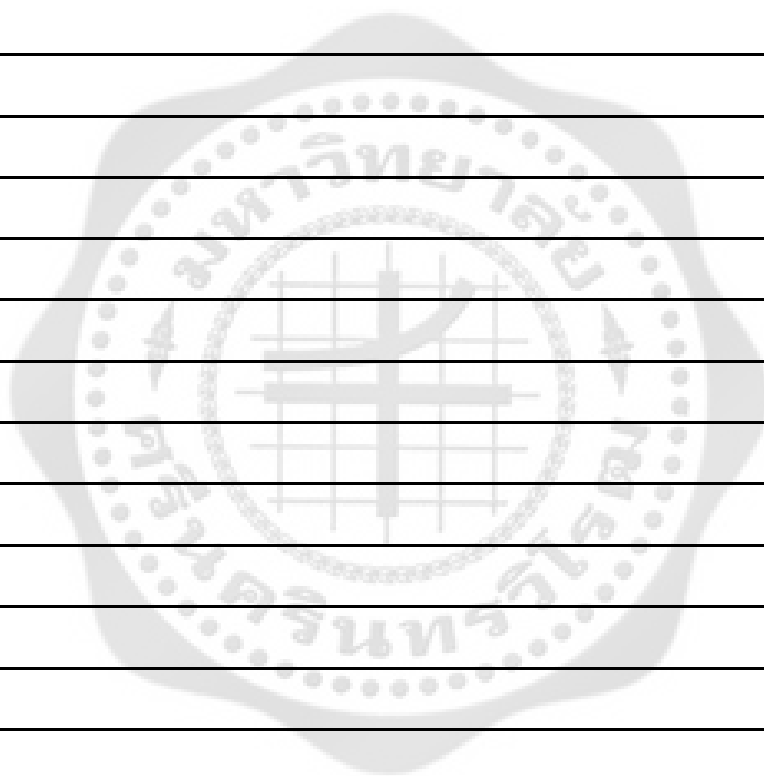
ประเด็น : การผสมเพื่อปรับปรุงพันธุ์

ประเด็น : การเกิดวิวัฒนาการ

ประเด็น : อื่น ๆ (เขียนแยกเป็นประเด็นให้ชัดเจนดังตัวอย่างด้านบน)



3. จากข้อมูลความรู้ที่สรุปข้างต้น นักเรียนสามารถสรุปแนวทางในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหานี้
อย่างไร (อธิบายอย่างละเอียด พร้อมเตรียมตัวออกมานำเสนอกลุ่มละ 2-3 นาที)



ใบกิจกรรม (เดี่ยว)

เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับการตรวจสอบบุคคล

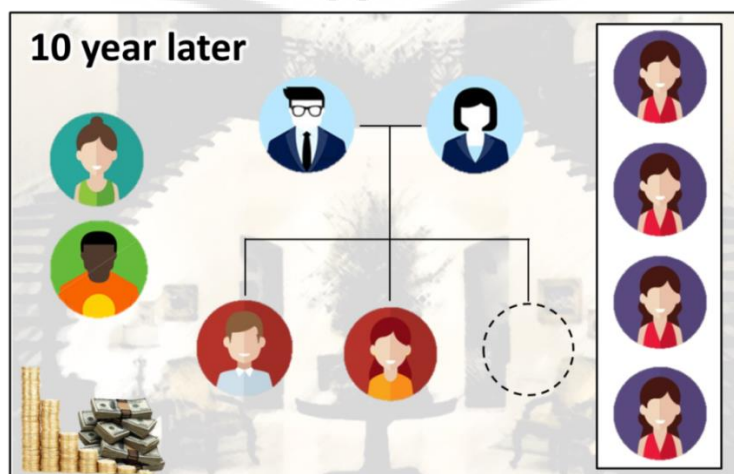
ตอนที่ 1 : จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ จงเติมคำตอบลงในพื้นที่ว่างที่กำหนด

สถานการณ์ปัญหาจากละครหลังข่าว

บ้านของมหาเศรษฐีหลังหนึ่งมีสมาชิกในบ้านทั้งหมด 7 คนด้วยกันประกอบด้วย คุณผู้ชาย คุณผู้หญิง ลูกชายคนโต ลูกสาวคนรอง และลูกสาวคนเล็ก พร้อมด้วยแม่บ้านหนึ่งคน และคนสวนอีกหนึ่งคน ...

ในวันหนึ่งของช่วงเดือนเมษายนครบวันทั้ง 5 คนได้เดินทางไปเที่ยวทะเลที่ต่างจังหวัด ในช่วงวันหยุดยาว ซึ่งในคืนก่อนเดินทางกลับลูกสาวคนสุดท้องได้หายตัวไปอย่างไร้ร่องรอย เนื่องจากเป็นช่วงเทศกาล ผู้คนจึงหนาแน่นเป็นพิเศษ โดยทางคุณผู้ชายและคุณผู้หญิงพยายามตามหาอย่างสุดความสามารถ ค้นหาด้วยทุกๆ วิธีทางที่สามารถทำได้แต่ก็ไม่พบ จนยอมถอดใจไปในที่สุดและให้เวลาเป็นตัวช่วยเยียวยาจิตใจ ถึงแม้ว่าทุกคนยังคงเชื่อด้วยความหวังเล็กๆ ว่าสักวันหนึ่งต้องมีเบาะแสอะไรสักอย่างทำให้พวกเขาได้พบกันอีกครั้งอย่างแน่นอน ...

จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 10 ปี ความหวังเล็กๆ นั้นที่เคยฝังอยู่ในใจของทุกคนในบ้านก็ถูกจุดขึ้นมาอีกครั้ง เมื่อทางตำรวจได้พยายามสืบหาข้อมูล รวมถึงประกาศตามหาต่างๆ จนกระทั่งได้ข้อมูลของผู้ที่น่าจะเป็นลูกสาวมาทั้งหมด 4 คนด้วยกัน โดยทั้ง 4 คนยืนยันว่าตนเป็นทายาทที่แท้จริงของบ้านหลังนี้แน่นอน ...



ที่มา : <http://www.freepik.com>, <https://creativemarket.com>, <https://decorationsfor.com>,
<http://www.localmedia.sg/steps-for-saving-money/>, <http://efdreams.com/money.html>

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ดังกล่าว (ควรตอบมากกว่า 1 ปัญหา)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

2. จากปัญหาข้างต้นหากเกิดขึ้นกับนักเรียนหรือคนใกล้ตัวของนักเรียน นักเรียนคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของบุคคลเหล่านั้นอย่างไร (ตอบอิงตามปัญหาที่เขียนในข้อที่ 1)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

3. นักเรียนคิดว่าสาเหตุที่สามารถเป็นไปได้ที่ส่งผลให้เกิดปัญหาดังกล่าวข้างต้นคืออะไร (ตอบอิงตามปัญหาที่เขียนในข้อที่ 1)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

4. นักเรียนมีข้อมูลหรือความรู้ใดแล้วบ้างเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาครั้งนี้ และคาดว่าจะยังขาดข้อมูลหรือความรู้ใดที่คิดว่าจำเป็นต่อการแก้ปัญหาอีกบ้าง เพราะเหตุใด

ข้อมูล/ความรู้ที่นักเรียนมีอยู่

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

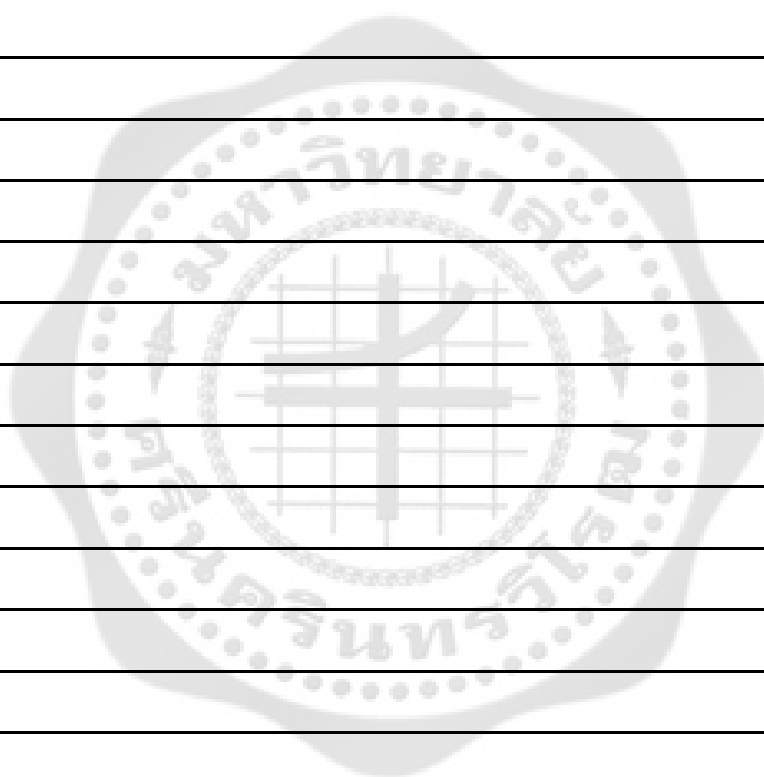
ข้อมูล/ความรู้ที่ต้องการรู้เพิ่ม

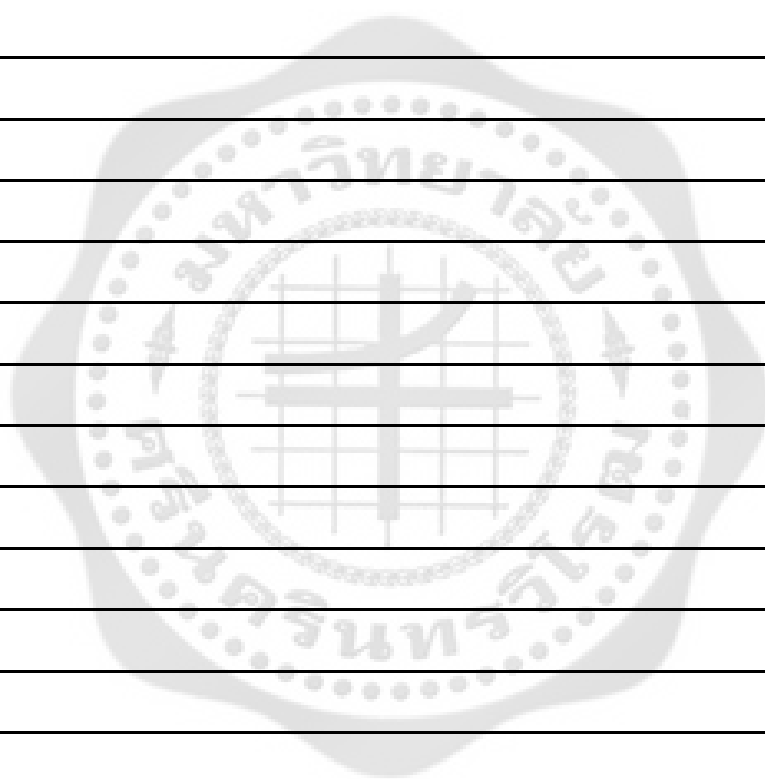
1. _____
เพราะ _____
2. _____
เพราะ _____
3. _____
เพราะ _____
4. _____
เพราะ _____
5. _____
เพราะ _____

5. นักเรียนคิดว่าในกลุ่มของนักเรียนควรมีการวางแผนการค้นคว้าหาข้อมูล/ความรู้ ตามศูนย์การเรียนรู้ 7 – 8 ศูนย์การเรียนรู้ในเวลา 30 นาที อย่างไรบ้าง

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____

แบบบันทึกผลการเรียนรู้รายบุคคลจากแหล่งเรียนรู้ ตามแผนที่วางไว้ในข้อที่ 5





ใบกิจกรรม
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

ตอนที่ 2 : จากการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ จงเติมคำตอบลงในพื้นที่ว่างที่กำหนด

1. สรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล

ประเด็น : ลักษณะภายนอกของแต่ละบุคคล

ประเด็น : ประวัติสุขภาพของแต่ละบุคคล

ประเด็น : กรู๊ปเลือดของแต่ละบุคคล และการทำนายกรู๊ปเลือด

ประเด็น : เทคโนโลยี DNA Sequencing

DNA Sequencing คือ _____

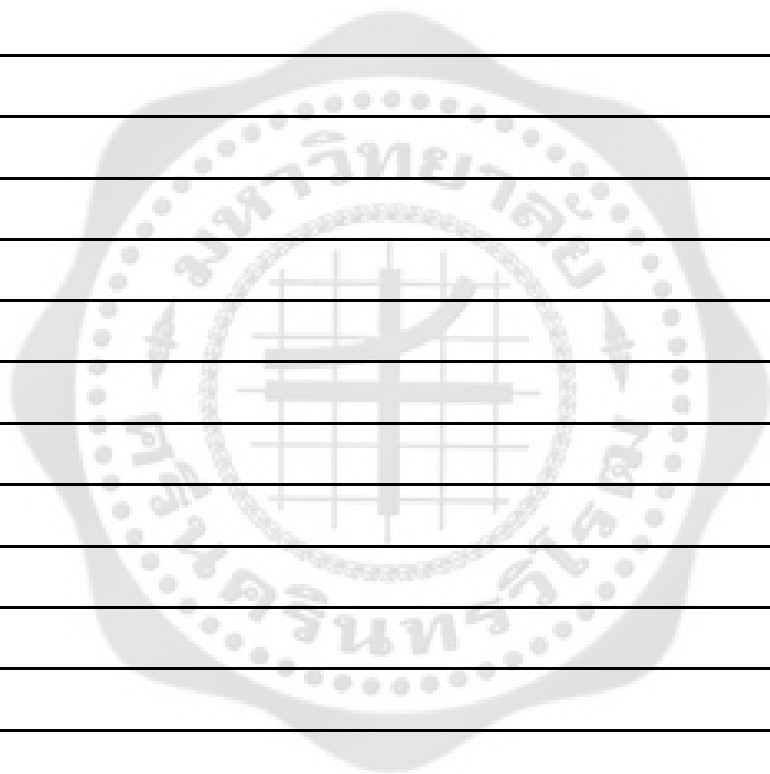


ประเด็น : เทคโนโลยี DNA Fingerprint

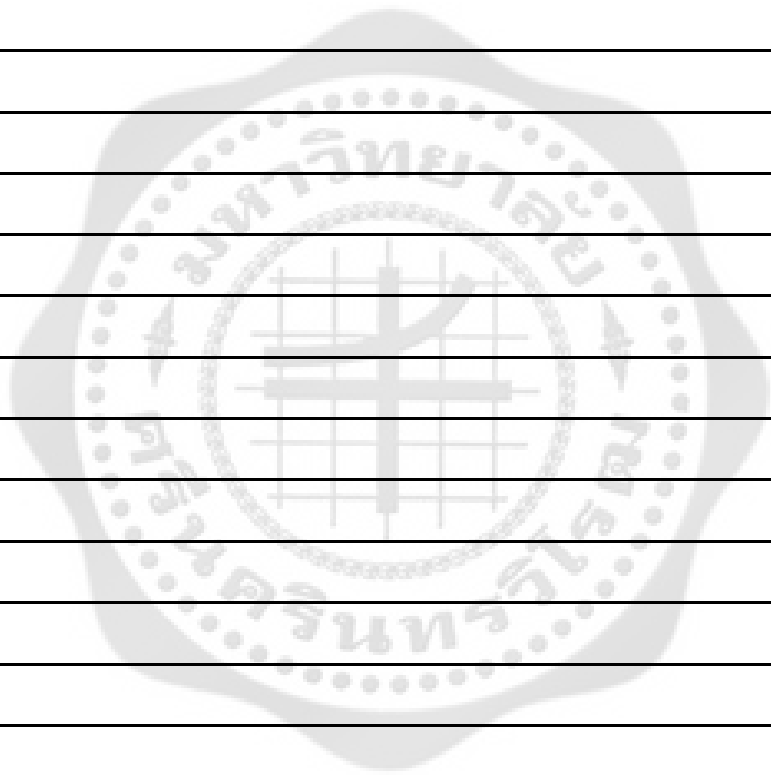
DNA Fingerprint คือ _____



ประเด็น : อื่นๆ (เขียนแยกเป็นประเด็นให้ชัดเจนดังตัวอย่างด้านบน)



2. จากข้อมูลความรู้ที่สรุปมาข้างต้น นักเรียนสามารถสรุปแนวทางในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหา
 นี้ได้อย่างไร (อธิบายอย่างละเอียด พร้อมเตรียมตัวออกมานำเสนอกลุ่มละ 2-3 นาที)



เกณฑ์การให้คะแนนไปกิจกรรมเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

พฤติกรรมบ่งชี้	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
1. การวิเคราะห์ปัญหา				
ระบุปัญหา	ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้มากกว่า 2 ปัญหาขึ้นไป	ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้ 2 ปัญหา	ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้ 1 ปัญหา	ไม่สามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้เลย
ระบุผลกระทบของปัญหาต่อชีวิตประจำวัน	ระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาได้มากกว่า 2 ปัญหา	ระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาได้ 2 ปัญหา	ระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาได้ 1 ปัญหา	ไม่สามารถระบุผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาได้เลย
ระบุสาเหตุของปัญหาที่สามารถเป็นไปได้ในทุกกรณี	ระบุสาเหตุของปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากกว่า 2 สาเหตุ	ระบุสาเหตุของปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ 2 สาเหตุ	ระบุสาเหตุของปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ 1 สาเหตุ	ไม่สามารถระบุสาเหตุของปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้เลย
2. การวางแผนในการแก้ปัญหา				
ตรวจสอบความรู้	มีการตรวจสอบว่าตนมีข้อมูลอะไรอยู่บ้างและต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่ให้เหตุผล	มีการตรวจสอบว่าตนมีข้อมูลอะไรอยู่บ้างและต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่ให้เหตุผล	มีการตรวจสอบว่าตนมีข้อมูลอะไรอยู่บ้างหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่อย่างหนึ่ง	ไม่มีการตรวจสอบว่าตนมีข้อมูลโดยอยู่บ้างหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่
กำหนดขั้นตอนการทำงาน	มีการกำหนดขั้นตอนการทำงานเป็นลำดับขั้นชัดเจน และมีการแบ่งหน้าที่กันพร้อมกำหนดขอบเขตเวลา	มีการกำหนดขั้นตอนการทำงานเป็นลำดับขั้นชัดเจน และมีการแบ่งหน้าที่กัน	มีการกำหนดขั้นตอนการทำงานเป็นลำดับขั้นชัดเจน	ไม่มีการกำหนดขั้นตอนการทำงานใด ๆ

พฤติกรรมบ่งชี้	ระดับคุณภาพ			
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
3. การดำเนินการแก้ปัญหา				
บันทึกผลการปฏิบัติงาน	บันทึกข้อมูลที่ค้นคว้าได้อย่างถูกต้อง และครอบคลุมทุกเนื้อหาที่กำหนด	บันทึกข้อมูลที่ค้นคว้าได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ครอบคลุมทุกเนื้อหาที่กำหนด	บันทึกข้อมูลที่ค้นคว้าได้ไม่ถูกต้อง แต่ครอบคลุมทุกเนื้อหาที่กำหนด	บันทึกข้อมูลที่ค้นคว้าได้ไม่ถูกต้อง และไม่ครอบคลุมทุกเนื้อหาที่กำหนด
4. สรุปผลและรายงานผล				
สรุปผลการดำเนินงานและรายงานผล	มีการเลือกข้อมูลบางส่วนที่ค้นคว้ามาใช้แก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ รวมถึงอธิบายเหตุผลที่ไม่เลือกใช้ข้อมูลอื่นๆ ด้วย	มีการเลือกข้อมูลบางส่วนที่ค้นคว้ามาใช้แก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ แต่ไม่อธิบายเหตุผลที่ไม่เลือกใช้ข้อมูลอื่นๆ	มีการเลือกข้อมูลบางส่วนที่ค้นคว้ามาใช้แก้ปัญหาแต่ไม่มีการให้เหตุผลประกอบ	ไม่สามารถเลือกข้อมูลบางส่วนที่ค้นคว้ามาใช้แก้ปัญหาได้ แต่เป็นการนำข้อมูลที่ค้นคว้ามารวบรวมเท่านั้น
5. ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา				
คุณภาพของผลงานที่เกิดจากการแก้ปัญหา	ข้อสรุปของนักเรียนในการแก้ปัญหามีความถูกต้องตามหลักการ เหตุผลทั้งหมด	ข้อสรุปของนักเรียนในการแก้ปัญหามีความถูกต้องตามหลักการ เหตุผลบางส่วน	ข้อสรุปของนักเรียนในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง แต่มีหลักการ เหตุผลมาอธิบาย	นักเรียนไม่สามารถหาข้อสรุปในการแก้ปัญหได้ โดยไม่มีการตั้งสมมติฐานต่อ



ภาคผนวก ข

แบบสอบถามความพึงพอใจที่ใช้ในงานวิจัย

แบบประเมินความพึงพอใจ
ต่อเนื้อหาสาระที่ได้รับและต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธุศาสตร์

คำชี้แจง เลือกทำเครื่องหมาย ✓ ตามระดับความพึงพอใจของนักเรียนในแต่ละข้อคำถาม
 (ระดับความพึงพอใจ 5 = มากที่สุด, 4 = มาก, 3 = ปานกลาง, 2 = น้อย, 1 = น้อยที่สุด)

หัวข้อพิจารณา	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
ด้านเนื้อหา					
1) ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม					
2) ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม					
3) ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในหัวข้อเทคโนโลยีทาง DNA และการตรวจสอบอัตลักษณ์บุคคล					
4) ความพึงพอใจในภาพรวมต่อความรู้ที่ได้รับจากการเรียน เรื่อง พันธุศาสตร์					
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
1) กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ					
2) กิจกรรมการเรียนรู้มีระยะเวลาที่เหมาะสม					
3) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับสถานที่					
4) กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจำนวนนักเรียน					
5) กิจกรรมการเรียนรู้ <u>ไม่ได้</u> เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง					
6) กิจกรรมการเรียนรู้ <u>ไม่ได้</u> เน้นให้นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่ม					
7) กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้รับความรู้จากการแก้ปัญหา					
8) ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน					



ภาคผนวก ช

ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ และเอกสารการขอจริยธรรมในมนุษย์

ภาพกิจกรรมการเรียนรู้



เอกสารการขอจริยธรรมในมนุษย์



หนังสือยืนยันการยกเว้นการรับรอง
คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(เอกสารนี้เพื่อแสดงว่าคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ได้พิจารณาโครงการวิจัยนี้)

ชื่อโครงการวิจัย : การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พันธุศาสตร์
โดยการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นายนนทกร อรุณพฤตภากุล

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะวิทยาศาสตร์

รหัสโครงการวิจัย : 038/59X

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้น (Research with Exemption from SWUEC)

วันที่ยืนยัน : 18 เมษายน 2559

ยืนยันโดย : คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดำเนินการรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of
Helsinki, the Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in
Good Clinical Practice (ICH-GCP)

ออกให้ ณ วันที่ 26 พฤษภาคม 2559

(ลงชื่อ).....

(อาจารย์ แพทย์หญิงจันทร์ทรา ดันันท์ยุทธวงศ์)

เลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายนนทกร อรุณพฤกษ์กุล
วันเดือนปีเกิด	3 มิถุนายน พ.ศ. 2534
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	316 ถนนพุทธมณฑลสาย 2 แขวงบางแคเหนือ เขตบางแค กรุงเทพฯ 10160
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2553	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนเทพศิรินทร์ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย จังหวัดกรุงเทพฯ
พ.ศ. 2557	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา จากมหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2559	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาชีววิทยา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ